NORMA TÉCNICA COLOMBIANA

NTC 2050

1998-11-25

CÓDIGO ELÉCTRICO COLOMBIANO

E: 23 línea 10 ptos

CORRESPONDENCIA: 28 línea 10 ptos.

DESCRIPTORES:

I.C.S.: 49 línea 10 ptos.

Editada por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC)

Apartado 14237 Santafé de Bogotá, D.C. - Tel. 3150377 - Fax 2221435

Prohibida su reproducción Primera actualización

CÓDIGO ELÉCTRICO COLOMBIANO

SECCIÓN 90. INTRODUCCIÓN

90-1. Objetivo.

a) Salvaguardia. El objetivo de este código es la salvaguardia de las personas y de los bienes contra los riesgos que pueden surgir por el uso de la electricidad.

b) Provisión y suficiencia. Este código contiene disposiciones que se consideran necesarias para la seguridad. El cumplimiento de las mismas y el mantenimiento adecuado darán lugar a una instalación prácticamente libre de riesgos, pero no necesariamente eficiente, conveniente o adecuada para el buen servicio o para ampliaciones futuras en el uso de la electricidad.

Nota. Dentro de los riesgos, se pueden resaltar los causados por sobrecarga en instalaciones eléctricas, debido a que no se utilizan de acuerdo con las disposiciones de este código. Esto sucede porque la instalación inicial no prevé los posibles aumentos del consumo de electricidad. Una instalación inicial adecuada y una previsión razonable de cambios en el sistema, permitirá futuros aumentos del consumo eléctrico.

c) Intención. Este código no tiene la intención de marcar especificaciones de diseño ni de ser un manual de instrucciones para personal no calificado.

90-2. Alcance.

a) Cobertura. Este código cubre:

1) Las instalaciones de conductores y equipos eléctricos en o sobre edificios públicos y privados y otras estructuras, incluyendo casas móviles, vehículos de recreo y casas flotantes, y otras instalaciones como patios, parques de atracciones, estacionamientos, otras áreas similares y subestaciones industriales.

Nota. Para información sobre instalaciones en complejos industriales o de varias edificaciones, véase el *National Electrical Safety Code*, ANSI C2-1997

2) Instalaciones de conductores y equipos que se conectan con fuentes de suministro de electricidad.

3) Instalaciones de otros conductores y equipos exteriores dentro de la propiedad.

4) Instalaciones de cables y canalizaciones de fibra óptica.

5) Instalaciones en edificaciones utilizadas por las empresas de energía eléctrica, como edificios de oficinas, almacenes, garajes, talleres y edificios recreativos que no formen parte integral de una planta generadora, una subestación o un centro de control.

b) Fuera de cobertura. Este código no cubre:

1) Las instalaciones en buques, naves distintas de las casas flotantes, material rodante ferroviario, aviones o automóviles excepto casas móviles y vehículos de recreo.

2) Las instalaciones subterráneas en minas y la maquinaria móvil autopropulsada de minería de superficie y su cable eléctrico colgante.

3) Las instalaciones ferroviarias utilizadas para la generación, transformación, transmisión o distribución de la energía eléctrica usada exclusivamente para el funcionamiento del material rodante ni las instalaciones utilizadas exclusivamente para señalización y comunicaciones.

4) Las instalaciones de equipos de comunicaciones bajo el control exclusivo de las compañías de comunicaciones, situadas a la intemperie o en edificios utilizados exclusivamente para dichas instalaciones.

5) Las instalaciones, incluida la iluminación correspondiente, bajo el control exclusivo de las compañías de electricidad para comunicaciones, medidas, generación, control, transformación, transmisión o distribución de energía eléctrica. Tales instalaciones deben estar situadas en edificios utilizados exclusivamente por las compañías para estos fines; al aire libre en lugares propios o arrendados por la compañía o en carreteras, calles, caminos, etc., públicos, o al aire libre en propiedades privadas mediante derechos de paso.

c) Permisos especiales. La autoridad competente para hacer cumplir este código puede conceder excepciones para la instalación de conductores y equipos que no estén bajo el control exclusivo de las compañías eléctricas y que se utilicen para conectar las redes de suministro eléctrico a los conductores de la acometida de los predios alimentados, siempre que tales instalaciones estén fuera de la edificación o terminen en la pared interna inmediata del muro externo de la edificación.

90-3. Organización del Código. Este código se divide en una Introducción y nueve capítulos. Los capítulos 1, 2, 3 y 4 son de aplicación general; los capítulos 5, 6 y 7 se refieren a lugares especiales, equipos especiales u otras condiciones especiales. Estos últimos capítulos complementan o modifican las normas generales. Los capítulos 1 a 4 se aplican en todo excepto en lo modificado por los capítulos 5, 6 y 7 en cuanto a las condiciones particulares. El capítulo 8 trata de los sistemas de comunicaciones y es independiente de los demás, excepto en las referencias concretas que se haga a ellos. El capítulo 9 consta de tablas y ejemplos.

90-4. Cumplimiento. Este código está hecho para que resulte adecuada su utilización por organismos que tengan jurisdicción legal sobre las instalaciones eléctricas y para ser aplicado por personal autorizado. La autoridad que tenga jurisdicción sobre el cumplimiento de este código debe ser responsable de interpretar las reglas, de decidir la aprobación de los equipos y materiales y de conceder los permisos especiales que contemplan algunas de estas reglas. La autoridad con jurisdicción puede pasar por alto determinados requisitos de este código o permitir métodos alternativos cuando esté segura de que se pueden conseguir objetivos equivalentes, creando y manteniendo una seguridad efectiva. Este *código* puede exigir nuevos productos, construcciones o materiales que quizá no estén disponibles en el momento de adopción del mismo. En tal caso, la autoridad con jurisdicción puede autorizar el uso de productos, construcciones o materiales que cumplan con los objetivos equivalentes de seguridad.

90-5. Reglas mandatorias y textos explicativos. Las reglas mandatorias de este código se distinguen por el uso de la palabra "debe". Los textos explicativos aparecen en forma de notas, en un cuerpo de letra más pequeño y solo se incluyen a manera de información.

90-6. Interpretaciones formales. Para fomentar la uniformidad en la interpretación y aplicación de las disposiciones de este código, el Comité Técnico de Estudio del Organismo Nacional de Normalización, será el encargado de hacer las interpretaciones formales.

90-7. Inspección de las condiciones de seguridad de los equipos. Para determinados equipos y materiales a los que se refiere este código, el examen de su seguridad hecho en condiciones normales debe proporcionar la base para su aprobación, siempre que el informe se ponga a disposición del público en general, mediante la promulgación por parte de organismos debidamente equipados y calificados para hacer pruebas experimentales, inspecciones sobre el funcionamiento de los equipos en las fábricas y evaluación de los servicios mediante inspecciones de campo. Esto hace innecesaria la repetición de las inspecciones por distintos examinadores, frecuentemente con instalaciones inadecuadas para dichas tareas, así como la confusión que resultaría de informes que no coinciden sobre la adecuación de los aparatos y materiales examinados para un fin determinado. Es intención de este código que no haya que examinar el alambrado interno de una fábrica o la construcción de los equipos en el momento de la instalación de los mismos, excepto para detectar posibles alteraciones o daños, siempre que el equipo haya sido aprobado por un laboratorio calificado para hacer pruebas eléctricas, del que se reconozca que posee las instalaciones anteriormente descritas y que requiera la adecuación de la instalación, de acuerdo con este código.

Notas:
1) Véanse los requisitos del artículo 110-3.
2) Véase la definición de "Aprobado", sección 100.

90-8. Proyección de la instalación

a) Conveniencia y futuras ampliaciones. Si se planifica y se especifica que las canalizaciones, canalizaciones de reserva y otros espacios anexos, sean suficientemente amplios, será más fácil ampliar en el futuro las instalaciones eléctricas. Los centros de distribución situados en lugares fácilmente accesibles son más convenientes y ofrecen un funcionamiento más seguro.

b) Número de conductores y circuitos en encerramientos o envolventes. En las secciones 300, 341, 345, 346, 347, 348, 349, 350, 351, 352, 354, 355, 356, 358, 362, 402, 520, 600, 620, 640, 725, 760 y 770 de este código se establecen limitaciones sobre el número de conductores y circuitos en encerramientos. Al limitar el número de circuitos en un solo encerramiento, conducto o caja, se reducen los efectos de un cortocircuito o de una falla a tierra en un circuito.

90-9. Unidades métricas de medida. En este *código* se utilizan las unidades métricas de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI). La sección de los conductores, de los cables, de las tuberías, la potencia de los motores y los tamaños las cajas irán acompañados por el equivalente de su designación comercial que no reflejan medidas reales.

Nota. Para la conversión de medidas inglesas a métricas y viceversa, véase La NTC 3669 *Factores de conversión. Parte 1: Tablas básicas.*

CAPÍTULO 1. GENERALIDADES

SECCIÓN 100. DEFINICIONES

Alcance. Esta sección contiene únicamente las definiciones esenciales para la aplicación apropiada de este *código*. No trata de incluir los términos generales o los términos técnicos comúnmente definidos en otros códigos y normas. En general, en esta sección 100 se definen únicamente los términos utilizados en dos o más secciones. En las secciones en que se utilizan otros términos se pueden incluir también las definiciones, pero también pueden estar recogidas en la sección 100. La Parte A de esta sección contiene las definiciones que se aplican siempre que los términos se utilicen en este código. La Parte B contiene las definiciones aplicables únicamente a las Partes de las secciones que tratan específicamente de las instalaciones y equipos que funcionan a más de 600 V nominales.

A. Generales

A la vista de: cuando este *código* especifica que un equipo debe estar **a la vista de** otro equipo o lugar, significa que el equipo debe ser visible desde el otro y no debe estar a más de 15,0 m de él.

A prueba de agua: construido de modo que el agua no entre en el cerramiento, en condiciones dadas de ensayo.

A prueba de intemperie: construido o protegido de modo que su exposición o uso a la intemperie no impida su buen funcionamiento.

Nota. Los equipos impermeables a la lluvia, protegidos contra la lluvia o contra el agua, pueden cumplir los requisitos de intemperie si no influyen otros factores atmosféricos variables distintos de la humedad, como la nieve, hielo, polvo o temperaturas extremas.

A prueba de lluvia: construido, tratado o protegido de modo que su exposición a la lluvia no interfiera con el correcto funcionamiento de un aparato en condiciones específicas de ensayo.

A prueba de polvo: construido o protegido de modo que el polvo no interfiere con su buen funcionamiento.

Accesible (referido a métodos de alambrado): que se puede desmontar o quitar sin daños a la estructura o acabado del edificio, o que no está permanentemente cerrada por la estructura o acabado del edificio (véanse las definiciones de "Oculto" y "A la vista de ").

Accesible (referido a los equipos): equipo al que se puede acercar una persona: no está protegido por puerta con cerradura, por elevación ni por cualquier otro medio efectivo.

Accesible, fácilmente: elemento al que se puede acercar una persona fácilmente para ponerlo en marcha, cambiarlo o inspeccionarlo, sin que las personas que tengan que acercarse deban subirse a ningún obstáculo ni quitarlo, ni usar escaleras portátiles, sillas, etc.

Accesorio: pieza o parte de una instalación eléctrica, tal como una tuerca, una boquilla o cualquier otra parte de una canalización, cuya finalidad principal es realizar una función más mecánica que eléctrica

Accionable desde fuera: que se puede accionar sin que el operario se exponga a contacto con las

partes energizadas.

Acometida: derivación de la red local del servicio público domiciliario de energía eléctrica, que llega hasta el registro de corte del inmueble. En edificios de propiedad horizontal o condominios, la acometida llega hasta el registro de corte general.

Nota. Véase la *Ley 142 del 11 de julio de 1994.*

Acometida aérea: los conductores aéreos de acometida que van desde el último poste o soporte aéreo, incluidos los conectores de derivación, si los hay, hasta los conductores de entrada de acometida de la edificación u otra estructura.

Acometida subterránea: conductores subterráneos de la acometida desde la red de la calle, incluidos los tramos desde un poste o cualquier otra estructura o desde los transformadores, hasta el primer punto de conexión con los conductores de entrada de la acometida en el tablero general, tablero de medidores o cualquier otro tablero con espacio adecuado, dentro o fuera del muro de una edificación. Si no existe tablero general, tablero de medidores u otro con espacio adecuado, se debe considerar que el punto de conexión es el de entrada de los conductores de acometida al edificio.

Activo: véase la definición de "Energizado".

Alimentador: todos los conductores de un circuito entre el equipo de acometida, la fuente de un sistema derivado independiente u otra fuente de suministro de energía eléctrica y el dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito ramal final.

Alumbrado de realce: véase la definición de "Iluminación de contorno".

Aprobado: aceptado por la autoridad competente.

Armario o gabinete: caja diseñada para instalarse de forma empotrada, sobrepuesta o autosoportada, provista de un marco, del cual se sostienen las puertas.

Artefacto: equipo de utilización, generalmente no industrial, que se fabrica normalmente en tamaños o tipos normalizados y que se instala o conecta como una unidad para realizar una o más funciones, como por ejemplo lavar ropa, enfriar el aire, mezclar alimentos, freír, etc.

Askarel: término genérico de un grupo de hidrocarburos aromáticos sintéticos, resistentes al fuego, clorados, usados como líquidos de aislamiento eléctrico. Tienen la propiedad de que bajo condiciones de arco, cualquier gas producido consistirá predominantemente de hidrógeno clorado no combustible con la más pequeña cantidad de gases combustibles. No son biodegradables.

Nota. Véase la norma NTC 317*, Electrotecnia. Transformadores de Potencia y Distribución. Terminología*. El uso de este líquido en transformadores está prohibido en Colombia. Askarel es una patente de Don Macornick, otros nombres comerciales son INERTEGN y CHOFEN.

Automático: que actúa por si mismo, funcionando por sus propios mecanismos cuando se le acciona por un medio sin intervención personal, como por ejemplo una variación de la intensidad de la corriente, de la presión, temperatura o configuración mecánica (Véase la definición "No automático").

Aviso luminoso: equipo de utilización autónomo fijo, estacionario o portátil, iluminado eléctricamente con letras o símbolos, diseñado para transmitir información o llamar la atención.

Bandeja portacables: unidad o conjunto de unidades, con sus accesorios, que forman una estructura rígida utilizada para soportar cables y canalizaciones.

Barraje de puesta a tierra (equipotencial) : conductor de tierra colectiva, usualmente una barra de

cobre o un cable de diámetro equivalente.

Cable de acometida: conductores de acometida en forma de cable.

Caja de corte: cubierta diseñada para montaje en superficie, incrustada o empotrada y que tiene puertas o tapas sujetas directamente a las paredes de la caja y que contiene dispositivos de corte o seccionamiento (Véase la definición "Armario").

Cámara de aire: compartimiento o cámara al que están conectados uno o más conductos de aire y que forma parte del sistema de distribución de aire.

Canalización: canal cerrado de materiales metálicos o no metálicos, expresamente diseñado para contener alambres, cables o barras, con las funciones adicionales que permita este *código*. Hay canalizaciones, entre otras, de conductos de metal rígido, de conductos rígidos no metálicos, de conductos metálicos intermedios, de conductos flexibles e impermeables, de tuberías metálicas flexibles, de conductos metálicos flexibles, de tuberías eléctricas no metálicas, de tuberías eléctricas metálicas, subterráneas, de hormigón en el suelo, de metal en el suelo, superficiales, de cables y de barras.

Capacidad de corriente: corriente máxima en amperios que puede transportar continuamente un conductor en condiciones de uso sin superar su temperatura nominal de servicio.

Capacidad de interrupción nominal: la mayor corriente a tensión nominal, que un dispositivo eléctrico tiene previsto interrumpir, bajo unas condiciones normales de prueba.

Nota. Los equipos previstos para no dejar pasar corriente a niveles distintos de los producidos por una falla, pueden tener su capacidad de interrupción nominal implícita en otros parámetros, como la potencia (en kW o HP) o la corriente con el rotor bloqueado del motor.

Carga continua: carga cuya corriente máxima se prevé que circule durante tres horas o más.

Carga no lineal: carga cuya forma de onda de la corriente en estado estacionario no sigue la forma de onda de la tensión aplicada.

Centro de control de motores: conjunto de una o más partes cerradas que tienen una barra de potencia común y que contienen principalmente unidades de control de motores.

Cerramiento: véase la definición de "Encerramiento".

Certificados: equipos o materiales incluidos en una certificado publicado por un organismo certificador aceptado ante la autoridad competente y que se dedica a la evaluación de productos, que mantiene inspecciones periódicas de la producción de los equipos o materiales certificados. Ese certificado indica si el equipo o material cumple unas normas debidamente establecidas o si ha sido probado y encontrado apto para su uso de una manera determinada.

Nota. La manera de identificar los equipos certificados puede variar de un organismo certificador a otro. Algunos de ellos no reconocen los equipos como certificados si no están además rotulados. La autoridad competente debe identificar los productos certificados de acuerdo con el sistema empleado por el organismo certificador.

Circuito de control remoto: cualquier circuito eléctrico que controla otro circuito a través de un relé o dispositivo equivalente.

Circuito de señalización: cualquier circuito eléctrico que alimenta equipos de señalización.

Circuito ramal: conductores de un circuito entre el dispositivo final de protección contra sobrecorriente y la salida o salidas.

Circuito ramal de uso general: circuito ramal que alimenta diversas salidas para alumbrado y artefactos.

Circuito ramal especial de conexión de artefactos eléctricos: circuito ramal que alimenta a una o más salidas a las que se pueden conectar los artefactos; tales circuitos no deben contener elementos de iluminación conectados permanentemente que no formen parte de un artefacto.

Circuito ramal individual: circuito ramal que alimenta un solo equipo de utilización.

Circuito ramal multiconductor: circuito ramal que consta de dos o más conductores no puestos a tierra y entre los cuales hay una diferencia de potencial, y un conductor puesto a tierra con la misma diferencia de potencial entre él y cada uno de los otros conductores del circuito, que está conectado al neutro o al conductor puesto a tierra de la instalación.

Clavija, enchufe: dispositivo introducido o retirado manualmente de un tomacorriente, el cual posee patas (contactos macho) que entran en contacto con los contactos hembra del tomacorriente.

Nota. Véase la norma *NTC 1650, Electrotecnia. Clavijas y tomacorrientes para uso general doméstico*.

Cocina Integral: conjunto de elementos o muebles de cocina que tienen funciones diversas. Para efectos de cargas, se deben tomar como cargas independientes.

Conductor aislado: conductor dentro de un material de composición y espesor reconocido por este *código* como aislamiento eléctrico.

Conductor cubierto: conductor dentro de un material de composición o espesor no reconocido por este *código* como aislante eléctrico.

Conductor de puesta a tierra (*Grounding conductor*)**:** conductor utilizado para conectar los equipos o el circuito puesto a tierra de una instalación, al electrodo o electrodos de tierra de la instalación.

Conductor de puesta a tierra de los equipos: conductor utilizado para conectar las partes metálicas que no transportan corriente de los equipos, canalizaciones y otros encerramientos, al conductor puesto a tierra, al conductor del electrodo de tierra de la instalación o a ambos, en los equipos de acometida o en el punto de origen de un sistema derivado independiente.

Conductor del electrodo de puesta a tierra: conductor utilizado para conectar el electrodo de puesta a tierra al conductor de puesta a tierra de los equipos, al conductor puesto a tierra o a ambos, del circuito en los equipos de acometida o en punto de orígen de un sistema derivado independiente.

Conductor desnudo: conductor que no tiene ningún tipo de cubierta o aislamiento eléctrico.

Conductor puesto a tierra (*Grounded conductor*): conductor de una instalación o circuito conectado intencionalmente a tierra. Generalmente es el neutro de un sistema monofásico o de un sistema trifásico en estrella.

Conductores de acometida: conductores desde el punto de acometida hasta el dispositivo de desconexión de la acometida.

Conductores de aluminio recubierto de cobre: conductores hechos de una barra de aluminio recubierto de cobre en la que el cobre está metalúrgicamente unido a un alma de aluminio. El cobre forma un mínimo del 10 % de la sección transversal de un conductor sólido o de cada hilo de un conductor trenzado.

Conductores de entrada de acometida, sistema aéreo: conductores entre los terminales del equipo de corte de acometida y un punto, generalmente fuera de la edificación donde termina la acometida

aérea.

Conductores de entrada de acometida, sistema subterráneo: conductores entre los terminales del equipo de corte de acometida y el punto de conexión de la acometida subterránea.

Nota. Cuando el equipo de la acometida está situado fuera de las paredes del edificio, puede no haber conductores de acometida o estar totalmente fuera del edificio.

Conduit: tubo rígido metálico o no metálico, destinado para alojar conductores eléctricos.

Conduleta : véase la definición de "Cuerpo de conduit".

Conector a presión (sin soldadura): dispositivo que establece una conexión entre dos o más conductores o entre uno o más conductores y un terminal, mediante presión mecánica y sin utilizar soldadura.

Conexión equipotencial (*Bonding*): unión permanente de partes metálicas para formar una trayectoria eléctricamente conductora, que asegure la continuidad eléctrica y la capacidad para conducir con seguridad cualquier corriente que pudiera pasar.

Conjunto con múltiples tomas de corriente: tipo de canalización superficial o empotrada diseñada para contener conductores y tomacorrientes, montados en obra o en fábrica.

Conmutadores:

Conmutador de separación en derivación (*Bypass Isolation Switch*)**:** dispositivo de accionamiento manual utilizado con un conmutador de transferencia para constituir un medio de conexión directa de los conductores bajo carga a una fuente de alimentación y de desconexión del conmutador de transferencia.

Conmutador de transferencia: dispositivo automático o no automático para transferir bajo carga las conexiones de uno o más conductores de una fuente de alimentación a otra.

Controlador: dispositivo o grupo de dispositivos que sirve para gobernar, de un modo predeterminado, la potencia eléctrica suministrada al aparato al que está conectado.

Cuadro de distribución (*Switchboard*): un panel sencillo, bastidor o conjunto de paneles, de tamaño grande, en los que se montan, por delante o por detrás o por los dos lados, interruptores, dispositivos de protección contra sobrecorriente, elementos de conexión y usualmente instrumentos. Los cuadros de distribución son accesibles generalmente por delante y por detrás y no necesariamente están destinados para instalarse dentro de armarios.

Cuarto de baño: Zona en la que hay un lavamanos y además uno o más de los siguientes elementos: taza sanitaria, ducha, bidé o tina.

Cuerpo de conduit (*Conduleta*): parte independiente de un sistema de conductos o tuberías que permite acceder, a través de tapa o tapas removibles, al interior del sistema en el punto de unión de dos o más secciones del sistema o en un terminal del mismo. No se consideran cuerpos de conduit las cajas de paso como las FS y FD o más grandes, de metal fundido o de chapa.

Nota. Para información sobre las cajas metálicas FS y FD véase la Tabla 370-16.a).

Descubierto: véase la definición de "Expuesto".

Dispositivo: elemento de un sistema eléctrico destinado para transportar energía eléctrica, pero no

para utilizarla.

Edificio o edificación: construcción cuyo uso primordial es la habitación u ocupación por seres humanos.

Edificio o Edificación resistente al fuego: estructura aislada o que está separada de otras estructuras anexas por muros cortafuegos, con todas sus aberturas protegidas por puertas cortafuegos aprobadas.

Electrodo de puesta a tierra: elemento o conjunto metálico conductor que se pone en contacto con la tierra física o suelo, ubicado lo más cerca posible del área de conexión del conductor de puesta a tierra al sistema. Puede ser una varilla destinada específicamente para ese uso o el elemento metálico de la estructura, la tubería metálica de agua en contacto directo con la tierra, un anillo o una malla formados por uno o más conductores desnudos destinados para este uso.

Encerrado (*Enclosed*): rodeado por una caja, carcasa, cerca o paredes que evitan que las personas entren accidentalmente en contacto con las partes energizadas.

Encerramiento: envoltura, caja, gabinete, envolvente o carcasa de un aparato; cerca o paredes que rodean una instalación para evitar que las personas puedan entrar en contacto accidental con partes energizadas, o para proteger los equipos contra daños físicos.

Nota. Véanse los tipos de encerramientos en la Tabla 430-91 y la norma ANSI/NEMA 250-1991*, Enclosures for Electrical Equinament (1 000 V Maxim).*

Enchufe: véase la definición de "Clavija".

Energizado, con tensión: conectado eléctricamente a una fuente de diferencia de potencial.

Equipo: término general que incluye los materiales, accesorios, dispositivos, artefactos, utensilios, herrajes y similares utilizados como parte de o en relación con una instalación eléctrica.

Equipo antideflagrante (a prueba de explosión) : equipo alojado en un encerramiento que es capaz de soportar una explosión, de un gas o vapor específico, que se pueda producir en su interior y de evitar la ignición de un gas o vapor específico que rodee el encerramiento, por chispas, arcos o la explosión del gas o vapor en su interior y que funciona soportando temperaturas externas tales que la atmósfera inflamable que le rodea no pueda arder.

Nota. Para más información, véanse las normas*:* NTC 3229*, Electrotecnia. Cajas de Salida y Accesorios usados en sitios de alto riesgo* y ANSI/UL 1203-1988 *Explosion Proof and Dust-Ignition-Proof Electrical Equipment for Use in Hazardous (Classified) Locations,.*

Equipo de corte de acometida: el equipo necesario que consiste generalmente en un interruptor automático, o interruptor y fusibles, con sus accesorios, situado cerca del punto de acometida de un edificio, otra estructura o en una zona definida, destinada para servir de control principal y de medio de desconexión del suministro.

Equipo eléctrico utilitario (equipo de utilización): equipo que utiliza la energía eléctrica con propósitos electrónicos, electromecánicos, químicos, de calefacción, de alumbrado o similares.

Equipo eléctrico: véase la definición de "Equipo".

Equipo sellable: equipo encerrado en una caja, gabinete o armario que tiene medios de cierre o sellado, de modo que sus partes energizadas no son accesibles sin abrir el encerramiento. El equipo puede o no ser accionable sin abrir el encerramiento.

Equipotencialidad : principio que debe ser aplicado ampliamente en sistemas de puesta a tierra. Indica que todos los puntos deben estar aproximadamente al mismo potencial. Véase definición de "Conexión equipotencial".

Estufa de cocción mixta (gas - electricidad): equipo para uso doméstico que tiene dos fuentes de suministro de energía: gas y electricidad, para llevar a cabo la cocción de alimentos. Dichas fuentes pueden ser de utilización alternativa o simultánea.

Nota. Para los requisitos sobre fabricación e instalación de estos artefactos véanse las normas: NTC 2832*, Gasodomésticos para la cocción de alimentos; NTC 3765, Requisitos generales de seguridad para gasodomésticos;* NTC 2183*, Seguridad de aparatos electrodomésticos y aparatos eléctricos similares, Parte 1;* NTC 2386*, Electrodomésticos, Seguridad de aparatos electrodomésticos y aparatos eléctricos similares, Parte 2 y* NTC 2505*, Instalación para suministro de gas en edificaciones residenciales y comerciales.*

Estufa para montar o sobreponer: aparato de cocina diseñado para ser montado en un mostrador o mueble y que consta de una o más hornillas, alambrado interno y controles incorporados o montados por separado. (Véase la definición de "Cocina integral").

Expuesto (aplicado a métodos de alambrado): colocado encima de una superficie o asegurado a ella o por detrás de paneles destinados para permitir el acceso (véase la definición de "Accesible")..

Expuesto (aplicado a partes energizadas): capaz de ser inadvertidamente tocado o aproximado más cerca de la distancia de seguridad por una persona. Se aplica a las partes que no están adecuadamente protegidas, separadas o aisladas (véanse las definiciones de "Accesible" y "Oculto").

Factor de demanda: relación entre la demanda máxima de una instalación o parte de una instalación y la carga total conectada a la instalación o parte de la instalación considerada.

Factor de potencia: relación entre la potencia activa (kW) y la potencia aparente (kVA) del mismo sistema eléctrico o parte de él.

Foso de ascensor: caja, pozo, hueco u otra abertura o espacio vertical dentro del cual funciona un ascensor o montacargas.

Frente no energizado, frente sin tensión, frente muerto: sin partes energizadas expuestas a las personas del lado de operación de los equipos.

Garaje: edificio o parte de un edificio en el que se guardan uno o más vehículos autopropulsados que transportan líquidos volátiles inflamables como combustible, para su propio uso, venta, almacenaje, alquiler, reparación, exhibición o demostración y toda la parte de un edificio por encima o por debajo del nivel del suelo en la que se guardan tales vehículos y que no está separada por paredes, muros o tabiques adecuados.

Nota. Respecto a los garajes y talleres de reparación, véase el artículo 511-1.

Guirnalda: se entiende por guirnalda una hilera de luces exteriores suspendidas entre dos puntos.

Hermético a la lluvia: construido, protegido o tratado de tal manera que la exposición a la lluvia batiente no permita la entrada de agua bajo condiciones específicas de ensayo

Hermético al agua: construido o protegido de tal manera que la humedad no puede penetrar la cubierta en condiciones específicas de ensayo.

Hermético al polvo: construido o protegido de modo que el polvo no pueda penetrar la cubierta en condiciones específicas de ensayo.

Herraje: accesorio como tuerca, pasacables u otra parte de una instalación eléctrica diseñado fundamentalmente para desempeñar una función mecánica, no eléctrica.

Horno de pared: horno de cocina diseñado para montarse sobre una pared u otra superficie, que consta de uno o más elementos calentadores, cables internos y mandos incorporados o montados por separado (véanse las definiciones de "Estufa" y "Cocina integral").

Identificado (aplicado a los equipos): reconocible como adecuado para un uso, función, fin, entorno o aplicación específicos, cuando está así descrito en un requisito especial de este *código* (véase la definición de "Equipo").

Nota. La adecuación de un equipo para un uso, función, fin, entorno o aplicación específicos puede venir determinada por un laboratorio de ensayos calificado, una agencia de inspección u otro organismo dedicado a la evaluación de productos. Dicha identificación puede incluir el certificado o rotulado.

Iluminación de contorno: conjunto de fuentes luminosas incandescentes o de descarga que delimitan o llaman la atención de determinadas características, como la forma de un edificio o la decoración de una vitrina.

Interruptor automático (*Circuit Breaker*): dispositivo diseñado para que abra y cierre un circuito de manera no automática y para que abra el circuito automáticamente cuando se produzca una sobrecorriente predeterminada sin daños para el mismo cuando se aplique adecuadamente dentro de sus valores nominales.

Nota. Los medios de apertura automática pueden ser: integrados, que actúan directamente con el interruptor automático, o situados a distancia del mismo (remotos).

Ajuste (de los interruptores automáticos): los valores de corriente, tiempo o ambos a los que se ha ajustado el disparo de un interruptor automático ajustable.

Interruptor automático ajustable: calificativo que indica que el interruptor automático se puede ajustar para que se dispare a distintas corrientes, tiempos o ambos, dentro de un margen predeterminado.

Interruptor automático de disparo instantáneo: calificativo que indica que no se establece a propósito un retardo en la acción de disparo del interruptor automático.

Interruptor automático de tiempo inverso: calificativo que indica que se introduce a propósito un retardo en la acción de disparo del interruptor automático, retardo que es menor a medida que aumenta la intensidad de la corriente.

Interruptor automático no ajustable: calificativo que indica que el interruptor automático no tiene ninguna regulación que altere el valor de la corriente a la cual se dispara o el tiempo necesario para su accionamiento.

Interruptor de circuito contra fallas a tierra (*GFCI*): dispositivo diseñado para la protección de las personas, que funciona cortando el paso de corriente por un circuito o parte del mismo dentro de un determinado lapso, cuando la corriente a tierra supera un valor predeterminado, menor que el necesario para que funcione el dispositivo protector contra sobrecorriente del circuito de suministro.

Interruptores (*Switches*):

Interruptor de acción rápida y uso general: Interruptor de uso general construido para que se pueda instalar en cajas de dispositivos, en las tapas de las cajas o utilizar en las instalaciones de alguno de los modos reconocidos por este código.

Interruptor de circuito de motores (*Guardamotor*)**:** Interruptor con valor nominal en kilovatios (kW) o en caballos de fuerza (HP), capaz de interrumpir la corriente máxima de sobrecarga de un motor del mismo valor nominal en kilovatios (kW) o caballos de fuerza (HP) que el interruptor a la tensión nominal.

Interruptor de separación (seccionador): Interruptor destinado para aislar un circuito eléctrico de su fuente de alimentación. No tiene intensidad de corriente de corte máxima y está diseñado para que se manipule únicamente después de que el circuito se ha abierto por otros medios.

Interruptor de uso general: Interruptor diseñado para usarse en circuitos de distribución y ramales de uso general. Su capacidad se establece en amperios y es capaz de interrumpir su corriente nominal a su tensión nominal.

Líquido volátil inflamable: líquido inflamable con punto de inflamación inferior a 38 ℃ o líquido inflamable cuya temperatura excede a su punto de inflamación o líquido combustible de Clase II que posee presión de vapor que no supera los 276 kPa (40 psia) a 38 ℃, cuya temperatura está por encima de su punto de inflamación.

Locales húmedos: véase la definición de "Lugares".

Locales mojados: véase la definición de "Lugares".

Locales secos: véase la definición de "Lugares".

Lugares:

Húmedos: sitios parcialmente protegidos bajo aleros, marquesinas, porches cubiertos, como azoteas y lugares similares. También son considerados como lugares húmedos los lugares interiores sometidos a un grado moderado de humedad como algunos sótanos, graneros, establos y almacenes refrigerados.

Mojados: Instalaciones subterráneas o de baldosas de concreto o mampostería en contacto directo con la tierra, y lugares expuestos a saturación de agua u otros líquidos, como las zonas de lavado de vehículos y los lugares expuestos a la intemperie y no protegidos.

Secos: lugares no sometidos normalmente a la humedad o a mojarse. Un lugar clasificado como seco puede estar sujeto temporalmente a la humedad o a mojarse, como en el caso de un edificio en construcción.

Medio de desconexión: dispositivo o grupos de dispositivos u otro medio por el cual los conductores de un circuito se pueden desconectar de su fuente de alimentación.

Neutro : véase la definición de "Conductor puesto a tierra".

No automático: acción que requiere intervención personal. Aplicado a un controlador eléctrico, el mando o control no automático no supone necesariamente un controlador manual, sino sólo que es necesaria la intervención personal (véase la definición de "Automático").

Oculto: que resulta inaccesible por la estructura o acabado del edificio. Los cables en canalizaciones ocultas se consideran ocultos, aunque ellos mismos sean accesibles halándolos fuera de las canalizaciones (véase la definición de "Accesible aplicado a métodos de alambrado").

Panel de distribución (*Panelboard*): un solo panel o grupo de paneles diseñados para ensamblarse en forma de un solo panel, que incluye elementos de conexión, dispositivos automáticos de protección contra sobrecorriente y puede estar equipado con interruptores para accionamiento de circuitos de alumbrado, calefacción o fuerza; esta diseñado para ser instalado en un armario o caja colocado en o

sobre una pared o tabique y es accesible sólo por su frente.

Partes energizadas: conductores, barras, terminales o componentes eléctricos sin aislar o expuestos, que crean riesgo de descarga eléctrica.

Permiso especial: consentimiento o autorización dados por escrito por la autoridad que tiene a su cargo hacer cumplir este código.

Persona calificada: persona capacitada y familiarizada con la construcción y funcionamiento de los equipos y los riesgos que conllevan.

Protección contra fallas a tierra de equipos: sistema destinado para ofrecer protección de los equipos contra corrientes peligrosas debidas a fallas de fase a tierra. Funciona haciendo que un medio de desconexión abra todos los conductores no puestos a tierra del circuito afectado. Esta protección se provee a niveles de corriente inferiores a los necesarios para proteger a los conductores contra daños mediante el funcionamiento de un dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito de suministro.

Protector térmico (aplicado a motores): dispositivo protector que se ensambla como parte integral de un motor eléctrico que, cuando está correctamente aplicado, protege al motor contra sobrecalentamientos peligrosos debidos a sobrecargas o contra fallas en el arranque.

Nota. El protector térmico puede consistir en uno o más sensores integrados con el motor o motocompresor y un dispositivo externo de mando.

Protegido térmicamente (aplicado a motores): cuando las palabras "Protegido térmicamente" o "Thermally Protected" aparecen en la placa de características de un motor o motocompresor, indican que el motor lleva un protector térmico incorporado.

Protegido: cubierto, blindado, cercado, encerrado o resguardado de cualquier otro modo por medio de tapas, carcasas, cubiertas, barreras, rieles, pantallas, postes o plataformas, adecuados para eliminar la posibilidad de que una persona se acerque o haga contacto con objetos hasta un punto de peligro.

Puente de conexión equipotencial: conductor confiable que asegura la conductividad eléctrica necesaria entre las partes metálicas que deben estar eléctricamente conectadas entre sí.

Puente de conexión equipotencial, equipo: conexión entre dos o más partes del conductor de puesta a tierra de un equipo.

Puente de conexión equipotencial, principal: conexión entre el conductor puesto a tierra del circuito y el conductor de puesta a tierra del equipo en la acometida.

Puesto a tierra (*Grounded*): conectado a tierra o a cualquier cuerpo conductor que pueda actuar como tierra.

Puesto a tierra eficazmente: conectado intencionalmente a tierra a través de una conexión o conexiones de tierra de impedancia suficientemente baja y con capacidad de circulación de corriente suficiente para evitar la aparición de tensiones que puedan provocar riesgos indebidos a las personas o a los equipos conectados.

Punto de acometida: punto de conexión entre las instalaciones de la empresa suministradora y la instalación del edificio.

Red o instalación interna de un predio: conjunto de redes, tuberías, accesorios y equipos que integran el sistema de suministro del servicio público al inmueble a partir del medidor, o en el caso de los suscriptores o usuarios sin medidor, a partir del registro de corte del inmueble. Para edificios de

propiedad horizontal o condominios, es aquel sistema de suministro del servicio al inmueble a partir del registro de corte general, cuando lo hubiere.

Resguardado: véase la definición de "Protegido".

Rotulado: equipos o materiales a los que se ha unido un rótulo, símbolo u otra marca que identifique un organismo aceptado por la autoridad con jurisdicción y que se ocupa de la evaluación del producto manteniendo inspecciones periódicas de fabricación de equipos o materiales rotulados y mediante la cual el fabricante indica que cumple de manera específica con determinadas normas o funcionamiento.

Salida: punto de una instalación del que se toma corriente para suministrarla a un equipo de utilización.

Salida de potencia o fuerza (para equipo móvil): es un montaje cerrado en el que puede haber tomacorrientes, interruptores automáticos, portafusibles, interruptores con fusibles, conjuntos de conductores (*Buses*) y puntos de conexión de medidores, destinado para suministrar y controlar el suministro de energía eléctrica para casas móviles, vehículos recreativos, carros eléctricos o embarcaciones o para servir como medio de distribución de la energía eléctrica requerida para equipos móviles o instalados provisionalmente.

Salida para alumbrado: salida destinada para la conexión directa de un portabombilla, una luminaria o un cordón colgante que termine en un casquillo o portabombilla.

Salida para tomacorriente: salida a la que están conectados uno o más tomacorrientes.

Servicio:

Continuo: funcionamiento a una carga prácticamente constante durante un tiempo indefinidamente largo.

Corto: funcionamiento a una carga prácticamente constante durante un periodo corto y determinado de tiempo.

Intermitente: funcionamiento durante intervalos alternativos de 1) carga-sin carga, o 2) carga y parada, o 3) carga, sin carga y parada.

Periódico: funcionamiento intermitente en el que se repiten periódicamente las condiciones de carga.

Variable: funcionamiento a distinta carga y durante distintos intervalos de tiempo, estando la carga y tiempo sometidos a grandes variaciones.

Sistema de alambrado de la propiedad: véase la definición de "Red o instalación interna de un predio".

Sistema derivado independiente: sistema de alambrado de un predio cuya energía procede de una batería, sistema solar fotovoltáico o del bobinado de un generador, transformador o convertidor y que no tiene conexión eléctrica directa, ni siquiera mediante un conductor del circuito sólidamente puesto a tierra, para alimentar los conductores que proceden de otro sistema.

Sistema solar fotovoltáico: todos los componentes y subsistemas que, combinados, convierten la energía solar en energía eléctrica adecuada para conectarla a un equipo de utilización.

Sobrecarga: funcionamiento de un equipo por encima de sus parámetros normales a plena carga o de un conductor por encima de su capacidad de corriente nominal que, si persiste durante un tiempo suficiente, podría causar daños o un calentamiento peligroso. Una falla como un cortocircuito o una falla a tierra no es una sobrecarga.

Sobrecorriente: corriente por encima de la corriente nominal de un equipo o de la capacidad de corriente de un conductor. Puede ser el resultado de una sobrecarga, un cortocircuito o una falla a tierra.

Nota. Una sobrecorriente por encima de la nominal puede ser absorbida por determinados equipos y conductores si se da un conjunto de condiciones. Por eso, las normas para protección contra sobrecorrientes son específicas para cada situación particular.

Tablero de distribución: véase la definición de "Panel de distribución".

Tensión (de un circuito): valor eficaz (raíz-media-cuadrática) de la diferencia de potencial entre dos conductores cualesquiera de un circuito.

Nota. Algunos sistemas, como los trifásicos tetrafilares, monofásicos trifilares y de corriente continua trifilares, pueden tener varios circuitos a distintas tensiones.

Tensión a tierra: en los circuitos puestos a tierra, es la tensión entre un conductor dado y el punto del conductor del circuito que está puesto a tierra; en los circuitos no puestos a tierra, es la mayor diferencia de tensión entre un conductor dado y cualquier otro conductor del circuito.

Tensión nominal: valor nominal asignado a un circuito o sistema para designar habitualmente su nivel de tensión (por ejemplo., 120 V/240 V, 480 V/277 V (Sistema en estrella), 600 V). La tensión a la que funciona un circuito puede variar sobre la nominal dentro de un margen que permita el funcionamiento satisfactorio de los equipos.

Nota. Véase la NTC 1340*, Electrotecnia. Tensiones nominales en sistemas de energía eléctrica a 60 Hz en redes de servicio público.*

Tierra: conexión conductora, intencionada o accidental, entre un circuito o equipo eléctrico y el suelo tierra o con algún cuerpo conductor que pueda servir en lugar del suelo.

Tomacorriente: dispositivo que tiene contactos hembra para la conexión de una clavija y terminales para la conexión a los circuitos de salida. Un tomacorriente sencillo es un dispositivo sencillo sin más dispositivos de contacto en el mismo molde. Un tomacorriente múltiple es un dispositivo que contiene dos o más tomacorrientes.

Nota. Véase la norma NTC 1650*, Electrotecnia. Clavijas y tomacorrientes para uso general doméstico*.

Tomacorriente con polo a tierra : tomacorriente con un contacto hembra que hace el primer contacto eléctrico a tierra con el contacto macho de una clavija al conectar un equipo. Hay de dos tipos: con el polo a tierra unido a la caja (molde) o con el polo a tierra aislado (para equipos sensibles).

Ventilado: dotado de medios que permiten la circulación de aire, suficiente para eliminar el exceso de calor, humos o vapores.

Vitrina: ventana utilizada o diseñada para ser utilizada para la presentación de productos o material publicitario, que está total o parcialmente cerrada o totalmente abierta por detrás y que puede tener o no una plataforma a un nivel superior al de la calle.

Vivienda:

Unidad de vivienda: una o más habitaciones para uso de una o más personas que forman una unidad familiar con espacio para comer, descansar y dormir e instalaciones permanentes de cocina y sanitarias.

Vivienda bifamiliar: edificación que contiene solamente dos unidades de vivienda.

Vivienda multifamiliar: edificación que contiene tres o más unidades de vivienda.

B. Para instalaciones de tensión nominal superior a 600 V

Las anteriores definiciones se aplican en los términos utilizados en este código. Sin embargo, cuando se trate de instalaciones que funcionan a más de 600 V nominales, se deben aplicar las siguientes definiciones:

Cortacircuito en aceite: véase la definición de "Dispositivos de maniobra".

Dispositivos de maniobra:

Cortacircuito (*Cutout*): conjunto de soporte para fusibles, fusibles de expulsión con portafusibles, fusible o cuchilla de desconexión. El portafusibles puede incluir un elemento conductor (filamento fusible) o puede actuar como cuchilla de desconexión si se intercala un elemento no fusible.

Cortacircuito en aceite: sistema de corte en el que todo o parte del soporte del fusible, el portafusible y la cuchilla de desconexión van montados en aceite con inmersión completa de los contactos y de la parte fusible del conductor (elemento fusible), de modo que el arco que produce la interrupción de la corriente por rotura de la parte fusible o apertura de los contactos, se produce en el aceite.

Interruptor automático de circuito: dispositivo de maniobra capaz de abrir y cerrar un circuito y transportar corriente en condiciones normales, y de cerrar y transportar corriente durante un tiempo determinado o abrir un circuito en determinadas condiciones anormales, como en caso de cortocircuito.

Medios de desconexión (*Disconnecting Means*): dispositivo o conjunto de dispositivos por medio de los cuales los conductores de circuitos se pueden desconectar de la fuente de alimentación.

Seccionador: dispositivo mecánico de maniobra mediante el cual se pueden desconectar sin carga los circuitos o equipos de su fuente de alimentación.

Nota. Para las definiciones de "Seccionadores", véanse las normas NTC 2545*, Electrotecnia. Vocabulario. Generación, Transmisión y Distribución de Energía Eléctrica. Subestaciones y* NTC 2131*, Electrotecnia. Seccionadores Bajo Carga de Alta Tensión*

Seccionador de operación bajo carga (*Interrupter Switch*): dispositivo de maniobra capaz de conectar, conducir e interrumpir corrientes, bajo condiciones normales del circuito, que pueden incluir condiciones especificadas de operación con sobrecarga y capaz de soportar, sin dañarse, la corriente de cortocircuito para la cual está especificado.

Nota. El seccionador de operación bajo carga debe tener un mecanismo de disparo que minimiza el tiempo de apertura y cierre de los contactos del seccionador independiente del operador. Véase la norma.

Seccionador en aceite: seccionador con contactos que funcionan sumergidos en aceite o en otro líquido dieléctrico adecuado.

Seccionador tipo cuchilla (*Regulator Bypass Switch*): dispositivo específico o combinación de dispositivos destinados para puentear un regulador.

Fusible: dispositivo de protección contra sobrecorriente con una parte fundible que abre un circuito, que se calienta y rompe cuando pasa por ella una sobrecorriente.

Nota. Un fusible consta de todas las partes que forman una unidad capaz de realizar las funciones descritas. Puede consistir o no en el dispositivo completo necesario para conectarlo a un circuito eléctrico.

De expulsión: fusible ventilado en el que el efecto de expulsión de los gases producidos por el arco y la cañuela portafusible, extingue el arco, solo o con la ayuda de un resorte.

De potencia: fusible ventilado, no ventilado o controlado en el que el arco se extingue al ser expulsado a través de un material sólido, granulado o líquido, solo o con ayuda de un resorte.

De potencia no ventilado: fusible sin dispositivos para el escape de los gases del arco, de líquidos o de partículas sólidas a la atmósfera durante la interrupción del circuito.

De potencia ventilado y controlado: fusible con dispositivos para controlar la interrupción del circuito de descarga, de modo que no liberen materias sólidas a la atmósfera que los rodea.

Nota. Este fusible está diseñado para que los gases liberados no se quemen ni dañen el aislamiento del cable en el recorrido de la descarga, ni propaguen llamas a o entre los elementos puestos a tierra o miembros conductores en el camino de descarga, cuando la distancia entre el orificio de ventilación y dichos miembros del aislamiento o conductores cumpla las recomendaciones del fabricante.

Limitador de corriente: dispositivo de protección que interrumpe una corriente de cortocircuito en menos de medio ciclo, antes de que alcance su valor total disponible, evitando que produzca daños adicionales a los equipos que está protegiendo.

Fusible accionado electrónicamente: dispositivo de protección contra sobrecorriente que consiste generalmente de: un módulo de control con características de detección de corriente relacionadas electrónicamente con la corriente a lo largo del tiempo, energía para iniciar el disparo y un módulo de interrupción que impide el paso de la corriente cuando se produce una sobrecorriente. Los fusibles accionados electrónicamente pueden funcionar o no en modo de limitación de corriente, según el tipo de control seleccionado.

Fusible múltiple: conjunto de dos o más fusibles unipolares.

Seccionador de maniobra: dispositivo diseñado para cerrar, abrir o cerrar y abrir uno o más circuitos eléctricos.

SECCIÓN 110. REQUISITOS DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS

A. Generalidades

110-2. Aprobación. Los conductores y equipos exigidos o permitidos por este *código* serán aceptados sólo si están aprobados.

Nota. Véase el artículo 90-7, Inspección de las condiciones de seguridad de los equipos, y el artículo 110-3, Examen, identificación, instalación y uso de los equipos. Véanse también las definiciones de "Aprobado", "Identificado", "Rotulado" y "Certificado".

110-3. Examen, identificación, instalación y uso de los equipos.

a) Examen. Al evaluar un equipo, hay que tener en cuenta las siguientes consideraciones:

1) Si es adecuado para su instalación y uso según lo establecido en este código.

Nota. La adecuación de un equipo para un uso determinado se puede identificar mediante una descripción rotulada o suministrada con un producto que permite identificar la adecuación de ese producto para un uso, entorno o aplicación específicos. La adecuación de un equipo se puede demostrar por un certificado o un rótulo.

2) Su resistencia mecánica y su durabilidad, incluida la calidad de la protección que proporcionan a otros equipos las partes diseñadas para encerrarlos y protegerlos.

3) El espacio para los bucles de cables y las conexiones.

4) El aislamiento eléctrico.

5) Los efectos del calentamiento en condiciones normales de uso y también en condiciones anormales que puedan presentarse durante el servicio.

6) Los efectos de los arcos eléctricos.

7) Su clasificación por tipo, tamaño, tensión, capacidad de corriente y uso específico.

8) Otros factores que contribuyan a la salvaguardia de las personas que utilicen o que puedan entrar en contacto con el equipo.

b) Instalación y uso. Los equipos certificados o rotulados se deben instalar y usar según las instrucciones incluidas en el certificado o en el rótulo.

110-4. Tensiones. A lo largo de este código, las tensiones consideradas deben ser aquéllas a las que funcionan los circuitos. La tensión nominal de un equipo eléctrico no debe ser inferior a la tensión nominal del circuito al que está conectado.

110-5. Conductores. Los conductores normalmente utilizados para transportar corriente deben ser de cobre, a no ser que en este código se indique otra cosa. Si no se especifica el material del conductor, el material y los calibres que se den en este código se deben aplicar como si fueran conductores de cobre. Si se utilizan otros materiales, los calibres se deben cambiar conforme a su equivalencia.

Nota. Para conductores de aluminio y de aluminio revestido de cobre, véase el artículo 310.15.

110-6. Calibre de los conductores. Los calibres de los conductores se expresan en milímetros cuadrados (mm^2), seguidos por su equivalente entre paréntesis en AWG (American Wire Gage) o en mils de circunferencia (kcmil).

Nota. Para la conversión de circular mil (milipulgada circular) a unidades del SI, véase la norma NTC 3669 *Factores de conversión, Parte 1.*

110-7. Condición del aislamiento. Todos los conductores eléctricos deberán quedar instalados de manera que el sistema completo esté libre de cortocircuitos y de contactos a tierra distintos de los necesarios o permitidos en la sección 250.

110-8. Métodos de alambrado. En este código sólo se incluyen métodos de alambrado reconocidos como adecuados. Los métodos reconocidos de alambrado se deben poder instalar en cualquier tipo de edificio o estructura, siempre que en este código no se indique otra cosa.

110-9. Capacidad de interrupción nominal. Los equipos destinados para interrumpir las corrientes de falla, deben tener una capacidad de interrupción nominal suficiente para la tensión nominal del circuito y para la corriente disponible en los terminales de línea del equipo. Los equipos destinados para interrumpir la corriente a otros niveles distintos del de falla, deben tener una capacidad de interrupción a la tensión nominal del circuito, suficiente para la corriente que deba interrumpir.

110-10. Impedancia del circuito y otras características. Los dispositivos de protección contra sobrecorriente, la impedancia total, la capacidad nominal de cortocircuito de los componentes y otras características del circuito que debe proteger, se deben elegir y coordinar de modo que permitan que los dispositivos para protección del circuito utilizados para eliminar una falla, lo hagan sin causar daños extensivos a los otros componentes eléctricos del circuito. Esta falla podrá ocurrir entre dos o más conductores del circuito o entre cualquier conductor del circuito y el conductor de puesta a tierra o la canalización metálica que lo contiene. Se considera que los productos certificados, aplicados de acuerdo con su certificación, cumplen con este artículo.

110-11. Agentes deteriorantes. A menos que estén identificados para usarlos en el ambiente en que van a operar, no se deben instalar conductores o equipos en lugares húmedos o mojados, ni exponerlos a gases, humos, vapores, líquidos u otros agentes que puedan tener un efecto deteriorante sobre los conductores o equipos, ni exponerlos a temperaturas excesivas. Los equipos identificados para su uso en lugares secos o para uso interior sólo se deben proteger contra daños permanentes a causa de la intemperie durante la construcción de la edificación.

Notas:

1) Respecto a la protección contra la corrosión, véase el artículo 300.6.

2) Algunos limpiadores y lubricantes pueden causar grave deterioro de muchos materiales plásticos utilizados en aplicaciones estructurales y de aislamiento en los equipos.

110-12. Ejecución mecánica de los trabajos. Los equipos eléctricos se deben instalar de manera limpia y profesional.

a) Aberturas no utilizadas. Las aberturas no utilizadas de las cajas, canalizaciones, canaletas auxiliares, armarios, carcasas o cajas de los equipos, se deben cerrar eficazmente para que ofrezcan una protección sustancialmente equivalente a la pared del equipo.

b) Encerramientos bajo la superficie. Los conductores se deben instalar de modo que ofrezcan un acceso fácil y seguro a los encerramientos subterráneos o bajo la superficie a los que deban entrar personas para su instalación y mantenimiento.

c) Integridad de los equipos y conexiones eléctricas. Las partes internas de los equipos eléctricos, tales como las barras colectoras, terminales de cables, aislantes y otras superficies, no deben estar dañadas o contaminadas por materias extrañas como restos de: pintura, yeso, limpiadores, abrasivos o corrosivos. No debe haber partes dañadas que puedan afectar negativamente al buen funcionamiento o a la resistencia mecánica de los equipos, como piezas rotas, dobladas, cortadas, deterioradas por la corrosión o por agentes químicos o recalentamiento.

110-13. Montaje y ventilación de los equipos.

a) Montaje. Los equipos eléctricos se deben fijar firmemente a la superficie sobre la que van montados. No se deben utilizar tacos de madera en agujeros en mampostería, hormigón, yeso o materiales similares.

b) Ventilación. El equipo eléctrico que dependa de la circulación natural del aire y de la convección para la ventilación de sus superficies expuestas, se debe instalar de modo que no se impida la circulación del aire sobre dichas superficies por medio de paredes o equipos instalados a sus costados. Para los equipos destinados para montaje en el suelo, se deben dejar las distancias entre las superficies superiores y las adyacentes para que se disipe el aire caliente que circula hacia arriba. El equipo eléctrico dotado de aberturas de ventilación se debe instalar de modo que las paredes u otros obstáculos no impidan la libre circulación del aire a través del equipo.

110-14. Conexiones eléctricas. Debido a las distintas características de metales disímiles, los dispositivos como terminales a presión o conectores a presión y lengüetas soldadas se deben identificar en cuanto al material del conductor y deben estar bien instalados y utilizados. No se deben mezclar en un

terminal o en un conector de empalme, conductores de metales distintos cuando se produzcan contactos físicos entre ellos (como por ejemplo, cobre y aluminio, cobre y aluminio revestido de cobre o aluminio y aluminio revestido de cobre), a no ser que el dispositivo esté identificado para ese fin y condiciones de uso. Si se utilizan materiales como compuestos para soldar, fundentes, inhibidores y restringentes, deben ser adecuados para el uso y deben ser de un tipo que no deteriore a los conductores, a la instalación o a los equipos.

Nota. En muchos terminales y equipos se debe considerar su par de ajuste.

a) Terminales. La conexión de los conductores a los terminales debe asegurar una buena y completa conexión sin dañar los conductores y debe hacerse por medio de conectores a presión (de los tipos tornillo o cuña de presión), lengüetas soldadas o empalmes a terminales flexibles. Se permite la conexión por medio de tornillos o pernos de sujeción de cables y tuercas que tengan lengüetas plegables o equivalentes, para conductores de sección transversal 5,25 mm^2 (No. 10 AWG) o menores. Los terminales para más de un conductor y los terminales utilizados para conectar aluminio, deben estar así identificados.

b) Empalmes. Los conductores se deben empalmar o unir con medios de empalme identificados para su uso o con soldadura de bronce, de arco o blanda, con un metal o aleación fusible. Antes de soldarse, los empalmes se deben unir de modo que queden mecánica y eléctricamente seguros y después si se deben soldar. Todos los empalmes y uniones y los extremos libres de los conductores se deben cubrir con un aislante equivalente al de los conductores o con un dispositivo aislante identificado para ese fin. Los conectores o medios de empalme de los cables en conductores que van directamente enterrados o en instalaciones subterráneas, deben estar certificados para cada uno de estos usos.

c) Límites de temperatura. La temperatura nominal asociada a la capacidad de corriente de un conductor, se debe elegir y coordinar de modo que no supere la temperatura nominal mínima de cualquier terminación, conductor o dispositivo conectado. Los conductores con temperatura nominal superior a la especificada para las terminaciones, se pueden usar mediante ajuste o corrección de su capacidad de corriente, o ambas cosas.

1) Lo establecido para las terminaciones de los equipos para circuitos de 100 A nominales o menos, o marcados para conductores 2,08 mm^2 (14 AWG) a 42,2 mm^2 (1 AWG), se debe aplicar sólo para conductores de 60 ℃.

Excepciones:

1) Se pueden utilizar conductores de mayor temperatura nominal, siempre que la capacidad de corriente de tales conductores se determine tomando como base la capacidad de corriente a 60 ℃ del calibre del conductor usado.

2) Se debe permitir el uso de las disposiciones para puntos de conexión de los equipos con los conductores de mayor valor nominal a la capacidad de corriente de estos, siempre y cuando el equipo esté certificado e identificado para usarlo con conductores de mayor capacidad de corriente.

2) Lo establecido para los puntos de conexión de los equipos para circuitos de 100 A nominales o menos, o marcados para conductores mayores a 42,20 mm^2 (1 AWG), se debe aplicar sólo para conductores de 75℃ nominales.

Excepciones:

1) Se pueden utilizar conductores de mayor temperatura nominal, siempre que la capacidad de corriente de tales conductores se determine tomando como base la capacidad de corriente a 75 ℃ del calibre del conductor usado.

2) Lo establecido en cuanto a puntos de conexión de los equipos debe permitir que se utilicen con conductores de una capacidad de corriente superior a la mayor capacidad de corriente de

los conductores, siempre que el equipo esté listado e identificado para usarlo con conductores de mayor capacidad de corriente.

3) Los conectores a presión separables se deben utilizar con conductores cuya capacidad de corriente no supere la capacidad de corriente a la temperatura nominal certificada e identificada del conector.

Nota. Respecto a los artículos 110-14.c).1), 2) y 3), la información que aparezca en los rótulos o certificados de los equipos puede restringir aún más el calibre y la temperatura nominal de los conectores conectados.

110-16. Espacio alrededor de los equipos eléctricos (para 600 V nominales o menos). Alrededor de todos los equipos eléctricos debe existir y se debe mantener un espacio de acceso y de trabajo suficiente que permita el funcionamiento y el mantenimiento fácil y seguro de dichos equipos.

a) Espacio de trabajo. Excepto si se exige o se permite otra cosa en este *código*, la medida del espacio de trabajo para equipos que funcionen a 600 V nominales o menos a tierra y que pueden requerir examen, ajuste, servicio o mantenimiento mientras están energizados, debe cumplir con:

1) Profundidad del espacio de trabajo: la profundidad del espacio de trabajo en la dirección del acceso hacia las partes energizadas no debe ser inferior a la indicada en la Tabla 110-16.a). Las distancias se deben medir desde las partes energizadas, si están expuestas, o desde el frente de el encerramiento o abertura, si están encerrados.

Tabla 110-16.a). Espacio de trabajo

Tensión nominal a tierra (V)	Distancia mínima en (m) según la condición		
	Condición 1	Condición 2	Condición 3
0 - 150	0,9	0,9	0,9
151 - 600	0,9	1,1	1,2

Las "**Condiciones**" son las siguientes:

1. Partes energizadas expuestas en un lado y ninguna parte energizada o puesta a tierra en el otro lado del espacio de trabajo, o partes energizadas expuestas a ambos lados protegidas eficazmente por madera u otros materiales aislantes adecuados. No se considerarán partes energizadas los cables o barras aislados que funcionen a menos de 300 V.

2. Partes energizadas expuestas a un lado y puestas a tierra en el otro. Las paredes de hormigón, ladrillo o baldosa se deben considerar como puestas a tierra.

3. Partes energizadas expuestas en ambos lados del espacio de trabajo (no protegidas como está previsto en la Condición 1., con el operador entre ambas.

Excepciones:

1) No se requiere espacio de trabajo en la parte posterior o lateral de conjuntos como cuadros de distribución de frente muerto o centros de control de motores en los que no haya partes intercambiables o ajustables como fusibles o conmutadores en su parte posterior o lateral y donde todas las conexiones sean accesibles desde lugares que no sean la parte posterior o lateral. Cuando se requiera acceso posterior para trabajar en partes no energizadas de la parte posterior del equipo encerrado, debe existir un espacio mínimo de trabajo de 0,75 m medidos horizontalmente.

2) Con permiso especial de la autoridad con jurisdicción para hacer cumplir este código, se permiten espacios más pequeños si todas las partes no aisladas están a una tensión inferior a

30 V RMS, 42 V de pico o 60 V c.c.

3) En los edificios existentes en los que se vaya a cambiar el equipo eléctrico, se debe dejar un espacio de trabajo como el de la Condición 2 entre cuadros de distribución de frente muerto, paneles de distribución o centros de control de motores situados a lo largo del pasillo y entre uno y otro, siempre que las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que se han dado instrucciones por escrito para prohibir que se abran al mismo tiempo los equipos a ambos lados del pasillo y que la instalación sea revisada por personal calificado debidamente autorizado

2) Ancho del espacio de trabajo: el ancho del espacio de trabajo en el frente del equipo eléctrico, debe ser el ancho del equipo o 0,75 m, el que sea mayor. En todos los casos, el espacio de trabajo debe permitir abrir por lo menos a 90°las puertas o paneles abisagrados de l equipo.

3) Altura del espacio de trabajo: el espacio de trabajo debe estar libre y extenderse desde el nivel del suelo o plataforma hasta la altura exigida por el artículo 110-16.e). Dentro de los requisitos de altura de este artículo, se debe permitir que otros equipos asociados a las instalaciones eléctricas se extiendan no más de 150 mm más allá del frente del equipo eléctrico.

b) Espacios libres. El espacio de trabajo requerido por este artículo no se debe utilizar para almacenamiento. Cuando se expongan las partes energizadas normalmente cerradas para su inspección o servicio, el espacio de trabajo en un pasillo o espacio general debe estar debidamente protegido.

c) Acceso y entrada al espacio de trabajo. Debe haber al menos una entrada de suficiente área que dé acceso al espacio de trabajo alrededor del equipo eléctrico. Para equipos de más de 1 200 A nominales y de más de 1,80 m de ancho, que contengan dispositivos de protección contra sobrecorriente, dispositivos de conmutación o de control, debe haber una entrada de por lo menos 0,6 m de ancho y de 1,90 m de alto en cada extremo.

Excepciones:

1) Si el lugar tiene un frente libre, se permite un medio de salida.

2) Si el espacio de trabajo requerido por el artículo 110-16.a) es doble, sólo se requiere una entrada al espacio de trabajo y debe estar situada de modo que el borde de la entrada más cercana al equipo esté a la distancia mínima dada en la Tabla 110-16.a) desde dicho equipo.

d) Iluminación. Debe haber iluminación suficiente en todos los espacios de trabajo alrededor de los equipos acometida, cuadros de distribución, paneles de distribución o de los centros de control de motores instalados en interiores. No serán necesarios otros elementos de iluminación cuando el espacio de trabajo esté iluminado por una fuente de luz adyacente, que cumpla con el mínimo requerido. En los cuartos de equipos eléctricos, la iluminación no debe estar accionada exclusivamente por medios automáticos.

e) Altura hasta el techo. La altura mínima hasta el techo de los espacios de trabajo alrededor de los equipos de acometida, cuadros de distribución, paneles de distribución o de los centros de control motores debe ser de 1,90 m. Cuando el equipo eléctrico tenga más de 1,90 m de altura, el espacio mínimo hasta el techo no debe ser inferior a la altura del equipo.

Excepción. Equipos o tableros de acometida en viviendas xistentes que no superen los 200 A.

f) Espacio dedicado para equipos: los equipos que están dentro del alcance de la sección 384 y los centros de control de motores, se deben ubicar en espacios dedicados y proteger contra daños como se indica en los siguientes numerales :

Excepción. Equipo de control que por su propia naturaleza o por las exigencias de otras reglas de este código, se permite que esté adyacente o a la vista de la maquinaria que opera.

1) Interior: para instalaciones interiores, el espacio dedicado debe incluir las siguientes zonas:

Ancho y profundidad: para la instalación eléctrica se debe tener el espacio dedicado igual al ancho y profundidad del equipo y extendiéndose desde el piso hasta una altura de 7,6 m o hasta el techo estructural, el que sea menor. En esta zona no se deben ubicar tuberías, ductos o equipos ajenos a la instalación eléctrica. No se considera como techo estructural un techo colgante, suspendido o similar, que no le dé rigidez a la estructura de la edificación. Se permite la protección por rociadores en los espacios dedicados en donde la tubería cumpla con este artículo.

Excepción. En áreas que no tengan el espacio dedicado que describe esta regla, se permiten equipos ubicados a través de plantas industriales que estén separados de equipo no eléctrico por altura o por cerramientos o cubiertas físicas que proporcionen una adecuada protección mecánica por tráfico vehicular, contacto accidental por personal no autorizado o fugas o escapes de sistemas de tuberías.

2) Exterior: el equipo eléctrico exterior se debe instalar en encerramientos adecuados y debe estar protegido contra el contacto accidental por personal no autorizado, tráfico vehicular o fugas o escapes de sistemas de tuberías.

110-17. Protección de partes energizadas (de 600 V nominales o menos).

a) Partes energizadas protegidas contra contacto accidental. A menos que en este código se requiera o autorice otra cosa, las partes energizadas de los equipos eléctricos que funcionen a 50 V o más deben estar protegidas contra contactos accidentales por medio de gabinetes apropiados o por cualquiera de los medios siguientes:

1) Ubicándolas en un cuarto, bóveda o recinto similar, accesible sólo a personal calificado.

2) Mediante muros adecuados, sólidos y permanentes o pantallas dispuestas de modo que al espacio cercano a las partes energizadas sólo tenga acceso personal calificado. Cualquier abertura en dichos tabiques o pantallas debe ser de tales dimensiones o estar situada de modo que no sea probable que las personas entren en contacto accidental con las partes energizadas o pongan objetos conductores en contacto con las mismas.

3) Ubicándose en un balcón, galería o plataforma tan elevado y dispuesto de tal modo que no permita acceder a personas no calificadas.

4) Ubicándose a 2,40 m o más por encima del nivel del piso u otra superficie de trabajo.

b) Prevención contra daños físicos. En lugares en los que sea probable que el equipo eléctrico pueda estar expuesto a daños físicos, los encerramientos o protecciones deben estar dispuestos de tal modo y ser de una resistencia tal que evite tales daños.

c) Señales de advertencia. Las entradas a cuartos y otros lugares protegidos que contengan partes energizadas expuestas, se deben marcar con señales de advertencia visibles que prohiban la entrada a personal no calificado.

Nota. Para los motores, véanse los artículos 430-132 y 430-133. Para más de 600 V, véase el artículo 110-34.

110-18 Partes que puedan formar arcos eléctricos. Las partes del equipo eléctrico que en su funcionamiento normal puedan formar arcos, chispas, llamas o puedan fundir metal, se deben encerrar o separar y aislar de cualquier material combustible.

Nota. Para lugares peligrosos (clasificados), véanse las secciones 500 a 517. Para los motores, véase el artículo 430-14.

110-19. Cables de fuerza y de alumbrado desde vías férreas. Los circuitos de fuerza y los de alumbrado no se deben conectar a cualquier sistema que contenga cables para ferrocarriles con retorno por tierra.

Excepción. Tranvías y vagones de ferrocarril eléctrico o estaciones de pasajeros y carga que funcionen en combinación con los ferrocarriles eléctricos.

110-21. Rotulado. En todos los equipos eléctricos se colocará el nombre del fabricante, la marca comercial u otra descripción mediante la que se pueda identificar a la empresa responsable del producto. Debe haber otros rótulos que indiquen la tensión, capacidad de corriente, potencia u otras clasificaciones, tal como se especifica en otras secciones de este *código*. Los rótulos deben ser suficientemente durables para que soporten las condiciones ambientales.

110-22. Identificación de los medios de desconexión. Todos los medios de desconexión requeridos por este *código* para motores y artefactos y todas las acometidas, circuitos principales o ramales en su punto de origen, deben estar rotulados de modo legible y que indique su objetivo, a no ser que estén situados e instalados de modo que ese objetivo sea evidente. Los rótulos deben ser suficientemente durables para que soporten las condiciones ambientales. Cuando los interruptores automáticos o los fusibles se combinen en un equipo para utilizarse en cascada, en el(los) encerramiento(s) de estos equipos, el fabricante debe colocar rótulos legibles que indiquen ese propósito. Los rótulos deben ser fácilmente visibles e indicar "Aviso - Para utilizar como Sistema en cascada. Corriente disponible ___A. Se requiere que las piezas de repuesto estén identificadas".

Nota. Véase en el artículo 240-83.c) para capacidad de interrupción nominal de los equipos de utilización.

B. Requisitos para instalaciones eléctricas de más de 600 V nominales

110-30. Generalidades. Los conductores y equipos usados en circuitos de más de 600 V nominales deben cumplir todas las disposiciones aplicables de los anteriores artículos de la sección y de los siguientes artículos, que complementan o modifican a las anteriores. En ningún caso se aplicarán las disposiciones de esta parte a equipos situados del lado de alimentación del punto de acometida.

110-31. Encerramiento de las instalaciones eléctricas. Las instalaciones eléctricas en cuartos, habitaciones o armarios o en una zona rodeada por una pared, pantalla o cerca, cuyo acceso esté controlado por cerradura y llave u otro medio aprobado, se considerarán accesibles únicamente a personas calificadas. El tipo de encerramiento utilizado en un caso dado se debe destinar y construir según la naturaleza y grado del riesgo o riesgos inherentes a la instalación. Para instalaciones distintas de los equipos descritos en el artículo 110-31.c) se debe utilizar una pared, pantalla o cerca que rodee una instalación eléctrica exterior para disuadir de su acceso a personas no calificadas. La cerca no será de menos de 2,10 m de altura o una combinación de cerca fabricada de 1,80 m o más con una prolongación de 30 cm o más con tres o más líneas de alambre de púas o equivalente.

Nota. Para los requisitos de construcción de las bóvedas para transformadores, véase la sección 450.

a) Instalaciones interiores.

1) En lugares accesibles a personas no calificadas. Las instalaciones eléctricas interiores que estén abiertas a personas no calificadas deben estar hechas con equipos en encerramientos metálicos o deben estar encerradas en un cuarto o una zona cuyo acceso esté controlado por una cerradura. Se deben rotular con los símbolos de precaución adecuados: los tableros en armarios

metálicos, las subestaciones, transformadores, cajas de desconexión, cajas de conexión y otros equipos similares. Las aberturas de ventilación de transformadores de tipo seco o aberturas similares en otros equipos deben estar diseñadas de manera que los objetos extraños que penetren a través de esas aberturas se desvíen de las partes energizadas.

2) En lugares accesibles sólo a personas calificadas. Las instalaciones eléctricas interiores consideradas accesibles sólo a personas calificadas, según este artículo, deben cumplir lo establecido en los artículos 110-34, 710-32 y 710-33.

b) Instalaciones exteriores

1) En lugares accesibles a personas no calificadas. Las instalaciones eléctricas exteriores que estén al alcance de personas no calificadas deben cumplir la sección 225.

Nota. Respecto a la distancia de los conductores en instalaciones de más de 600 V nominales, véase *National Electrical Safety Code,* ANSI C2-1997.

2) En lugares accesibles sólo a personas calificadas. Las instalaciones eléctricas exteriores consideradas accesibles sólo a personas calificadas, según el primer párrafo de este artículo, deben cumplir lo establecido en los artículos 110-34, 710-32 y 710-33.

c) Equipos en encerramientos accesibles a personas no calificadas. Las aberturas de ventilación de transformadores de tipo seco o aberturas similares en otros equipos, deben estar diseñadas de manera que los objetos extraños que penetren a través de esas aberturas se desvíen de las partes energizadas. Si están expuestos a daños físicos debidos al tráfico de vehículos, se deben instalar protectores adecuados. Los equipos en encerramientos metálicos y no metálicos situados en exteriores y accesibles al público en general deben estar diseñados de modo que los pernos o tuercas a la vista no se puedan quitar fácilmente, permitiendo el acceso a partes energizadas. Cuando un equipo en encerramiento metálico o no metálico sea accesible al público en general y la parte inferior del cerramiento esté a menos de 2,40 m por encima del suelo o nivel de la calle, la puerta o tapa abisagrada del cerramiento se debe mantener cerrada y con seguro. Las puertas y tapas de los encerramientos usados únicamente como cajas de desconexión, de empalme o de unión, deben estar cerradas con seguro, clavadas o atornilladas. Se debe considerar que cumplen este requisito las tapas de cajas subterráneas que pesen más de 45,4 kg.

110-32. Espacio de trabajo alrededor de los equipos. Alrededor de todos los equipos eléctricos debe existir y se debe mantener un espacio de acceso y de trabajo suficiente que permita el funcionamiento y el mantenimiento fácil y seguro de dichos equipos. Cuando haya expuestas partes energizadas, el espacio de trabajo mínimo no debe ser inferior a 1,90 m de altura (medidos verticalmente desde el nivel del piso o plataforma) ni inferior a 0,9 m de ancho (medidos paralelamente al equipo). La profundidad debe ser la que se requiere por el artículo 110-34.a). En todos los casos, el espacio de trabajo debe ser suficiente para permitir como mínimo una abertura a 90 ° de la s puertas o paneles abisagrados.

110-33 Entrada y acceso al espacio de trabajo

a) Entrada. Para dar acceso al espacio de trabajo alrededor del equipo eléctrico, debe haber por lo menos una entrada no inferior a 0,6 m de ancho y a 1,90 m de alto.

1) En los cuadros de distribución y paneles de control de más de 1,80 m de ancho, debe haber una entrada a cada extremo de dichos tableros a menos que su ubicación permita una vía de salida continua y sin obstrucciones o que el espacio de trabajo sea el doble del requerido por el artículo 110-34.a)

2) Cuando se permita una entrada al espacio de trabajo, de acuerdo con las condiciones

descritas en el numeral 1) anterior, esta se debe ubicar de manera que el borde de la entrada más cercana a los cuadros de distribución y los paneles de control sea la distancia mínima dada en la Tabla 110-34.a) desde dichos equipos.

3) Cuando haya barras energizadas desnudas a cualquier tensión o partes energizadas aisladas de más de 600 V nominales a tierra adyacentes a dichas entradas, deben estar adecuadamente protegidas.

b) Acceso. Debe haber escaleras o escalones permanentes que permitan acceder de modo seguro al espacio de trabajo alrededor de equipos eléctricos instalados en plataformas, balcones, entrepisos o en los áticos o cuartos en las terrazas.

110-34. Espacio de trabajo y resguardo.

a) Espacio de trabajo. A menos que se permita o se exija otra cosa en este código, el mínimo espacio libre de trabajo en dirección del acceso a las partes energizadas de un equipo eléctrico no debe ser inferior al especificado en la Tabla 110-34.a). Las distancias se deben medir desde las partes energizadas, si están expuestas, o desde el frente o abertura del cerramiento si están encerradas.

Tabla 110-34.a). Profundidad mínima del espacio de trabajo en una instalación eléctrica

Tensión nominal a tierra (V)	Distancia mínima en (m) según la condición		
	1	2	3
601 - 2 500	0,90	1,20	1,50
2 501 - 9 000	1,20	1,50	1,80
9 001 - 25 000	1,50	1,80	2,70
25 001 - 75 000	1,80	2,40	3,00
Más de 75 000	2,40	3,00	3,70

Las **"Condiciones"** son las siguientes:

1. Partes energizadas expuestas en un lado y partes sin energizar o puestas a tierra en el otro lado del espacio de trabajo, o partes energizadas expuestas a ambos lados protegidas eficazmente por madera u otros materiales aislantes adecuados. No se consideran partes energizadas los cables o barras aislados que funcionen a menos de 300 V.

2. Partes energizadas expuestas a un lado y puestas a tierra al otro lado.

3. Partes energizadas expuestas en ambos lados del espacio de trabajo (no protegidas como está previsto en la Condición 1., con el operador entre ambas.

Excepción . No se requiere espacio de trabajo en la parte posterior de conjuntos como cuadros de distribución de frente muerto o centros de control de motores en los que no haya partes intercambiables o ajustables como fusibles o interruptores en su parte posterior y donde todas las conexiones sean accesibles desde lugares que no sean la parte posterior. Cuando se requiera acceso posterior para trabajar en partes no energizadas de la parte posterior del equipo encerrado, debe existir una distancia mínima de trabajo de 0,75 m medidos horizontalmente.

b) Separación con respecto a equipos de baja tensión. Cuando haya instalados interruptores, cortacircuitos u otros equipos que funcionen a 600 V nominales o menos, en un cuarto o encerramiento donde haya expuestas partes energizadas o cables expuestos a más de 600 V nominales, la instalación de alta tensión se debe separar eficazmente del espacio ocupado por los equipos de baja tensión mediante una división, cerca o pantalla adecuados.

Excepción: está permitido instalar interruptores u otros equipos que funcionen a 600 V nominales o menos y que pertenezcan sólo a equipos dentro del cuarto, sótano o armario de alta tensión en ese cuarto, sótano o armario si sólo es accesible a personas calificadas.

c) Cuartos o encerramientos cerrados con llave. Las entradas a todos los edificios, cuartos o encerramientos que contengan partes energizadas expuestas o conductores expuestos a más de 600 V nominales, se deben mantener cerradas con llave, a menos que dichas entradas estén en todo momento bajo la supervisión de personal calificado. Cuando la tensión supere los 600 V nominales, debe haber señales de advertencia permanentes y bien a la vista, en los que se indique lo siguiente: "PELIGRO - ALTA TENSIÓN - PROHIBIDA LA ENTRADA".

d) Iluminación. Debe haber iluminación, con una intensidad mínima de 100 luxes, en todos los espacios de trabajo alrededor de los equipos eléctricos. Las salidas para alumbrado deben estar dispuestas de manera que las personas que cambien las bombillas o hagan reparaciones en el sistema de alumbrado, no corran peligro por las partes u otros equipos energizados. Los puntos de mando deben estar situados de modo que no sea probable que las personas entren en contacto con ninguna parte energizada o móvil del equipo cuando vayan a encender el alumbrado.

e) Altura de las partes energizadas sin proteger. Las partes energizadas sin proteger por encima del espacio de trabajo se deben mantener a una altura no inferior a la exigida en la Tabla 110-34.e).

Tabla 110-34.e). Altura de las partes energizadas sin proteger sobre el espacio de trabajo.

Tensión nominal entre fases (V)	Altura (m)
601-7 500	2,60
7 501-35 000	2,80
Más de 35 000	2,80 + 0,01 m por cada kV por encima de 35 kV

110-40. Límites de temperatura en las puntos de conexión. Si no existen otras identificaciones, se debe permitir que los conductores terminen basados en una temperatura nominal de 90 ℃ y en la capacidad de corriente como se especifica en las Tablas 310-67 a 310-86.

PRÓLOGO

El Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, **ICONTEC**, es el organismo nacional de normalización, según el Decreto 2269 de 1993.

El **ICONTEC** es una entidad de carácter privado, sin ánimo de lucro, cuya Misión es fundamental para brindar soporte y desarrollo al productor y protección al consumidor. Colabora con el sector gubernamental y apoya al sector privado del país, para lograr ventajas competitivas en los mercados interno y externo.

La presentación de todos los sectores involucrados en el proceso de Normalización Técnica está garantizada por los Comités Técnicos y el período de Consulta Pública, este último caracterizado por la participación del público en general.

La norma NTC 2050 (Primera actualización) fue ratificada por el Consejo Directivo el 98-xx-xx.

Esta norma está sujeta a ser actualizada permanentemente con el objeto de que responda en todo momento a las necesidades y exigencias actuales.

A continuación se relacionan las empresas que colaboraron en el estudio de esta norma a través de su participación en el Comité Técnico.

****

El **ICONTEC** cuenta con un Centro de Información que pone a disposición de los interesados normas internacionales, regionales y nacionales.

DIRECCIÓN DE NORMALIZACIÓN

CAPÍTULO 2. ALAMBRADO Y PROTECCIÓN DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Sección 200 . USO E IDENTIFICACIÓN DE LOS CONDUCTORES PUESTOS A TIERRA

200-1. Alcance. En esta Sección se establecen los requisitos para: 1) la identificación de los terminales; 2) los conductores puestos a tierra en las instalaciones de los predios; y 3) la identificación de los conductores puestos a tierra.

Nota. Véase en la Sección 100 las definiciones de "Conductor puesto a tierra" y "Conductor de puesta a tierra".

200-2. Generalidades. Todas las instalaciones de los predios deben tener un conductor puesto a tierra que se identifique según el Artículo 200-6. El conductor puesto a tierra, cuando esté aislado, debe tener un aislamiento: 1) que sea adecuado, además de serlo por el color, para la tensión más alta de los conductores activos del circuito de menos de 1 000 V, o para sistemas de 1 kV o más con neutro puesto a tierra a través de impedancia, o 2) de tensión nominal no menor a 600 V para sistemas de 1 kV y más con neutro sólidamente puesto a tierra, tal como se describe en el Artículo 250-152.a).

Excepción: Los circuitos e instalaciones exentos o no permitidos por los Artículos 210-10, 215-7, 250-3, 250-5, 250-7, 503-13, 517-63, 668-11, 668-21 y 690-41, Excepción.

200-3. Conexión a sistemas puestos a tierra. Las instalaciones de los predios no se deben conectar eléctricamente a la red de suministro a menos que esta última contenga, para cualquier conductor puesto a tierra de la instalación interior, el correspondiente conductor puesto a tierra. Para los fines de este Artículo, "conectar eléctricamente" quiere decir que se conecta de modo que sea capaz de transportar corriente, a diferencia de la conexión por inducción electromagnética.

200-6. Medios de identificación de los conductores puestos a tierra.

a) Sección Transversal 13,29 mm^2 (6 AWG) o menores. Un conductor aislado puesto a tierra de sección transversal 13,29 mm^2 (6 AWG) o menor, se debe identificar por medio de un forro exterior continuo blanco o gris natural que le cubra en toda su longitud.

Excepciones:

1) *Los cables de varios conductores aislados con tela barnizada.*
2) *Los cables de artefactos, como se indica en la sección 402.*
3) *Cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que la instalación sólo será atendida por personas calificadas, se permite que los conductores puestos a tierra en cables de varios conductores estén identificados permanentemente en sus extremos en el momento de la instalación, mediante una marca blanca distintiva o cualquier otro medio igualmente eficaz.*
4) *El conductor puesto a tierra de un cable con forro metálico y aislamiento mineral se debe identificar en el momento de la instalación mediante marcas distintivas en sus extremos.*
5) *Un cable con un solo conductor resistente a la luz solar y con clasificación de intemperie, que se utilice como conductor puesto a tierra en los sistemas eléctricos fotovoltáicos tal como permite el Artículo 690-*

31, se debe identificar en el momento de la instalación mediante una marca blanca visible en todos sus extremos.

Para cables aéreos, la identificación se debe hacer como queda indicado o por medio de una pestaña situada en el exterior del cable. Se debe considerar que cumplen lo establecido en este Artículo los cables con cubierta exterior de color blanco o gris natural pero que lleven en su blindaje hilos de color trenzados que permitan identificar su origen o fabricante.

b) Sección Transversal superior a 13,29 mm^2 (6 AWG). Un conductor aislado y puesto a tierra de sección transversal mayor que 13,29 mm^2 (6 AWG), se debe identificar por medio de un forro exterior continuo blanco o gris natural que le cubra en toda su longitud o por una marca blanca visible en sus extremos de conexión. Está permitido que los cables planos de varios conductores de sección transversal de 21,14 mm^2 (4 AWG) o mayores lleven una pestaña externa sobre el conductor puesto a tierra.

Excepción: Cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que la instalación sólo será atendida por personas calificadas, se permite que los conductores puestos a tierra en cables de varios conductores estén identificados permanentemente en sus extremos en el momento de la instalación, mediante una marca blanca visible u otro medio igualmente eficaz.

c) Cordones flexibles. Un conductor aislado destinado para usarse como conductor puesto a tierra, si está contenido dentro de un cordón flexible, se debe identificar mediante un forro externo blanco o gris natural o por los métodos permitidos por el Artículo 400-22.

d) Conductores de distintas instalaciones puestos a tierra. Cuando se instalen en la misma canalización, cable, caja, canal auxiliar u otro tipo de encerramiento, conductores de distintas instalaciones, un conductor puesto a tierra del sistema, si fuera necesario, deberá tener el forro exterior conforme al Artículo 200-6.a) o b). Cada uno de los conductores puestos a tierra de cada sistema, si se necesitan , deberá tener un forro exterior blanco con una tira de distinto color (menos verde) claramente distinguible, que vaya a lo largo de todo el aislamiento, u otro medio de identificación permitido por el Artículo 200-6.a) o b) que distinga cada conductor puesto a tierra de cada sistema.

200-7. Uso del color blanco o gris natural. Un forro continuo blanco o gris natural en un conductor o una marca de color blanco o gris natural en un extremo sólo se deben usar para identificar el conductor puesto a tierra.

Excepciones:

1) Se permite un conductor aislado con forro blanco o gris natural como conductor no puesto a tierra cuando se identifique permanentemente para indicar su uso, mediante pintura u otro medio eficaz en su terminación y en todos los lugares en donde el conductor sea visible y accesible.

2) Se permite un cable que contenga un conductor aislado con acabado exterior blanco o gris natural en bucles de interruptores unipolares de 3 o 4 vías, cuando el conductor blanco o gris natural se use para alimentar el interruptor pero no como conductor de retorno desde el interruptor a su salida controlada. En estas aplicaciones no es necesario reidentificar el conductor blanco o gris natural.

3) Se permite un cordón flexible para conectar un artefacto que lleve un conductor identificado por su acabado exterior blanco o gris natural o por cualquier otro medio permitido por el Artículo 400-22, tanto si la salida a la que esté conectado está alimentada por un circuito con conductor puesto a tierra como si no lo está.

4) Sólo se requiere que un conductor blanco o gris natural se ponga a tierra en circuitos de menos de 50 V, según lo que establece el Artículo 250-5.a).

200-9. Medios de identificación de los terminales. La identificación de los terminales a los que va conectado un conductor puesto a tierra debe ser fundamentalmente de color blanco. La identificación de los demás terminales debe ser de un color evidentemente diferente del blanco.

Excepción: Cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que la instalación sólo será atendida por personas calificadas, se permite que los terminales de los conductores puestos a tierra estén identificados permanentemente en sus extremos en el momento de la instalación, mediante una marca blanca o algún otro medio igualmente eficaz.

200-10. Identificación de los terminales.

a) Terminales de dispositivos. Todos los dispositivos dotados de terminales para la conexión de conductores y destinados para conectarlos a más de un lado del circuito, deben tener terminales apropiadamente rotulados para su identificación.

Excepciones:

1) *Cuando sea evidente la conexión eléctrica de un terminal destinado para conectarse al conductor puesto a tierra.*
2) *Los terminales de los paneles de distribución de los circuitos de alumbrado y artefactos.*
3) *Los dispositivos con corriente nominal de más de 30 A, excepto las clavijas de conexión con polaridad y los tomacorrientes con polaridad para artefactos, tal como exige el Artículo 200-10.b).*

b) Clavijas, tomacorrientes y conectores. En los tomacorrientes, clavijas de artefactos con polaridad y conectores de cordones para toma de corriente con polaridad, se debe identificar el terminal destinado para su conexión al conductor puesto a tierra (blanco). La identificación se debe hacer por un metal o recubrimiento metálico de color fundamentalmente blanco o con la palabra "blanco" o la palabra "white" situada cerca del terminal identificado. Si el terminal no es visible, el orificio de entrada del conductor para la conexión se debe pintar de blanco o marcar con la palabra "blanco" o la palabra "white".

Excepción: No es necesario identificar los terminales de las salidas para artefactos de dos hilos sin polaridad.

Nota. Véase en el Artículo 250-119 la identificación de los terminales de los conductores de tierra de los cables de equipos y artefactos.

c) Casquillos roscados. En los artefactos con casquillos roscados, el terminal del conductor puesto a tierra debe ser el que se conecte al casquillo.

d) Dispositivos con casquillo roscado con terminales. En los dispositivos con casquillo roscado con terminales, el conductor conectado al casquillo roscado debe tener un acabado blanco o gris natural. El acabado exterior del otro conductor debe ser de un color vivo que no se confunda con el acabado blanco o gris natural usado para identificar el conductor puesto a tierra.

e) Artefactos. Los artefactos que tengan un interruptor unipolar o un dispositivo unipolar de protección contra sobrecorriente en el circuito o algún portabombillas de casquillo roscado conectados en el circuito y que se deban conectar 1) mediante un cable permanente o 2) mediante cordones con clavija para artefactos instalados en obra con tres o más alambres (incluido el conductor de puesta a tierra del equipo), deben llevar medios para identificar el terminal del conductor del circuito puesto a tierra (si lo hubiera).

200-11. Polaridad de las conexiones. Ningún conductor puesto a tierra se debe conectar a un terminal o borne de conexiones de manera que se invierta la polaridad diseñada.

SECCIÓN 210. CIRCUITOS RAMALES

A. DISPOSICIONES GENERALES

210-1. Alcance. Esta Sección trata de circuitos ramales, excepto aquéllos que alimenten únicamente motores tratados en la Sección 430. Las disposiciones de esta Sección y de la Sección 430 se aplican a los circuitos ramales con cargas combinadas.

Excepción: Los circuitos ramales para celdas electrolíticas, tal como se describen en el Artículo 668-3.c), excepciones No. 1 y 4.

210-2. Otras Secciones para circuitos ramales con fines específicos. Los circuitos ramales deben cumplir esta Sección y también las disposiciones aplicables de otras secciones de este *Código*. Las disposiciones sobre circuitos ramales que alimentan equipos de la siguiente lista, modifican o complementan las disposiciones de esta Sección y se deben aplicar a los circuitos ramales referidos en las mismas:

	Sección	Artículo
Anuncios eléctricos e iluminación de contorno		600-6
Ascensores, montacargas, escaleras y pasillos móviles; ascensores y elevadores para sillas de ruedas		620-61
Casas móviles, casas prefabricadas y estacionamientos para casas móviles	550	
Circuitos de Clase 1, Clase 2 y Clase 3 de control remoto, de señalización y de potencia limitada	725	
Circuitos y equipos que funcionan a menos de 50 V	720	
Computadores/equipos de procesamiento de datos		645-5
Conductos de barras		364-9
Cuadros de distribución y paneles de distribución		384-32
Distribución de potencia en lazo cerrado y programada	780	
Equipo de aire acondicionado y refrigeración		440-6 440-31 440-32
Equipo de calefacción central, excepto equipo de calefacción eléctrica fija de ambiente		422-7
Equipo de calefacción eléctrica fija de ambiente		424-3
Equipo de calefacción industrial por lámparas de infrarrojos		422-15 424-3
Equipo de calefacción por inducción y pérdidas en el dieléctrico	665	
Equipo eléctrico exterior fijo de deshielo y fusión de la nieve		426-6
Equipos de grabación de sonido y similares		640-6
Equipos de rayos X		660-2 517-73
Estudios de cine y de televisión y lugares similares	530	
Grúas y elevadores		610-42
Motores, circuitos de motores y controladores	430	
Órganos eléctricos de tubos		650-6
Puertos y embarcaderos		555-4
Sistemas de alarma contra incendios	760	
Soldadores eléctricos	630	
Teatros, zonas de espectadores en estudios cinematográficos y de televisión y lugares similares		520-41 520-52 520-62
Vehículos recreativos y parques de vehículos recreativos	551	

210-3. Clasificación por capacidad de corriente. Los circuitos ramales de los que trata este Artículo se deben clasificar según la capacidad de corriente máxima o según el valor de ajuste del dispositivo de protección contra sobrecorriente. La clasificación de los circuitos ramales que no sean individuales debe ser de 15, 20, 30, 40 y 50 A. Cuando se usen, por cualquier razón, conductores de mayor capacidad de corriente, la clasificación del circuito debe estar determinada por la corriente nominal o por el valor de ajuste del dispositivo de protección contra sobrecorriente.

Excepción: Está permitido que los circuitos ramales de más de 50 A con varias salidas suministren electricidad a las salidas que no sean para alumbrado en instalaciones industriales donde el mantenimiento y la supervisión permitan que los equipos sean revisados exclusivamente por personal calificado.

210-4. Circuitos ramales multiconductores.

a) Generalidades. Se permite el uso de circuitos ramales reconocidos en este Artículo como circuitos multiconductores. Se permite considerar un circuito ramal multiconductor como varios circuitos. Todos los conductores deben arrancar del mismo panel de distribución.

Nota. Una instalación trifásica de potencia, tetrafilar y conectada en estrella, utilizada para alimentar cargas no lineales, puede requerir que el diseño del sistema de potencia permita corrientes en el neutro con alto contenido de armónicos.

b) Unidades de vivienda. En las unidades de vivienda donde exista un circuito ramal multiconductor que suministre electricidad a más de un dispositivo o equipo en el mismo cuerpo de tomacorriente, se debe disponer de un medio para desconectar simultáneamente todos los conductores no puestos a tierra en el panel de distribución desde donde arranque el circuito ramal.

c) Carga de la línea a neutro. Los circuitos ramales multiconductores sólo deben alimentar cargas de línea a neutro.

Excepciones:

1) Un circuito ramal multiconductor que suministre corriente sólo a un equipo de utilización.

2) Cuando todos los conductores no puestos a tierra del circuito ramal multiconductor se abran simultáneamente por el dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito ramal.

Nota. Véase Artículo 300-13.b) para la continuidad de los conductores puestos a tierra en circuitos multiconductores.

d) Identificación de los conductores no puestos a tierra. Cuando en una edificación haya más de un sistema de tensión nominal, cada conductor de la misma no puesto a tierra deberá estar identificado en cuanto a su fase e instalación. El medio de identificación se debe colocar permanentemente en cada panel de distribución de circuito ramal.

Nota. El medio de identificación de la fase y sistema de cada conductor, siempre que sea accesible, puede ser un color independiente, cinta de marcar, rótulo u otro medio eficaz. En cuanto a las marcas de los circuitos energizados, véanse los Artículos 215-8, 230-56 y 384-3.e).

210-5. Códigos de color de los circuitos ramales.

a) Conductor puesto a tierra. El conductor puesto a tierra de un circuito ramal se debe identificar mediante un color continuo blanco o gris natural. Cuando en la misma canalización, caja, canal auxiliar u otro tipo de encerramiento haya conductores de distintos sistemas, si se requiere que un conductor del sistema esté puesto a tierra, deberá tener forro exterior de color blanco o gris natural. Los conductores puestos a tierra de los demás sistemas, si son necesarios, deberán tener forro exterior de color blanco con una banda de color identificable (que no sea verde) que vaya a lo largo del aislamiento o con cualquier otro medio de identificación.

Excepciones:

1) Los conductores puestos a tierra de un cable con forro metálico y aislamiento mineral se deben identificar en el momento de la instalación mediante marcas visibles en sus extremos.

2) Lo permitido en la Sección 200-6.a), Excepción 3) y 200-6.b), Excepción.

b) Conductor de puesta a tierra de los equipos. El conductor de puesta a tierra de los equipos de un circuito ramal se debe identificar por un color verde continuo o un color verde continuo con una o más bandas amarillas, excepto si está desnudo.

Excepción: Lo permitido en el Artículo 250-57.b), Excepciones No. 1 y 4, y Artículo 310-12.b), Excepciones No. 1 y 2.

210-6. Limitaciones de tensión de los circuitos ramales.

a) Limitaciones por razón de la ocupación. En las unidades de vivienda y las habitaciones de huéspedes de los hoteles, moteles y establecimientos similares, la tensión no debe superar los 120 V nominales entre los conductores que den suministro a los terminales de:

1) Elementos de alumbrado.

2) Cargas de 1 440 VA nominales o menos, o de menos de ¼ HP, conectadas con cordón y clavija.

b) De 120 V entre conductores. Está permitido que los circuitos que no superen los 120 V nominales entre conductores den suministro a:

1) Los terminales de portabombilla que estén dentro de su tensión nominal.

2) Los equipos auxiliares de bombilla de descarga eléctrica.

3) Los equipos de utilización conectados con cordón y clavija o permanentemente.

c) De 277 V a tierra. Está permitido que los circuitos que superen los 120 V nominales entre conductores sin superar los 277 V nominales a tierra, alimenten a:

1) Instalaciones de alumbrado por descarga eléctrica debidamente certificadas.

2) Elementos de bombilla incandescentes debidamente certificados, cuando estén conectados a 120 V o menos de la salida de un autotransformador reductor que forme parte integrante del elemento y cuyo terminal a un casquillo externo esté conectado eléctricamente a un conductor puesto a tierra del circuito ramal.

3) Los equipos de alumbrado equipados con casquillos a rosca o de bayoneta.

4) Los casquillos distintos a los de rosca, dentro de su tensión nominal.

5) Los equipos auxiliares de lámparas de descarga.

6) Los equipos de utilización conectados con cordón y clavija o permanentemente.

d) De 600 V entre conductores. Está permitido que los circuitos que superen los 277 V nominales a tierra y no superen los 600 V nominales entre conductores, alimenten a:

1) Los equipos auxiliares de bombillas de descarga montadas en elementos de instalación permanente, cuando esos elementos estén montados según alguna de las siguientes normas:

a. A no menos de 6,7 m de altura en postes o estructuras similares para la iluminación de áreas exteriores, como carreteras, caminos, puentes, campos de deporte o aparcamientos.

b. A no menos de 5,5 m de altura en otras estructuras, como túneles.

2) Los equipos de utilización conectados permanentemente o con cordón y clavija.

Nota. Véase en el Artículo 410-78 las limitaciones para los equipos auxiliares.

Excepciones:

1) a los anteriores apartados b), c) y d): Para portabombillas de artefactos infrarrojos para calefacción industrial, como se establece en el Artículo 422-15.c).

2) a los anteriores apartados b), c) y d): Para instalaciones ferroviarias, como se describe en el Artículo 110-19.

210-7. Tomacorrientes y conectores para cordones.

a) Con polo a tierra. Los tomacorrientes instalados en circuitos ramales de 15 y 20 A deben tener polo a tierra. Los tomacorrientes con polo a tierra se deben instalar sólo en circuitos de la tensión y capacidad de corriente para las que estén destinados, a excepción de lo establecido en las Tablas 210-21.b).2) y 3).

Excepción: Los tomacorrientes sin polo a tierra instalados según el Artículo 210-7.d).

Nota: Véase la norma NTC 1650 *Clavijas y tomacorrientes para uso general doméstico*.

b) Para conectar a tierra. Los tomacorrientes y conectores para cordones que tengan contactos para polo a tierra, deben tener esos contactos puestos a tierra eficazmente.

Excepciones:

1) Los tomacorrientes montados en generadores portátiles e instalados en vehículos, según el Artículo 250-6.

2) Los tomacorrientes de recambio, tal como permite el Artículo 210-7.d).

c) Métodos de puesta a tierra. Los contactos de puesta a tierra de los tomacorrientes y conectores para cordones se deben poner a tierra conectándolos con el conductor de puesta a tierra de los equipos del circuito que alimenta al tomacorriente o al conector del cordón.

Nota. Véanse los requisitos de instalación para la reducción del ruido eléctrico, Artículo 250-74 Excepción 4).

El método de alambrado del circuito ramal debe incluir o tener previsto un conductor de puesta a tierra de los equipos al cual se deben conectar los contactos de puesta a tierra del tomacorriente o del conector.

Notas:

1) En el Artículo 250-91.b) se describe un medio aceptable de puesta a tierra.

2) Para las extensiones de los circuitos ramales existentes, véase el Artículo 250-50.

d) Cambio de tomacorrientes. El cambio de los tomacorrientes debe cumplir las siguientes condiciones 1), .2) y 3) cuando proceda.

1) Cuando haya instalado un medio de puesta a tierra o un conductor de tierra en el encerramiento del tomacorriente, según la Excepción del Artículo 250-50.d), se deben utilizar tomacorrientes con polo a tierra y se deben conectar al conductor de tierra, según el Artículo 210-7.c) o con la Excepción del Artículo 250-50.b).

2) Cuando se cambien los tomacorrientes en salidas para las que cualquier Sección de este *Código* exija esta protección, los tomacorrientes que se cambien deben ir protegidos con interruptores de circuito de falla a tierra

3) Cuando no haya medios de puesta a tierra en la caja del tomacorriente, la instalación debe cumplir con las siguientes condiciones a, b o c:

a. Está permitido sustituir el(los) tomacorriente(s) sin polo a tierra por otro(s) tomacorriente(s) sin polo a tierra.

b. Está permitido sustituir el(los) tomacorriente(s) sin polo a tierra por tomacorriente(s) del tipo interruptor de circuito por falla a tierra (GFCI). Estos tomacorrientes deben llevar un rótulo que diga "Sin puesta a tierra de equipos". No se debe conectar un conductor de puesta a tierra de los equipos desde el tomacorriente del tipo interruptor de circuito por falla a tierra (GFCI) hasta cualquier salida alimentada desde este tomacorriente.

c. Está permitido sustituir un tomacorriente o tomacorrientes sin polo a tierra por otro u otros con polo a tierra cuando estén alimentados desde un interruptor de circuito por falla a tierra (GFCI). Los tomacorrientes con polo a tierra servidos a través del interruptor de circuito por falla a tierra (GFCI) deben llevar las indicaciones "Protegido por interruptor de circuito de falla a tierra" (GFCI Protected) y "Sin puesta a tierra de equipos" (No Equipment Ground). Entre tomacorrientes con polo a tierra no se debe conectar un conductor de puesta a tierra de equipos.

e) Equipos conectados con cordón y clavija. La instalación de tomacorrientes con polo a tierra no se debe usar como requisito para que todos los equipos conectados con cordón y clavija sean con polo a tierra.

Nota. En el Artículo 250-45 se establecen los equipos conectados con cordón y clavija que deben llevar terminal de tierra (clavija con polo a tierra).

f) Tomacorrientes no intercambiables. Los tomacorrientes conectados a circuitos que tengan distintas tensiones, frecuencias o tipo de corriente (c.a. o c.c.) en la misma edificación, deben estar diseñados de tal manera que las clavijas de conexión utilizadas en esos circuitos no sean intercambiables.

210-8. Protección de las personas mediante interruptores de circuito por falla a tierra.

Nota. Véase en el Artículo 215-9 la protección de las personas mediante interruptores de circuito por falla a tierra en los circuitos alimentadores.

a) Unidades de vivienda. Todos los tomacorrientes monofásicos de 15 A y 20 A 125 V, instalados en los lugares que se especifican a continuación, deben ofrecer protección a las personas mediante interruptor de circuito por falla a tierra:

1) En los cuartos de baño o adyacente al lavamanos si este se encuentra fuera del cuarto de baño.

2) En los garajes y partes de edificaciones en contacto directo con la tierra situadas a nivel del suelo, que se utilicen como zonas de almacenamiento o de trabajo.

Excepciones:

1) *Los tomacorrientes que no sean fácilmente accesibles*
2) *Un sólo tomacorriente sencillo o doble para dos artefactos, situado dentro de un espacio dedicado para cada artefacto que en uso normal no se desplace fácilmente de un lugar a otro y que vaya conectado con cordón y clavija, según el Artículo 400.7.a).6), 7) o 8).*
3) *Parqueaderos internos y externos para edificaciones de viviendas multifamiliares.*

Se considera que los tomacorrientes instalados bajo las excepciones del Artículo 210-8.a).2), no cumplen los requisitos del Artículo 210-52.g).

3) En exteriores donde haya acceso fácil y directo, a no más de 1,9 m sobre el nivel del piso, desde el terreno a la vivienda y a los tomacorrientes.

Excepción: Se permite que los tomacorrientes que no sean fácilmente accesibles y estén alimentados desde un circuito ramal dedicado para equipos de deshielo o fusión de nieve, según establece la Sección 426, se instalen sin protección para las personas mediante interruptor de circuito por falla a tierra (GFCI).

4) No aplica.

5) En sótanos sin terminado. Para los fines de esta Sección, se definen los sótanos sin terminado como las partes o zonas del sótano que no estén pensadas como habitaciones y limitadas a zonas de almacenamiento, de trabajo o similar.

Excepciones:

1) *Los tomacorrientes que no sean fácilmente accesibles.*
2) *Un solo tomacorriente sencillo o doble para dos artefactos, situado dentro de un espacio dedicado para cada artefacto que en uso normal no se desplace fácilmente de un lugar a otro y que vaya conectado con cordón y clavija, según el Artículo 400-7.a).6), 7) u 8).*

Se considera que los tomacorrientes instalados bajo las excepciones de el Artículo 210-8.a).5), no cumplen los requisitos del Artículo 210-52.g).

6) Cocinas. Cuando los tomacorrientes estén instalados para servir artefactos situados sobre los mesones.

7) Lavaplatos (diferente a los de las cocinas). Cuando los tomacorrientes estén instalados para servir artefactos situados en los mesones y situados a menos de 1,8 m del borde exterior del lavaplatos.

b) Edificaciones que no sean viviendas. Todos los tomacorrientes monofásicos de 125 V, 15 A y 20 A, instalados en los lugares que se especifican a continuación, deben ofrecer protección a las personas mediante interruptor de circuito por falla a tierra (GFCI):

1) Cuartos de baño.

2) Azoteas.

c) Duchas eléctricas. En instalaciones que requieran el uso de una ducha eléctrica, esta deberá ser alimentada con un circuito exclusivo de capacidad de corriente adecuada, con protección personal mediante un interruptor de circuito contra falla a tierra y su conexión deberá ser a prueba de agua.

210-9. Circuitos derivados desde autotransformadores. Los circuitos ramales no se deben derivar desde autotransformadores, a no ser que el circuito ramal tenga un conductor puesto a tierra que esté conectado eléctricamente a un conductor puesto a tierra del sistema de suministro del autotransformador.

Excepciones:

1) Se permite que un autotransformador prolongue o añada un circuito ramal para una carga de equipo sin la conexión a un conductor similar puesto a tierra, cuando transforme tensión de 208 V a 240 V nominales o de 240 V a 208 V.

2) En ocupaciones industriales en las que se asegure que el mantenimiento y supervisión de las instalaciones se deben hacer sólo por personas calificadas, se permiten transformadores que suministren tensiones de 600 V nominales a partir de sistemas de 480 V y 480 V a partir de sistemas de 600 V nominales, sin la conexión con un conductor similar puesto a tierra.

210-10. Conductores no puestos a tierra derivados de sistemas puestos a tierra. Se permite que sean derivados circuitos de dos conductores en c.c. y de dos o más conductores no puestos a tierra en c.a. desde conductores activos de circuitos con neutro puesto a tierra. Los dispositivos de maniobra en cada circuito derivado deben tener un polo en cada conductor activo. Todos los polos de los dispositivos de maniobra multipolares serán accionados manualmente y en forma conjunta cuando tales dispositivos sirvan también como medio de desconexión, como lo exigen los Artículos: 410-48 para portabombillas con interruptores de dos polos, 410-54.b) para dispositivos de conmutación de equipos auxiliares para bombillas de descarga, 422-21.b) para artefactos, 424-20 para sistemas fijos de calefacción de ambiente, 438-85 para controladores de motores y 430-103 para motores.

B. CAPACIDAD NOMINAL DE CIRCUITOS RAMALES

210-19. Conductores: capacidad de corriente y sección transversal mínima.

a) Generalidades. Los conductores de los circuitos ramales deben tener una capacidad de corriente no menor a la carga máxima que van a alimentar. Además, los conductores de circuitos ramales con varias salidas para alimentar tomacorrientes para cargas portátiles conectadas con cordón y clavija, deben tener una capacidad de corriente no menor a la corriente nominal del circuito ramal. Los cables cuyo conductor neutro tenga menor sección transversal que los conductores no puestos a tierra, deben ir así rotulados.

Notas:

1) Véase el Artículo 310-15, para la capacidad de corriente de los conductores.

2) Véase la Sección 430 parte B, para la capacidad de corriente de los conductores de los circuitos ramales de motores.

3) Véase el Artículo 310-10, para las limitaciones de temperatura de los conductores.

4) Los conductores de circuitos ramales como están definidos en la Sección 100, con una sección que evite una caída de tensión superior al 3 % en las salidas más lejanas de fuerza, calefacción, alumbrado o cualquier combinación de ellas y en los que la caída máxima de tensión de los circuitos alimentador y ramal hasta la salida más lejana no supere al 5 %, ofrecen una eficacia razonable de funcionamiento. Para la caída de tensión en los conductores del alimentador, véase el Artículo 215-2.

b) Estufas y artefactos de cocina domésticos. Los conductores de los circuitos ramales que alimenten estufas domésticas, hornos montados en la pared, estufas de sobreponer y otros artefactos de cocina domésticos, deben tener una capacidad de corriente no menor a la corriente nominal del circuito ramal y no menor a la carga máxima que deben alimentar.

c) Otras cargas. Los conductores de circuitos ramales que alimenten a cargas distintas de artefactos de cocina, tal como se indica en el apartado anterior b) y en la lista de el Artículo 210-2, deben tener una capacidad de corriente suficiente para las cargas conectadas y una sección transversal no menor a 2,08 mm^2 (14 AWG).

Excepciones:

1) Los conductores de derivación para esas cargas deben tener una capacidad de corriente no menor a 15 A en los circuitos de corriente nominal no menor a 40 A, y no menor a 20 A en los circuitos de corriente nominal de 40 o 50 A y sólo cuando esos conductores alimenten a cualquiera de las siguientes cargas:

a. Portabombillas o artefactos de alumbrado con derivaciones que se extiendan no más de 0,5 m más allá de cualquier parte del portabombillas o artefacto. Por encima de esa longitud se toma un conductor de calibre superior.

b. Accesorios con conductores de derivación como se indica en el Artículo 410-17.

c. Salidas individuales que no sean de tipo tomacorriente, con cables no superiores a 0,5 m de largo.

d. Artefactos de calefacción industrial por lámparas de infrarrojos.

e. Los terminales sin resistencia de los cables y salidas de los equipos de deshielo y fusión de la nieve.

2) Los cables y cordones de artefactos como están permitidos en el Artículo 240-4.

210-20. Protección contra sobrecorriente. Los conductores de circuitos ramales y los equipos deben estar protegidos mediante dispositivos de protección contra sobrecorriente con una capacidad de corriente nominal o ajuste: 1) que no supere a la especificada en el Artículo 240-3 para los conductores, 2) que no supere a la especificada en las correspondientes Secciones referenciadas en el Artículo 240-2 para los respectivos equipos y 3) lo establecido para los dispositivos de salida en el Artículo 210-21.

Excepciones:

1) Está permitido que los conductores de derivación admitidos en el Artículo 210-19.c) estén protegidos por el dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito ramal.

2) Los alambres y cordones de artefactos como lo permite el Artículo 240-4.

Nota. Para protección contra sobrecorriente véase el Artículo 240-1; para cargas continuas véanse los Artículos 210-22 y 220-3.

210-21. Dispositivos de salida. Los dispositivos de salida deben tener una corriente nominal no menor a la carga que van a servir y deben cumplir lo establecido en los siguientes apartados a) y b):

a) Portabombillas. Cuando estén conectados a un circuito ramal de más de 20 A nominales, los portabombillas deben ser del tipo de servicio pesado . Un portabombillas de servicio pesado debe tener una potencia nominal no menor a 600 vatios si es de tipo medio y no menor a 750 vatios si es de cualquier otro tipo.

b) Tomacorrientes.

1) Un tomacorriente sencillo instalado en un circuito ramal individual, debe tener una capacidad de corriente no menor a la de dicho circuito.

Excepciones:

1) Si está instalado según el Artículo 430-81.c).

2) Está permitido que un tomacorriente instalado exclusivamente para usar un soldador de arco conectado con cordón y clavija, tenga una capacidad de corriente no menor a la del menor de los conductores del circuito ramal, tal como establece el Artículo 630-11.a) para los soldadores de arco con transformador de c.a. y rectificador de c.c., y el Artículo 630-21.a) para los soldadores de arco con motogenerador.

Nota. Véase la definición de "Tomacorriente" en la Sección 100.

2) Cuando esté conectado a un circuito ramal que suministra corriente a dos o más tomacorrientes o salidas, el tomacorriente no debe alimentar a una carga total conectada con cordón y clavija que supere el máximo establecido en la Tabla 210-21.b).2).

Tabla 210-21.b).2). Carga máxima conectada a un tomacorriente para artefactos con cordón y clavija.

Corriente nominal circuito (A)	Capacidad de corriente del tomacorriente (A)	Carga máxima (A)
15 o 20	15	12
20	20	16
30	30	24

3) Cuando estén conectados a un circuito ramal que alimente a dos o más salidas o tomacorrientes, la capacidad de corriente de los tomacorrientes debe corresponder a los valores de la Tabla 210-21.b).3) o, si es de más de 50 A, la capacidad de corriente del tomacorriente no debe ser menor a la corriente nominal del circuito ramal.

Tabla 210-21.b).3). Capacidad de corriente de tomacorrientes en circuitos de diversa capacidad

Corriente nominal del circuito (A)	Capacidad de corriente del tomacorriente (A)
15	No más de 15
20	15 o 20
30	30
40	40 o 50
50	50

Excepción: Se permite que tomacorrientes para uno o más soldadores de arco conectados con cordón y clavija, tengan una capacidad de corriente no menor a la del mínimo de los conductores del circuito ramal, tal como establece el Artículo 630-11.a) o b) para los soldadores de arco con transformador de c.a. y rectificador de c.c., y el Artículo 630-21.a) o b) para los soldadores de arco con motogenerador.

4) Se permite que la capacidad de corriente de un tomacorriente para estufa se base en la carga de demanda de una sola estufa, como se especifica en la Tabla 220-19.

210-22. Cargas máximas. La carga total no debe superar la corriente nominal del circuito ramal y no debe superar las cargas máximas especificadas en el Artículo 210-22.a) hasta c), bajo las condiciones especificadas allí.

a) Cargas accionadas por motores y combinadas. Cuando un circuito suministra corriente sólo a cargas accionadas por motores, se debe aplicar la Sección 430. Cuando un circuito suministra corriente sólo a equipos de aire acondicionado, de refrigeración o ambos, se debe aplicar la Sección 440. En circuitos que alimenten cargas consistentes en equipos de utilización fijos con motores de más de 95 VA (1/8 HP), junto con otras cargas, la carga total calculada debe ser el 125 % de la carga de motor más grande, más la suma de todas las demás cargas.

b) Cargas Inductivas de Alumbrado Para los circuitos que alimenten equipos de alumbrado con balastos, transformadores o autotransformadores, la carga calculada se debe basar en la capacidad de corriente total de dichas unidades y no en la potencia total de las bombillas (en vatios).

c) Otras cargas. La corriente nominal de los dispositivos de protección contra sobrecorriente de los circuitos ramales que alimentan cargas continuas, como la iluminación de las tiendas y otras cargas similares, no debe ser menor a la carga no continua más el 125 % de la carga continua. El calibre mínimo de los conductores del circuito ramal, sin aplicación de ningún factor de ajuste, deberá tener una capacidad de corriente igual o superior al de carga no continua más el 125 % de la carga continua. Se acepta aplicar factores de demanda para cargas de estufas según la Tabla 220-19, incluyendo la nota 4.

Excepción: Los circuitos alimentados por un conjunto de conductores y conectores que, junto con sus dispositivos de protección contra sobrecorriente, estén certificados para funcionamiento continuo al 100 % de su corriente nominal.

210-23. Cargas permisibles. En ningún caso la carga debe exceder a la corriente nominal del circuito ramal. Está permitido que un circuito ramal individual alimente cualquier tipo de carga dentro de su valor nominal. Un circuito ramal que suministre corriente a dos o más salidas o tomacorrientes, sólo debe alimentar las cargas especificadas de acuerdo con los siguientes Artículos .a) hasta d) y resumidas en el Artículo 210-24 y en la Tabla 210-24.

a) Circuitos ramales de 15 y 20 A. Se debe permitir que un circuito ramal de 15 o 20 A suministre corriente a unidades de alumbrado, a otros equipos de utilización o a una combinación de ambos. La corriente nominal de cualquier equipo de utilización conectado mediante cordón y clavija no debe superar el 80 % de la corriente nominal del circuito ramal. La capacidad total del equipo de utilización fijo en su lugar no debe superar el 50 % de la capacidad de corriente del circuito ramal cuando se alimenten unidades de alumbrado o equipos de utilización conectados con cordón y clavija no fijos en sitio, o a ambos a la vez.

Excepción: Los circuitos ramales para artefactos pequeños y el circuito ramal para lavadora de las unidades de vivienda, especificados en el Artículo 220-4.b) y c), sólo deben alimentar a las salidas de tomacorriente especificadas en dicho Artículo.

b) Circuitos ramales de 30 A. Se debe permitir que un circuito ramal de 30 A alimente a unidades fijas de alumbrado con portabombillas de servicio pesado, en edificaciones distintas a las viviendas, o a equipos de utilización en cualquier ocupación. La corriente nominal de cualquier equipo de utilización conectado con cable y clavija no debe superar el 80 % de la corriente nominal del circuito ramal.

c) Circuitos ramales de 40 y 50 A. Se debe permitir que un circuito ramal de 40 o 50 A alimente equipos de cocina fijos en cualquier ocupación. En edificaciones que no sean para vivienda, se debe permitir que tales circuitos alimenten unidades de alumbrado fijas con portabombillas de servicio pesado, unidades de calefacción por infrarrojos u otros equipos de utilización.

d) Circuitos ramales de más de 50 A. Los circuitos de más de 50 A sólo deben alimentar a salidas de cargas que no sean para alumbrado.

Tabla 210-24. Resumen de requisitos de los circuitos ramales

Corriente nominal del circuito	**15 A**	**20 A**	**30 A**	**40 A**	**50 A**
Conductores (Calibre mínimo) *:					
Alambres del circuito	2,08(14)	3,3(12)	5,25(10)	8,36(8)	13,29(6)
Salidas derivadas	2,08(14)	2,08(14)	2,08(14)	3,3(12)	3,3(12)
Alambres y cordones de artefactos	Véase Artículo 240-4				
Protección contra sobrecorriente	**15 A**	**20 A**	**30 A**	**40 A**	**50 A**
Dispositivos de salida: Portabombillas permitidos Capacidad nominal del tomacorriente **	Cualquier tipo 15 A máx.	Cualquier tipo 15 o 20 A	Servicio pesado 30 A	Servicio pesado 40 o 50 A	Servicio pesado 50 A
Carga máxima	**15 A**	**20 A**	**30 A**	**40 A**	**50 A**
Carga permisible	Véase Artículo 210-23.a)	Véase Artículo 210-23.a)	Véase Artículo 210-23.b)	Véase Artículo 210-23c)	Véase Artículo 210-23c)

* Estos calibres se refieren a conductores de cobre con sección transversal en mm^2 y entre paréntesis AWG.

** Para la capacidad nominal de los tomacorrientes para los artefactos con lámpara de descarga conectados con cordón, véase Artículo 410-30.c).

210-24. Requisitos de los circuitos ramales - Resumen. En la Tabla 210-24 se resumen los requisitos de los circuitos que tengan dos o más salidas distintas a los circuitos de toma de corriente de el Artículo 220-4.b) y c), como se ha especificado anteriormente.

210-25. Circuitos ramales para zonas comunes. Los circuitos ramales de unidades de vivienda sólo deben alimentar las cargas de esa unidad o a las asociadas únicamente con esa unidad. Los circuitos ramales necesarios para alumbrado, alarmas centrales, señales, comunicaciones u otras necesidades de zonas públicas o comunes de viviendas multifamiliares, no se deben conectar a los equipos que alimentan a una vivienda individual.

C. SALIDAS NECESARIAS

210-50. Generalidades. Se deben instalar salidas de tomacorrientes como se especifica en los Artículos 210-52 a 210-63.

a) Cordón colgante. Un conector de cordón que esté soportado en un cordón colgante instalado permanentemente, se considerará como una salida de tomacorriente.

b) Conexiones por cordones. Se debe instalar una salida de tomacorriente siempre que se utilicen cordones flexibles con clavija de conexión. Cuando se permita que los cordones flexibles estén conectados permanentemente, se pueden suprimir los tomacorrientes para dichos cordones.

c) Salidas para artefactos. Las salidas con tomacorriente para artefactos instaladas en una vivienda para artefactos específicos, como equipo de lavandería, deberán instalarse a menos de 1,80 m del lugar destinado para el artefacto.

210-52. Salidas de tomacorriente en unidades de vivienda.

a) Disposiciones generales. En comedores, cuartos de estar, salas, salones, bibliotecas, cuartos de estudio, solarios, dormitorios, cuartos de recreo, habitaciones o zonas similares en unidades de vivienda, se deben instalar salidas de tomacorrientes de modo que ningún punto a lo largo de la línea del suelo en ninguna pared esté a más de 1,80 m de un tomacorriente en ese espacio, medidos horizontalmente, incluyendo cualquier pared de 0,6 m o más de ancho y el espacio de pared ocupado por paneles fijos en los

muros exteriores, pero excluyendo los paneles corredizos en los muros exteriores. En la medida de los 1,80 m se debe incluir el espacio de paredes que permita las divisiones fijas de las habitaciones, tales como mostradores autoestables de tipo barra o barandillas.

A efectos de este Artículo, se considera "espacio de pared" una pared continua a lo largo de la línea del suelo sin aberturas como puertas, chimeneas y similares. Cada espacio de pared de 0,6 m de ancho o más, debe ser considerado individual e independientemente de los demás espacios de pared dentro de la habitación. Está permitido que un espacio de pared incluya dos o más paredes de una habitación (a un lado y otro de los rincones), si la línea del suelo es continua. No se consideran espacios de pared los que quedan contra las puertas abiertas a 90º, los espacios ocupados o limitados por armarios fijos o los espacios que correspondan a áreas de acceso o circulación permanente donde no sea posible instalar artefactos eléctricos.

Siempre que sea posible, las salidas de tomacorriente deben estar a la misma distancia. Si no están a menos de 0,5 m de la pared, las salidas de tomacorrientes en el piso no se deben contar como parte del número exigido de salidas.

Las salidas de tomacorriente exigidas por este Artículo son adicionales a cualquier tomacorriente que forme parte de cualquier elemento de alumbrado o artefacto, situado dentro de encerramientos o armarios o a más de 1,70 m sobre el suelo.

Excepción: Se permiten radiadores eléctricos de calefacción permanentemente instalados, equipados con salidas de tomacorriente instaladas en fábrica o con salidas incluidas por el fabricante para su montaje independiente, como las tomacorrientes necesarias para el espacio de pared utilizado por dichos radiadores permanentemente instalados. Dichas salidas no se deben conectar a los circuitos de calefacción.

Nota. Los radiadores de calefacción certificados incluyen instrucciones que no permiten su instalación por debajo de las salidas de tomacorriente.

b) Pequeños artefactos.

1) En la cocina, despensa o comedor auxiliar de una unidad de vivienda, el circuito o circuitos ramales de 20 A para pequeños artefactos que exige el Artículo 220-4.b), deben alimentar todas las salidas de tomacorrientes a las que se refieren los Artículos 210-52.a) y c) y las salidas de tomacorrientes para refrigeradores.

Excepciones:

1) Además de los tomacorrientes necesarios especificados en el Artículo 210-52, se permiten tomacorrientes con interruptor alimentados desde un circuito ramal de uso general como se define en el Artículo 210-70.a) Excepción 1.

2) Se permite que la salida de tomacorriente para refrigeradores se alimente desde un circuito ramal independiente de 15 A nominales o más.

2) El circuito o circuitos ramales para pequeños artefactos especificados en b).1) anterior, no deben tener otras salidas.

Excepciones:

1) Una salida tomacorriente instalada exclusivamente para enchufar un reloj eléctrico en cualquiera de los recintos especificados anteriormente.

2) Las salidas de tomacorrientes instaladas para conectar equipos y luces suplementarias de estufas, hornos y otros equipos de estufa montados sobre mostradores, todos ellos de gas.

3) Los tomacorrientes instalados en la cocina para conectar artefactos sobre mostradores deberán estar alimentados por uno o más circuitos ramales de pequeños artefactos, cada uno de los cuales podrá también alimentar salidas de tomacorriente en la cocina y otras áreas de las especificadas en el Artículo 210-52.b).1). Se permite que circuitos ramales adicionales para pequeños artefactos alimenten las salidas de tomacorriente de la cocina y de otras habitaciones especificadas en el Artículo 210-52.b).1).

c) Tomacorrientes para artefactos en mostradores. En las cocinas y comedores auxiliares de las unidades de vivienda se deben instalar salidas con tomacorriente en los mostradores, con las siguientes condiciones 1) hasta 5):

1) Espacio de pared del mostrador. Se debe instalar una salida de tomacorriente en cada espacio de pared de 0,3 m de ancho o más. Las salidas de tomacorriente se deben instalar de modo que ningún punto a lo largo de la línea de la pared quede a más de 0,6 m de una salida de tomacorriente en ese espacio, medidos horizontalmente.

2) Mostradores en el centro de la cocina (islas). Se debe instalar por lo menos un tomacorriente en cada mostrador instalado de modo aislado en el centro de la cocina cuya parte más larga tenga 0,6 m o más y la más corta 0,3 m o más.

3) Mostradores unidos a la pared por un lado (penínsulas). En cada mostrador unido a la pared por un lado, cuya parte más larga tenga 0,6 m o más y la más corta 0,3 m o más, se debe instalar por lo menos una salida de tomacorriente. Un espacio de este tipo se mide desde el borde de unión.

4) Espacios independientes. Para aplicar los anteriores requisitos 1), 2) y 3), se deben considerar espacios independientes los mostradores separados por estufas, refrigeradores o lavaplatos.

5) Ubicación de las salidas de tomacorriente. Las salidas deben estar ubicadas a no más de 0,5 m por encima del mostrador. Las salidas no se deben instalar mirando hacia arriba en las superficies de trabajo o mostradores. Las salidas que no queden fácilmente accesibles por artefactos fijos o que ocupen su espacio definido, no se deben considerar como parte de los tomacorrientes requeridos.

Excepción: Cuando sea aceptable para la autoridad competente y para cumplir las condiciones especiales especificadas en los siguientes apartados a o b, se permite que las salidas de tomacorriente se monten a no más de 0,3 m por debajo del mostrador. Los tomacorrientes montados por debajo del mostrador según esta Excepción no se deben instalar si el mostrador sobresale más de 15 cm de su base de apoyo.

a. Construidas para personas con discapacidad.

b. Cuando los mostradores situados en medio de la cocina o unidos a la pared por un tramo, impiden el montaje práctico de las salidas encima del mostrador.

d) Cuartos de baño. En los cuartos de baño de las unidades de vivienda, se debe instalar por lo menos un tomacorriente en la pared adyacente a cada lavamanos o adyacente al lavamanos si este se encuentra fuera del cuarto de baño. Las salidas de tomacorriente en los cuartos de baño deben estar alimentadas por lo menos por un circuito ramal de 20 A. Véase el Artículo 210-8.a).1).

Las salidas de tomacorriente no se deben instalar mirando hacia arriba en las superficies de trabajo o mostradores de los lavabos de los cuartos de baño.

e) Salidas exteriores. En las viviendas unifamiliares y bifamiliares que estén a nivel del suelo, no es requisito que en la parte delantera y en la trasera se instalen salidas de tomacorriente accesibles desde el nivel del suelo y a no más de 2,0 m. Véase el Artículo 210-8.a).3).

f) Zonas de lavandería y planchado. En las unidades de vivienda se debe instalar como mínimo un tomacorriente para lavadora y plancha.

Excepciones:

1) En una unidad de vivienda que sea un apartamento o área de vivienda en un edificio multifamiliar, en la que haya instalaciones de lavado en el mismo predio disponibles para todos los ocupantes del mismo, no es necesario un tomacorriente para lavadora.

2) En viviendas distintas de las unifamiliares en las que no haya o no estén permitidas instalaciones de lavado, no es necesario un tomacorriente para lavadora.

g) Sótanos y garajes. En las viviendas unifamiliares, en todos los sótanos y garajes adjuntos y en los garajes independientes con instalación eléctrica, se debe instalar por lo menos un tomacorriente. Véase el Artículo 210-8.a).2).

h) Recibidores y zonas similares. En las unidades de vivienda, los recibidores, vestíbulos, corredores, zaguanes y zonas similares, de 3 m de largo o más deben tener por lo menos un tomacorriente. Para efectos de este Artículo, la longitud del recibidor se mide como la longitud a lo largo del centro del mismo sin pasar por ninguna puerta.

210-60. Habitaciones de huéspedes. Las habitaciones de huéspedes de los hoteles, moteles y ocupaciones similares deberán tener instaladas salidas de tomacorriente según el Artículo 210-52. Véase el Artículo 210-8.b).1).

Excepción: En las habitaciones de hoteles y moteles, se permite que las salidas de tomacorriente necesarias según lo establecido en el Artículo 210-52.a), estén situadas del modo más cómodo para la instalación permanente de los muebles, siendo fácilmente accesibles.

210-62. Vitrinas. Encima de una vitrina debe instalarse directamente por lo menos una salida de tomacorriente por cada 3,6 m lineales o fracción de los mismos de vitrina, medidos horizontalmente en su anchura máxima.

210-63. Salidas para equipos de calefacción, congeladores y aire acondicionado. Se debe instalar una salida para tomacorriente monofásica de 125 V y 15 o 20 A en un lugar accesible para el servicio o mantenimiento de los equipos de calefacción, congeladores y aire acondicionado en las azoteas, áticos y espacios bajo el suelo. Dicha salida debe estar situada al mismo nivel y a menos de 8,0 m del equipo de calefacción, refrigeración o aire acondicionado. La salida de tomacorriente no se debe conectar del lado de la carga del dispositivo de desconexión del equipo.

Excepción: Equipos en las azoteas de las viviendas uni- y bifamiliares.

Nota. Ver el Artículo 210-8 para los requisitos de interruptores de circuito por falla a tierra.

210-70. Salidas necesarias para alumbrado. Las salidas para alumbrado se deben instalar donde se especifica en los siguientes Artículo 210-70.a), b) y c):

a) Unidad o unidades de vivienda. En cada cuarto habitable se debe instalar al menos una salida para alumbrado con un interruptor de pared, así como en los cuartos de baño, recibidores, escaleras, garajes anexos y garajes independientes con instalación eléctrica, y en el exterior de las entradas o salidas al exterior. No se considera entrada o salida exterior la puerta para vehículos de un garaje, a menos que este se tenga como acceso obligatorio al interior de la vivienda.

Cuando los áticos, espacios bajo el piso, cuartos de máquinas y sótanos se utilicen para almacenaje o contengan equipos que haya que revisar, se debe instalar al menos una salida para alumbrado con un interruptor situado en el punto de entrada de dichas habitaciones. La salida de alumbrado se debe instalar cerca del equipo que haya que revisar.

Cuando se instalen salidas para alumbrado en escaleras interiores, debe haber en cada planta un interruptor de pared que permita encender y apagar la luz, siempre que la diferencia entre dos plantas sea de seis escalones o más.

Excepciones:

1) En los cuartos habitables distintos de las cocinas y cuartos de baño, en vez de las salidas para alumbrado puede haber uno o más tomacorrientes desconectables mediante interruptor de pared.

2) En los recibidores, escaleras y puertas exteriores, se permite instalar alumbrado con control remoto, centralizado o automático.

3) Se permite que las salidas de alumbrado estén controladas por sensores de ocupación que: 1) sean complementarios de los interruptores de pared o 2) estén situados donde se instalan normalmente los

interruptores de pared y equipados con un puente manual que permita que el sensor funcione como interruptor de pared.

b) Habitaciones de huéspedes. En las habitaciones de huéspedes de los hoteles, moteles o locales similares, debe haber al menos una salida para alumbrado con interruptor de pared o tomacorriente controlada por interruptor.

c) Otros lugares. En todos los áticos o espacios bajo el piso se debe instalar al menos una salida para alumbrado con un interruptor de pared, cerca de los equipos que requieran revisión, como los de calefacción, refrigeración o aire acondicionado. El interruptor se debe localizar en el punto de entrada al ático o al espacio bajo el piso.

Sección 215. ALIMENTADORES

215-1. Alcance. Esta sección trata de los requisitos de instalación, de la capacidad de corriente y del calibre mínimo de los conductores de los alimentadores que suministran corriente a los circuitos ramales, calculados según la Sección 220.

Excepción: Alimentadores de celdas electrolíticas de los que trata el Artículo 668-3.c), Excepciones 1 y 4.

215-2. Capacidad de corriente y calibres mínimos. Los conductores de los alimentadores deben tener una capacidad de corriente no menor a la necesaria para alimentar las cargas calculadas en las Partes B, C y D de la Sección 220. Los calibres mínimos deben ser los especificados en los siguientes apartados a) y b) en las condiciones estipuladas. Los conductores del alimentador de una unidad de vivienda o una vivienda móvil no tienen que ser de mayor calibre que los conductores de acometida. Para calcular la sección transversal (calibre) de los conductores, véase en la Sección 310, Nota 3, Alimentadores monofásicos trifilares y acometidas para unidades de vivienda a 120/240 V, de las Notas a las Tablas de Capacidad de corriente de 0 a 2.000 V.

a) Para circuitos específicos. La capacidad de corriente de los conductores del alimentador no debe ser menor a 30 A cuando la carga servida consista en alguno de los siguientes números y tipos de circuitos: 1) dos o más circuitos ramales bifilares servidos por un alimentador bifilar; 2) más de dos circuitos ramales bifilares servidos por un alimentador trifilar; 3) dos o más circuitos ramales trifilares conectados a un alimentador trifilar o 4) dos o más circuitos ramales tetrafilares conectados a un alimentador trifásico tetrafilar.

b) Capacidad de corriente relativa a los conductores de entrada de acometida. La capacidad de corriente de los conductores del alimentador no deberá ser menor a la de los conductores de entrada de acometida cuando los conductores del alimentador transporten toda la corriente suministrada por los conductores de entrada de acometida con una capacidad de corriente de 55 A o menos.

Notas:

1) Véanse ejemplos 1 a 10, Capítulo 9.
2) Los conductores de alimentadores tal como están definidos en la Sección 100, con un calibre que evite una caída de tensión superior al 3 % en la salida más lejana para potencia, calefacción, alumbrado o cualquier combinación de ellas y en los que la caída máxima de tensión de los circuitos alimentador y ramales hasta la salida más lejana no supere el 5 %, ofrecen una eficiencia de funcionamiento razonable.
3) Véase el Artículo 210-19.a), para la caída de tensión de los conductores de los circuitos ramales,

215-3. Protección contra sobrecorriente. Los alimentadores deben estar protegidos contra sobrecorriente según lo establecido en la Parte A de la Sección 240.

215-4. Alimentadores con neutro común.

a) Alimentadores con neutro común. Se permite que los alimentadores que contengan un neutro común alimenten dos o tres grupos de alimentadores trifilares o dos grupos de alimentadores tetra o pentafilares.

b) En conductos o encerramientos metálicos. Cuando estén instalados en un conducto u otro encerramiento metálico, todos los conductores de todos los alimentadores con un neutro común deberán estar encerrados en el mismo conducto u otro encerramiento, como exija el Artículo 300-20.

215-5. Diagramas de los alimentadores. Si lo exige la autoridad competente, antes de la instalación de los alimentadores se debe presentar un diagrama que recoja los detalles de dichos circuitos. Dicho diagrama debe presentar la superficie en metros cuadrados de la edificación u otra estructura alimentada por cada circuito, la carga total conectada antes de aplicar factores de demanda, los factores de demanda aplicados, la carga calculada después de aplicar los factores de demanda y el tipo y calibre de los conductores utilizados.

215-6. Medios de puesta a tierra del conductor del alimentador. Cuando un alimentador esté conectado a circuitos ramales que requieran conductores de puesta a tierra de los equipos, el alimentador deberá tener o prever un medio de puesta a tierra según lo establecido en el Artículo 250-57, al que se deben conectar los conductores de puesta a tierra de los equipos de los circuitos ramales.

215-7. Conductores no puestos a tierra derivados desde sistemas puestos a tierra. Se permite la existencia de circuitos de c.c. bifilares y de c.a. de dos o más conductores sin poner a tierra, derivados desde los conductores sin poner a tierra de circuitos que tengan un conductor neutro puesto a tierra. Los dispositivos de interrupción de cada circuito ramal deben tener un polo en cada conductor no puesto a tierra.

215-8. Medios de identificación del conductor con mayor tensión a tierra. En circuitos ramales tetrafilares conectados en delta en los que el punto medio del bobinado de una fase esté puesto a tierra para alimentar cargas de alumbrado y similares, se debe identificar el conductor con mayor tensión a tierra mediante un acabado externo de color naranja, un rótulo u otro medio eficaz. Dicha identificación se debe situar en todos los puntos en los que se haga una conexión, si por ellos pasa el conductor puesto a tierra.

215-9. Protección de las personas mediante interruptores de circuito por falla a tierra. Se permite que los alimentadores que proporcionen corriente a circuitos ramales de 15 y 20 A estén protegidos por un interruptor automático por falla a tierra, en lugar de lo establecido para tales interruptores automáticos en el Artículo 210-8 y la Sección 305.

215-10. Protección contra fallas a tierra de equipos. Como se especifica en el Artículo 230-95, todos los alimentadores con una capacidad nominal de interrupción de 1 000 A o más en un sistema conectado en estrella y sólidamente conectado a tierra con una tensión a tierra de más de 150 V pero que no supere los 600 V entre fases, deben estar dotados de protección contra fallas a tierra de equipo.

Excepción: No será necesaria la protección contra fallas a tierra de los equipos cuando exista protección por falla a tierra en el lado de suministro del alimentador.

215-11. Circuitos derivados de autotransformadores. Los alimentadores no se deben derivar de autotransformadores, a no ser que el sistema alimentado tenga un conductor puesto a tierra que esté conectado eléctricamente al conductor puesto a tierra de la instalación de suministro del autotransformador.

Excepciones:

1) Se permite un autotransformador que prolongue o añada un alimentador para una carga sin conexión a un conductor similar conectado a tierra, cuando transforme tensión de 208 V a 240 V nominales o de 240 V a 208 V nominales.

2) En edificaciones industriales en las que se asegure que el mantenimiento y supervisión de las instalaciones se deben hacer sólo por personas calificadas, se permiten autotransformadores que suministren cargas de 600 V nominales a partir de sistemas de 480 V nominales y cargas de 480 V a partir de sistemas de 600 V nominales, sin conexión con un conductor similar puesto a tierra.

SECCIÓN 220. CÁLCULOS DE LOS CIRCUITOS ALIMENTADORES, RAMALES Y ACOMETIDAS

A. DISPOSICIONES GENERALES

220-1. Alcance. Esta Sección trata de los requisitos para establecer el número de circuitos ramales necesarios y para calcular las cargas del alimentador, de los circuitos ramales y de las acometidas.

Excepción: Cálculos del alimentador y los circuitos ramales para celdas electrolíticas, de los que trata el Artículo 668-3.c), Excepciones No. 1 y 4.

220-2. Tensiones. Si no se especifican otras tensiones para el cálculo de cargas del alimentador y los circuitos ramales, se deben aplicar las tensiones nominales de 120, 120/240, 208Y/120, 220Y/127, 240, 347, 440Y/254, 480Y/277, 480, 600Y/347 y 600 V.

220-3. Cálculo de los circuitos ramales. Las cargas de los circuitos ramales se deben calcular como se indica en los siguientes apartados a) hasta d).

a) Cargas continuas y no continuas. La capacidad nominal del circuito ramal no debe ser menor a la carga no continua más el 125 % de la carga continua. El calibre mínimo de los conductores del circuito ramal, sin aplicar ningún factor de ajuste o corrección, debe tener una capacidad de corriente igual o mayor que la de la carga no continua más el 125 % de la carga continua.

Excepción: Cuando el conjunto, incluidos los dispositivos de protección contra sobrecorriente, esté certificado para funcionamiento continuo al 100 % de su capacidad nominal.

b) Cargas de alumbrado para ocupaciones listadas. La carga mínima de alumbrado por metro cuadrado de superficie del suelo, no debe ser menor a la especificada en la Tabla 220-3.b) para las ocupaciones relacionadas. La superficie del suelo de cada planta se debe calcular a partir de las dimensiones exteriores de la edificación, unidad de vivienda u otras áreas involucradas. Para las unidades de vivienda, la superficie calculada del suelo no debe incluir los porches abiertos, los garajes ni los espacios no utilizados o sin terminar que no sean adaptables para su uso futuro.

Notas:

1) Los valores unitarios de estos cálculos se basan en las condiciones de carga mínima y en un factor de potencia del 100 % y puede que no ofrezcan capacidad suficiente para la instalación contemplada.

2) La práctica de aforar la capacidad instalada no es permitida para la aplicación de la Tabla 220-11.

Tabla 220-3.b). Cargas de alumbrado general por tipo de ocupación

Tipo de ocupación	Carga unitaria (VA/m^2)
Cuarteles y auditorios	10
Bancos	38 **
Barberías y salones de belleza	32
Iglesias	10
Clubes	22
Juzgados	22
Unidades de vivienda *	32
Garajes públicos (propiamente dichos)	5
Hospitales	22
Hoteles y moteles, incluidos bloques de apartamentos sin cocina *	22
Edificios industriales y comerciales	22
Casas de huéspedes	16
Edificios de oficinas	38 **
Restaurantes	22
Colegios	32
Tiendas	32
Depósitos	2.5

Continúa ..

Tabla 220-3.b). (Final)

Tipo de ocupación	Carga unitaria (VA/m^2)
En cualquiera de los lugares anteriores excepto en viviendas unifamiliares y unidades individuales de vivienda bifamiliares y multifamiliares:	
Lugares de reunión y auditorios	10
Recibidores, pasillos, armarios, escaleras	5
Lugares de almacenaje	2.5

* Todas las salidas de tomacorriente de uso general de 20 A nominales o menos en unidades de vivienda unifamiliares, bifamiliares y multifamiliares y en las habitaciones de los de hoteles y moteles [excepto las conectadas a los circuitos de tomacorrientes especificados en el Artículo 220-4.b) y c)], se deben considerar como salidas para alumbrado general y en tales salidas no serán necesarios cálculos para cargas adicionales.

** Además se debe incluir una carga unitaria de 10 VA por metro cuadrado para salidas de tomacorriente de uso general cuando no se sepa el número real de este tipo de salidas de tomacorriente.

c) Otras cargas para todo tipo de lugares. En todo tipo de lugares, la carga mínima para cada salida de tomacorriente de uso general y salidas no utilizadas para alumbrado general, no debe ser menor a las siguientes (las cargas utilizadas se basan en la tensión nominal de los circuitos ramales):

1) Salida para un artefacto específico u otra carga, excepto para motores... Amperios nominales del artefacto o carga conectada.

2) Salida para motor (ver Artículos 430-22 y 430-24 y Sección 440).

3) Una salida para elementos de alumbrado empotrados debe tener la máxima capacidad nominal en VA para la que esté calculado dicho elemento o elementos.

4) Salida para portalámparas de servicio pesado ..... 600 VA.

5) Rieles de alumbrado (ver Artículo 410-102).

6) Avisos eléctricos e Iluminación de contorno ..... 1.200 VA para cada circuito ramal exigido, como se especifica en el Artículo 600-5.a).

7) Otras salidas * .... 180 VA por salida.

En las salidas de tomacorriente, cada tomacorriente sencillo o múltiple de un puente se debe considerar a no menos de 180 VA.

* Esta disposición no se debe aplicar a las salidas de tomacorriente conectadas a los circuitos especificados en los Artículos 220-4.b) y c)

Excepciones:

1) Cuando haya conjuntos de salidas múltiples fijas, cada 1,5 m o fracción de cada tramo independiente y continuo, se debe considerar como una salida de capacidad no menor a 180 VA, excepto si es probable que se vayan a utilizar varios artefactos simultáneamente. En este caso, cada 30 cm o

fracción se debe considerar como salida de capacidad no menor a 180 VA. Los requisitos de esta excepción no se aplican a unidades de vivienda o a habitaciones de huéspedes de hoteles o moteles.

2) *Para calcular la carga de las estufas eléctricas domésticas, se permite aplicar la Tabla 220-19.*

3) *Por cada metro lineal de vitrina, medido horizontalmente a lo largo de su base, se permite una carga no menor a 650 VA en vez de la carga unitaria especificada por salida.*

4) *No se deben tener en cuenta para los cálculos las cargas de las salidas para conmutadores y cuadros de distribución de centralitas telefónicas.*

5) *El Artículo 220-18 se puede considerar como método permitido de cálculo de la carga de una secadora eléctrica doméstica de ropa.*

d) Cargas para ampliación de las instalaciones existentes.

1) Unidades de vivienda. Las cargas para ampliaciones estructurales de una unidad de vivienda existente o de una parte de una unidad de vivienda en la que no existía instalación, si superan 46 m², se deben calcular según el anterior apartado b). Las cargas de circuitos nuevos o ampliados en unidades de vivienda con instalación anterior, se deben calcular según los anteriores apartados b) o c).

2) Edificios que no sean viviendas. Las cargas para circuitos nuevos o ampliados en edificaciones que no sean de viviendas, se deben calcular según los anteriores apartados b) o c).

220-4. Circuitos Ramales necesarios. Se deben instalar circuitos ramales para alumbrado y artefactos, incluidos artefactos a motor, para las cargas calculadas según el Artículo 220-3. Además se deben instalar circuitos ramales para las cargas no específicas que no estén cubiertas por el Artículo 220-3, si así lo exige este *Código*; para pequeños artefactos tal como se especifica en el siguiente apartado b) y para lavadoras, tal como se especifica en el siguiente apartado c).

a) Número de circuitos ramales. El número mínimo de circuitos ramales se debe establecer a partir de la carga total calculada y la capacidad nominal de los circuitos utilizados. En todas las instalaciones, el número de circuitos debe ser suficiente para alimentar la carga conectada. En ningún caso la carga de un circuito debe superar el máximo fijado en el Artículo 210-22.

b) Circuitos Ramales para pequeños artefactos en unidades de vivienda. Además del número de circuitos ramales determinado según la parte a) anterior, debe existir uno o más circuitos ramales de 20 A para pequeños artefactos, para todas las salidas de tomacorrientes especificadas en Artículo 210-52 para pequeños artefactos.

c) Circuitos para lavandería y planchado en unidades de vivienda. Además del número de circuitos ramales determinado según las partes anteriores a) y b), debe existir al menos otro circuito ramal de 20 A para conectar las salidas de tomacorrientes para lavandería y planchado exigidas por el Artículo 210-52.f). Este circuito no debe tener otras salidas.

d) Equilibrio de cargas entre ramas. Cuando se calcule la carga sobre la base de VA por metro cuadrado, la instalación hasta el panel o paneles de distribución de los circuitos ramales (inclusive) debe estar prevista para alimentar cargas no menores a las calculadas. Esta carga se debe distribuir uniformemente entre los distintos ramales con varias salidas que arranquen del mismo tablero. Sólo se deben instalar circuitos y dispositivos de protección contra sobrecorriente de los circuitos ramales para alimentar la carga conectada.

Nota. Véanse los ejemplos 1.a), 1.b), 2.b) y 4.a) del Capítulo 9.

B. ALIMENTADORES Y ACOMETIDAS.

220-10. Disposiciones Generales.

a) Capacidades de corriente y cargas calculadas. Los conductores del alimentador deben tener una capacidad de corriente suficiente para alimentar las cargas conectadas. En ningún caso la carga calculada

para un alimentador debe ser menor a la suma de las cargas de los ramales conectados, tal como se establece en la Parte A de esta Sección y después de aplicar cualquier factor de demanda permitido en las Partes B, C o D.

Nota. Véanse los ejemplos 1 a 10, Capítulo 9. En cuanto a la carga máxima permitida para elementos de alumbrado que funcionen a factor de potencia menor que 1 véase el Artículo 210-22.b).

b) Cargas continuas y no continuas. Cuando un alimentador suministra corriente a cargas continuas o a una combinación de cargas continuas y no continuas, la capacidad de corriente del dispositivo de protección contra sobrecorriente no debe ser menor a la carga no continua más el 125 % de la carga continua. El calibre mínimo de los conductores del alimentador, sin aplicar ningún factor de ajuste o corrección, debe permitir una corriente máxima igual o mayor que la de la carga no continua más el 125 % de la carga continua.

Excepción: Cuando el conjunto, incluidos los dispositivos de protección contra sobrecorriente del alimentador, esté certificado para funcionamiento continuo al 100 % de su capacidad nominal, ni la capacidad de corriente del dispositivo de protección contra sobrecorriente ni la de los conductores del alimentador deben ser menores a la suma de la carga continua más la no continua.

220-11. Alumbrado general. Los factores de demanda de la Tabla 220-11 se deben aplicar a la parte de la carga total calculada del circuito ramal de alumbrado general. Esos factores no se deben aplicar para calcular el número de circuitos ramales para alumbrado general.

Nota. Véase el Artículo 220-16, para la aplicación de factores de demanda a circuitos de pequeños artefactos y lavandería en viviendas,.

Tabla 220-11. Factores de demanda para alimentadores de cargas de alumbrado

Tipo de ocupación	Parte de la carga de alumbrado a la que se aplica el factor de demanda (VA)	Factor de demanda %
Unidades de vivienda	Primeros 3.000 o menos De 3.001 a 120.000 A partir de 120.000	100 35 25
Hospitales *	Primeros 50.000 o menos A partir de 50.000	40 20
Hoteles y moteles, incluidos bloques de apartamentos sin cocina *	Primeros 20.000 o menos De 20.001 a 100.000 A partir de 100.000	50 40 30
Depósitos	Primeros 12.500 o menos A partir de 12.500	100 50
Todos los demás	VA totales	100

* Los factores de demanda de esta Tabla no se aplican a la carga calculada de los alimentadores a las zonas de hospitales, hoteles y moteles en las que es posible que se deba utilizar toda la iluminación al mismo tiempo, como quirófanos, comedores y salas de baile.

220-12. Alumbrado de vitrinas. Para el alumbrado de vitrinas se debe incluir una carga no menor a 650 VA por cada metro lineal de vitrina, medido horizontalmente a lo largo de su base.

Nota. Para los circuitos ramales de vitrinas, véase el Artículo 220-3.c) Excepción 3).

220-13. Cargas de tomacorrientes en edificaciones que no sean de viviendas. En edificaciones que no sean de viviendas, se permite añadir a las cargas de alumbrado cargas para tomacorrientes de no más de 180 VA por salida, según e Artículo 220-3.c).7), sujetas a los factores de demanda de la Tabla 220-11 o también sujetas a los factores de demanda de la Tabla 220-13.

Tabla 220-13. Factores de demanda para cargas de tomacorrientes en edificaciones no residenciales

Parte de la carga del tomacorriente a la que se aplica el factor de demanda (VA)	Factor de demanda %
Primeros 10.000 VA o menos A partir de 10.000 VA	100 50

220-14. Motores. Las cargas de motores se deben calcular según los Artículos 430-24, 430-25 y 430-26.

220-15. Calefacción eléctrica fija de ambiente. Las cargas para calefacción eléctrica fija de ambiente se deben calcular al 100 % de la carga total conectada. Sin embargo, en ningún caso la capacidad de corriente de un alimentador debe ser menor a la del mayor circuito ramal conectado.

Excepciones:

1) *Cuando resulte reducción de carga en los conductores debido a que los equipos funcionan según ciclos de servicio, intermitentemente o no funcionan todos a la vez, la autoridad competente puede dar permiso para que los conductores del alimentador tengan una capacidad de corriente menor al 100 %, siempre que esa corriente cubra todas las cargas así calculadas.*

2) *Está permitido el uso opcional de los cálculos de los Artículos 220-30 y 220-31 para cargas de calefacción eléctrica fija en una unidad de vivienda. En viviendas multifamiliares se permite usar opcionalmente los cálculos del Artículo 220-32.*

220-16. Cargas para pequeños electrodomésticos, planchado y lavandería en unidades de vivienda.

a) Cargas del circuito de pequeños electrodomésticos. En cada unidad de vivienda, la carga del alimentador se debe calcular a 1 500 VA por cada ramal bifilar que exija el Artículo 220-4.c) para pequeños electrodomésticos conectados a tomacorrientes de 15 o 20 A en los ramales de 20 A de la cocina, despensa, comedor y comedor auxiliar. Cuando la carga se subdivida entre dos o más alimentadores, la carga calculada para cada uno debe incluir no menos de 1 500 VA por cada circuito ramal bifilar para pequeños electrodomésticos. Se permite que estas cargas se incluyan con la carga de alumbrado general y se apliquen los factores de demanda permitidos en la Tabla 220-11 para las cargas de alumbrado general.

b) Carga del circuito de lavandería y planchado. La carga del alimentador se debe calcular a no menos de 1 500 VA por cada circuito ramal bifilar para lavandería y planchado que exija el Artículo 220-4.c). Se permite que estas cargas se incluyan con la carga de alumbrado general y se apliquen los factores de demanda permitidos en la Tabla 220-11 para las cargas de alumbrado general.

220-17. Carga para artefactos en unidades de vivienda. Se permite aplicar un factor de demanda del 75 % de la capacidad nominal por placa de características del artefacto, para cuatro o más artefactos fijos que no sean estufas eléctricas, secadoras, equipo de calefacción de ambiente o de aire acondicionado, servidos por el mismo alimentador en viviendas unifamiliares, bifamiliares y multifamiliares.

220-18. Secadoras eléctricas de ropa en unidades de vivienda. La carga para secadoras eléctricas de ropa en unidades de vivienda, debe ser la mayor de las siguientes: 5 000 W (VA) o la potencia nominal según la placa de características, para cada secadora conectada. Se permite aplicar los factores de demanda de la Tabla 220-18.

Tabla 220-18. Factores de demanda para secadoras domésticas eléctricas de ropa

Número de secadoras	Factor de demanda %
1	100
2	100
3	100
4	100
5	80
6	70
7	65
8	60
9	55
10	50
11-13	45
14-19	40
20-24	35
25-29	32,5
30-34	30
35-39	27,5
De 40 en adelante	25

220-19. Estufas eléctricas y otros artefactos de cocina en unidades de vivienda. Se permite calcular el factor de demanda del alimentador para estufas eléctricas domésticas, hornos de pared, cocinas en mostradores y otros artefactos domésticos de cocina de capacidad nominal superior a 1,75 kW, según la Tabla 220-19. Cuando haya dos o más estufas monofásicas conectadas a un circuito alimentador trifásico tetrafilar, la carga total se debe calcular sobre la base del doble del número máximo conectado entre dos fases cualesquiera. Para las cargas calculadas de acuerdo con lo indicado en este Artículo, los kVA equivalen a kW.

Nota. Véase ejemplo 5.a), Capítulo 9.

220-20. Equipos de cocinas en edificaciones no residenciales. Las cargas de los equipos eléctricos de las cocinas comerciales, calentadores del agua de los lavavajillas, otros calentadores de agua y otros equipos de cocina, se deben calcular según la Tabla 220-20. Los factores de demanda de esta Tabla se aplican a todos los equipos de cocina controlados por termostato o de uso intermitente. No se aplican a equipos de calefacción eléctrica, ventilación o aire acondicionado. Sin embargo, en ningún caso la demanda del alimentador debe ser menor a la suma de las cargas de los dos mayores equipos de cocina.

Tabla 220-19. Factores de demanda para estufas eléctricas domésticas, hornos de pared, estufas de sobreponer y otros electrodomésticos de cocina de más de 1,75 kW nominales. (La columna A se debe aplicar en todos los casos, excepto los recogidos en la Nota 3).

Número de artefactos	Demanda máxima (kW) (véanse notas)	Factor de demanda % (véase nota 3)	
	Columna A (no más de 12 kW nominales)	Columna B (menos de 3,5 kW nominales)	Columna C (de 3,5 a 8,75 kW nominales)
1	8	80 %	80 %
2	11	75 %	65 %
3	14	70 %	55 %
4	17	66 %	50 %
5	20	62 %	45 %
6	21	59 %	43 %
7	22	56 %	40 %
8	23	53 %	36 %
9	24	51 %	35 %
10	25	49 %	34 %
11	26	47 %	32 %
12	27	45 %	32 %
13	28	43 %	32 %
14	29	41 %	32 %
15	30	40 %	32 %
16	31	39 %	28 %
17	32	38 %	28 %
18	33	37 %	28 %
19	34	36 %	28 %
20	35	35 %	28 %
21	36	34 %	26 %
22	37	33 %	26 %
23	38	32 %	26 %
24	39	31 %	26 %
25	40	30 %	26 %
26-30	15 más 1 kW	30 %	24 %
31-40	por cada estufa	30 %	22 %
41-50	25 más 0,75 kW	30 %	20 %
51-60	por cada estufa	30 %	18 %
De 61 en adelante		30 %	16 %

Notas a la tabla:

1) Todas las estufas de más de 12 kW hasta 27 kW tienen el mismo valor nominal. Para las estufas individuales de más de 12 kW pero no más de 27 kW, se debe aumentar la demanda máxima de la columna A un 5 % por cada kW adicional o fracción, por encima de los 12 kW.

2) Las estufas de más de 8,75 kW hasta 27 kW son de distinto valor nominal. Para las estufas con potencia individual de más de 8,75 kW y de distinto valor nominal pero que no superen los 27 kW, se debe calcular un valor nominal medio sumando los valores nominales de todas las estufas para obtener la carga total conectada (poniendo 12 kW por cada estufa de menos de 12 kW) y dividiendo el total por el número de estufas. Después se debe aumentar la demanda máxima de la columna A un 5 % por cada kW o fracción que exceda de 12 kW.

3) De más de 1,75 kW hasta 8,75 kW. En lugar del método de la columna A, se permite añadir la potencia nominal de todos los artefactos electrodomésticos de más de 1,75 kW nominales pero no más de 8,75 kW y multiplicar la suma por los factores de demanda de las columnas B o C, según el número de artefactos. Cuando la potencia nominal de los artefactos electrodomésticos corresponda a las columnas B y C, se deben aplicar los factores de demanda de cada columna a los artefactos de esa columna y sumar los resultados.

4) Carga del circuito ramal: se permite calcular la carga del circuito ramal de una estufa según la Tabla 220-19. La carga del circuito de un horno de pared o una estufa en mostrador debe ser el valor de la placa de características del artefacto. La carga de un circuito ramal de una estufa de sobreponer y no más de dos hornos de pared,

conectados todos al mismo ramal y situados en la misma cocina, se debe calcular sumando los valores de la placa de características de cada artefacto y considerando ese total como equivalente a una estufa.

5) Esta Tabla se aplica también a artefactos electrodomésticos de cocina de más de 1,75 kW utilizados en programas educativos.

Notas al artículo 220-19:

1) Para cocinas comerciales, véase la Tabla 220-20.

2) Véanse ejemplos del Capítulo 9.

Tabla 220-20. Factores de demanda del alimentador de equipos de cocina comerciales

Número de equipos	Factor de demanda %
1	100
2	100
3	90
4	80
5	70
6 o más	65

220-21. Cargas no coincidentes. Cuando no sea probable que se utilicen simultáneamente dos cargas distintas, se puede omitir la más pequeña de las dos al calcular la carga total del alimentador.

220-22. Carga del neutro del alimentador. La carga del neutro del alimentador debe ser el máximo desequilibrio de la carga determinado por esta Sección. La carga de máximo desequilibrio debe ser la carga neta máxima calculada entre el neutro y cualquier otro conductor no puesto a tierra, excepto en sistemas de dos fases trifilares o pentafilares en los que la carga así obtenida se debe multiplicar por 140 %. En un alimentador para estufas eléctricas domésticas, hornos de pared, estufas de sobreponer y secadoras eléctricas, la carga máxima de desequilibrio se debe considerar el 70 % de la carga en los conductores no conectados a tierra, calculada según la Tabla 220-19 para las estufas y 220-18 para las secadoras. Para los sistemas de c.c. o monofásicos de c.a. trifilares, trifásicos tetrafilares, bifásicos trifilares o bifásicos pentafilares, se permite aplicar otro factor de demanda del 70 % para la parte de la carga en desequilibrio superior a 200 A. No debe reducirse la capacidad de corriente del neutro en la parte de la carga que consista en cargas no lineales alimentadas con un sistema trifásico tetrafilar conectado en estrella ni en el conductor puesto a tierra de un circuito trifilar que consista en dos hilos de fase y el neutro o un sistema trifásico tetrafilar conectado en estrella.

Notas:

1) Véanse los ejemplos 1.a), 1.b), 2.b), 4.a) y 5.a) del Capítulo 9.

2) Un sistema trifásico tetrafilar conectado en estrella utilizado para alimentar cargas no lineales, puede requerir que el sistema esté diseñado de modo que permita que pasen por el neutro corrientes con alto contenido de armónicos.

C. Cálculos opcionales para las cargas del alimentador y de la acometida

220-30. Cálculos opcionales: unidades de vivienda.

a) Carga del alimentador y de la acometida. En unidades de vivienda está permitido calcular las cargas del alimentador y de la acometida según la Tabla 220-30 en lugar del método especificado en la Parte B de esta Sección. Se permite que los conductores de suministro y de la acometida cuya demanda venga determinada por este cálculo opcional, tengan la carga del neutro determinada por el Artículo 220-22.

Tabla 220-30. Cálculos opcionales en unidades de vivienda
Carga en kVA

La mayor de las cinco posibilidades siguientes: 1) El 100 % de la capacidad o capacidades nominales de la placa de características de los equipos de aire acondicionado y refrigeración, incluidos los compresores de las bombas de calor. 2) El 100 % de la capacidad o capacidades nominales según la placa de características de los acumuladores térmicos eléctricos y otros sistemas de calefacción cuando se espera que la carga normal sea continua y del valor máximo de la placa de características. Los sistemas acogidos a este apartado no deben figurar en ningún otro de esta Tabla. 3) El 65 % de la capacidad o capacidades nominales de los equipos de calefacción eléctrica central, incluida la calefacción suplementaria integrada en las bombas de calor. 4) El 65 % de la capacidad o capacidades nominales de la placa de características de los equipos de calefacción eléctrica de ambiente, si son inferiores a cuatro unidades con mando independiente. 5) El 40 % de la capacidad o capacidades nominales de la placa de características de los equipos de calefacción eléctrica de ambiente si son cuatro o más unidades con mando independiente. Más: el 100 % de los primeros 10 kVA de todas las demás cargas. Más: el 40 % del resto de todas las demás cargas.

b) Cargas. Las cargas a las que se refiere la Tabla 220-30 como "resto de todas las demás cargas" y "todas las demás cargas" incluyen lo siguiente:

1) 1 500 VA por cada rama bifilar y 20 A para pequeños artefactos y cada circuito ramal para lavandería según lo especificado en el Artículo 220-16.

2) 32 VA por m² para alumbrado general y tomacorrientes de uso general.

3) El valor nominal de la placa de características de todos los artefactos fijos, conectados permanentemente o colocados para conectarlos a un circuito dado, estufas, hornos de pared, estufas de sobreponer, secadoras de ropa y calentadores de agua.

4) El valor nominal de la placa de características en A o kVA de todos los motores y todas las demás cargas con bajo factor de potencia.

220-31. Cálculos opcionales de las cargas adicionales en las unidades de vivienda existentes. En las unidades de vivienda existentes se pueden calcular las cargas como sigue:

Carga (en kVA)	Porcentaje de carga
Primeros 8 kVA	100 %
Resto de la carga	40 %

Los cálculos de cargas deben incluir alumbrado a 32 VA por m², 1 500 VA por cada circuito ramal bifilar para pequeños artefactos, todos los circuitos ramales para lavandería y planchado, como se especifica en el Artículo 220-16, las estufas u hornos de pared y las estufas de sobreponer y otros artefactos permanentemente conectados o fijos, a su valor nominal según la placa de características.

Si se van a instalar equipos de aire acondicionado o de calefacción de ambiente, se debe aplicar la siguiente fórmula para saber si la acometida existente tiene capacidad suficiente:

Equipo de aire acondicionado * 100 %

Equipo de calefacción de ambiente * 100 %

Menos de cuatro unidades de calefacción con mando independiente * 100 %

Primeros 8 kVA de todas las demás cargas 100 %

Resto de todas las demás cargas 40 %

Las demás cargas son:

1 500 VA por cada circuito de artefactos de 20 A.

Alumbrado y artefactos portátiles, 32 VA por m².

Estufas domésticas u hornos de pared, estufas montadas en mostrador.

Todos los demás artefactos fijos, incluidos cuatro o más artefactos de calefacción de ambiente con mando independiente, a la potencia nominal de su placa de características.

* Aplicar la mayor carga conectada para aire acondicionado o calefacción, pero no las dos.

220-32. Cálculos opcionales en viviendas multifamiliares.

a) Carga del alimentador o de la acometida. Se permite calcular la carga del alimentador o de la acometida de una vivienda multifamiliar según la Tabla 220-32 en lugar de la Parte B de esta Sección, cuando se cumplan todas las siguientes condiciones:

1) Que ninguna unidad de vivienda esté servida por más de un alimentador.

2) Que cada unidad de vivienda tenga equipo de cocina eléctrico.

Excepción: Cuando la carga calculada para viviendas multifamiliares sin estufa eléctrica según la Parte B de esta Sección supere la calculada según la Parte C para idéntica carga, más la estufa eléctrica (8 kW por unidad), se permite aplicar la menor de las dos cargas.

3) Que cada unidad de vivienda esté equipada con calefacción eléctrica de ambiente, aire acondicionado o ambos. Los conductores de los alimentadores y las acometidas cuya carga de demanda venga determinada por este cálculo opcional, podrán tener la carga del neutro tal como establece el Artículo 220-22.

b) Cargas en la vivienda. Las cargas en la vivienda se deben calcular según la Parte B de esta Sección y se deben sumar a las cargas de unidades de viviendas calculadas según la Tabla 220-32.

c) Cargas conectadas. Las cargas conectadas a las que se aplican los factores de demanda de la Tabla 220-32, son las siguientes:

1) 1 500 VA por cada circuito ramal bifilar y 20 A para pequeños artefactos y cada circuito ramal para lavandería de acuerdo con el Artículo 220-16.

2) 32 VA por m² para alumbrado general y tomacorrientes de uso general.

3) El valor nominal de la placa de características de todos los artefactos fijos, conectados permanentemente o colocados para conectarlos a un circuito dado, estufas, hornos de pared, estufas de sobreponer, secadoras de ropa, calentadores de agua y calentadores de ambiente. Si los elementos calentadores de agua están enclavados de modo que no se pueden usar todos los elementos simultáneamente, se debe considerar que la carga máxima posible es la de su placa de características.

Tabla 220-32. Cálculo opcional de los factores de demanda de unidades multifamiliares con tres o más viviendas

Número de unidades de vivienda	Factor de demanda %
3-5	45
6-7	44
8-10	43
11	42
12-13	41
14-15	40
16-17	39
18-20	38
21	37
22-23	36
24-25	35
26-27	34
28-30	33
31	32
32-33	31
34-36	30
37-38	29
39-42	28
43-45	27
46-50	26
51-55	25
56-61	24
De 62 en adelante	23

4) El valor nominal en A o kVA de todos los motores y todas las demás cargas con bajo factor de potencia.

5) La mayor de las cargas del equipo de aire acondicionado o de calefacción eléctrica de ambiente.

220-33. Cálculo opcional para viviendas bifamiliares. Cuando dos viviendas bifamiliares estén alimentadas por un solo alimentador y la carga calculada en la Parte B de esta Sección supere la de tres unidades idénticas calculada según el Artículo 220-32, se permite aplicar la menor de las dos cargas.

220-34. Método opcional para instituciones de enseñanza. Se permite aplicar el cálculo de un alimentador o acometida para instituciones de enseñanza según la Tabla 220-34 en lugar de la Parte B de esta Sección, cuando esté equipado con calefacción eléctrica, aire acondicionado o ambos. La carga conectada a la que se aplican los factores de demanda de la Tabla 220-34 debe incluir todo el alumbrado interior y exterior, fuerza, calentadores de agua, estufas, otras cargas y la mayor del aire acondicionado o calefacción eléctrica de ambiente de la edificación o estructura.

Se permite que los conductores de los alimentadores y de las acometidas cuya carga de demanda viene determinada por este cálculo opcional, tengan una carga de neutro determinada por el Artículo 220-22. Cuando se calcule la carga de la edificación o estructura por este método opcional, los alimentadores deben tener la capacidad de corriente que permite la Parte B de esta Sección; sin embargo, no se exige que la capacidad de corriente del conductor de cada alimentador individual sea superior a la de toda la edificación.

Este Artículo no se aplica a edificaciones con aulas portátiles.

Tabla 220-34. Método opcional para calcular los factores de demanda de los conductores de alimentadores y de acometidas en instituciones de enseñanza

Carga conectada en VA por metro cuadrado	Factor de demanda %
Los primeros 32 VA/metro cuadrado	100
Desde 32 hasta 215 VA/metro cuadrado	75
Más de 215 VA/metro cuadrado	25

220-35. Cálculos opcionales de cargas adicionales en instalaciones existentes. Para poder conectar cargas adicionales a los alimentadores y acometidas existentes, se permite aplicar las cifras de demanda real máxima para determinar la carga existente sobre un alimentador o acometida, cuando se cumplan todas las siguientes condiciones:

1) Que existan datos de demanda máxima de todo un año.

Excepción: Si no existen datos de demanda máxima de todo un año, se permite que esos datos se basen en la corriente real en A medidos continuamente durante un periodo mínimo de 30 días en un registrador de corriente conectado a la fase de mayor carga del alimentador o de la acometida. Los datos deben reflejar la demanda máxima verdadera del alimentador o de la acometida por haber sido tomados con la edificación ocupada y deben incluir, por medida o cálculo, la mayor carga de los equipos de calefacción o aire acondicionado.

2) Que la actual demanda al 125 % más la nueva carga no supere la capacidad de corriente del alimentador o la corriente nominal de la acometida.

3) Que el alimentador tenga un dispositivo de protección contra sobrecorriente según el Artículo 240-3 y que la acometida tenga protección contra sobrecarga según el Artículo 230-90.

220-36. Cálculo opcional para restaurantes nuevos. Se permite hacer el cálculo de la carga del alimentador o de la acometida de un restaurante nuevo cuando el alimentador soporta la carga total, según la Tabla 220-36 en lugar de la Parte B de esta Sección. La protección contra sobrecarga de los conductores de la acometida debe cumplir lo establecido en las Secciones 230-90 y 240-3. No se requiere que los conductores del alimentador sean de mayor capacidad de corriente que los de la acometida. Los conductores de la acometida o del alimentador cuya carga venga determinada por este cálculo opcional, podrán tener la carga del neutro determinada por el Artículo 220-22.

Tabla 220-36. Método opcional para el cálculo de los factores de demanda de los conductores del alimentador y de la acometida de restaurantes nuevos

Carga total conectada (kVA)	Factor de demanda para todo eléctrico (%)	Factor de demanda para no todo eléctrico (%)
0-250	80	100
251-280	70	90
281-325	60	80
326-375	50	70
376-800	50	65
Más de 800	50	50

Nota: Para calcular la carga total conectada, sumar todas las cargas eléctricas, incluidas las de la calefacción y aire acondicionado. De la tabla anterior elegir el factor de demanda a aplicar y multiplicar la carga total conectada por ese sólo factor de demanda.

220-37 Cálculo opcional en viviendas multifamiliares o grupos de viviendas según la reglamentación de las empresas locales de energía. Se permite calcular la capacidad de un transformador, una acometida o un alimentador para edificaciones multifamiliares o grupo de viviendas , de acuerdo con las tablas o métodos establecidos por las empresas locales de suministro de energía.

D. Método de cálculo de cargas en instalaciones agrícolas

220-40. Instalaciones agrícolas: edificaciones y otras cargas.

a) Unidades de vivienda. La carga del alimentador o de la acometida de una vivienda en una explotación agrícola se debe calcular según lo establecido en la Parte B o C de esta Sección para unidades de vivienda. Si la vivienda tiene calefacción eléctrica y la explotación tiene sistemas eléctricos para el secado del grano, no se debe aplicar la Parte C de esta Sección para calcular la carga de la vivienda.

b) Edificaciones no residenciales. Para cada edificación de la explotación o para cada carga alimentada por dos o más circuitos ramales, la carga de los conductores del alimentador, de la acometida y del equipo de la acometida se debe calcular como mínimo según los factores de demanda de la Tabla 220-40.

Tabla 220-40. Método para calcular las cargas de instalaciones agrícolas que no sean unidades de vivienda

Carga en A a 240 V máximo	Factor de demanda (%)
Cargas que se espera que funcionen sin diversidad, pero a no menos del 125 % de la corriente a plena carga del motor más grande y no menor a los primeros 60 A de carga	100
Siguientes 60 A de todas las demás cargas	50
Resto de las demás cargas	25

220-41. Cargas en instalaciones agrícolas: carga total. La carga total de los conductores de la acometida y equipo de la acometida de la instalación se debe calcular según la carga de la unidad de vivienda de la instalación y los factores de demanda especificados en la Tabla 220-41. Cuando haya equipos en dos o más edificaciones de la instalación o cargas que tengan la misma función, dichas cargas se deben calcular según la Tabla 220-40 y se permite combinarlas como una sola carga para aplicar la Tabla 220-41 y calcular la carga total.

Nota. Respecto a los conductores aéreos desde un poste a una edificación u otra estructura, véase el Artículo 230-21.

Tabla 220-41. Método de cálculo de la carga total de una instalación agrícola

Cargas individuales calculadas según la Tabla 220-40	Factor de demanda (%)
Carga máxima	100
Segunda carga en magnitud	75
Tercera carga en magnitud	65
Restantes cargas	50

Nota: A esta carga total se suma la carga de la unidad de vivienda calculada según las Partes B o C de esta Sección. Si la unidad de vivienda tiene calefacción eléctrica y la instalación tiene sistemas de secado eléctrico del grano, no se debe aplicar la Parte C de esta Sección para calcular la carga de la vivienda.

SECCIÓN 225 - CIRCUITOS RAMALES Y ALIMENTADORES EXTERIORES

225-1. Alcance. Esta Sección trata de los requisitos que deben cumplir los circuitos ramales y alimentadores exteriores tendidos sobre o entre edificaciones, estructuras o postes en los predios y de los equipos eléctricos y alambrado para el suministro de los equipos de utilización que estén situados o conectados al exterior de las edificaciones, estructuras o postes.

Excepción: Circuitos alimentadores y ramales para celdas electrolíticas, de los que trata el Artículo 668-3.c), Excepciones No. 1 y 4.

Nota. Para más información sobre circuitos de más de 600 V, véase *National Electrical Safety Code*, ANSI C2-1997.

225-2. Otras Secciones. Se aplican las siguientes Secciones, incluidos los requisitos adicionales para casos específicos de equipos y conductores:

	Sección
Acometidas	230
Alimentadores	215
Anuncios eléctricos e iluminación de contorno	600
Alambrado a la vista en aisladores	320
Alambrado soportado por mensajero	321
Casas flotantes	553
Circuitos de comunicaciones	800
Circuitos de Clase 1, Clase 2 y Clase 3 de control remoto, de señalización y de potencia limitada	725
Circuitos ramales	210
Circuitos y equipos operando a más de 600 V, generalidades	710
Conductores para alambrado general	310
Protección contra sobrecorriente	240
Equipos de radio y televisión	810
Equipos eléctricos fijos exteriores para deshielo y fusión de la nieve	426
Lugares peligrosos (clasificados)	500
Lugares peligrosos (clasificados) - específicos	510
Máquinas de irrigación eléctricas o con mando eléctrico	675
Puertos y embarcaderos	555
Piscinas, fuentes e instalaciones similares	680
Puestas a tierra	250
Sistemas de distribución de antenas colectivas de radio y televisión	820
Sistemas de señalización de protección contra incendios	760
Sistemas solares fotovoltáicos	690
Uso e identificación de conductores puestos a tierra	200

225-3. Cálculo de cargas.

a) Circuitos ramales. La carga de un circuito ramal exterior debe ser la que se determina según el Artículo 220-3.

b) Alimentadores. La carga de un alimentador exterior debe ser la que se determina por la Parte B de la Sección 220.

225-4. Aislamiento de los conductores. Cuando pasen a menos de 3,0 m en cualquier dirección de cualquier edificación u otra estructura, los conductores deben estar aislados o cubiertos. Los conductores de los cables o canalizaciones, excepto los cables de tipo MI, deben llevar cubierta de goma o de tipo termoplástico y en lugares

mojados deben cumplir lo establecido en el Artículo 310-8. Los conductores para guirnaldas deben ser de cubierta de goma o de aislante termoplástico.

Excepción: Cuando esté permitido, los conductores de puesta a tierra de los equipos y los conductores de los circuitos puestos a tierra pueden estar desnudos o aislados según lo que establezcan otras disposiciones de este Código.

225-5. Calibre de los conductores. La capacidad de corriente de los conductores de los circuitos exteriores, principales y ramales, debe cumplir lo establecido en el Artículo 310-15 basándose en las cargas determinadas según el Artículo 220-3 y la Parte B de la Sección 220.

225-6. Sección Transversal o calibre mínimo de los conductores.

a) Conductores aéreos. Los conductores individuales a la vista no deben ser de calibre menor que los siguientes:

1) Para 600 V nominales y menos, conductores de cobre con sección transversal de 5,25 mm^2 (10 AWG) o de aluminio con sección transversal de 8,36 mm^2 (8 AWG) para tramos hasta de 15 m de longitud y de cobre con sección transversal de 8,36 mm^2 (8 AWG) o de aluminio con sección transversal de 13,29 mm^2 (6 AWG) para tramos más largos.

Excepción: Cuando estén soportados por cables mensajeros.

2) Para más de 600 V nominales, conductores de cobre con sección transversal de 13,29 mm^2 (6 AWG) o de aluminio con sección transversal de 21,14 mm^2 (4 AWG) cuando estén solos y a la vista y de cobre con sección transversal de 8,36 mm^2 (8 AWG) o de aluminio con sección transversal de 13,29 mm^2 (6 AWG) cuando formen cables.

b) Guirnaldas. Los conductores aéreos de las guirnaldas no deben tener sección transversal menor a 3,3 mm^2 (12 AWG)

Excepción: Cuando estén soportados por cables mensajeros.

Nota. Para los portabombillas exteriores, véase el Artículo 225-24.

225-7. Equipo de alumbrado instalado al exterior.

a) Generalidades. Los circuitos ramales para equipos de alumbrado instalados al exterior deben cumplir la Sección 210 y las siguientes disposiciones b) hasta d):

b) Neutro común. La capacidad de corriente del conductor neutro no debe ser menor a la carga máxima neta calculada entre el neutro y todos los conductores no puestos a tierra conectados a cualquiera de las fases del circuito.

c) 277 V a tierra. Se pueden emplear circuitos que superen los 120 V nominales entre conductores y no superen los 277 V nominales a tierra, para alimentar elementos para la iluminación de zonas exteriores de edificios industriales, edificios de oficinas, instituciones de enseñanza, tiendas y otros edificios públicos o comerciales en los que los elementos de alumbrado no estén a menos de 0,90 m de las ventanas, plataformas, salidas de incendios y similares.

d) 600 V entre conductores. Se pueden emplear circuitos que superen los 277 V nominales a tierra y no superen los 600 V nominales entre conductores para alimentar los equipos auxiliares de bombillas de descarga, según el Artículo 210-6.d).1).

225-8. Desconexión

a) Medios de desconexión. Los medios de desconexión de los fusibles de los circuitos ramales y los alimentadores deben cumplir lo establecido en el Artículo 240-40.

b) Medios de desconexión de cada edificación o estructura. Cuando haya más de un edificio o estructura en un mismo predio y bajo la misma administración, cada edificación o estructura deberá estar dotada de medios de desconexión para todos los conductores no puestos a tierra. Los medios de desconexión se deben instalar en el interior o en el exterior de la edificación o estructura correspondiente, en el lugar fácilmente accesible más cerca del punto de entrada de los conductores de la red de suministro. Los medios de desconexión se deben instalar cumpliendo los requisitos de las Artículos 230-71 y 230-72.

Excepciones:

1) *En las instalaciones industriales de varios edificios con gran capacidad bajo una sola administración, cuando se garantice que la desconexión se puede realizar estableciendo y manteniendo procedimientos de interrupción seguros, se permite que los medios de desconexión estén situados en cualquier lugar del predio.*
2) *Edificaciones u otras estructuras que cumplan lo establecido en la Sección 685.*
3) *Postes o grupos de postes utilizados como soportes de alumbrado, cuando el medio de desconexión sea remoto.*

c) Adecuados para los equipos de acometida. Los medios de desconexión especificados en el anterior apartado b) deben ser adecuados para usarlos como equipo de acometida.

Excepción: Se permite como medio de desconexión en garajes y anexos de edificios residenciales un interruptor de acción rápida o un conjunto de interruptores de acción rápida de tres o cuatro vías, adecuados para su uso en circuitos ramales.

d) Identificación. Cuando una edificación o estructura esté alimentada por más de un circuito alimentador o ramal, o por una combinación de circuitos alimentadores, ramales y acometidas, en cada lugar de desconexión del alimentador y cada uno de los ramales se debe instalar una placa o directorio permanente que indique todos los demás circuitos alimentadores, ramales y acometidas que alimentan al edificio o estructura y la zona cubierta por cada uno de ellos. Véase Sección 230-2.b).

Excepciones:

1) *No será necesaria la placa o directorio en instalaciones industriales de gran capacidad y varios edificios bajo una sola administración, cuando se garantice que la desconexión se puede realizar estableciendo y manteniendo procedimientos de desconexión seguros.*
2) *Esta identificación no es necesaria en circuitos ramales que van desde una unidad de vivienda a una segunda edificación o estructura.*

225-9. Protección contra sobrecorriente.

a) Generalidades. La protección contra sobrecorriente de los circuitos alimentadores debe cumplir lo establecido en la Sección 240 y la de los circuitos ramales debe cumplir lo establecido en el Artículo 210-20.

b) Accesibilidad. Cuando no sea fácilmente accesible el dispositivo de protección contra sobrecorriente del alimentador, se deben instalar dispositivos de protección contra sobrecorriente en los circuitos ramales en el lado de la carga en un lugar fácilmente accesible y deben ser de menor corriente nominal que el dispositivo de protección contra sobrecorriente del alimentador.

225-10. Alambrado de las edificaciones. Se permite la instalación de cables exteriores sobre la superficie de las edificaciones para circuitos de no más de 600 V nominales, como cables a la vista sujetos de aisladores, cables de varios conductores como los de Tipos MC o MI, cables soportados por cables mensajeros, en tubo conduit metálico rígido, en tubo conduit metálico intermedio, en tubo conduit rígido no metálico, en bandejas de cables, en grupos de cables, canalizaciones, en canaletas auxiliares, en tubería eléctrica metálica, en tubo conduit metálico flexible, en tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos, en tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos y en conductos de barras. Los circuitos de más de 600 V nominales se deben instalar como prevé el Artículo 710-4. Los circuitos para avisos eléctricos e iluminación de contorno se deben instalar según la Sección 600.

225-11. Entradas y salidas de los circuitos. Cuando los circuitos externos alimentadores o ramales entran o salen de un edificio, se deben aplicar los requisitos de las Artículos 230-52 y 230-54. Para los circuitos subterráneos, véase el Artículo 225-23.

225-12. Apoyo de los conductores a la vista. Los conductores a la vista deben estar apoyados en aisladores de vidrio o porcelana, en armazones , en perchas, en abrazaderas o en aisladores para tensión mecánica.

225-13. Apoyos de las guirnaldas. Si los tramos superan los 12, m, los conductores deben estar apoyados en un cable mensajero que debe estar soportado por aisladores de tensión mecánica. Los conductores o los cables mensajeros no deben estar apoyados en ninguna salida de incendios, bajantes de tuberías ni equipos de fontanería.

225-14. Separación de los conductores a la vista.

a) De 600 V nominales o menos. Los conductores de 600 V nominales o menos deben respetar las separaciones establecidas en la Tabla 230-51.c).

b) De más de 600 V nominales. Los conductores de más de 600 V nominales deben respetar las separaciones establecidas en la Parte D de la Sección 710.

c) Separación de otros circuitos. Los conductores a la vista deben estar separados por lo menos 10 cm de los conductores a la vista de otros circuitos o sistemas.

d) Conductores en postes. Los conductores en postes, cuando no estén instalados en perchas o abrazaderas, deben tener una separación no menor a 30 cm. Entre los conductores apoyados en postes debe quedar un espacio horizontal para ascender, no menor a lo siguiente:

Conductores de fuerza bajo cables de comunicaciones	0,8 m
Conductores de fuerza solos o sobre cables de comunicaciones:	
De 300 V o menos	0,6 m
De más de 300 V	0,8 m
Cables de comunicaciones bajo	
Conductores de fuerza	Igual que los conductores de fuerza.
Cables de comunicaciones solos	Sin requisitos especiales.

225-15. Soportes sobre edificaciones. Los soportes sobre edificios deben cumplir lo establecido en el Artículo 230-29.

225-16. Punto de anclaje al edificio. El punto de anclaje al edificio debe cumplir lo establecido en el Artículo 230-26.

225-17. Medios de anclaje al edificio. Los medios de anclaje al edificio deben cumplir lo establecido en el Artículo 230-27.

225-18. Distancia hasta el suelo. Los tramos aéreos de conductores a la vista y cables a la vista de varios conductores de no más de 600 V nominales, deben cumplir lo siguiente:

a) 3,0 m sobre el acabado del suelo, aceras o cualquier plataforma o saliente desde los que se puedan alcanzar, cuando los conductores de suministro estén limitados a 150 V a tierra y sean accesibles sólo a los peatones.

b) 3,60 m sobre edificaciones residenciales y accesos vehiculares y sobre las zonas comerciales no sujetas a tráfico de camiones, cuando la tensión esté limitada a 300 V a tierra.

c) 4,50 m en las áreas mencionadas en b) anterior, cuando la tensión supere los 300 V a tierra.

d) 5,50 m sobre calles, callejones, avenidas o carreteras públicas, zonas de aparcamiento con tráfico de camiones, accesos a lugares distintos de las edificaciones residenciales y otros lugares atravesados por vehículos, como las zonas de cultivo, de césped, de bosques y huertos.

Nota. Para las distancias de conductores de más de 600 V, véase el *National Electrical Safety Code, ANSI C2-1997.*

225-19. Distancias desde las edificaciones hasta conductores de no más de 600 V nominales.

a) Sobre los tejados. Los tramos aéreos de conductores a la vista y cables a la vista de varios conductores de no más de 600 V nominales, deben estar a una distancia vertical no menor a 2,40 m por encima de la superficie de los tejados. La distancia vertical sobre el nivel del tejado se debe mantener en no menos de 0,9 m desde el borde del tejado en todas las direcciones.

Excepciones:

1) *La zona sobre un tejado por la que pueda haber tráfico de peatones o de vehículos, debe estar a una distancia vertical desde la superficie del tejado según las distancias establecidas en el Artículo 225-18.*
2) *Cuando la tensión entre conductores no supere los 300 V y el tejado tenga una pendiente no menor a 0,1 m por cada 0,3 m, se permite una reducción de la distancia a 0,9 m.*
3) *Cuando la tensión entre conductores no supere los 300 V, se permite una reducción de la distancia únicamente sobre la parte que sobresalga del tejado a no menos de 0,5 m, si: 1) los conductores no pasan a más de 1,8 m y de 1,2 m en horizontal sobre la parte saliente del tejado y 2) terminan en una canalización que atraviese el tejado o en un apoyo aprobado.*
4) *El requisito de mantener una distancia vertical de 0,9 m desde el borde del tejado, no se debe aplicar al tramo final del conductor cuando está unido a un lateral de la edificación.*

b) Desde estructuras distintas de edificios o puentes. La distancia vertical, diagonal y horizontal hasta avisos, chimeneas, antenas de radio y televisión, depósitos y otras estructuras que no sean ni edificios ni puentes, no debe ser menor a 0,9 m.

c) Distancia horizontal. La distancia horizontal no debe ser menor a 0,9 m.

d) Tramos finales. Se permite sujetar los tramos finales de los cables de alimentadores o de los circuitos ramales al edificio al que dan suministro o desde el que se alimentan, pero deben mantenerse a no menos de 0,9 m de las ventanas que se puedan abrir, de puertas, porches, balcones, escaleras, peldaños, salidas de incendios o similares. No se deben instalar conductores aéreos de alimentadores o circuitos ramales detrás de aberturas a través de las que se puedan pasar materiales, como las aberturas de las edificaciones agrícolas y comerciales, y no se deben instalar cuando obstruyan la entrada a esas aberturas.

Excepción: Se permite que los conductores que pasan por encima de la parte superior de una ventana estén a menos de los 0,9 m exigidos anteriormente.

e) Zonas para escaleras de incendios. En las edificaciones de más de tres plantas o más de 15,0 m de altura, las líneas aéreas se deben tender, siempre que sea posible, de modo que quede un espacio (o zona) libre de 1,80 m de ancho como mínimo, junto al edificio, o que comience a no más de 2,5 m de la edificación, para facilitar el uso de escaleras contra incendios cuando sea necesario.

Nota. Para las distancias de seguridad para conductores a más de 600 V, véase el *National Electrical Safety Code*, ANSI C2-1997.

225-20. Protección mecánica de los conductores. La protección mecánica de los conductores en edificios, estructuras o postes, debe cumplir lo establecido para las acometidas en el Artículo 230-50.

225-21. Cables multiconductores en las superficies exteriores de las edificaciones. Los soportes de los cables multiconductores en las superficies exteriores de las edificaciones deben cumplir lo establecido en el Artículo 230-51.

225-22. Canalizaciones sobre las superficies exteriores de las edificaciones. Las canalizaciones sobre las superficies exteriores de las edificaciones deben ser herméticas a la lluvia y disponer de drenajes.

Excepción: Lo que permite el Artículo 350-5.

225-23. Circuitos subterráneos. Los circuitos subterráneos deben cumplir los requisitos del Artículo 300-5.

225-24. Portabombillas exteriores. Cuando haya portabombillas exteriores colgantes, las conexiones a los alambres del circuito deben estar escalonadas. Cuando esos portabombillas tengan terminales de un tipo que perfore el aislamiento y haga contacto con los conductores, se deben conectar únicamente a conductores de tipo trenzado.

225-25. Ubicación de las bombillas exteriores. Las bombillas para alumbrado exterior deben estar situadas por debajo de todos los conductores, transformadores u otros equipos eléctricos de utilización energizados.

Excepciones:

1) Cuando existan disposiciones sobre distancias y otras medidas de seguridad para las operaciones de recambio de bombillas.

2) Cuando el equipo esté controlado por un medio de desconexión que se pueda bloquear en posición abierto.

225-26. Vegetación. La vegetación, tal como árboles, no se debe utilizar como apoyo de los conductores aéreos.

Excepción: Para las instalaciones provisionales, según lo establecido en la Sección 305.

SECCIÓN 230. ACOMETIDAS

230-1. Alcance. Esta Sección trata de los conductores y equipos de acometida para el control y protección de las acometidas y sus requisitos de instalación.

Nota. Véase la Figura 230-1.

A. DISPOSICIONES GENERALES

230-2. Número de acometidas.

a) Número. Un edificio u otra estructura a la que llegue la corriente eléctrica, debe tener sólo una acometida.

Excepciones:

1) Cuando se requiera una acometida independiente para bombas contra incendios.

2) Para instalaciones eléctricas de emergencia, de reserva legalmente obligatorias, de reserva opcionales o sistemas generadores en paralelo que requieran una acometida independiente.

3) En edificios de varios usos (ocupación múltiple). Por permiso especial, en edificios de varios usos cuando no haya espacio suficiente para acometidas accesibles a todos sus ocupantes.

4) Por capacidad. Se permiten dos o más acometidas:

a. Cuando se requiera una capacidad de más de 2.000 A a una tensión de suministro de 600 V o menos; o

b. Cuando los requisitos de carga de una instalación monofásica sean superiores a los que la compañía eléctrica suministra normalmente a través de una sola acometida; o

c. Por permiso especial.

5) *Edificios de gran superficie. Por permiso especial, en un solo edificio u otra estructura suficientemente grande como para necesitar dos o más acometidas.*

6) *Para distintas características, por ejemplo para distintas tensiones, frecuencias o fases o para distintos usos, por ejemplo para distintas tarifas.*

7) *Exclusivamente para lo establecido en el Artículo 230-40, Excepción 2), se debe considerar como una acometida subterránea los grupos de conductores subterráneos de sección transversal 53,5* mm^2 (1/0 AWG) *y mayor que vayan al mismo lugar y conectados juntos a la fuente de alimentación pero no conectados juntos en el extremo de la carga.*

b) Identificación. Cuando un edificio o estructura esté alimentado por más de un circuito alimentador o ramal o por una combinación de circuitos alimentadores, ramales y acometidas, en cada lugar de desconexión del circuito alimentador y cada uno de los ramales se debe instalar una placa o directorio permanente que indique todos los demás circuitos alimentadores, ramales y acometidas que alimentan al edificio o estructura y la zona cubierta por cada uno de ellos. Véase Sección 225-8.d).

Generalidades .....Parte A

Conductores aéreos de la acometida .....Parte B

Conductores subterráneos de acometida .....Parte C

Conductores de entrada de acometida .....Parte D

Equipo de acometida, generalidades .....Parte E

Equipo de acometida, medios de desconexión .....Parte F

Equipo de acometida, protección contra sobrecorriente ..Parte G

Acometidas de más de 600 V nominales .....Parte H

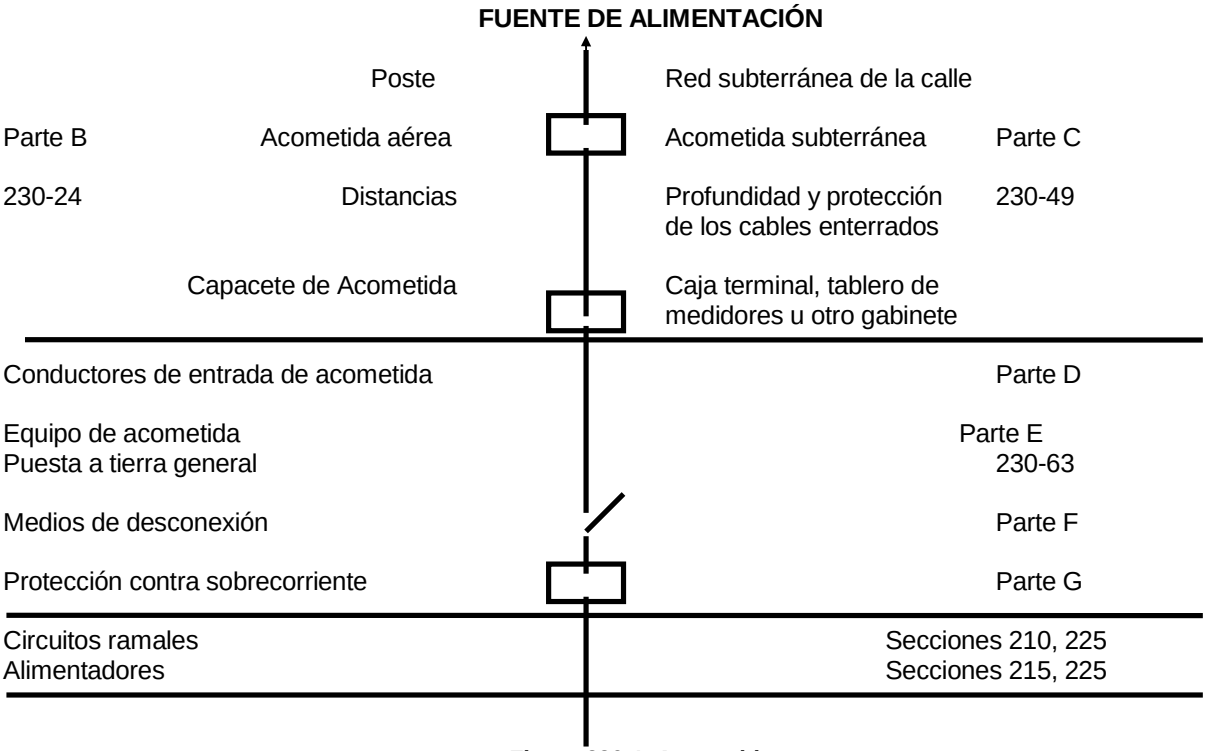


Figura 230-1. Acometidas.

230-3. Una edificación o una estructura no deben estar alimentadas desde otra. Los conductores de acometida de una edificación o una estructura no deben pasar a través del interior de otro edificio o estructura.

230-6. Conductores considerados fuera de la edificación. Se debe considerar que los conductores están fuera de un edificio u otra estructura en cualquiera de las siguientes circunstancias: 1) si están instalados a más de 50 mm por debajo del concreto de la edificación o estructura; 2) si están instalados en un edificio o estructura en una canalización empotrada en concreto o ladrillo de más de 50 mm de espesor, o 3) si están instalados en una bóveda de transformadores que cumplan los requisitos de la Sección 450, Parte C.

230-7. Otros conductores en canalizaciones o cables. Los conductores que no sean los de acometida no se deben instalar en la misma canalización ni cable que los de la acometida.

Excepciones:

1) Conductores de puesta a tierra y puentes de conexión equipotencial.

2) Conductores de los equipos de control de carga que tengan protección contra sobrecorriente.

230-8. Sellado de las canalizaciones. Cuando una canalización de acometida entre desde la red de distribución subterránea, se debe sellar según el Artículo 300-5. También se deben sellar las canalizaciones

libres o no utilizadas. Los sellantes deben estar identificados para utilizarlos con aislamiento de cables o blindaje u otros componentes.

230-9. Distancia a las aberturas de las edificaciones. Los conductores de acometida instalados como conductores a la vista o cables de varios conductores sin un forro general externo, deben estar a una distancia no menor a 0,9 m de las ventanas que se puedan abrir, puertas, porches, balcones, escaleras, peldaños, salidas de incendio o similares. No se deben instalar conductores aéreos de acometida debajo de aberturas a través de las que se puedan pasar materiales, como las aberturas de las edificaciones agrícolas y comerciales, y no se deben instalar donde obstruyan la entrada a esas aberturas.

Excepción: Se permite que los conductores que pasan por encima de la parte superior de una ventana estén a menos de los 0,9 m exigidos anteriormente.

B. CONDUCTORES AÉREOS DE ACOMETIDA

230-21. Alimentación aérea. Los conductores aéreos de acometida hasta un edificio u otra estructura (como un poste) en los que se instale un medidor o medio de desconexión, se deben considerar acometida aérea y se deben instalar como tales.

Nota. Ejemplo, cargas en edificios agrícolas, Sección 220, Parte D.

230-22. Aislamiento o cubierta. Los conductores de acometida deben soportar normalmente la exposición a los agentes atmosféricos y otras condiciones de uso sin que se produzcan fugas perjudiciales de corriente. Los conductores individuales deben estar aislados o cubiertos con un material termoplástico extruido o aislante termoajustable.

Excepción: Está permitido que el conductor puesto a de puesta a tierra de un cable de varios conductores esté desnudo.

230-23. Calibre y capacidad de corriente.

a) Generalidades. Los conductores deben tener una capacidad de corriente suficiente para transportar la corriente para la que se ha calculado la carga, según la Sección 220, y deben poseer una resistencia mecánica adecuada.

b) Calibre mínimo. Los conductores no deben tener una sección transversal menor a 8,36 mm^2 (8 AWG) si son de cobre o a 13,29 mm^2 (6 AWG) si son de aluminio o cobre revestido de aluminio.

Excepciones :

1) Para pequeñas unidades de vivienda que no superen una superficie de planta de 53 m^2 *, cuya carga total corresponda exclusivamente a carga de alumbrado general y tenga sustitutos de la electricidad para calefacción y cocción, los conductores no deben ser de sección transversal inferior a* 5,25 mm^2 *(10 AWG) si son de cobre o a* 8,36 mm^2 *(8 AWG) si son de aluminio o cobre revestido de aluminio.*

2) En instalaciones que tengan solamente cargas limitadas de un circuito ramal sencillo, como calentadores de agua controlados, pequeñas cargas polifásicas y similares, los conductores no deben ser de sección transversal menor a 3,3 mm^2 *(12 AWG) de cobre endurecido en frío o equivalente.*

c) Conductores puestos a tierra. Un conductor puesto a tierra no debe tener una sección menor de la exigida por el Artículo 250-23.b).

230-24. Distancias. Las distancias verticales de todos los conductores aéreos de acometida se deben basar en una temperatura del conductor 15 ℃, sin viento, con una flecha final sin carga en el cable, conductor o alambre. Los conductores aéreos de la acometida no deben ser fácilmente accesibles y, en las acometidas menores a 600 V nominales, deben cumplir las siguientes condiciones a) hasta d).

a) Sobre los tejados. Los tramos aéreos de conductores a la vista y cables a la vista de varios conductores de no más de 600 V nominales, deben estar a una distancia vertical no menor a 2,5 m desde la superficie del tejado hacia arriba. La distancia vertical sobre el nivel del tejado se debe mantener para una distancia de no menos de 0,9 m desde el borde del tejado en todas las direcciones.

Excepciones:

1) *La zona por encima de la superficie de un tejado por la que pueda haber tráfico de peatones o de vehículos, debe estar a una distancia vertical desde la superficie del tejado según las distancias establecidas en el Artículo 230-24.b).*

2) *Cuando la tensión entre conductores no supere los 300 V y el tejado tenga una pendiente no menor a 0,10 m por cada 0,30 m, se permite una reducción de la distancia a 0,9 m.*

3) *Cuando la tensión entre conductores no supere los 300 V, se permite una reducción de la distancia únicamente sobre la parte que sobresalga del tejado a no menos de 0,5 m, si: 1) los conductores aéreos de acometida no pasan a más de 1,80 m y de 1,20 m en horizontal sobre la parte saliente del tejado y 2) terminan en una canalización que atraviese el tejado o en un apoyo aprobado.*

Nota. Para los apoyos en postes, véase el Artículo 230-28.

4) *El requisito de mantener una distancia vertical de 0,9 m desde el borde del tejado, no se debe aplicar al tramo final del conductor cuando está unido a un lateral de la edificación.*

b) Distancia vertical desde el suelo. Los conductores aéreos de acometida de no más de 600 V nominales, deben guardar la siguiente distancia mínima medida desde la superficie acabada del suelo:

1) 3,0 m en la acometida de la edificación, también en el punto más bajo del bucle de goteo de la entrada eléctrica al edificio y sobre las zonas o aceras accesibles sólo a los peatones, medidos desde la superficie acabada del suelo u otra superficie accesible sólo para los cables de la acometida aérea apoyados e instalados junto con un cable mensajero desnudo puesto a tierra y limitado a 150 V a tierra.

2) 3,6 m sobre edificios residenciales y accesos vehiculares y sobre las zonas comerciales no sujetas a tráfico de camiones, cuando la tensión esté limitada a 300 V a tierra.

3) 4,6 m en las zonas mencionadas en el punjo anterior 2), cuando la tensión supere los 300 V a tierra.

4) 5,5 m sobre calles, callejones, avenidas o carreteras públicas, zonas de aparcamiento con tráfico de camiones, accesos a lugares distintos de las edificaciones residenciales y otros lugares por donde circulen por vehículos, como las zonas de cultivo, de césped, de bosques y huertos.

c) Distancia a las aberturas de las edificaciones. Véase Sección 230-9.

d) Distancia a las piscinas. Véase Sección 680-8.

230-26. Punto de sujeción. El punto de sujeción de los conductores aéreos de acometida a un edificación o una estructura debe estar a las distancias mínimas especificadas en el Artículo 230-24. En ningún caso este punto de sujeción debe estar a menos de 3,0 m sobre la superficie acabada del suelo.

230-27. Medios de sujeción. Los cables de varios conductores utilizados en las acometidas aéreas se deben sujetar a las edificaciones o a las estructuras mediante herrajes identificados para su uso con conductores de acometida. Los conductores a la vista se deben sujetar con herrajes identificados para su uso con conductores de acometida o con aisladores incombustibles y no absorbentes bien sujetos a la edificación o estructura.

230-28. Mástiles de acometida como apoyo. Cuando se utilice un mástil de acometida como apoyo de los conductores aéreos de acometida, debe ser de una resistencia adecuada o estar sujeto mediante abrazaderas o alambres de retención que soporten con seguridad los esfuerzos que origina el cable aéreo de acometida. Si se utilizan mástiles de acometida para canalizaciones, todos los herrajes de las canalizaciones deben estar identificados para su uso en mástiles de acometida. Sólo se permite que estén sujetos en un mástil de acometida los conductores aéreos de acometida.

230-29. Soportes sobre las edificaciones. Los conductores aéreos de acometida que pasen sobre un tejado deben estar debidamente apoyados en estructuras sólidas. Cuando sea posible, dichos soportes deben ser independientes de la edificación.

C. CONDUCTORES DE COMETIDA SUBTERRÁNEA

230-30. Aislamiento. Los conductores de acometida subterránea deben soportar las condiciones atmosféricas y otras circunstancias de uso sin que se produzcan fugas perjudiciales de corriente. Los conductores de acometida subterránea deben estar aislados para la tensión correspondiente.

Excepción: Se permite que haya un conductor puesto a tierra sin aislar, en las siguientes circunstancias:

a. Un conductor de cobre desnudo en una canalización.

b. Un conductor de cobre desnudo directamente enterrado, si se estima que el cobre es adecuado a las condiciones del suelo.

c. Un conductor de cobre desnudo directamente enterrado independientemente de las condiciones del suelo, si forma parte de un cable identificado para su uso enterrado.

d. Un conductor de aluminio o de aluminio recubierto de cobre sin aislante o cobertura individual, si forma parte de un cable identificado para su uso enterrado directamente o en una canalización.

230-31. Calibre y capacidad de corriente.

a) Generalidades. Los conductores de la acometida subterránea deben tener una capacidad de corriente suficiente para transportar la corriente para la que se ha calculado la carga, según la Sección 220, y deben poseer una rigidez mecánica adecuada.

b) Calibre mínimo. Los conductores no deben tener una sección transversal menor a 8,36 mm^2 (8 AWG) si son de cobre o a 13,29 mm^2 (6 AWG) si son de aluminio o aluminio recubierto de cobre.

Excepciones :

1) Para pequeñas unidades de vivienda que no superen una superficie de planta de 53 m^2 *, cuya carga total corresponda exclusivamente a carga de alumbrado general y tenga sustitutos de la electricidad para calefacción y cocción, los conductores no deben ser de sección transversal inferior a* 5,25 mm^2 *(10 AWG) si son de cobre o a* 8,36 mm^2 *(8 AWG) si son de aluminio o cobre revestido de aluminio.*

2) En instalaciones que tengan solamente cargas limitadas de un circuito ramal sencillo, como calentadores de agua controlados, pequeñas cargas polifásicas y similares, los conductores no deben ser de sección transversal menor a 3,3 mm^2 *(12 AWG) de cobre endurecido en frío o equivalente.*

c) Conductores puestos a tierra. Un conductor puesto a tierra no debe tener una sección menor de la exigida por el Artículo 250-23.b).

Nota. Se puede conseguir un funcionamiento razonablemente eficaz si se toman en cuenta las caídas de tensión al dimensionar los conductores de acometida subterránea.

230-32. Protección contra daños. Los conductores de acometida subterránea deben estar protegidos contra daños según el Artículo 300-5. Los conductores de acometida subterránea que entren en un edificio se deben instalar según el Artículo 230-6 o proteger mediante una canalización de las identificadas en el Artículo 230-43.

D. CONDUCTORES DE ENTRADA DE ACOMETIDA

230-40. Número de grupos de conductores de entrada de acometida. Cada acometida aérea o subterránea sólo debe alimentar a un grupo de conductores de entrada de acometida.

Excepciones:

1) *Se permite que las edificaciones con más de una ocupación tengan un grupo de conductores de entrada de acometida que vaya hasta cada ocupación o grupo de ocupaciones.*
2) *Cuando en un local se agrupen de dos a seis medios de desconexión de la acometida en encerramientos independientes que alimenten cargas separadas desde una acometida aérea o subterránea, se permite que un conjunto de conductores de entrada alimente cada uno de los varios encerramientos que haya en la acometida.*
3) *Se permite que una vivienda unifamiliar sencilla y una estructura separada tengan un grupo de conductores de entrada de acometida que vayan a cada una de ellas desde una única acometida aérea o subterránea.*

230-41. Aislamiento de los conductores de entrada de acometida. Los conductores de entrada de acometida deben soportar las condiciones atmosféricas y otras circunstancias de uso sin que se produzcan fugas perjudiciales de corriente. Los conductores de entrada de acometida que entren en un edificio o estructura o se vean en su exterior, deben estar aislados.

Excepción: Se permite que haya un conductor puesto a tierra sin aislar, en las siguientes circunstancias:

a. *Un conductor de cobre desnudo en una canalización o parte de un conjunto de cables de acometida.*
b. *Un conductor de cobre desnudo directamente enterrado, si se estima que el cobre es adecuado para las condiciones del suelo.*
c. *Un conductor de cobre desnudo directamente enterrado independientemente de las condiciones del suelo, si forma parte de un conjunto de cables identificado para su uso enterrado.*
d. *Un conductor de aluminio o aluminio recubierto de cobre sin aislante o cubierta individual, si forma parte de un conjunto de cables identificado para su uso enterrado directamente o en una canalización.*

230-42. Sección transversal y capacidad de corriente.

a) Generalidades. Los conductores de entrada de acometida deben tener una sección transversal suficiente para transportar la corriente para la que se ha calculado la carga, según la Sección 220. La capacidad de corriente se determina según el Artículo 310-15.

Excepción: La capacidad de corriente de los conductos de barras aprobados debe ser el valor para el cual han sido certificados o rotulados esos conductos.

b) Conductores no puestos a tierra. Los conductores no puestos a tierra deben tener una capacidad de corriente no menor a lo estipulado por las empresas locales de energía y de acuerdo con los artículos 230.23.b) y 230. 31.b).

c) Conductores puestos a tierra. Un conductor puesto a tierra no debe tener una sección transversal menor de la exigida por el Artículo 250-23.b).

230-43. Métodos de alambrado para instalaciones de 600 V nominales o menos. Los conductores de acometida se deben instalar de acuerdo con los requisitos aplicables de este *Código* relativos a los métodos de alambrado utilizados y se deben limitar a los siguientes: 1) alambrado a la vista sobre aisladores; 2) cables de tipo IGS; 3) tubo conduit metálico rígido; 4) tubo conduit metálico intermedio; 5) tubería eléctrica metálica; 6) tubería eléctrica no metálica (ENT); 7) cables de acometida; 8) canalizaciones de cables; 9) conductos de barras; 10) canaletas auxiliares; 11) tubo conduit rígido no metálico; 12) buses de cables; 13) cables de tipo MC; 14) cables con recubrimiento metálico y aislamiento mineral; 15) tubo conduit metálico flexible no superior a 1,80 m de longitud o tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos no superior a 1,80 m de longitud entre canalizaciones o entre una canalización y el equipo de acometida, con un puente de conexión equipotencial a lo

largo del tubo conduit metálico flexible o del tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos según lo previsto en el Artículo 259-79.a), c), d) y f); o 16) tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos.

Está permitido que se utilicen sistemas de bandejas de cables aprobados como apoyo de los cables aprobados para su uso como conductores de acometida.

230-46. Conductores sin empalmar. Los conductores de entrada acometida no deben presentar empalmes.

Excepciones:

1) *Se permiten conexiones mediante abrazaderas o pernos en los armarios de medidores.*
2) *Cuando los conductores de entrada de acometida estén derivados para alimentar de dos a seis medios de desconexión agrupados en el mismo sitio.*
3) *En un punto de unión debidamente encerrado, cuando se cambie el método de alambrado subterráneo por otro método de alambrado.*
4) *Se permite una conexión cuando los conductores de la acometida se prolongan desde una acometida aérea a un lugar exterior de medidores y vuelven a conectarse con los conductores de entrada de acometida de una instalación existente.*
5) *Cuando los conductores de entrada de acometida son un conducto de barras, se permiten las conexiones necesarias para montar las distintas partes y herrajes.*
6) *En los conductores de entrada de acometidas ya existentes, se permite instalar juegos de empalme subterráneos para:*

   a. *Reparar los conductores existentes.*

   b. *Prolongar los conductores, con permiso especial de la autoridad competente.*

230-49. Protección contra daños físicos. Conductores subterráneos. Los conductores subterráneos de entrada de acometida se deben proteger contra daños físicos según el Artículo 300-5.

230-50. Protección de los conductores y cables a la vista contra daños físicos. Cables sobre el suelo. Los conductores de entrada de acometida instalados sobre el suelo se deben proteger contra daños físicos según lo establecido en los siguientes apartados a) y b):

a) Cables de entrada de acometida. Los cables de entrada de acometida, cuando estén propensos a daños físicos como cuando están instalados en lugares expuestos cerca de aceras, pasadizos, accesos, trampillas de carbón o si están sujetos a contactos con puertas, cierres, anuncios oscilantes u objetos similares, deben estar protegidos por alguna de las siguientes maneras: 1) por tubo conduit de metal rígido; 2) por tubo conduit metálico intermedio; 3) por tubo conduit rígido no metálico adecuado para el lugar; 4) por tubería eléctrica metálica o 5) por otro medio aprobado.

b) Otros cables. Los cables y conductores individuales a la vista distintos de los de entrada de acometida, no se deben instalar a menos de 3,0 m del nivel del suelo o donde estén expuestos a daños físicos.

Excepción: Se permite instalar cables de tipo MI y MC a menos de 3,0 m del nivel del suelo donde no estén expuestos a daños físicos o estén protegidos según el Artículo 300-5.d).

230-51. Soportes de montaje. Los cables o conductores individuales de acometida a la vista, se deben soportar como se especifica en los siguientes apartados a), b) o c):

a) Cables de entrada de acometida. Los cables de entrada de acometida deben ir sujetos por abrazaderas u otro medio aprobado situado a menos de 0,3 m de cada capacete, cuello de cisne (tubo en "U") o conexión a una canalización o armario y a intervalos que no pasen de 0,8 m.

b) Otros cables. Los cables que no estén aprobados para montaje en contacto con un edificio u otra estructura, se deben montar sobre apoyos aislantes instalados a intervalos que no pasen de 4,5 m y de manera que mantengan una distancia no menor a 50 mm de la superficie sobre la cual pasan.

c) Conductores individuales a la vista. Los conductores individuales a la vista se deben instalar según la Tabla 230-51.c). Cuando estén expuestos a la intemperie, los conductores se deben montar sobre aisladores o soportes aislantes unidos a perchas, abrazaderas o algún otro medio aprobado. Si no están expuestos a la intemperie, los conductores se deben montar en aisladores (palomillas) de vidrio o porcelana.

Tabla 230-51.c). Soportes y distancias de los conductores individuales a la vista en acometidas

		Distancia mínima (cm)	
Tensión máxima (V)	**Distancia máxima entre soportes (m)**	**Entre conductores**	**Desde la superficie**
600	2,8	15	5
600	4,5	30	5
300	1,4	8	5
600 *	1,4	7	2,5 *

* No expuestos a la intemperie.

230-52. Conductores individuales que entran en edificaciones u otras estructuras. Cuando un conductor individual a la vista entra en un edificio u otra estructura, debe hacerlo a través de pasacables en el tejado o a través de la pared con una inclinación hacia arriba a través de tubos aislantes individuales, no combustibles y no absorbentes. Antes de entrar en los tubos se debe hacer un bucle de goteo en los conductores.

230-53. Drenaje de las canalizaciones. Cuando estén expuestas a la intemperie, las canalizaciones por cuyo interior discurran conductores de entrada de acometida deben ser herméticas a la lluvia y estar dispuestas de modo que se puedan drenar. Si están embebidas en mampostería, las canalizaciones deben llevar también drenajes.

Excepción: Lo que permita el Artículo 350-5.

230-54. Localizaciones de las acometidas aéreas.

a) Capacete de acometida hermético a la lluvia. Las canalizaciones de acometida deben ir equipadas con un capacete de acometida hermético a la lluvia en el punto de conexión con los conductores aéreos de acometida.

b) Cable de acometida equipado con capacete de acometida o cuello de cisne (curva en U) herméticos a la lluvia. El cable de acometida debe 1) estar equipado con un capacete de acometida hermético a la lluvia o 2) formar una curva en U que se proteja con cinta aislante y se pinte o se proteja con cinta autofundente termoplástica resistente a la intemperie.

c) Cabezotes de acometida por encima de la sujeción del cable aéreo de acometida. Los capacetes de acometida y las curvas en U de los cables de entrada de acometida deben estar situados por encima del punto de sujeción de los conductores aéreos de acometida al edificio u otra estructura.

Excepción: Cuando no sea posible instalar el capacete de acometida por encima del punto de sujeción, se permite la ubicación del capacete de acometida a no más de 0,6 m de ese punto.

d) Sujeción. Los cables de acometida se deben sujetar de modo seguro.

e) Pasacables independientes. Los conductores de distinto potencial que entren en el capacete de acometida, lo deben hacer a través de aberturas independientes protegidas con pasacables.

Excepción: Cables de acometida enchaquetados multiconductores sin empalmes.

f) Bucles de goteo. Se debe formar un bucle de goteo independiente en cada conductor. Para evitar la entrada de humedad, los conductores de acometida se deben conectar a los conductores aéreos de acometida: 1) por debajo del nivel del capacete de acometida o 2) por debajo del nivel de la terminación del forro del cable de acometida.

g) Dispuestos para evitar que el agua entre en la canalización o equipo de acometida. Los conductores aéreos de acometida y los de entrada de acometida se deben instalar de modo que el agua no entre en las canalizaciones o equipos de acometida.

230-55. Terminación en los equipos de acometida. Cualquier canalización o cable de acometida debe terminar en la parte interior de una caja, armario o accesorio equivalente que proteja eficazmente todas las partes metálicas energizadas.

Excepción: Está permitido que la canalización termine en un pasacables cuando el medio de desconexión de la acometida esté montado en un cuadro de distribución que tenga las barras colectoras expuestas en su parte posterior.

230-56. Conductor de acometida con mayor tensión a tierra. En una acometida tetrafilar conectada en delta, en la que el punto medio del bobinado de una fase esté puesto a tierra, el conductor de acometida con la mayor tensión de fase a tierra se debe rotular de modo duradero y permanente, en todos los puntos de terminación o empalme, con un acabado exterior naranja u otro medio eficaz.

E. EQUIPOS DE ACOMETIDA - GENERALIDADES

230-62. Equipo de acometida - Encerrado o resguardado. Las partes energizadas de los equipos de acometida deben ir instaladas dentro de un encerramiento como se especifica en el siguiente apartado a) o resguardadas como se especifica en el siguiente apartado b):

a) Dentro de un encerramiento. Las partes energizadas deben estar encerradas de modo que no estén expuestas a contacto accidental, o reguardarse como se indica en b) a continuación.

b) Resguardado. Las partes energizadas que no estén encerradas se deben instalar en un cuadro de distribución, panel de distribución o tablero de mando y resguardar según lo establecido en las Artículos 110-17 y 110-18. Cuando las partes energizadas se protejan como establece el Artículo 110-17.a).1) y 2), se debe proporcionar un medio para cerrar con seguro o sellar las puertas que dan acceso a dichas partes.

230-63. Puesta a tierra y conexión equipotencial. Los equipos de acometida, canalizaciones, blindajes de los cables, forros de los cables, etc. y cualquier conductor de la acometida que deban ponerse a tierra, deben conectarse de acuerdo con las siguientes partes de la Sección 250:

Parte B. Puesta a tierra de circuitos y sistemas.

Parte C. Ubicación de las conexiones de puesta a tierra del sistema.

Parte D. Puesta a tierra de encerramientos.

Parte F. Métodos de puesta a tierra.

Parte G. Conexión equipotencial.

Parte H. Sistema del electrodo de puesta a tierra.

Parte J. Conductores de puesta a tierra.

230-64. Espacio de trabajo. Cerca del equipo de acometida se debe dejar el espacio de trabajo suficiente para que se permita funcionamiento, inspecciones y reparaciones seguras. En ningún caso este espacio debe ser menor al especificado en el Artículo 110-16.

230-65. Corriente de cortocircuito. El equipo de acometida debe ser adecuado para la corriente de cortocircuito disponible en sus terminales de suministro.

230-66. Rotulado. El equipo de acometida de 600 V o menos se debe rotular para identificarlo como adecuado para su uso como tal. El gabinete para un medidor individual tipo enchufable no se considera como equipo de acometida

F. EQUIPO DE ACOMETIDA - MEDIOS DE DESCONEXIÓN

230-70. Generalidades. En una edificación u otra estructura debe haber un medio para desconectar todos los conductores a partir de los conductores de acometida.

a) Ubicación. El medio de desconexión de la acometida debe instalarse en un lugar fácilmente accesible, fuera de la edificación o estructura o dentro de ella, lo más cerca posible del punto de entrada de los conductores de acometida.

El medio de desconexión de la acometida no se debe instalar en cuartos de baño.

b) Rotulado. Todos los medios de desconexión de la acometida deben llevar rótulos permanentes que los identifiquen como tales.

c) Adecuados para su uso. Todos los medios de desconexión de la acometida deben ser adecuados para las condiciones que se den en la misma. El equipo de acometida instalado en lugares peligrosos (clasificados) debe cumplir los requisitos de los Secciones 500 a 517.

230-71. Número máximo de medios de desconexión.

a) Generalidades. El medio de desconexión de la acometida para cada acometida que permita el Artículo 230-2 o para cada grupo de conductores de acometida que permita el Artículo 230-40 Excepción 1), debe consistir en no más de seis interruptores o seis interruptores automáticos de circuitos montados en un solo armario, en un grupo de armarios independientes o en un cuadro de distribución . No debe haber más de seis medios de desconexión por acometida agrupados en un solo lugar.

Excepción: Para lo establecido en esta Artículo, los medios de desconexión utilizados únicamente en el circuito de mando del sistema de protección contra fallas a tierra, instalado como parte del equipo certificado, no se debe considerar medio de desconexión de la acometida.

b) Dispositivos unipolares. En los circuitos multiconductores se permiten dos o tres interruptores o interruptores automáticos unipolares que puedan funcionar por separado, un polo para cada conductor no puesto a tierra, como medio de desconexión multipolar, siempre que estén equipados con elementos de acoplamiento o palancas maestras para desconectar todos los conductores de la acometida sin hacer no más de seis operaciones de desconexión con la mano.

Nota. Véase el Artículo 384-16.a) para los equipos de acometida en los paneles de distribución eléctricos y el Artículo 430-95 para los equipos de acometida en centros de control de motores.

230-72. Agrupación de los medios de desconexión.

a) Generalidades. Los dos a seis medios de desconexión permitidos en el Artículo 230-71, se deben agrupar. Cada medio de desconexión debe estar rotulado, indicando la carga servida.

Excepción: Se permite que uno de los dos a seis medios de desconexión permitidos en el Artículo 230-71, esté situado lejos de los restantes medios de desconexión si se utiliza sólo para alimentar una bomba de agua que sirva también como bomba contra incendios.

b) Medios de desconexión de la acometida adicionales. El medio o medios adicionales de desconexión de la acometida para bombas contra incendios, emergencia, servicios de reserva legalmente exigidos o servicios de reserva opcionales permitidos por el Artículo 230-2, se deben instalar a distancia suficiente de los uno a seis medios de desconexión normales de la acometida, de manera que se reduzca al mínimo la posibilidad de corte simultáneo de la alimentación.

Nota. Para las acometidas de instalaciones de emergencia, véanse los Artículos 700-12.d) y .e).

c) Acceso a los usuarios. En edificaciones de ocupación múltiple, todos los ocupantes deben tener acceso a los medios de desconexión de la acometida.

Excepción: En edificios de ocupación múltiple en los que el servicio y mantenimiento de la instalación eléctrica estén a cargo de la administración de la edificación y estén bajo su supervisión continua , se permite que los medios de desconexión de la acometida que alimenten a más de una ocupación sean accesibles únicamente al personal de la administración autorizado.

230-74. Apertura simultánea de todos los polos. Cada medio de desconexión de la acometida debe desconectar simultáneamente todos los conductores de la acometida no puestos a tierra..

230-75. Desconexión del conductor puesto a tierra. Cuando el medio de desconexión de la acometida no desconecte el conductor puesto a tierra de la instalación de la edificación, debe instalarse otro medio para ello en el equipo de acometida. Para tal fin se puede instalar un terminal o conducto de barras al que se conecten todos los conductores puestos a tierra mediante conectores de presión.

En un cuadro de distribución dividido en varias partes, debe haber un medio de desconexión del conductor puesto a tierra en cada una de las partes, siempre que estén así rotuladas.

230-76. Desconexión manual o eléctrica. El medio de desconexión de los conductores de la acometida sin poner a tierra debe consistir en 1) un interruptor o un interruptor automático de circuito accionable manualmente, equipado con una palanca u otro medio adecuado de accionamiento, o 2) un interruptor o un interruptor automático accionable eléctricamente , siempre que se pueda abrir manualmente en el caso de que se produzca una falla en el suministro de corriente.

230-77. Indicación de la posición. En el medio de desconexión de la acometida se debe indicar claramente si está en posición de abierto o cerrado.

230-78. Accionable desde fuera. Un medio de desconexión de la acometida instalado en un armario debe ser accionable desde fuera sin que el operador se exponga a contacto con partes energizadas.

Excepción: No es necesario que un conmutador o interruptor automático accionado eléctricamente se pueda operar manualmente desde fuera a la posición de cerrado.

230-79. Capacidad nominal del equipo de desconexión. El medio de desconexión de la acometida debe tener un valor nominal de desconexión no menor a la carga que transporta, determinada según la Sección 220. En ningún caso ese valor debe ser menor al especificado en los siguientes apartados a) o b):

a) Instalación para un circuito. En instalaciones que suministran únicamente cargas limitadas a un circuito ramal, el medio de desconexión de la acometida debe tener una capacidad nominal de corriente no menor a 15 A.

b) Instalaciones para dos circuitos. En instalaciones que consistan de dos circuitos ramales bifilares, el medio de desconexión de la acometida debe tener una capacidad nominal de corriente no menor a 30 A.

c) No aplica.

d) No aplica.

230-80. Capacidad nominal de desconexión combinada. Cuando el medio de desconexión de la acometida consiste en más de un interruptor o interruptor automático, tal como permite el Artículo 230-71, la capacidad nominal total de todos los conmutadores o interruptores automáticos utilizados no debe ser menor a lo que establece el Artículo 230-79.

230-81. Conexión a los terminales. Los conductores de acometida se deben conectar a los medios de desconexión de la acometida mediante conectores a presión, abrazaderas u otros medios aprobados. No se deben utilizar conexiones soldadas.

230-82. Equipos conectados del lado de la red de suministro del medio de desconexión de la acometida. No se debe conectar ningún equipo del lado de la red del medio de desconexión de la acometida.

Excepciones:

1) *Los limitadores de cables u otros dispositivos limitadores de corriente.*
2) *Los fusibles y medios de desconexión o interruptores automáticos de circuitos aptos para ser utilizados como equipos de acometida en bases de los medidores o en otros lugares, si están conectados en serie con los conductores de acometida no puestos a tierra y situados lejos de la edificación alimentada.*
3) *Los medidores con una tensión nominal máxima no superior a 600 V, siempre que todas las cajas metálicas y encerramientos de la acometida estén puestos a tierra según la Sección 250.*
4) *Los transformadores (de corriente y tensión), derivaciones (shunts) de alta impedancia, dispositivos de protección contra sobretensión identificados para su uso en el lado de la red del medio de desconexión de la acometida, los dispositivos de control de carga y pararrayos.*
5) *Los contactos en derivación utilizados únicamente para alimentar dispositivos de control de carga, circuitos de sistemas de emergencia, instalaciones eléctricas de reserva, equipos para bombas contra incendios y alarmas contra incendios y de rociadores automáticos, si están dotados de equipo de acometida e instalados siguiendo los requisitos de los conductores de acometida.*
6) *Los sistemas solares fotovoltáicos o fuentes de producción de energía eléctrica interconectadas. Véanse las Secciones 690 y 705 en lo que afecten a estos sistemas.*
7) *Cuando el medio de desconexión de la acometida se accione eléctricamente, se permite que el circuito de mando esté conectado antes del medio de desconexión de la acometida si dispone de dispositivos adecuados de desconexión y protección contra sobrecorriente.*
8) *Los sistemas de protección contra fallas a tierra si están instalados como parte de equipos certificados y si disponen de medios adecuados de desconexión y protección contra sobrecorriente.*

230-83. Equipo de transferencia. El equipo de transferencia, incluidos los conmutadores de transferencia, debe funcionar de manera que todos los conductores de una fuente de alimentación no conectados a tierra se desconecten antes de que se conecte cualquier conductor no puesto a tierra de la segunda fuente.

Excepciones:

1) *Cuando se utilice un equipo manual identificado para ese fin o un equipo automático adecuado, se permite que haya dos o más fuentes conectadas en paralelo a través del equipo de transferencia.*
2) *Cuando haya una instalación en paralelo dotada de un equipo adecuado de mando, automático o manual.*

G. EQUIPO DE ACOMETIDA - PROTECCIÓN CONTRA SOBRECORRIENTE

230-90. Cuándo es necesario. Todos los conductores de acometida no puestos a tierra deben tener protección contra sobrecarga.

a) Conductor no puesto a tierra. Dicha protección debe consistir en un dispositivo contra sobrecorriente en serie con cada conductor de acometida no puesto a tierra que tenga una capacidad de corriente nominal o ajuste no superior a la del conductor.

Excepciones:

1) *Para las corrientes de arranque de los motores, se permiten corrientes máximas que cumplan lo establecido en las Artículos 430-52, 430-62 y 430-63.*
2) *Los fusibles e interruptores automáticos con una corriente máxima nominal que cumpla lo establecido en los Artículos 240-3.b) o c) y 240-6.*

3) *No se permiten más de seis interruptores automáticos de circuitos o seis juegos de fusibles como dispositivo de protección contra sobrecorriente, que proteja al circuito contra sobrecargas. Se permite que la suma de corrientes nominales de los interruptores automáticos o fusibles supere a la de los conductores de la acometida, siempre que la carga calculada según la Sección 220 no supere la capacidad de corriente de los conductores de acometida.*

4) *Bombas contra incendios. Cuando se estime que la acometida al cuarto de bombas contra incendios deba estar fuera de la edificación, no se deben aplicar estas disposiciones. El dispositivo de protección contra sobrecorriente de la acometida a las bombas contra incendios se debe elegir o ajustar de modo que pueda transportar indefinidamente la corriente del motor o motores a rotor frenado.*

5) *Acometidas monofásicas trifilares a 120/240 V para viviendas, tal como lo permite la Nota 3 a las Tablas de Capacidad de corriente de 0 a 2.000 V.*

Se entiende por conjunto de fusibles todos los fusibles necesarios para proteger todos los conductores de un circuito no puestos a tierra. Los interruptores automáticos unipolares agrupados según lo establecido en el Artículo 230-71.b), se deben considerar como un dispositivo de protección.

b) No en un conductor puesto a tierra. En un conductor de acometida puesto a tierra no se debe intercalar ningún dispositivo de protección contra sobrecorriente, excepto un interruptor automático de circuitos que abra simultáneamente todos los conductores del circuito.

230-91. Ubicación de la protección contra sobrecorriente.

a) Generalidades. El dispositivo de protección contra sobrecorriente debe formar parte integral del medio de desconexión de la acometida o estar situado inmediatamente al lado del mismo.

b) Acceso a los ocupantes. En una edificación de ocupación múltiple, cada ocupante debe tener acceso a los dispositivos de protección contra sobrecorriente.

Excepción: La que permite el Artículo 240-24.b), Excepción 1).

230-92. Dispositivos de protección contra sobrecorriente de la acometida cerrados con llave. Cuando los dispositivos de protección contra sobrecorriente de la acometida estén cerrados con llave, sellados o no sean accesibles fácilmente por cualquier otra razón, se deben instalar dispositivos de protección contra sobrecorriente de los circuitos ramales en el lado de las cargas, montados en un lugar fácilmente accesible y deben ser de menor corriente nominal que el dispositivo de protección contra sobrecorriente de la acometida.

230-93. Protección de circuitos específicos. Cuando sea necesario evitar la manipulación, se permite cerrar o sellar el dispositivo automático de protección contra sobrecorriente que proteja los conductores de acometida que alimentan sólo a una carga específica, por ejemplo un calentador de agua, si estuviera accesible.

230-94. Ubicación relativa del dispositivo de protección contra sobrecorriente y otros equipos de la acometida. El dispositivo de protección contra sobrecorriente debe proteger todos los circuitos y dispositivos.

Excepciones:

1) *Se permite que el interruptor de la acometida esté situado en el lado de la red de suministro.*

2) *Se permite que los circuitos en derivación de alta impedancia, los pararrayos, condensadores de protección contra sobretensión y transformadores (de corriente y de tensión) para instrumentos, estén conectados e instalados en el lado de la red de suministro, antes del medio de desconexión de la acometida, tal como lo permite el Artículo 230-82.*

3) *Se permite que los circuitos de suministro de emergencia y los dispositivos de control de cargas se conecten en el lado de la red, antes del dispositivo de protección contra sobrecorriente de la acometida, cuando lleven protección independiente contra sobrecorriente.*

4) *Se permite que los circuitos utilizados únicamente para el funcionamiento de alarmas contra incendios, otros sistemas de señalización de protección o para el suministro de los equipos de las bombas contra incendios, se conecten en el lado de la red, antes del dispositivo de protección contra sobrecorriente de la acometida, cuando lleven protección independiente contra sobrecorriente.*

5) Los medidores con una tensión nominal no superior a 600 V, siempre que todas las cajas metálicas y encerramientos de la acometida estén puestos a tierra según la Sección 250.

6) Cuando el equipo de la acometida se accione eléctricamente, se permite que el circuito de mando esté conectado antes del medio de desconexión de la acometida si dispone de dispositivos adecuados de desconexión y protección contra sobrecorriente.

230-95. Protección contra falla a tierra de equipos. La protección contra falla a tierra de equipos se debe proporcionar para acometidas eléctricas en estrella puestas a tierra sólidamente con una tensión a tierra superior a 150 V pero que no superen los 600 V entre fases para cada dispositivo de desconexión de la acometida de 1.000 A nominales o más.

Se debe considerar que la capacidad de corriente de la desconexión de acometida es la del mayor fusible que se pueda instalar o el ajuste máximo de la corriente de disparo continuo nominal o al que se pueda ajustar el dispositivo de protección contra sobrecorriente instalado en un interruptor automático de circuito.

Definición. "Puesto a tierra sólidamente " significa que el conductor puesto a tierra (neutro) lo está sin necesidad de intercalar ninguna resistencia o impedancia.

Excepciones:

1) Las disposiciones de protección contra fallas a tierra de este Artículo no se aplican a un medio de desconexión de acometida de un proceso industrial continuo, en el que la parada desordenada podría aumentar los riesgos o producir otros nuevos.

2) Las disposiciones de protección contra fallas a tierra de este Artículo no se aplican a las bombas contra incendios

a) Ajuste. El sistema de protección contra fallas a tierra debe funcionar haciendo que la desconexión de la acometida abra todos los conductores no puestos a tierra del circuito en falla. El ajuste máximo del dispositivo de protección contra fallas a tierra debe ser de 1.200 A y el retardo máximo debe ser de un segundo para corrientes de falla a tierra iguales o superiores a 3.000 A.

b) Fusibles. Si se emplea una combinación de interruptor y fusible, los fusibles utilizados deben ser capaces de interrumpir cualquier corriente superior a la capacidad de interrupción del interruptor, antes de que el sistema de protección contra fallas a tierra haga que se abra el interruptor.

Notas:

1) La protección contra fallas a tierra que funcione abriendo el medio de desconexión de la acometida, no ofrece protección contra fallas del lado de la red del elemento protector. Sólo sirve para limitar los daños a los conductores y equipos del lado de las cargas, si se produjera una falla a tierra que diera lugar a un arco en el lado de la carga del elemento protector.

2) Esta protección adicional del equipo de la acometida puede hacer necesario revisar todo el sistema de alambrado para coordinar adecuadamente los dispositivos de protección contra sobrecorriente. Puede que sea necesario instalar nuevos equipos de protección contra fallas a tierra en el alimentador y en los circuitos ramales, cuando se requiera la máxima continuidad del servicio eléctrico.

3) Cuando exista dispositivo de protección contra fallas a tierra mediante desconexión de la acometida y se conecte con otro sistema de suministro a través de un dispositivo de transferencia, puede que sean necesarios otros medios o dispositivos que aseguren la detección de la falla a tierra del equipo protector.

c) Pruebas de funcionamiento. Una vez instalado, se debe probar el funcionamiento del sistema de protección contra fallas a tierra. La prueba se debe hacer siguiendo las instrucciones que se suministren con el equipo. Se debe hacer un informe escrito de esta prueba y ponerlo a disposición de la autoridad competente.

H. ACOMETIDAS DE MÁS DE 600 V NOMINALES

230-200. Generalidades. Los conductores y equipos de acometida utilizados en circuitos de más de 600 V nominales, deben cumplir las disposiciones aplicables de todas los Artículos anteriores de esta Sección, los siguientes que complementan o modifican los anteriores y las disposiciones de las empresas locales de energía. En ningún caso se deben aplicar las disposiciones de la Parte H a los equipos en el lado de suministro del punto de acometida.

Nota. Para las distancias de los conductores de más de 600 V nominales, véase el *National Electrical Safety Code, ANSI C2-1997.*

230-202. Conductores de acometida. Los conductores de acometida hasta las edificaciones o armarios, se deben instalar conforme a lo siguiente:

a) Sección transversal de los conductores. Los conductores de acometida no deben ser de sección transversal menor que 13,29 mm^2 (6 AWG), excepto en cables de varios conductores. Los cables de varios conductores no deben ser de sección transversal menor que 8,36 mm^2 (8 AWG).

b) Métodos de alambrado. Los conductores de acometida se deben instalar según alguno de los métodos de alambrado que recoge el Artículo 710-4.

230-203. Señales de advertencia. En todos los lugares en los que personas no autorizadas puedan entrar en contacto con partes energizadas, se deben poner a la vista avisos con las palabras "Peligro, Alta tensión, Manténgase alejado".

230-204. Seccionadores de aislamiento .

a) Donde se requiera. Cuando los medios de desconexión de la acometida sean interruptores en aceite, interruptores automáticos o seccionadores de operación bajo carga en aire, aceite, vacío o hexafluoruro de azufre, se debe instalar un seccionador en aire o un dispositivo que permita hacer visible el corte y desconexión con tensión del lado del suministro.

Excepción: Cuando dichos equipos vayan montados sobre paneles removibles o tableros de mando en armarios metálicos que no se puedan abrir si no se desconecta el circuito y que, cuando se quitan de su posición normal de funcionamiento, desconectan automáticamente el interruptor o interruptor automático de todas las partes energizadas .

b) Fusibles usados como seccionadores de aislamiento. Cuando los fusibles sean de un tipo que permita utilizarlos como interruptor de desconexión, un grupo de dichos fusibles se podrá utilizar como seccionador de aislamiento.

c) Accesible sólo a personal calificado. El seccionador sólo debe ser accesible a personas calificadas.

d) Conexión de puesta a tierra. Los seccionadores deben ir dotados de un medio para conectar fácilmente a tierra los conductores del lado de la carga cuando se desconecten de la fuente de alimentación. No será necesario un medio para puesta a tierra de los conductores del lado de la carga para los seccionadores duplicados que sean instalados y mantenidos por la empresa local de energía eléctrica.

230-205. Medios de desconexión.

a) Ubicación. Los medios de desconexión de la acometida deben estar situados según lo establecido en el Artículo 230-70.

b) Tipo. Cada medio de desconexión de la acometida debe desconectar simultáneamente todos los conductores de la acometida no puestos a tierra que dependan de él y debe tener una capacidad nominal de interrupción por falla no menor a la corriente máxima de cortocircuito que se produzca en sus terminales de conexión a la red. Cuando se instalen interruptores con fusibles o fusibles independientes, se permite que sus características contribuyan a la capacidad nominal de interrupción por falla del medio de desconexión.

230-206. Dispositivos de protección contra sobrecorriente como medio de desconexión. Cuando el interruptor automático de un circuito o el medio alternativo utilizado según el Artículo 230-208 como dispositivo de protección contra sobrecorriente de la acometida, cumplan los requisitos de el Artículo 230-205, deben constituir el medio de desconexión de la acometida.

230-208. Requisitos de protección. En el lado de la carga o formando parte integrante de la desconexión de la acometida, debe haber un dispositivo de protección contra cortocircuitos que deberá proteger todos los conductores que dependen de él no puestos a tierra. El dispositivo de protección debe ser capaz de detectar e interrumpir cualquier corriente que supere su punto de disparo o de fusión y que pueda producirse en la instalación. Se debe considerar que un fusible de corriente nominal continua que no supere al triple de la capacidad de corriente del conductor, o un interruptor automático con un ajuste de disparo que no supere en seis veces la capacidad de corriente de los conductores, ofrecen protección adecuada contra cortocircuitos.

Nota. Para la capacidad de corriente de los conductores de 2 001 V nominales en adelante, véanse las Tablas 310-69 a 310-86.

Los dispositivos de protección contra sobrecorriente deben cumplir los siguientes requisitos:

a) Tipo de equipo. Los equipos utilizados para proteger los conductores de acometida deben cumplir los requisitos de la Sección 710 Parte C.

b) Dispositivos de protección contra sobrecorriente en armarios. La limitación al 80 % de la capacidad de corriente de un dispositivo de protección contra sobrecorriente en un armario para cargas continuas, no se debe aplicar a dichos dispositivos si están instalados en acometidas que funcionen a más de 600 V.

230-209. Pararrayos. Se permite instalar pararrayos en cada conductor aéreo no puesto a tierra de la acometida, de acuerdo con los requisitos de la Sección 280.

230-210. Equipo de acometida. Disposiciones generales. El equipo de acometida, incluidos los transformadores de instrumentos, debe cumplir lo establecido en la Sección 710 Parte B.

230-211. Equipo de maniobra en armarios metálicos. El equipo de maniobra en armarios metálicos debe consistir en una estructura metálica sólida y un encerramiento de lámina metálica. Cuando se instale sobre suelo combustible, debe ir debidamente protegido.

230-212. Acometidas de más de 15.000 V. Cuando la tensión entre conductores sea superior a 15.000 V, deben entrar a través de accesorios en armarios metálicos o de un cuarto de transformadores que cumplan los requisitos de los Artículos 450-41 a 450-48.

SECCIÓN 240 - PROTECCIÓN CONTRA SOBRECORRIENTE

240-1. Alcance. Las Partes A hasta G de esta Sección tratan de los requisitos generales de la protección contra sobrecorriente y los dispositivos de protección contra sobrecorriente de no más de 600 V nominales. La Parte H trata de la protección contra sobrecorriente de instalaciones de más de 600 V nominales.

Nota. La protección contra sobrecorriente de los conductores y equipos se instala de modo que abra el circuito si la corriente alcanza un valor que pudiera causar una temperatura excesiva o peligrosa de los conductores o su aislamiento. Véase también el Artículo 110-9, para requisitos de la capacidad de interrupción, y el Artículo 110-10, para requisitos de protección contra corrientes de falla.

A. DISPOSICIONES GENERALES

240-2. Protección de los equipos. Se deben proteger los equipos contra sobrecorrientes de acuerdo con las secciones de este *Código* que tratan de cada equipo y que se recogen en la siguiente lista:

	Sección
Acometidas	230
Anuncios eléctricos e iluminación de contorno	600
Artefactos eléctricos	422
Ascensores, montacargas, escaleras y pasillos móviles; ascensores y elevadores para sillas de ruedas	620
Bombas contra incendios	695
Celdas electrolíticas	668
Circuitos de Clase 1, Clase 2 y Clase 3 de control remoto, de señalización y de potencia limitada	725
Circuitos ramales	210
Condensadores	460
Conductos de barras	364
Convertidores de fase	455
Cuadros de distribución y paneles de distribución	384
Distribución de potencia en lazo cerrado y programada	780
Elementos de alumbrado, portabombillas, bombillas y tomacorrientes	410
Equipo de aire acondicionado y refrigeración	440
Equipo de calefacción eléctrica fija de ambiente	424
Equipo de calefacción eléctrica fija de tuberías y recipientes	427
Equipo de calefacción por inducción y pérdidas en el dieléctrico	665
Equipo eléctrico exterior fijo de deshielo y fusión de la nieve	426
Equipos de grabación de sonido y similares	640
Equipos de rayos X	660
Estudios de cine y de televisión y lugares similares	530
Generadores	445
Grúas y elevadores	610
Instituciones de asistencia médica	517
Lugares de reunión	518
Maquinaria industrial	670
Motores, circuitos de motores y controladores	430
Órganos eléctricos de tubos	650
Sistemas de emergencia	700
Sistemas de señalización de protección contra incendios	760
Sistemas solares fotovoltáicos	690
Soldadores eléctricos	630
Teatros, zonas de espectadores en estudios cinematográficos y de televisión y lugares similares	520
Transformadores y bóvedas de transformadores	450

240-3. Protección de los conductores. Los conductores que no sean cordones flexibles y cables de artefactos eléctricos, se deben proteger contra sobrecorriente según su capacidad de corriente tal como se especifica en el Artículo 310-15, excepto los casos permitidos o exigidos por los siguientes apartados a) hasta m).

a) Riesgo de corte de corriente. No será necesaria protección de los conductores contra sobrecarga cuando la apertura del circuito pueda crear un riesgo, por ejemplo en los circuitos magnéticos de transporte de materiales o de bombas contra incendios. Sí deben llevar protección contra cortocircuitos.

b) Dispositivos de 800 A nominales o menos. Se permite usar el dispositivo de protección contra sobrecorriente del valor nominal inmediato superior a la capacidad de corriente de los conductores que proteja, siempre que se cumplan todas las siguientes condiciones:

1) Que los conductores protegidos no formen parte de un circuito ramal con varias salidas que alimenten tomacorrientes para cargas portátiles conectadas con cordón y clavija.

2) Que la capacidad de corriente de los conductores no corresponda con la corriente nominal de un fusible o interruptor automático de circuitos sin ajuste para disparo por sobrecarga por encima de su valor nominal (pero está permitido que tenga otros ajustes de disparo o valores nominales).

3) Que el valor nominal inmediato superior seleccionado no supere los 800 A.

c) Dispositivos de más de 800 A. Cuando el dispositivo de protección contra sobrecorriente sea de más de 800 A nominales, la capacidad de corriente de los conductores que protege debe ser igual o mayor que la corriente nominal del dispositivo, tal como se define en el Artículo 240-6.

d) Conductores de terminales. Se permite que los conductores de terminales estén protegidos contra sobrecorriente según los Artículos 210-19.c), 240-21, 364-11, 364-12 y 430-53.d).

e) Conductores para circuitos de artefactos eléctricos a motor. Se permite que los conductores de los circuitos de artefactos eléctricos a motor estén protegidos contra sobrecorriente según las Partes B y D de la Sección 422.

f) Conductores para circuitos de motores y de control de motores. Se permite que los conductores de circuitos de motores y de control de motores estén protegidos contra sobrecorriente según las Partes C, D, E y F de la Sección 430.

g) Conductores de suministro de convertidores de fase. Se permite que los conductores de suministro de los convertidores de fase para cargas con y sin motor estén protegidos contra sobrecorriente según el Artículo 455-7.

h) Conductores de circuitos para equipos de refrigeración y aire acondicionado. Se permite que los conductores de los circuitos de los equipos de refrigeración y aire acondicionado estén protegidos contra sobrecorriente según las Partes C y F de la Sección 440.

i) Conductores del secundario de los transformadores. Los conductores del secundario de transformadores monofásicos (excepto los bifilares) y polifásicos (excepto los trifilares conexión delta - delta), no se consideran protegidos por el dispositivo de protección contra sobrecorriente del primario. Se permite que los conductores alimentados desde el secundario de un transformador monofásico con secundario bifilar (una tensión) o trifásico con conexión delta - delta con secundario trifilar (una tensión), se protejan mediante el dispositivo de protección contra sobrecorriente del primario (lado del suministro) del transformador, siempre que esa protección cumpla lo establecido en el Artículo 450-3 y no supere el valor resultante de multiplicar la capacidad de corriente del conductor del secundario por la relación de transformación de tensión del secundario al primario.

j) Conductores de los circuitos de condensadores. Se permite que los conductores de los circuitos de condensadores estén protegidos contra sobrecorriente según los Artículos 460-8.b) y 460-25.a) hasta d).

k) Conductores de los circuitos para soldadores eléctricos. Se permite que los conductores de los conductores de circuitos para soldadores estén protegidos contra sobrecorriente según los Artículos 630-12, 630-22 y 630-32.

l) Conductores de los circuitos de control remoto, señalización y potencia limitada. Los conductores de los circuitos de control remoto, señalización y potencia limitada, deben protegerse contra sobrecorriente según los Artículos 725-23, 725-24, 725-41 y las Tablas 11.a) y 11.b) del Capítulo 9.

m) Conductores de los circuitos de sistemas de alarma contra incendios. Los conductores de los circuitos de sistemas de alarma contra incendios se deben proteger contra sobrecorriente según los Artículos 760-23, 760-24, 760-41 y las Tablas 12.a) y 12.b) del Capítulo 9.

240-4. Protección de los cordones flexibles y cables de artefactos. Los cordones flexibles, incluidos los decorativos y las extensiones, se deben proteger contra sobrecorriente según su capacidad de corriente, tal como se establece en las Tablas 400-5.a) y 400-5.b). Los cables de artefactos eléctricos se deben proteger contra sobrecorriente de acuerdo con su capacidad de corriente, tal como se establece en la Tabla 402-5. Se permite, como medio aceptable para proporcionar esta protección, la protección suplementaria contra sobrecorriente que establece el Artículo 240-10.

Excepciones:

1) Cuando un cordón flexible o decorativo aprobado y utilizado con un artefacto específico certificado o una lámpara portátil, se conecte a un circuito ramal de los establecidos en la Sección 210 de acuerdo con lo siguiente:

Circuitos de 20 A, cordón decorativo o cordón de 0,82 mm^2 (18 AWG) y mayor.

Circuitos de 30 A, cordón de 1,31 mm^2 (16 AWG) y mayor.

Circuitos de 40 A, cordón de 20 A y mayor.

Circuitos de 50 A, cordón de 20 A y mayor.

2) Cuando el cable del artefacto se conecte a un circuito ramal de 120 V o más según la Sección 210, de acuerdo con lo siguiente:

Circuitos de 20 A, 0,82 mm^2 (18 AWG) hasta 15,0 m de largo.

Circuitos de 20 A, 1,31 m^{m2} (16 AWG) hasta 30,0 m de largo.

Circuitos de 20 A, 2,08 mm^2 (14 AWG) y mayor.

Circuitos de 30 A, 2,08 mm^2 (14 AWG) y mayor.

Circuitos de 40 A, 3,3 mm^2 (12 AWG) y mayor.

Circuitos de 50 A, 3,3 mm^2 (12 AWG) y mayor.

3) Cuando un cordón flexible usado con extensiones certificadas, se conecte a un circuito ramal de la Sección 210 según lo siguiente:

Circuitos de 20 A de 1,31 mm^2 (16 AWG) y mayor.

240-6. Corrientes nominales normalizadas.

a) Fusibles e interruptores automáticos de disparo fijo. Las capacidades de corrientes nominales estándar de los fusibles e interruptores automáticos de circuito de tiempo inverso, son: 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110, 125, 150, 175, 200, 225, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 600, 700, 800, 1.000, 1.200, 1.600, 2.000, 2.500, 3.000, 4.000, 5.000 y 6.000 A.

Excepción: Como corrientes normalizadas de los fusibles también se tienen: 1, 3, 6, 10 y 601 A.

b) Interruptores automáticos de disparo ajustable. La capacidad nominal de corriente de los interruptores automáticos de disparo ajustable, que tengan medios externos fácilmente accesibles para regular el ajuste de disparo, debe ser el valor máximo de ajuste posible (corriente nominal o sobrecarga).

Excepción: Los interruptores automáticos que tengan tapas desmontables y sellables sobre los medios de ajuste o estén situados detrás de las puertas cerradas de los armarios de los equipos o detrás de las puertas cerradas accesibles sólo al personal calificado, podrán tener capacidades de corrientes nominales iguales a las del sensor de retardo, una vez ajustado.

Nota. No es la intención prohibir el uso de fusibles e interruptores automáticos de circuitos de tiempo inverso con corrientes nominales que no estén normalizadas.

240-8. Fusibles o interruptores automáticos de circuito en paralelo. Los fusibles, interruptores de circuito o combinaciones de ambos no se deben conectar en paralelo.

Excepción: Los interruptores automáticos o fusibles montados en paralelo en fábrica y certificados como una sola unidad.

240-9. Dispositivos térmicos. Los relés térmicos y otros dispositivos no proyectados para abrir cortocircuitos no se deben usar para la protección de conductores contra sobrecorrientes producidas por

cortocircuitos o fallas a tierra, pero se permite su uso para proteger contra sobrecargas a los conductores de los circuitos de motores si están protegidos según el Artículo 430-40.

240-10. Protección suplementaria contra sobrecorriente. Cuando se utilice protección suplementaria contra sobrecorriente en elementos de alumbrado, artefactos y otros equipos o para los circuitos y componentes internos de los equipos, no se debe usar como sustituto de los dispositivos de protección contra sobrecorriente de los circuitos ramales ni en lugar de la protección de los circuitos ramales tal como especifica la Sección 210. Los dispositivos suplementarios de sobrecorriente no tienen que ser fácilmente accesibles.

240-11. Definición de dispositivo de protección contra sobrecorriente tipo limitador de corriente. Un dispositivo protector contra sobrecorriente por limitación de corriente es un dispositivo que, cuando interrumpe corrientes dentro de su rango de funcionamiento, reduce la corriente que pasa por el circuito en falla hasta una cantidad sustancialmente menor a la que se conseguiría en el mismo circuito si el limitador fuese sustituido por un conductor macizo de impedancia comparable.

240-12. Coordinación de los sistemas eléctricos. Cuando se requiera un cierre programado para minimizar el riesgo o riesgos para las personas y equipos, se permite un sistema de coordinación basado en las dos siguientes condiciones:

1) Protección coordinada contra cortocircuitos.

2) Indicación de sobrecarga mediante sistemas o dispositivos de supervisión.

Nota. La coordinación se define como la localización adecuada de una condición de falla para limitar los cortes a los equipos afectados, acompañada por la escogencia de dispositivos selectivos de protección contra fallas. El sistema de supervisión puede hacer que esa situación produzca una alarma que permita tomar medidas correctoras o sacar ordenadamente el circuito, minimizando así los riesgos para las personas y daños para los equipos.

240-13. Protección contra falla a tierra de los equipos. Se debe proteger a los equipos contra fallas a tierra de acuerdo con lo establecido en el Artículo 230-95 para sistemas eléctricos en estrella conectados a tierra sólidamente, de más de 150 V a tierra pero que no superen los 600 V entre fases, para cada dispositivo individual utilizado como medio de desconexión de la red de una edificación o estructura que sea de 1.000 A nominales o más.

Excepciones:

1) Las disposiciones de esta Artículo no se aplican a un medio de desconexión de procesos industriales continuos, en los que la parada desordenada podría aumentar los riesgos o producir otros nuevos.

2) Las disposiciones de protección contra fallas a tierra de este Artículo no se aplican a las bombas contra incendios.

3) Las disposiciones de este Artículo no se deben aplicar si los medios de desconexión están protegidos por dispositivos de protección contra falla a tierra de acometida o de alimentador.

B. UBICACIÓN

240-20. Conductores no puestos tierra.

a) Dispositivo de protección contra sobrecorriente. En serie con cada conductor no puesto a tierra se debe conectar un fusible o la unidad de disparo por sobrecorriente de un interruptor automático. Una combinación de transformador de corriente y relé de sobrecorriente se debe considerar equivalente a un dispositivo de disparo por sobrecorriente.

Nota. Para los circuitos de motores, véanse las Partes C, D, F y J de la Sección 430.

b) Interruptor automático de circuito como dispositivo de protección contra sobrecorriente. Los interruptores automáticos de circuitos deben abrir y desconectar automáticamente todos los conductores del circuito no puestos a tierra.

c) Sistemas de distribución de potencia en circuito cerrado. Como sustitutos de los fusibles o interruptores automáticos se permiten los dispositivos certificados que ofrezcan una protección equivalente contra sobrecorriente en sistemas de distribución de potencia en circuito cerrado.

240-21. Ubicación en el circuito. El dispositivo de protección contra sobrecorriente se debe conectar a cada conductor no puesto a tierra del circuito, del siguiente modo:

a) Conductores del alimentador y circuitos ramales. Los conductores del alimentador y circuitos ramales deben estar protegidos por dispositivos de protección contra sobrecorriente conectados en el punto en el que los conductores reciben su alimentación, excepto lo que permitan los apartados b) hasta m) a continuación.

b) Derivaciones del alimentador no superiores a 3,0 m de largo. Se permite que los conductores se deriven, sin protección contra sobrecorriente en la derivación, de un alimentador o del secundario de un transformador, cuando se cumplan todas las siguientes condiciones:

1) La longitud de los conductores de la derivación no supere 3,0 m.

2) La capacidad de corriente de los conductores de la derivación sea:

a. No menor a la suma de cargas calculadas del circuito alimentado por los conductores de la derivación, y

b. No menor a la corriente nominal del dispositivo alimentado por los conductores de la derivación o no menor a la corriente nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente en la terminación de los conductores de la derivación.

3) Los conductores de la derivación no vayan más allá del cuadro de distribución, panel de distribución, medios de desconexión o dispositivos de mando a los que alimentan.

4) Excepto en el punto de conexión con el alimentador, los conductores de la derivación vayan encerrados en una canalización que debe ir desde la derivación hasta el encerramiento de un cuadro de distribución, panel de distribución o dispositivos de mando o hasta la parte posterior de un cuadro de distribución abierto.

5) Para instalaciones en obra en las que los conductores de derivación salgan del encerramiento metálico o bóveda en la que se hace la derivación, la capacidad de corriente del dispositivo de protección contra sobrecorriente en el lado del suministro de los conductores de derivación no debe ser superior al 1 000 % de la capacidad de corriente de los conductores de la derivación.

Nota. Para paneles de distribución de circuitos ramales de alumbrado y de artefactos véanse los Artículos 384-16.a) y d).

c) Derivaciones del alimentador de no más de 8,0 m de largo. Se permite que los conductores se deriven, sin protección contra sobrecorriente en la derivación, de un alimentador si se cumplen todas las siguientes condiciones:

1) La longitud de los conductores de la derivación no supere 8,0 m.

2) La capacidad de corriente de los conductores de la derivación no sea menor a 1/3 de la corriente nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente de los conductores del alimentador.

3) Los conductores de la derivación terminen en un solo interruptor automático de circuitos o un solo juego de fusibles que limiten la carga a la capacidad de corriente de los conductores de la derivación. Se debe permitir que este dispositivo alimente cualquier número de dispositivos adicionales de protección contra sobrecorriente en el lado de la carga.

4) Los conductores de la derivación estén debidamente protegidos contra daños físicos o cerrados en una canalización.

d) Derivaciones de un alimentador que da suministro a un transformador (el primario más el secundario no deben medir más 8,0 m de largo). Está permitido que los conductores que dan suministro a un transformador se deriven, sin dispositivo de protección contra sobrecorriente, de un alimentador, cuando se cumplan las siguientes condiciones:

1) Los conductores de suministro del primario del transformador tengan una capacidad de corriente de por lo menos 1/3 de la corriente nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente de los conductores del alimentador.

2) Los conductores que se alimentan desde el secundario del transformador deben tener una capacidad de corriente tal que, cuando se multiplica por la relación de la tensión del primario a la del secundario, resulte como mínimo 1/3 de la corriente nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente que protege los conductores del alimentador.

3) La longitud total de un conductor del primario más uno del secundario, excluyendo cualquier parte del conductor del primario que esté protegida a su capacidad de corriente nominal, no sea de más de 8,0 m.

4) Los conductores del primario y del secundario estén protegidos adecuadamente contra daños físicos.

5) Los conductores del secundario terminen en un solo interruptor automático de circuito o juego de fusibles que limiten la corriente de carga a un valor no superior a la capacidad de corriente del conductor como lo permite el Artículo 310-15.

e) Derivaciones del alimentador de más de 8,0 m de largo. Se permite que conductores de más de 8,0 m de largo se deriven de un alimentador, en fábricas con naves de gran altura, con paredes de más de 11,0 m de alto, cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que los sistemas serán atendidos únicamente por personal calificado. No se permite que los conductores derivados, sin dispositivo de protección contra sobrecorriente en la derivación, tengan más de 8,0 de longitud horizontal y más de 30,0 m de longitud total, cuando se cumplan las siguientes condiciones:

1) La capacidad de corriente de los conductores de la derivación no sea menor a 1/3 de la corriente nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente que protege los conductores del alimentador.

2) Los conductores de la derivación terminen en un solo interruptor automático de circuito o un solo juego de fusibles que limiten la carga a la capacidad de corriente de los conductores de la derivación. Se debe permitir que este dispositivo alimente a cualquier número de dispositivos adicionales de sobrecorriente en el lado de la carga.

3) Los conductores de la derivación estén debidamente protegidos contra daños físicos o cerrados en una canalización.

4) Los conductores de la derivación sean continuos de un extremo a otro, sin empalmes.

5) Los conductores de la derivación sean de cobre con sección transversal de 13,29 mm^2 (6 AWG) o de aluminio con 21,14 mm^2 (4 AWG) o superior.

6) Los conductores de la derivación no atraviesen paredes, suelos o techos.

7) La derivación esté hecha a no menos de 9,0 m del suelo.

f) Derivaciones de circuitos ramales. Se permite que las derivaciones a salidas individuales y a conductores de un circuito que alimentan a una sola estufa doméstica, estén protegidas por los dispositivos de protección contra sobrecorriente del circuito ramal, cuando cumplan los requisitos de los Artículos 210-19, 210-20 y 210-24.

g) Derivaciones desde conductos de barras. Se permite que los conductos de barras y las derivaciones desde los conductos de barras estén protegidos contra sobrecorriente según los Artículos 364-10 a 364-13.

h) Derivaciones de circuitos de motores. Los conductores de los circuitos alimentadores y ramales de motores deben estar protegidos contra sobrecorriente según los Artículos 430-28 y 430-53, respectivamente.

i) Conductores desde los terminales de un generador. Se permite que los conductores desde los terminales de un generador estén protegidos contra sobrecorriente según el Artículo 445-5.

j) Conductores del secundario de un transformador de sistemas derivados independientes para instalaciones industriales. Se permite que los conductores estén conectados al secundario de un transformador de un sistema derivado independiente para instalaciones industriales, sin protección contra sobrecorriente en la conexión, cuando se cumplan todas las siguientes condiciones:

1) La longitud de los conductores del secundario no supere los 8,0 m.

2) La capacidad de corriente de los conductores del secundario no sea menor a la corriente nominal del secundario del transformador y la suma de las corrientes nominales de los dispositivos de protección contra sobrecorriente no supere la capacidad de corriente de los conductores del secundario.

3) Todos los dispositivos de protección contra sobrecorriente estén agrupados.

4) Los conductores del secundario estén protegidos adecuadamente contra daños físicos.

m) Derivaciones de alimentadores exteriores. Se permite que conductores exteriores se deriven de un alimentador o conecten al secundario de un transformador sin protección contra sobrecorriente en la derivación o conexión, cuando se cumplan todas las siguientes condiciones:

1) Los conductores estén debidamente protegidos contra daños físicos.

2) Los conductores de la derivación terminen en un solo interruptor automático de circuitos o en un solo juego de fusibles que limite la carga a la capacidad de corriente de los conductores de la derivación. Se debe permitir que este dispositivo alimente cualquier número de dispositivos adicionales de sobrecorriente en el lado de la carga.

3) Los conductores de la derivación estén instalados en el exterior, excepto en el punto de terminación.

4) El dispositivo de protección contra sobrecorriente de los conductores forme parte integrante de un medio de desconexión o esté situado inmediatamente al lado del mismo.

5) Los medios de desconexión de los conductores estén instalados en un lugar fácilmente accesible, fuera de la edificación o estructura, o en el interior lo más cerca posible del punto de entrada de los conductores.

n) Conductores de acometida. Se permite que los conductores de acometida estén protegidos con dispositivos de protección contra sobrecorriente según el Artículo 230-91.

240-22. Conductores puestos a tierra. Ningún dispositivo de protección contra sobrecorriente se debe conectar en serie con un conductor que esté intencionalmente puesto a tierra.

Excepciones:

1) Cuando el dispositivo de protección contra sobrecorriente abra todos los conductores del circuito, incluido el puesto a tierra, y esté diseñado para que ningún polo pueda funcionar independientemente.

2) Para protección de los motores contra sobrecarga, según exigen los Artículos 430-36 y 430-37.

240.23. Cambio en calibre del conductor puesto a tierra. Cuando se produzca un cambio de calibre del conductor no puesto a tierra, se permite hacer un cambio similar en el calibre del conductor puesto a tierra.

240-24. Ubicación en los predios .

a) Fácilmente accesibles. Los dispositivos de protección contra sobrecorriente deben ser fácilmente accesibles.

Excepciones:

1) *Para conductos de barras , según permite el Artículo 364-12.*
2) *Para protección suplementaria contra sobrecorriente, tal como se describe en el Artículo 240-10.*
3) *Para dispositivos de protección contra sobrecorriente de acometida, como se describe en los Artículos 225-.b).9) y 230-92.*
4) *Los dispositivos de protección contra sobrecorriente instalados cerca de motores, artefactos eléctricos u otros equipos a los que alimenten, podrán ser accesibles por medios portátiles (como escaleras portátiles) .*

b) Fácil acceso de los ocupantes. En una edificación, los ocupantes deben tener fácil acceso a todos los dispositivos de protección contra sobrecorriente de los conductores que alimentan esa ocupación.

Excepciones:

1) *En las edificaciones de ocupación múltiple en las que el servicio y el mantenimiento de la instalación eléctrica corren a cargo de la administración de la edificación y esté bajo su supervisión continua, se permite que los dispositivos de protección contra sobrecorriente de la acometida y de los circuitos que alimentan a más de una ocupación, sean accesibles únicamente al personal autorizado por la administración.*
2) *En las habitaciones de huéspedes de hoteles y moteles con ocupación transitoria que estén bajo la supervisión continua de la administración de la edificación, se permite que los dispositivos de protección contra sobrecorriente sean accesibles únicamente al personal autorizado por la administración.*

c) No expuestos a daños físicos. Los dispositivos de protección contra sobrecorriente deben estar situados donde no queden expuestos a daños físicos.

Nota. Véase el Artículo 110-11, Agentes deteriorantes.

d) Alejados de materiales fácilmente combustibles. Los dispositivos de protección contra sobrecorriente no deben estar colocados cerca de materiales fácilmente combustibles, como en armarios roperos.

e) Fuera de los cuartos de baño. En unidades de vivienda y habitaciones de huéspedes de hoteles y moteles, los dispositivos de protección contra sobrecorriente que no sean los de protección suplementaria contra sobrecorriente, no deben estar situados en los cuartos de baño, tal como se define en la Sección 100.

C. ENCERRAMIENTOS

240-30. Generalidades. Los dispositivos de protección contra sobrecorriente deben estar encerrados en armarios o cajas de corte o seccionamiento.

Excepciones:

1) *Cuando formen parte de un conjunto que ofrezca una protección equivalente.*
2) *Cuando vayan montados en cuadros de distribución tipo abierto, o en paneles de distribución o en tableros de mando que estén en cuartos o encerramientos libres de humedad y de materiales fácilmente combustibles y sean accesibles sólo a personal calificado.*
3) *Se permite que la palanca de accionamiento del interruptor automático de circuitos sea accesible sin necesidad de abrir ninguna puerta o tapa.*

240-32. Lugares húmedos o mojados. Los encerramientos para dispositivos de protección contra sobrecorriente en lugares húmedos o mojados deben cumplir lo establecido en el Artículo 373-2.a).

240-33. Posición vertical. Los encerramientos de dispositivos de protección contra sobrecorriente se deben montar en posición vertical.

Excepción: Cuando eso sea imposible y se cumpla con el Artículo 240-81.

D. DESCONEXIÓN Y RESGUARDO

240-40. Medios de desconexión para los fusibles. Se deben instalar medios de desconexión en el lado de la red de todos los fusibles en circuitos de más de 150 V a tierra y fusibles en cartucho en los circuitos de cualquier tensión cuando sean accesibles a personas no calificadas, de modo que cada circuito protegido con fusible se pueda desconectar independientemente de la fuente de energía eléctrica.

Excepciones:

1) *Un dispositivo instalado para limitar corriente en el lado de la red del medio de desconexión de la acometida, tal como permite el Artículo 230-82.*
2) *Se permite un solo medio de desconexión en el lado de la red de más de un conjunto de fusibles, como establece el Artículo 430-112 para la operación de motores en grupo y el Artículo 424-22 para equipo fijo de calefacción eléctrica de ambiente.*

240-41. Partes que puedan formar arco eléctrico o moverse de repente. Las partes que puedan formar arco eléctrico o moverse de repente, deben cumplir con las siguientes disposiciones a) y b).

a) Ubicación. Los fusibles e interruptores automáticos de circuitos deben estar situados o blindados de manera que las personas que los manipulen no se quemen ni sufran daño alguno.

b) Partes que se mueven de repente. Las empuñaduras o palancas de accionamiento de los interruptores automáticos de circuito y otras partes similares que se pueden mover de repente de modo que pudieran herir a las personas que estuvieran en su cercanía, deben estar aisladas o resguardadas.

E. FUSIBLES, PORTAFUSIBLES Y ADAPTADORES ENCHUFABLES

240-50. Generalidades.

a) Tensión máxima. No se deben utilizar fusibles ni portafusibles enchufables en circuitos de más de 125 V entre conductores.

Excepción: En circuitos alimentados por un sistema que tenga el neutro puesto a tierra y ningún otro conductor a más de 150 V a tierra.

b) Rotulado. Todos los fusibles, portafusibles y adaptadores deben estar rotulados con su corriente nominal.

c) Configuración hexagonal. Los fusibles enchufables de 15 A nominales y menos se deben identificar por la forma hexagonal de la ventanilla, tapa u otra parte prominente que los distinga de los fusibles de mayor corriente nominal.

d) Sin partes energizadas. Los fusibles, portafusibles y adaptadores enchufables no deberán presentar partes energizadas expuestas una vez que hayan quedado instalados.

e) Casquillo roscado. El casquillo roscado de los portafusibles enchufables se debe conectar del lado de la carga del circuito.

240-51. Fusibles con base Edison.

a) Clasificación. Los fusibles enchufables con base de tipo Edison se deben clasificar a no más de 125 V y 30 A.

b) Sólo como recambios. Los fusibles enchufables con base de tipo Edison se deben usar sólo como recambios en las instalaciones existentes, cuando no haya evidencia de alteraciones o de empleo de fusibles de capacidad sobredimensionada.

240-52. Portafusibles con base Edison. Los portafusibles con base de tipo Edison se deben instalar sólo cuando estén hechos para aceptar fusibles de Tipo S mediante el uso de adaptadores.

240-53. Fusibles de Tipo S. Los fusibles de Tipo S deben ser enchufables y cumplir con las disposiciones a) y b) a continuación.

a) Clasificación. Los fusibles de Tipo S se deben clasificar a no más de 125 V y de 0 a 15 A, de 16 a 20 A o de 21 a 30 A.

b) No intercambiables. Los fusibles de Tipo S de las clasificaciones en amperios descritas en el anterior apartado a), no se deben intercambiar con fusibles de menor corriente nominal. Deben estar diseñados de manera que no se puedan utilizar sino en portafusibles de Tipo S o que tengan insertado un adaptador de Tipo S.

240-54. Fusibles, adaptadores y portafusibles de Tipo S.

a) Para montar en portafusibles con base Edison. Los adaptadores de Tipo S deben poder montarse en portafusibles con base Edison.

b) Sólo para montar con fusibles de Tipo S. Los portafusibles y adaptadores de Tipo S deben estar diseñados de modo que el propio portafusibles o un portafusibles con un adaptador de Tipo S insertado, sólo se pueda usar con un fusible de Tipo S.

c) No desmontables. Los adaptadores de Tipo S deben estar diseñados de modo que, una vez instalados en un portafusibles, no se puedan desmontar.

d) No manipulables. Los fusibles, portafusibles y adaptadores de Tipo S deben estar diseñados de modo que resulte difícil alterarlos o puentearlos.

e) Intercambiables. Las dimensiones de los fusibles, portafusibles y adaptadores de Tipo S se deben normalizar para que se puedan intercambiar, cualquiera que sea el fabricante.

F. FUSIBLES Y PORTAFUSIBLES DE CARTUCHO

240-60. Generalidades.

a) Tensión máxima - Tipo de 300 V. Los fusibles y portafusibles de cartucho del tipo de 300 V no se deben usar en circuitos de más de 300 V entre conductores.

Excepción: En circuitos monofásicos de línea a neutro alimentados desde sistemas trifásicos tetrafilares con el neutro sólidamente puesto a tierra y en los que la tensión de línea a neutro no supere los 300 V.

b) No intercambiables - portafusibles de cartucho de 0 a 6.000 A. Los portafusibles deben estar diseñados de modo que resulte difícil poner un fusible de cualquier clase en un portafusibles diseñado para menor corriente o mayor tensión que el fusible en cuestión. Los portafusibles de fusibles limitadores de corriente no deben permitir la inserción de fusibles que no sean limitadores de corriente.

c) Rotulado. Los fusibles deben estar claramente rotulados, mediante impresión en el cuerpo del fusible o mediante rótulo pegado al cuerpo, que indique lo siguiente: 1) corriente nominal, 2) tensión nominal, 3) capacidad nominal de interrupción cuando sea distinta de 10.000 A, 4) "limitador de corriente" cuando lo sea y 5) la marca registrada o nombre del fabricante.

Excepción: En los fusibles utilizados como protección suplementaria no es necesario que aparezca la capacidad nominal de interrupción

240-61. Clasificación. Los fusibles y portafusibles de cartucho se deben clasificar por su tensión y rangos de corriente. Se permite usar fusibles de 600 V nominales o menos a tensiones iguales o menores a su tensión nominal.

G. INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS DE CIRCUITO

240-80. Modo de funcionamiento. Los interruptores automáticos de circuito deben ser de disparo libre y se deben poder abrir o cerrar manualmente. Se debe permitir su modo normal de funcionamiento, por ejemplo eléctrico o neumático, si además cuentan con medios para su accionamiento manual.

Excepción: Lo establecido en el Artículo 230-76.2) para los interruptores automáticos de circuito utilizados como medios de desconexión de la acometida.

240-81. Indicación. Los interruptores automáticos de circuito deben indicar claramente si están en posición abierta (circuito desconectado "OFF") o cerrada (circuito conectado "ON"). Cuando las palancas de los interruptores automáticos de circuitos se accionen verticalmente en vez de rotacional u horizontalmente, la posición de circuito cerrado ("ON") debe ser con la palanca hacia arriba.

240-80. No manipulables. Un interruptor automático de circuito debe estar diseñado de modo que cualquier alteración de su punto de disparo (calibración) o del tiempo necesario para su funcionamiento, exija desmontar el dispositivo o romper un sello para realizar ajustes distintos a los previstos.

240-83. Rotulado.

a) Duradero y visible. Los interruptores automáticos de circuitos deben estar rotulados con su corriente nominal de forma duradera y visible después de instalarlos. Se permite que tales marcas sean visibles levantando una tapa o cubierta.

b) Ubicación. Los interruptores automáticos de circuitos de 100 A nominales o menos y 600 V nominales o menos deberán llevar su corriente nominal moldeada, estampada, grabada o rotulada de algún modo similar en su palanca o en alguna parte de su caja.

c) Capacidad nominal de interrupción. Todos los interruptores automáticos de circuitos con capacidad nominal de interrupción distinta de 5 000 A, deben llevar visible esa capacidad. Si se utiliza un interruptor automático de circuitos en un circuito que tenga una corriente de falla superior a la rotulada en su capacidad nominal de interrupción por estar conectado en el lado de la carga de un dispositivo aceptable de protección contra sobrecorriente de mayor corriente nominal, se debe rotular esta mayor capacidad nominal de corriente en los equipos de utilización finales, tales como cuadros de distribución y paneles de distribución .

Excepción: No es necesario el rótulo con la capacidad nominal de interrupción en los interruptores automáticos de circuitos utilizados como protección suplementaria.

d) Usados como interruptores. Los interruptores automáticos de circuitos usados como interruptores en instalaciones de tubos fluorescentes de 120 V y 277 V, deben estar certificados y rotulados con las letras "SWD".

e) Rótulos de tensión. Los interruptores automáticos de circuitos deben estar rotulados con una tensión nominal no menor a la tensión nominal del sistema, que sea indicativa de su capacidad de interrumpir corrientes de falla entre fases o entre fase y tierra.

240-85. Aplicaciones. Un interruptor automático de circuitos de una sola tensión nominal, por ejemplo 240 V o 480 V, se puede instalar en un circuito en el que la tensión nominal entre dos conductores cualesquiera no supere la tensión nominal del interruptor automático. No se debe utilizar un interruptor automático bipolar para proteger circuitos trifásicos conectados en delta con una esquina puesta a tierra a menos que lleve las marcas 1 Φ - 3 Φ que indiquen dicha utilidad. Se permite instalar un interruptor automático de circuitos bitensión, por

ejemplo de 120/240 V o 480Y/277 V, en un circuito en el que la tensión nominal de cualquier conductor a tierra no supere el menor de los dos valores de tensión del interruptor automático y además la tensión nominal entre dos conductores cualesquiera no supere la mayor tensión nominal del interruptor automático.

H. PROTECCIÓN CONTRA SOBRECORRIENTE A MÁS DE 600 V NOMINALES

240-100. Alimentadores. Los alimentadores deben tener un dispositivo de protección contra cortocircuitos en cada conductor no puesto a tierra o cumplir lo indicado en la Sección 710, Parte C. El equipo utilizado para proteger los conductores del alimentador debe cumplir los requisitos de los Artículos 710-20 y 710-21. El dispositivo o dispositivos de protección deben ser capaces de detectar e interrumpir corrientes de todos los valores que se puedan producir en la instalación por encima de su valor de disparo o de su punto de fusión. En ningún caso la corriente nominal del fusible debe superar tres veces la capacidad de corriente del conductor. Tampoco se deberá ajustar el elemento de disparo de un interruptor automático, o el ajuste mínimo de disparo de un fusible actuado electrónicamente en más de seis veces la capacidad de corriente del conductor.

Excepción: Véase el Artículo 695-3, Excepciones No. 1 y 2.

Los conductores derivados a un alimentador pueden estar protegidos por el dispositivo de protección contra sobrecorriente de dicho circuito cuando ese dispositivo proteja también a los conductores de la derivación.

Nota. Se deben coordinar el tiempo de funcionamiento del dispositivo protector, la corriente de cortocircuito y el tipo de conductor utilizado, para evitar daños o temperaturas peligrosas en los conductores o su aislamiento si se produjera un cortocircuito.

240-101. Circuitos ramales. Los circuitos ramales deben tener un dispositivo protector contra cortocircuitos en cada conductor no puesto a tierra o cumplir la Sección 710, Parte C. El equipo utilizado para proteger los conductores del circuito ramal debe cumplir los requisitos de los Artículos 710-20 y 710-21. El dispositivo o dispositivos de protección deben ser capaces de detectar e interrumpir corrientes de todos los valores que se puedan producir en la instalación por encima de su ajuste de disparo o punto de fusión.

SECCIÓN 250. PUESTA A TIERRA

A. DISPOSICIONES GENERALES

250-1. Alcance. Esta Sección trata de los requisitos generales de puesta a tierra y de conexiones equipotenciales de las instalaciones eléctricas y de los requisitos específicos a) hasta f) que se indican a continuación:

a) Sistemas, circuitos y equipos que se exige, se permite o no se permite que estén puestos a tierra.

b) El conductor del circuito que deben ser puesto a tierra en los sistemas puestos a tierra.

c) Ubicación de las conexiones de puesta a tierra.

d) Tipos y calibres de los conductores de puesta a tierra, de los conductores de conexión equipotencial y de los electrodos de puesta a tierra.

e) Métodos de puesta a tierra y de conexión equipotencial.

f) Condiciones en las cuales los encerramientos de protección, distancias de seguridad eléctrica o aislamiento hacen que no se requiera puesta a tierra.

Notas:

1) Requisitos de un sistema de puesta a tierra :
   a. Garantizar condiciones de seguridad a los seres vivos.
   b. Presentar mínima variación de la resistencia debida a cambios ambientales.

c. Permitir a los equipos de protección despejar rápidamente las fallas.
d. Tener suficiente capacidad de conducción y disipación de corrientes de falla.
e. Evitar ruidos eléctricos.
f. Ser resistente a la corrosión.
g. Tener facilidad de mantenimiento.
h. Se deben tener en cuenta las normas técnicas NTC relacionadas con el tema.

2) Los conductores de las instalaciones y circuitos se ponen a tierra para limitar las tensiones debidas a rayos, subidas de tensión en la red o contacto accidental con líneas de alta tensión y para estabilizar la tensión a tierra durante su funcionamiento normal. Los conductores de puesta a tierra de los equipos se conectan equipotencialmente al conductor del sistema puesto a tierra de modo que ofrezcan un camino de baja impedancia para las corrientes de falla, que facilite el funcionamiento de los dispositivos de protección contra sobrecorriente en caso de falla a tierra.

3) Los materiales conductores que rodean a conductores o equipos eléctricos o forman parte de dichos equipos, se conectan a tierra para limitar la tensión a tierra de esos materiales y se conectan equipotencialmente para facilitar el funcionamiento de los dispositivos de protección contra sobrecorriente en caso de falla a tierra. Véase el Artículo 110-10.

250-2. Aplicación de otras Secciones. En otras Secciones relativas a casos particulares de instalación de conductores y equipos, hay otros requisitos que son adicionales a los de esta Sección o modificaciones de los mismos:

	Sección	Artículo
Acometidas	230	
Anuncios eléctricos e iluminación de contorno	600	
Artefactos eléctricos		422-16
Ascensores, montacargas, escaleras y pasillos móviles; ascensores y elevadores para sillas de ruedas	620	
Bus de cables		365-9
Cajas de salida, de dispositivo, de paso y de empalme, conduletes y accesorios		370-4 370-25
Casas flotantes		553-8 553-10 553-11
Casas móviles y estacionamientos de casas móviles	550	
Celdas electrolíticas	668	
Circuitos de Clase 1, Clase 2 y Clase 3 de control remoto, de señalización y de potencia limitada		725-6
Circuitos de comunicaciones	800	
Circuitos ramales		210-5 210-6 210-7
Circuitos y equipos operando a más de 600 V, generalidades		710-4.b).1)
Circuitos y equipos que operan a menos de 50 V	720	
Computadores/equipo de procesamiento de datos		645-15
Condensadores		460-10 460-27
Conductores para alambrado general	310	
Cordones y cables flexibles		400-22 400-23
Cuadros de distribución y paneles de distribución		384-3.d) 384-11
Distribución de potencia en lazo cerrado y programada		780-3
Edificaciones agrícolas		547-8
Elementos de alumbrado, portabombillas, bombillas y tomacorrientes	410	

	Sección	Artículo
Elementos y equipos de alumbrado		410-17 410-18 410-19 410-21 410-105.b)
Equipo de acometida		230-63
Equipo de calefacción eléctrica fija de ambiente		424-14
Equipo de calefacción eléctrica fija de tuberías y recipientes		427-21 427-29 427-48
Equipo de calefacción por inducción y pérdidas en el dieléctrico	665	
Equipo de radio y televisión	810	
Equipo eléctrico exterior fijo de deshielo y fusión de la nieve		426-27
Equipos de grabación de sonido y similares		640-4
Equipos de rayos X	660	517-67
Estudios de cine y de televisión y lugares similares		530-20 530-66
Grúas y elevadores	610	
Instituciones de asistencia médica	517	
Interruptores		380-12
Lugares peligrosos (clasificados)	500 517	
Maquinaria industrial	670	
Máquinas de irrigación eléctricas o con mando eléctrico		675-11.c) 675-12 675-13 675-14 675-15
Motores, circuitos de motores y controladores	430	
Órganos eléctricos de tubos	650	
Paneles de distribución		384-20
Piscinas, fuentes e instalaciones similares	680	
Puertos y embarcaderos		555-7
Sistemas de distribución de antena comunal de radio y televisión		820-33 820-40 820-41
Sistemas de seguridad intrínseca		504-50
Sistemas de señalización de protección contra incendios		760-6
Sistemas solares fotovoltáicos		690-41 690-42 690-43 690-44
Teatros, zonas de espectadores en estudios cinematográficos y de televisión y lugares similares		520-81
Tomacorrientes y conectores de cordón		210-7
Tomacorrientes, adaptadores, conectores de cordón y clavijas del tipo con polo a tierra		410-58
Transformadores y bóvedas de transformadores		450-10
Uso e identificación de conductores puestos a tierra	200	
Vehículos recreacionales y parques de vehículos recreacionales	551	

B. PUESTA A TIERRA DE CIRCUITOS Y SISTEMAS ELÉCTRICOS

250-3. Sistemas de corriente continua (c.c.).

a) Bifilares. Los sistemas de c.c. bifilares que den suministro a los predios, se deben poner a tierra.

Excepciones:

1) *Un sistema equipado con un detector de puesta a tierra y que alimente sólo equipos industriales en áreas limitadas.*
2) *Un sistema que funcione a 50 V o menos entre conductores.*
3) *Un sistema que funcione a más de 300 V entre conductores.*
4) *Un sistema de c.c. derivado de un rectificador y alimentado desde un sistema de c.a. que cumpla con el Artículo 250-5.*
5) *Los circuitos de c.c. de alarma contra incendios con una corriente máxima de 0,030 A, como se especifica en la Sección 760 Parte C.*

b) Trifilares. Se debe poner a tierra el conductor neutro de todos los sistemas de c.c. trifilares que alimenten a los predios.

250-5. Circuitos y sistemas de corriente alterna (c.a.) que se deben poner a tierra. Los circuitos e instalaciones de c.a. se deben poner a tierra según se establece en los siguientes apartados a), b), c) o d). Se permite poner a tierra otros circuitos y sistemas.

Nota. Un ejemplo de sistema que se puede poner a tierra es un transformador en delta con la conexión de uno de sus extremos puesto a tierra. Para el conductor que se debe poner a tierra, véase el Artículo 250-25 .4).

a) Circuitos de corriente alterna de menos de 50 V. Los circuitos de c.a. de menos de 50 V se deben poner a tierra en cualquiera de las siguientes circunstancias:

1) Cuando estén alimentados por transformadores, si el sistema de alimentación del transformador supera los 150 V a tierra.

2) Cuando estén alimentados por transformadores si el sistema de alimentación del transformador no está puesto a tierra.

3) Cuando estén instalados como conductores aéreos fuera de las edificaciones.

b) Instalaciones de corriente alterna de 50 a 1.000 V. Los sistemas de c.a. entre 50 y 1.000 V que alimenten alambrado de predios y sistemas de alambrado en predios, deben estar puestos a tierra en cualquiera de las siguientes circunstancias:

1) Cuando el sistema se pueda poner a tierra de modo que la tensión máxima a tierra de los conductores no puestos a tierra no supere los 150 V.

2) Cuando sea un sistema trifásico tetrafilar conectado en estrella en el que se utilice el neutro como conductor del circuito.

3) Cuando el sistema sea trifásico tetrafilar conectado en delta en el que el punto medio del bobinado de una fase se utilice como un conductor del circuito.

4) Cuando un conductor de acometida puesto a tierra no sea aislado, según las Excepciones a los Artículos 230-22, 230-30 y 230-41.

Excepciones:

1) *Los sistemas eléctricos utilizados exclusivamente para alimentar hornos eléctricos industriales de fusión, refinado, temple y similares.*
2) *Los sistemas derivados independientes utilizados exclusivamente para rectificadores que alimenten únicamente manejadores industriales de velocidad variable.*

3) *Los sistemas derivados independientes alimentados por transformadores cuya tensión nominal del primario sea menor a 1.000 V, siempre que se cumplan todas las siguientes condiciones:*

   a. *Que el sistema se use exclusivamente para circuitos de control.*
   b. *Que las condiciones de mantenimiento y supervisión garanticen que sólo atienden la instalación personas calificadas.*
   c. *Que se requiera continuidad de la corriente de control.*
   d. *Que el sistema de control tenga instalados detectores de falla a tierra.*

4) *Los sistemas aislados, tal como lo permiten o exigen las Secciones 517 y 668.*

Nota. El uso apropiado de detectores adecuados de falla a tierra en instalaciones no puestas a tierra, puede ofrecer protección adicional.

5) *Los sistemas con neutro puesto a tierra a través de alta impedancia, en los que la impedancia de puesta a tierra, generalmente una resistencia, limite al mínimo el valor de la corriente por falla a tierra. Se permiten sistemas con neutro puesto a tierra a través de alta impedancia en instalaciones trifásicas de c.a. de 480 V a 1.000 V, siempre que se cumplan todas las siguientes condiciones:*

   a. *Que las condiciones de mantenimiento y supervisión garanticen que sólo personas calificadas atienden la instalación.*
   b. *Que se requiera continuidad en el servicio.*
   c. *Que el sistema tenga instalados detectores de falla a tierra.*
   d. *Que el sistema no alimente cargas de línea a neutro.*

c) Instalaciones de corriente alterna de 1 kV y más. Los sistemas de c.a. que alimentan equipos móviles o portátiles, se deben poner a tierra como se especifica en el Artículo 250-154. Si alimentan a otros equipos que no sean los portátiles, se permite que tales sistemas se pongan a tierra. Cuando lo estén deben cumplir las disposiciones de esta Sección que les sean aplicables.

d) Sistemas derivados independientes. Un sistema de alambrado de un predio que esté alimentado por el devanado de un generador, transformador o convertidor y no tenga conexión eléctrica directa, ni siquiera con un conductor del circuito sólidamente puesto a tierra, para alimentar conductores que arranquen de otro sistema, en caso que se requiera que esté puesto a tierra según los anteriores apartados a) o b), se debe conectar a tierra como se indica en el Artículo 250-26.

Notas:

1) Una fuente de alimentación alternativa de c.a., como un generador, no es un sistema derivado independiente si el neutro está sólidamente interconectado al neutro del sistema que arranca de una acometida.

2) Para los sistemas que no sean derivados independientes y no se exija que estén puestos a tierra como especifica el Artículo 250-26, véase el Artículo 445-5 para el calibre mínimo de los conductores que deben transportar la corriente de falla.

250-6. Generadores portátiles y montados en vehículos.

a) Generadores portátiles. No se exige que el armazón de un generador portátil se ponga a tierra y se permite que sirva como electrodo de puesta tierra de un sistema alimentado por el generador, con las siguientes condiciones 1) y 2):

1) Que el generador alimente solamente equipos montados en el propio generador o equipos conectados con cordón y clavija por medio de tomacorrientes montados en el generador, o ambas cosas.

2) Que las partes metálicas no portadoras de corriente de los equipos y los terminales del conductor de puesta a tierra de los equipos en los tomacorrientes se conecten equipotencialmente al armazón del generador.

b) Generadores montados en vehículos. Se permite que el chasis del vehículo sirva como electrodo de puesta a tierra del sistema alimentado por el generador montado en el vehículo, con las siguientes condiciones 1) hasta 4):

1) Que el armazón del generador esté conectado equipotencialmente al chasis del vehículo.

2) Que el generador alimente sólo a equipo montado en el vehículo o conectado a través de un cordón con clavija conectada a tomacorrientes montadas en el vehículo, o equipo montado en el vehículo y equipo conectado con cordón y clavija a través de tomacorrientes montados en el vehículo o en el generador.

3) Que las partes metálicas no energizadas del equipo y de los terminales del conductor de puesta a tierra de los tomacorrientes estén conectadas equipotencialmente al armazón del generador.

4) Que el sistema cumpla todas las demás disposiciones de esta Sección.

c) Conexión equipotencial del conductor neutro. Un conductor neutro se debe conectar equipotencialmente al armazón del generador cuando el generador sea parte de un sistema derivado independiente. No se exige la conexión equipotencial al armazón del generador de ningún otro conductor, excepto el neutro.

Nota. Para la puesta a tierra de generadores portátiles que alimentan instalaciones fijas, véase el Artículo 250-5.d).

250-7. Circuitos que no se deben poner a tierra. No se deben poner a tierra los siguientes circuitos:

a) Grúas. Los circuitos de grúas eléctricas que funcionen sobre fibras combustibles en lugares de Clase III, como establece el Artículo 503-13.

b) Instituciones de asistencia médica. Los circuitos que establece la Sección 517.

c) Celdas electrolíticas. Los circuitos que establece la Sección 668.

C. UBICACIÓN DE LAS CONEXIONES DE PUESTA A TIERRA DE LOS SISTEMAS

250-21. Corrientes indeseables en los conductores de puesta a tierra.

a) Arreglos para evitar corrientes indeseables. La puesta a tierra de instalaciones eléctricas, conductores de circuitos, pararrayos y materiales y equipos conductores no portadores de corriente, se debe instalar y disponer de modo que se evite el paso de corrientes indeseables por los conductores de puesta a tierra o por las trayectorias de la puesta a tierra.

b) Alteraciones para detener corrientes excesivas. Si el uso de varias conexiones de puesta a tierra produce un paso indeseable de corriente, se permite hacer una o más de las siguientes alteraciones, siempre que se cumplan los requisitos del Artículo 250-51:

1) Desconectar una o más de dichas conexiones de puesta a tierra, pero no todas.

2) Cambiar la ubicación de las conexiones de puesta a tierra.

3) Interrumpir la continuidad del conductor o camino conductor que une las conexiones de puesta a tierra.

4) Tomar otra medida adecuada que sea satisfactoria para la autoridad competente.

c) Corrientes temporales que no se consideran indeseables. Para efectos de lo especificado en los anteriores apartados a) y b), no se consideran corrientes indeseables las corrientes temporales que se produzcan accidentalmente, como las debidas a fallas a tierra, y que se den sólo mientras los conductores de puesta a tierra cumplen sus funciones previstas de protección.

d) Límites a las alteraciones permitidas. Las disposiciones de este Artículo no se deben tomar como permiso de utilización de equipos electrónicos en sistemas o circuitos ramales de c.a. que no estén puestos a tierra como exige esta Sección. Las corrientes que causen ruidos o errores de datos en los equipos electrónicos no se consideran como corrientes indeseables de las que trata esta Artículo.

250-22. Punto de conexión de sistemas de corriente continua (c.c.). Los sistemas de c.c. que se deban poner a tierra deben tener la conexión de puesta a tierra en una o más de sus fuentes de alimentación. No se debe hacer conexión de puesta a tierra en las acometidas individuales ni en ningún otro punto de la instalación del predio.

Excepción: Cuando la fuente de alimentación del sistema de c.c. esté situada en los predios, se debe hacer una conexión de puesta a tierra así: 1) en la fuente de alimentación o en el primer medio de desconexión o dispositivo de protección contra sobrecorriente del sistema, o 2) mediante cualquier otro medio que ofrezca una protección equivalente al sistema y que utilice equipos certificados e identificados para ese uso.

250-23. Puesta a tierra de sistemas de c.a. alimentados desde una acometida.

a) Conexiones de puesta a tierra del sistema. El sistema de alambrado de un predio que arranque desde una acometida de c.a. puesta a tierra, debe tener en cada acometida un conductor del electrodo de puesta a tierra conectado a un electrodo de puesta a tierra que cumpla lo establecido en la Parte H de la Sección 250. El conductor del electrodo de puesta a tierra debe estar conectado al conductor de la acometida puesto a tierra en cualquier punto accesible entre el lado de la carga de la acometida aérea o subterránea y el terminal o el bus al que esté conectado el conductor de la acometida puesto a tierra en el medio de desconexión de la acometida, inclusive. Cuando el transformador de alimentación de la acometida esté situado fuera de la edificación, se debe hacer como mínimo otra conexión de puesta a tierra desde el conductor de la acometida puesto a tierra hasta el electrodo de puesta a tierra, en el transformador o en cualquier otro punto fuera de la edificación. No se debe hacer ninguna conexión de puesta a tierra con ningún conductor del circuito puesto a tierra en el lado de la carga del medio de desconexión de la acometida.

Nota. Véanse en la Sección 100 las definiciones de "Acometida aérea" y "Acometida subterránea"; véase también el Artículo 230-21.

Excepciones:

1) *El conductor de un electrodo de puesta a tierra se debe conectar al conductor puesto a tierra de un sistema derivado independiente según lo establecido en el Artículo 250-26.b).*
2) *Se debe hacer una conexión al conductor de puesta a tierra en cada edificio independiente cuando lo requiera el Artículo 250-24.*
3) *En las estufas, estufas en mostradores, hornos montados en la pared, secadoras de ropa y tableros de medidores, según permite el Artículo 250-61.*
4) *En las acometidas con doble alimentación a la red (doble terminación) en un encerramiento común o agrupadas en encerramientos distintas con una conexión al secundario, se permite una sola conexión al electrodo de puesta a tierra del punto de conexión de los conductores puestos a tierra de cada fuente de alimentación.*
5) *Cuando el puente de conexión equipotencial principal descrito en los Artículos 250-53.b) y 250-79 sea un alambre o barra instalado desde la barra o bus del neutro al terminal de puesta a tierra del equipo de la acometida, se permite que el conductor del electrodo de puesta a tierra se conecte al terminal de puesta a tierra del equipo al que vaya conectado el puente de conexión equipotencial.*

6) Lo que establece el Artículo 250-27 para conexiones a tierra de sistemas con neutro puesto a tierra a través de alta impedancia.

b) Conductor puesto a tierra llevado hasta el equipo de acometida. Cuando se ponga a tierra en cualquier punto un sistema de c.a. de menos de 1.000 V, el conductor puesto a tierra se debe llevar hasta cada medio de desconexión de la acometida y conectarlo equipotencialmente al armario de cada uno de ellos. Este conductor se debe llevar con los conductores de fase y no debe ser de calibre menor al conductor del electrodo de puesta a tierra requerido en la Tabla 250-94 y, además, para los conductores de fase de acometida de sección transversal superior a 557,37 mm^2 (1.100 kcmils) en cobre o 886,73 mm^2 (1.750 kcmils) en aluminio, el calibre del conductor puesto a tierra no debe ser menor al 12,5 % del área del mayor conductor de fase de acometida. Cuando los conductores de fase de acometida se conecten en paralelo, el calibre del conductor puesto a tierra se debe calcular sobre la base de una sección equivalente para conductores en paralelo, como se indica en este Artículo.

Nota. Para la puesta a tierra de conductores conectados en paralelo, véase el Artículo 310-4.

Excepciones:

1) No se exige que el conductor puesto a tierra sea de mayor sección que la del mayor conductor de fase de acometida no puesto a tierra.

2) Lo que establece el Artículo 250-27 para sistemas con neutro puesto a tierra a través de alta impedancia.

3) Cuando haya más de un medio de desconexión de la acometida en un conjunto certificado para uso como equipo de acometida, debe llevarse un conductor puesto a tierra hasta ese conjunto y conectarse equipotencialmente a su armario.

250-24. Dos o más edificaciones o estructuras alimentadas desde una acometida común.

a) Sistemas puestos a tierra. Cuando desde la misma acometida de c.a. se alimenten dos o más edificios o estructuras, el sistema puesto a tierra en cada edificio o estructura debe tener un electrodo de puesta a tierra, como se describe en la Parte H, conectado al armario metálico del medio de desconexión de la edificación o estructura y al conductor puesto a tierra de la instalación de c.a., a la entrada del medio de desconexión de la edificación o estructura. Cuando el conductor de puesta a tierra del equipo, descrito en el Artículo 250-91.b), no vaya con los conductores del alimentador, el calibre del conductor puesto a tierra de la instalación de c.a. a la entrada del medio de desconexión no debe ser menor al calibre especificado en la Tabla 250-95 para los conductores de puesta a tierra de los equipos.

Excepciones:

1) No será necesario un electrodo de puesta a tierra en edificios o estructuras independientes cuando sólo tengan un circuito ramal y en la edificación o estructura no haya equipos que requieran de puesta a tierra.

2) No será necesario conectar el conductor puesto a tierra de un circuito al electrodo de puesta a tierra en un edificio o estructura independiente si se tiende un conductor de puesta a tierra de equipos junto con los conductores del circuito para poner a tierra cualquier equipo metálico no portador de corriente, sistemas interiores de tuberías metálicas y estructuras metálicas de la edificación y si el conductor de puesta a tierra del equipo va conectado equipotencialmente al electrodo de puesta a tierra del medio de desconexión de otro edificio o estructura, como se describe en la Parte H. Si no hay electrodos y la edificación o estructura recibe el suministro de más de un circuito ramal, se debe instalar un electrodo de puesta a tierra que cumpla los requisitos de la Parte H. Cuando se albergue ganado, la parte del conductor de puesta a tierra del equipo que vaya subterránea hasta el medio de desconexión, debe ser de cobre aislado o forrado.

Nota. En cuanto a los requisitos especiales de puesta a tierra de edificaciones agrícolas, véase el Artículo 547-8.a), Excepción.

b) Sistemas no puestos a tierra. Cuando se suministre corriente a dos o más edificios o estructuras por una acometida común desde un sistema no puesto a tierra, cada edificio o estructura debe tener un

electrodo de puesta a tierra como se describe en la Parte H, conectado al armario metálico del medio de desconexión de la edificación o estructura.

Excepciones:

1) *No será necesario un electrodo de puesta a tierra en edificios o estructuras independientes cuando sólo tengan un circuito ramal y en la edificación o estructura no haya equipos que requieran de puesta a tierra.*

2) *No se requiere electrodo de puesta a tierra ni conexión del conductor del electrodo de puesta a tierra con el armario metálico del medio de desconexión de la edificación o estructura, siempre que se cumplan todas las siguientes condiciones:*

   a. *Que se instale un conductor de puesta a tierra de equipos con los conductores del circuito hasta el medio de desconexión de la edificación o estructura para poner a tierra cualquier equipo metálico que no lleve corriente, tuberías metálicas interiores y estructuras metálicas de la edificación.*

   b. *Que no existan electrodos de puesta a tierra como se describen en la Parte H.*

   c. *Que la edificación o estructura reciba corriente sólo de un circuito ramal.*

   d. *Si hay ganado albergado, la parte del conductor de puesta a tierra del equipo que vaya subterránea hasta el medio de desconexión, debe ser de cobre aislado o forrado.*

   Nota. En cuanto a los requisitos especiales de puesta a tierra de edificios agrícolas, véase el Artículo 547-8.a), Excepción.

c) Medios de desconexión situados en edificaciones o estructuras separadas pero en el mismo predio. Cuando haya uno o más medios de desconexión que alimentan a uno o más edificios o estructuras bajo la misma propiedad y esos medios de desconexión estén situados lejos de esos edificios o estructuras según lo que establece el Artículo 225-8.b), Excepciones No. 1 y 2, se deben cumplir todas las siguientes condiciones:

1) No se debe conectar el conductor del circuito puesto a tierra con el electrodo de puesta a tierra de un edificio o estructura independiente.

2) Se debe instalar un conductor de puesta a tierra de equipos para poner a tierra cualquier equipo no portador de corriente, sistemas de tuberías metálicas interiores y estructuras metálicas de edificios, con los conductores del circuito hasta un edificio o estructura independiente y conectarlo equipotencialmente a los electrodos de puesta a tierra existentes descritos en la Parte H o, si no existieran esos electrodos, se debe instalar un electrodo de puesta a tierra que cumpla los requisitos de la Parte H cuando se suministre corriente desde un edificio o estructura independiente hasta más de un circuito ramal.

3) La conexión equipotencial del conductor de puesta a tierra del equipo al electrodo de puesta a tierra en un edificio o estructura independiente, se debe hacer en una caja de conexión, panel de distribución o encerramiento similar situado inmediatamente dentro o fuera del otro edificio o estructura.

Excepciones:

1) *No será necesario un electrodo de puesta a tierra en edificios o estructuras independientes cuando sólo tengan un circuito ramal y en la edificación o estructura no haya equipos que requieran de puesta a tierra.*

2) *Si hay ganado albergado, la parte del conductor de puesta a tierra del equipo que vaya subterránea hasta el medio de desconexión, debe ser de cobre aislado o forrado.*

d) Conductor de puesta a tierra. La sección transversal del conductor de puesta a tierra hasta el electrodo o electrodos de puesta a tierra no debe ser menor a la indicada en la Tabla 250-95 y su instalación debe cumplir lo establecido en el Artículo 250-92.a) y b).

Excepciones:

1) No se exige que el conductor de puesta a tierra tenga una sección transversal mayor que el mayor conductor de suministro no puesto a tierra.

2) Cuando se conecte a electrodos como indica el Artículo 250-83.c) o d), no se exige que la parte del conductor de puesta a tierra que constituya la única conexión entre el electrodo o electrodos y el conductor de puesta a tierra o puesto a tierra o el armario metálico del medio de desconexión de la edificación, sea de sección transversal mayor que 13,29 mm^2 *(6 AWG) en cobre o 21,14* mm^2 *(4 AWG) en aluminio.*

250-25. Conductor que se debe poner a tierra en sistemas de corriente alterna. En sistemas de alambrado de c.a. en las propiedades, el conductor que se debe poner a tierra es el que se especifica en los siguientes apartados 1) hasta 5):

1) Instalaciones monofásicas bifilares: un conductor.

2) Instalaciones monofásicas trifilares: el conductor de neutro.

3) Instalaciones polifásicas con un conductor común a todas las fases: el conductor común.

4) Instalaciones polifásicas en las que se deba poner a tierra una fase: el conductor de una fase.

5) Instalaciones polifásicas en las que una fase se utilice como se indica en 2) anterior: el conductor de neutro.

Los conductores puestos a tierra se deben identificar como se especifica en la Sección 200.

250-26. Puesta a tierra de sistemas derivados independientes de corriente alterna. Una instalación de c.a. derivada independiente que se deba poner a tierra, se debe conectar según se especifica en los siguientes apartados a) hasta d).

a) Puente de conexión equipotencial. Se debe instalar un puente de conexión equipotencial de calibre que cumpla lo establecido en el Artículo 250-79 .d) para los conductores de fase derivados, para conectar los conductores de puesta a tierra del equipo de la instalación derivada al conductor puesto a tierra. Salvo si lo permiten las Excepciones No. 4 o 5 de el Artículo 250-23.a), esta conexión se debe hacer en cualquier punto del sistema derivado independiente, desde su arranque hasta el primer medio de desconexión o dispositivo de protección contra sobrecorriente de la instalación, o se debe hacer en el arranque del sistema derivado independiente que no tenga medio de desconexión o dispositivo de protección contra sobrecorriente.

Excepciones:

1) La sección transversal del puente de conexión equipotencial de una instalación que suministre corriente a un circuito de Clase 1, Clase 2 o Clase 3 y se derive de un transformador de no más de 1.000 VA nominales, no debe ser menor a la de los conductores de la fase derivada y en ningún caso menor a 2,08 mm^2 *(14 AWG) en cobre o 3,3* mm^2 *(12 AWG) en aluminio.*

2) Lo establecido en los Artículos 250-27, 250-153 y 250-5.b) Excepción 5) para los requisitos de puesta a tierra de instalaciones con neutro de alta impedancia puesta a tierra.

b) Conductor del electrodo de puesta a tierra. Para conectar el conductor puesto a tierra del sistema derivado con el electrodo de puesta a tierra, como se especifica en c) a continuación, se debe emplear un conductor del electrodo de puesta a tierra cuyo calibre cumpla lo establecido en el Artículo 250-94 para los conductores de fase derivados. Excepto lo que permita el Artículo 250-23.a) Excepción 4), esta conexión se debe hacer en cualquier punto del sistema derivado independiente, desde su arranque hasta el primer medio de desconexión o dispositivo de protección contra sobrecorriente de la instalación, o en el arranque del sistema derivado independiente que no tenga medio de desconexión o dispositivo de protección contra sobrecorriente.

Excepciones:

1) No es necesario un conductor del electrodo de puesta a tierra en una instalación que suministre corriente a circuitos de la Clase 1, Clase 2 o Clase 3 y se derive de un transformador de no más de

1.000 VA nominales, siempre que el conductor de la instalación puesto a tierra se conecte equipotencialmente a la estructura o caja del transformador mediante un puente de calibre de acuerdo con el Artículo 250-26 Excepción 1) para el anterior caso a) y la estructura o caja del transformador estén puestas a tierra por cualquiera de los medios especificados en el Artículo 250-57.

2) *Lo establecido en los Artículos 250-27 y 250-5.b) Excepción 5) para los requisitos de puesta a tierra de instalaciones con neutro puesto a tierra a través de alta impedancia.*

c) Electrodo de puesta a tierra. El electrodo de puesta a tierra debe tener la máxima accesibilidad posible y estar preferiblemente en la misma zona que la conexión del conductor del electrodo de puesta a tierra a la instalación. El electrodo de puesta a tierra debe ser 1) el miembro metálico de la estructura o edificio puesto eficazmente a tierra y que esté más cerca, o 2) la tubería metálica de agua puesta eficazmente a tierra que esté más cerca o 3) los electrodos especificados en los Artículos 250-81 y 250-83 cuando no se disponga de los electrodos especificados en los anteriores apartados 1) o 2),

Nota. Para la conexión equipotencial de los sistemas derivados independientes, véase el Artículo 250-80.a).

d) Métodos de puesta a tierra. En todos los demás aspectos, los métodos de puesta a tierra deben cumplir los requisitos establecidos en otras partes de este *Código*.

250-27. Conexiones de un sistema con neutro puesto a tierra a través de alta impedancia. Las instalaciones con neutro puesto a tierra a través de alta impedancia, tal como permite el Artículo 250-5.b) Excepción 5), deben cumplir las siguientes condiciones a) hasta f).

a) Ubicación de la impedancia de puesta a tierra. La impedancia de puesta a tierra debe instalarse entre el conductor del electrodo de puesta a tierra y el neutro de la instalación. Cuando no haya neutro, la impedancia de puesta a tierra se debe instalar entre el conductor del electrodo de puesta a tierra y el neutro derivado de un transformador de puesta a tierra.

b) Conductor de neutro. El conductor de neutro desde el punto neutro del transformador o generador hasta su punto de conexión con la impedancia de puesta a tierra, debe estar completamente aislado. El conductor neutro debe tener una capacidad de corriente no menor a la corriente máxima nominal de la impedancia de puesta a tierra. En ningún caso el conductor de neutro debe ser de sección transversal menor a 8,36 mm^2 (8 AWG) en cobre o 13,29 mm^2 (6 AWG) en aluminio o aluminio recubierto de cobre.

c) Conexión del neutro del sistema. El neutro del sistema no se debe poner a tierra excepto a través de la impedancia de puesta a tierra.

Nota. La impedancia se elige normalmente para que limite la intensidad de una corriente de falla a tierra a un valor igual o ligeramente superior a la corriente de carga capacitiva del sistema. Ese valor de impedancia debe limitar también las sobretensiones a valores seguros. Para más orientación, véanse los criterios sobre limitación de sobretensiones en *Recommended Practice for Grounding of Industrial and Commercial Power Systems,* ANSI/IEEE 142-1991.

d) Tendido del conductor de neutro. Se permite instalar el conductor que conecta el punto neutro de un transformador o generador a una impedancia de puesta a tierra en una canalización independiente. No es necesario que este conductor vaya con los conductores de fase hasta el primer medio de desconexión o dispositivo contra sobrecorriente de la instalación.

e) Puente de conexión equipotencial de los equipos. El puente de conexión equipotencial de los equipos (la conexión entre los conductores de puesta a tierra del equipo y la impedancia de puesta a tierra) debe ser un conductor sin empalmes que vaya desde el primer medio de desconexión del sistema o dispositivo de protección contra sobrecorriente hasta el lado de puesta a tierra de la impedancia de puesta a tierra.

f) Ubicación del conductor del electrodo de puesta a tierra. El conductor del electrodo de puesta a tierra se debe conectar en cualquier punto desde el lado puesto a tierra de la impedancia de puesta a tierra hasta la conexión de puesta a tierra de los equipos en el equipo de la acometida o el primer medio de desconexión del sistema.

g) Protección de falla a tierra. En estos sistemas se debe instalar un relé de protección de falla a tierra.

D. PUESTA A TIERRA DE ENCERRAMIENTOS Y CANALIZACIONES

250-32. Encerramientos y canalizaciones de la acometida. Se deben poner a tierra los armarios y canalizaciones metálicos de los conductores de la acometida.

Excepción: Un codo metálico instalado en la parte subterránea de un tubo no metálico rígido y esté aislado de posibles contactos con cualquier parte del codo por una cubierta de mínimo de 460 mm.

250-33. Otros encerramientos y canalizaciones para conductores. Se deben poner a tierra los cerrramientos y canalizaciones metálicos para todos los demás conductores.

Excepciones:

1) *No es necesario poner a tierra las canalizaciones y encerramientos metálicos de conductores que se añadan a instalaciones existentes de cables a la vista, o instalados sobre aisladores y los cables de forro no metálico que no constituyan contacto a tierra de equipos, si no tienen más de 8,0 m, si están libres de posibles contactos con tierra, metales puestos a tierra, rejillas metálicas u otro material conductor y si están resguardados del contacto con personas.*

2) *No es necesario poner a tierra las partes cortas de canalizaciones o encerramientos metálicos utilizados como apoyo o protección de cables contra daños físicos.*

3) *No es necesario poner a tierra los encerramientos cuando no lo exija el Artículo 250-43.i).*

4) *Un codo metálico instalado en la parte subterránea de un tubo no metálico rígido y aislado de posibles contactos por una cubierta de mínimo 460 mm.*

E. PUESTA A TIERRA DE LOS EQUIPOS

250-42. Equipos fijos o conectados por métodos de alambrado permanente. Las partes metálicas expuestas no portadoras de corriente de los equipos fijos que se puedan llegar a energizar, se deben poner a tierra si se da cualquiera de las siguientes condiciones de a) hasta f):

a) Distancias horizontales y verticales. Si están a menos de 2,40 m en vertical o de 1,50 m en horizontal de la tierra o de objetos metálicos puestos a tierra y que puedan entrar en contacto con las personas.

b) Lugares mojados o húmedos. Cuando estén ubicadas en lugares mojados o húmedos y no estén aisladas.

c) Contacto eléctrico. Cuando estén en contacto eléctrico con metales.

d) En lugares peligrosos (clasificados). Cuando estén en un lugar peligroso (clasificado) como se especifica en las Secciones 500 a 517.

e) Métodos de alambrado. Cuando estén alimentadas por cables de forro metálico, recubiertas de metal, en canalizaciones metálicas u otro método de alambrado que pueda actuar como tierra del equipo, excepto lo que permite el Artículo 250-33 para tramos cortos de encerramientos metálicos.

f) De más de 150 V a tierra. Cuando el equipo funcione con cualquiera de sus terminales a más de 150 V a tierra.

Excepciones:

1) *Encerramientos de interruptores o de interruptores automáticos de circuito que se utilicen para fines distintos a los de encerrar el equipo de acometida y sean accesibles sólo a personal calificado.*

2) *Carcasas metálicas de artefactos calentados eléctricamente, exentas por permiso especial, en cuyo caso las carcasas deben estar permanente y eficazmente aisladas de tierra.*

3) Equipos de distribución, como carcasas de transformadores y condensadores, montados en postes de madera y a una altura superior a 2,40 m sobre la tierra o sobre el nivel del suelo.

4) No es necesario poner a tierra los equipos certificados protegidos por un sistema de doble aislamiento o equivalente. Cuando se utilicen estos sistemas, el equipo debe estar claramente rotulado.

250-43. Equipos fijos o conectados por métodos de alambrado permanente. Casos Específicos. Independientemente de su tensión nominal, se deben poner a tierra las partes metálicas expuestas no portadoras de corriente de los equipos descritos en a) hasta j) a continuación, lo mismo que las partes metálicas no portadoras de corriente de los equipos y encerramientos descritos en k) y l):

a) Marcos y estructuras de los cuadros de distribución. Los marcos y estructuras de los cuadros de distribución en los que haya instalados equipos de maniobra.

Excepción: Los marcos de cuadros de distribución de c.c. bifilares que estén eficazmente aislados de tierra.

b) Órganos eléctricos de tubos. Los marcos y carcasas de motores y generadores de órganos de tubos operados eléctricamente.

Excepción: Cuando el generador esté eficazmente aislado de tierra y del motor que lo maneja.

c) Carcasas de motores. Las carcasas de motores, como establece el Artículo 430-12.

d) Encerramientos de controladores de motores. Los encerramientos de controladores de motores.

Excepciones:

1) Encerramientos conectados a equipos portátiles no puestos a tierra.

2) Las tapas forradas de los interruptores de acción rápida.

e) Grúas y elevadores. Los equipos eléctricos de grúas y elevadores.

f) Garajes, teatros y estudios cinematográficos. Los equipos eléctricos de los garajes comerciales, teatros y estudios cinematográficos.

Excepción: Los portabombillas colgantes alimentados desde circuitos de no más de 150 V a tierra.

g) Anuncios eléctricos. Los anuncios eléctricos, luces de contorno y equipos asociados, como establece la Sección 600.

h) Equipos de proyección de películas. Los equipos de proyección de películas.

i) Los circuitos de control remoto, señalización y alarma contra incendios de potencia limitada. Los equipos alimentados por circuitos de potencia limitada de Clase 1 y los de control remoto y señalización de Clase 1, Clase 2 y Clase 3 y por los circuitos de alarma contra incendios, se deben poner a tierra cuando así lo exija la Parte B de este Sección.

j) Elementos de alumbrado. Los elementos de alumbrado, tal como establece la Parte E de la Sección 410.

k) Bombas de agua a motor. Las bombas de agua a motor, incluso las de tipo sumergible.

l) Carcasas metálicas de pozos. Cuando se use una bomba sumergible en una carcasa metálica dentro de un pozo, la carcasa se debe conectar equipotencialmente al conductor de puesta a tierra de los equipos del circuito de la bomba.

250-44. Equipos no eléctricos. Se deben poner a tierra las partes metálicas de los equipos no eléctricos que se describen en los siguientes apartados a) hasta .e).

a) Grúas y elevadores. Las estructuras y rieles metálicos de las grúas y elevadores.

b) Cabinas de Ascensores. Estructuras y cajas de cabinas de ascensores no eléctricos a las que vayan conectados conductores eléctricos.

c) Ascensores eléctricos. Los cables metálicos manuales de elevación de ascensores eléctricos.

d) Tabiques metálicos. Los tabiques, rejillas y otros elementos metálicos similares, alrededor de equipos de 1 kV y más, entre conductores, excepto en subestaciones o bóvedas que sean únicamente accesibles a la compañía suministradora del servicio.

e) Viviendas móviles y vehículos recreativos. Las viviendas móviles y los vehículos recreativos, como establecen las Secciones 550 y 551.

Nota. Cuando haya amplias partes metálicas en o sobre edificios que se puedan llegar a energizar y entrar en contacto con las personas, conexión equipotencial y puesta a tierra adecuadas ofrecen seguridad adicional.

250-45. Equipos conectados con cordón y clavija. Se deben poner a tierra las partes metálicas expuestas no portadoras de corriente de equipos conectados con cordón y clavija y que se puedan llegar a energizar, para cualquiera de las condiciones recogidas en los siguientes apartados a) hasta d),:

a) En lugares peligrosos (clasificados). En los lugares peligrosos (clasificados) (véanse Secciones 500 a 517).

b) De más de 150 V a tierra. Cuando funcionen a más de 150 V a tierra.

Excepciones:

1) *Los motores cuando estén protegidos.*
2) *Las carcasas metálicas de artefactos calentados eléctricamente, exentos por permiso especial, en cuyo caso las carcasas deben estar permanente y eficazmente aisladas de tierra.*
3) *No es necesario poner a tierra los equipos certificados protegidos por un sistema de doble aislamiento o equivalente. Cuando se utilicen estos sistemas, el equipo debe estar claramente rotulado.*

c) En ocupaciones residenciales. En las edificaciones residenciales: 1) los refrigeradores, congeladores y artefactos de aire acondicionado; 2) las lavadoras y secadoras de ropa, lavavajillas, trituradores de residuos de cocina, bombas de sumideros y equipos eléctricos de acuarios; 3) las herramientas manuales a motor, las herramientas fijas a motor, las herramientas ligeras industriales a motor; 4) los artefactos a motor de los siguientes tipos: recortabordes, cortacéspedes, esparcidores de nieve y lavadores portátiles; 5) las lámparas de mano portátiles.

Excepción: Las herramientas y artefactos certificados protegidos por un sistema de doble aislamiento o equivalente. Cuando se utilicen estos sistemas, el equipo debe estar claramente rotulado.

d) En ocupaciones no residenciales. En las edificaciones no residenciales: 1) los refrigeradores, congeladores y artefactos de aire acondicionado; 2) las lavadoras y secadoras de ropa, lavavajillas, computadores y equipos electrónicos de procesamiento de datos, bombas de sumideros y equipos eléctricos de acuarios; 3) las herramientas manuales a motor, las herramientas fijas a motor, las herramientas ligeras industriales a motor; 4) los artefactos a motor de los siguientes tipos: recortabordes, cortacéspedes, esparcidores de nieve y lavadores portátiles; 5) los artefactos conectados con cordón y clavija y utilizados en locales húmedos o mojados por personas que permanecen de pie sobre el suelo o sobre suelos metálicos o que trabajan dentro de depósitos o calderas metálicas; 6) las herramientas que se puedan utilizar en lugares mojados o conductores y 7) las lámparas de mano portátiles.

Excepciones:

1) *No es necesario que las herramientas y lámparas de mano portátiles que se puedan utilizar en lugares mojados o conductores se pongan a tierra cuando reciben corriente a través de un transformador de aislamiento con el secundario no puesto a tierra y de no más de 50 V.*
2) *Las herramientas manuales, herramientas a motor, herramientas fijas certificadas a motor, herramientas industriales ligeras y artefactos certificados protegidos por un sistema de doble*

aislamiento o equivalente. Cuando se utilicen estos sistemas, el equipo debe estar claramente rotulado.

250-46. Separación con respecto a las bajantes de pararrayos. Los conductos, encerramientos, estructuras y otras partes metálicas de equipos eléctricos no portadores de corriente, se deben mantener alejados como mínimo a 1,80 m de los conductores de las bajantes de los pararrayos; cuando la distancia a los conductores de las bajantes sea menor a 1,80 m, se deben conectar equipotencialmente a dichas bajantes.

Nota. Para el uso de la puesta a tierra de los pararrayos, véase el Artículo 250-86. En cuanto a la separación de los conductores de los pararrayos, véanse los Artículos 800-13 y 820-10.f).3). Para información adicional véase la Norma Técnica Colombiana referente a *Protección contra descargas eléctricas atmosféricas*.

F. MÉTODOS DE PUESTA A TIERRA

Nota. Véase la norma ANSI/IEEE Std.42 *Grounding of industrial and commercial power systems*.

250-50. Conexiones de los conductores de puesta a tierra de los equipos. Las conexiones de los conductores de puesta a tierra de los equipos en el lado del suministro de los sistemas derivados independientes, se deben hacer de acuerdo con el Artículo 250-26.a). Las conexiones de los conductores de puesta a tierra del equipo de la acometida se deben hacer según los siguientes apartados a) o b).

a) Para sistemas puestos a tierra. La conexión se debe hacer conectando equipotencialmente el conductor de puesta a tierra de los equipos al conductor de la acometida puesto a tierra y al conductor del electrodo de puesta a tierra.

b) En sistemas no puestos a tierra. La conexión se debe hacer conectando equipotencialmente el conductor de puesta a tierra de los equipos al conductor del electrodo de puesta a tierra.

Excepción para a) y b): Para cambiar los tomacorrientes sin polo a tierra por otros tomacorrientes con polo a tierra y para ampliaciones de circuitos ramales sólo de instalaciones ya existentes que no tengan conductor de puesta a tierra de los equipos en el circuito ramal, se permite que el conductor de puesta a tierra de una salida para tomacorriente con polo a tierra se conecte a un punto accesible de la instalación del electrodo de puesta a tierra, como se indica en el Artículo 250-81, o a cualquier punto accesible del conductor del electrodo de puesta a tierra.

Nota. Para el uso de tomacorrientes con interruptor automático de circuitos por falla a tierra, véase el Artículo 210-7.d).

250-51. Camino efectivo de puesta a tierra. El camino a tierra desde los circuitos, equipos y encerramientos metálicos de conductores debe ser: 1) permanente y eléctricamente continuo, 2) de capacidad suficiente para conducir con seguridad cualquier corriente de falla que pueda producirse y 3) de una impedancia suficientemente baja como para limitar la tensión a tierra y facilitar el funcionamiento de los dispositivos de protección del circuito.

La tierra no se debe utilizar como el único conductor de puesta a tierra de los equipos.

250-53. Camino de puesta a tierra hasta el electrodo de puesta a tierra en acometidas.

a) Conductor del electrodo de puesta a tierra. Se debe usar un conductor del electrodo de puesta a tierra para conectar los conductores de puesta a tierra de los equipos, los encerramientos de los equipos de acometida y, si el sistema está puesto a tierra, el conductor puesto a tierra de la acometida con el electrodo de puesta a tierra.

Excepción: Lo que establece el Artículo 250-27 para conexiones a instalaciones con neutro puesto a tierra de alta impedancia.

Nota. Para la puesta a tierra de los sistemas de corriente alterna, véase el Artículo 250-23.a).

b) Puente de conexión equipotencial principal. En un sistema puesto a tierra se debe usar un puente de conexión equipotencial principal, sin empalmes, para conectar el conductor de puesta a tierra de los equipos y el armario del dispositivo de desconexión de la acometida al conductor puesto a tierra del sistema en cada medio de desconexión de la acometida.

Excepciones:

1) *Cuando haya más de un medio de desconexión de la acometida en un equipo certificado para usar como equipo de acometida, es necesario instalar un conductor puesto a tierra hasta el equipo y conectarlo equipotencialmente al armario.*

2) *Lo que establecen los Artículos 250-27 y 250-153 para sistemas con neutro puesto a tierra.*

250-54. Electrodo común de puesta a tierra. Cuando se conecta una instalación de c.a. a un electrodo de puesta a tierra en una edificación, tal como se especifica en los Artículos 250-23 y 250-24, ese mismo electrodo se debe usar para poner a tierra los armarios y equipos dentro de la edificación o sobre ella. Cuando a la misma edificación lleguen dos acometidas independientes y haya que conectarlas a un electrodo de puesta a tierra, se debe usar el mismo electrodo de puesta a tierra. Dos o más electrodos de puesta a tierra unidos eficazmente entre sí, se deben considerar a este respecto como un solo electrodo de puesta a tierra.

250-55. Cable subterráneo de acometida. Cuando un edificio reciba alimentación por una instalación subterránea continua de cables con forro metálico, no es necesario poner a tierra el forro o blindaje del cable de acometida subterráneo que esté conectado metálicamente al sistema subterráneo o a un conducto de la acometida que contenga un cable con forro metálico conectado equipotencialmente. Se permite que el forro metálico esté aislado de los tubos conduit o tuberías interiores.

250-56. Tramos cortos de una canalización. Cuando haya que poner a tierra tramos aislados de una canalización metálica o del blindaje de un cable, se deberá hacer según el Artículo 250-57.

250-57. Equipo fijo en sitio o conectado por método de alambrado permanente - Puesta a tierra. Cuando haya que poner a tierra las partes metálicas no portadoras corriente de los equipos, canalizaciones u otros encerramientos, se debe hacer por uno de los siguientes métodos a) o b):

Excepción: Cuando el equipo, las canalizaciones y encerramientos estén puestos a tierra a través del conductor del circuito puesto a tierra, tal como permiten los Artículos 250-24, 250-60 y 250-61.

a) Tipos de conductor de puesta a tierra de los equipos. Mediante cualquiera de los conductores de puesta a tierra de equipos permitidos por el Artículo 250-91.b).

b) Con los conductores del circuito. Mediante el conductor de puesta a tierra de los equipos instalado dentro de la misma canalización, cable o cordón o de cualquier otro modo con los conductores del circuito. Los conductores de puesta a tierra de equipos se permiten desnudos, forrados o aislados. Los conductores de puesta a tierra forrados o aislados individualmente deben tener un acabado exterior continuo verde o verde con una o más rayas amarillas.

Excepciones:

1) *Se permite que, durante la instalación, un conductor aislado o forrado de calibre superior a 13,29 mm^2 (6 AWG), de cobre o aluminio, se identifique permanentemente como conductor de puesta a tierra en sus dos extremos y en todos los puntos en los que el conductor sea accesible. Esta identificación se debe hacer por alguno de los siguientes medios:*

   a. *Quitando el aislamiento o recubrimiento en toda la parte expuesta.*

   b. *Pintando de verde el aislamiento o recubrimiento expuesto, o*

   c. *Marcando el aislamiento o recubrimiento expuesto con una cinta adhesiva o con rótulos adhesivos de color verde.*

2) *En los circuitos de corriente continua se permite que el conductor de puesta a tierra de los equipos discurra separadamente de los conductores del circuito.*

3) *Como se recoge en la Excepción a los Artículos 250-50.a) y b), se permite que el conductor de puesta a tierra de los equipos discurra separadamente de los conductores del circuito.*

4) *Cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que la instalación es atendida únicamente por personal calificado, se permite identificar permanentemente durante la instalación uno o más conductores aislados en un cable multifilar como conductor(es) de puesta a tierra de los equipos, en cada extremo y en todos los puntos en los que el conductor sea accesible, por los siguientes medios:*

   a. *Quitando el aislamiento o recubrimiento en toda la parte expuesta.*

   b. *Pintando de verde el aislamiento o recubrimiento expuesto, o*

   c. *Marcando el aislamiento o recubrimiento expuesto con una cinta adhesiva o con rótulos adhesivos de color verde.*

Notas:

1) Para los puentes de conexión equipotencial de los equipos, véase el Artículo 250-79.

2) Para el uso de cordones con equipos fijos, véase el Artículo 400-7.

250-58. Equipos que se consideran puestos eficazmente a tierra. En las condiciones especificadas en los siguientes apartados a) y b), se considera que las partes metálicas no portadoras de corriente de los equipos están puestas eficazmente a tierra.

a) Equipos sujetos a soportes metálicos puestos a tierra. El equipo eléctrico sujeto y en contacto eléctrico con un armazón o estructura metálica diseñados para su soporte y puestos a tierra por uno de los medios indicados en el Artículo 250-57. No se debe usar la estructura metálica de un edificio como conductor de puesta a tierra de equipos de c.a.

b) Estructura metálica de cabinas. Las estructuras metálicas de cabinas sujetas a cables metálicos que los elevan, y que están unidos o que circulan sobre carretes o tambores metálicos de la maquinaria de los ascensores puesta a tierra por alguno de los métodos indicados en el Artículo 250-57.

250-59. Equipos conectados con cordón y clavija. Cuando haya que conectarlas a tierra, las partes metálicas no portadoras de corriente de los equipos conectados con cordón y clavija se deben poner a tierra por alguno de los siguientes métodos a), b) o c).

a) A través del encerramiento metálico. A través del encerramiento metálico de los conductores que alimentan a dichos equipos, si van conectados mediante una clavija con polo a tierra fijo que se utiliza para poner a tierra el encerramiento metálico y si el encerramiento metálico de los conductores se sujeta a la clavija y al equipo mediante conectores aprobados.

Excepción: Se permite un contacto de puesta a tierra autoarmable en clavijas con polo a tierra utilizados en el extremo del cordón de herramientas o artefactos eléctricos portátiles, accionados o guiados a mano.

b) A través del conductor de puesta a tierra de los equipos. A través de un conductor de puesta a tierra de equipos instalado junto con los conductores de suministro en un cable o cordón flexible debidamente terminado en una clavija con polo a tierra, con el contacto del polo a tierra fijo. Se permite que haya un conductor de puesta a tierra sin aislar, pero, si se aísla por separado, el forro debe tener un acabado exterior continuo de color verde o verde con una o más rayas amarillas.

Excepción: Se permite un contacto de puesta a tierra autoarmable en clavijas con polo a tierra utilizados en el extremo del cordón de herramientas o artefactos eléctricos portátiles, accionados o guiados a mano.

c) A través de alambre o banda flexible independiente. A través de un alambre o banda flexible independiente, desnudo o aislado, protegido en la medida de lo posible contra daños físicos, cuando forme parte del equipo.

250-60. Carcasas de estufas y secadoras de ropa. Esta Artículo se debe aplicar sólo a los circuitos ramales ya instalados. Los circuitos de nueva instalación deben cumplir lo establecido en los Artículos 250-57 y 250-59. Las carcasas de estufas eléctricas, hornos montados en la pared, estufas de sobreponer, secadoras de ropa y cajas de salida o cajas de unión que formen parte del circuito de esos artefactos, se deben poner a tierra según se especifica en los Artículos 250-57 o 250-59, o se puede poner a tierra al conductor de un circuito puesto a tierra (excepto en las viviendas móviles y vehículos recreativos), si se cumplen además todas las condiciones establecidas en los siguientes apartados a) hasta d):

a) Que el alimentador sea monofásico trifilar a 120/240 V o sea una instalación de 208Y/120 V derivada de una conexión trifásica tetrafilar en estrella.

b) Que el conductor puesto a tierra no sea menor a 5,25 mm^2 (10 AWG) en cobre o a 8,36 mm^2 (8 AWG) en aluminio.

c) Que el conductor puesto a tierra esté aislado o esté sin aislar y forme parte de un cable de acometida de Tipo SE y el circuito ramal arranque del equipo de la acometida.

d) Que los contactos de puesta a tierra de los tomacorrientes suministrados como parte del equipo estén conectados equipotencialmente al equipo.

250-61. Uso del conductor puesto a tierra del circuito para la puesta a tierra de equipos.

a) Equipos en el lado de la red de suministro. Se permite que el conductor de un circuito puesto a tierra sirva para poner a tierra las partes metálicas no portadoras de corriente de equipos, canalizaciones y otros encerramientos en cualquiera de los siguientes lugares:

1) En lado de la red de suministro del medio de desconexión de la acometida.

2) En el lado de la red de suministro de los medios de desconexión de una acometida para edificaciones separadas, como se establece en el Artículo 250-24.

3) En el lado de la red de suministro del medio de desconexión o dispositivos de protección contra sobrecorriente de un sistema derivado independiente.

b) Equipos en el lado de carga. El conductor de un circuito puesto a tierra no se debe usar para poner a tierra las partes metálicas no portadoras de corriente de los equipos que haya en el lado de la carga del medio de desconexión de la acometida o en el lado de la carga del medio de desconexión o del dispositivo de protección contra sobrecorriente de un sistema derivado independiente que no tenga un medio de desconexión principal.

Excepciones:

1) *Las carcasas de estufas, hornos montados en la pared, estufas de sobreponer y secadoras de ropa en las condiciones permitidas por el Artículo 250-60 para instalaciones ya existentes.*
2) *Lo que permite el Artículo 250-24 para edificios independientes.*
3) *Se permite poner a tierra armarios de medidores conectando el conductor puesto a tierra del circuito en el lado de la carga del medio de desconexión de la acometida, si:*

   a. *No hay instalado en la acometida un dispositivo de protección contra fallas a tierra.*

   b. *Todos los armarios de medidores están situados cerca del medio de desconexión de la acometida.*

   c. *El calibre de los conductores del circuito puesto a tierra no es menor al especificado en la Tabla 250-95 para los conductores de puesta a tierra de los equipos.*

4) *Lo que exigen los Artículos 710-72.e).1) y 710-74.*

5) *Se permite poner a tierra los sistemas de c.c. del lado de la carga del medio de desconexión o dispositivo de protección contra sobrecorriente, según el Artículo 250-22, Excepción.*

250-62. Conexiones en circuitos múltiples. Cuando haya que poner a tierra un equipo que esté alimentado mediante conexiones independientes a más de un circuito o a más de un sistema de puesta a tierra en un predio, debe haber un medio de puesta a tierra en cada una de esas conexiones, como se especifica en los Artículos 250-57 y 250-59.

G. CONEXIONES EQUIPOTENCIALES

250-70. Generalidades. Cuando sea necesario, se deben hacer las conexiones equipotenciales pertinentes para asegurar la continuidad eléctrica y la capacidad de transportar con seguridad cualquier corriente de falla que se pueda producir.

250-71. Equipo de acometida.

a) Conexiones equipotenciales del equipo de acometida. Las partes metálicas no portadoras de corriente de los equipos que se indican en los siguientes apartados 1), 2) y 3), se deben conectar equipotencialmente de forma eficaz:

1) Las canalizaciones de acometida, bandejas de cables, armaduras de los buses de cables o de los cables de acometidas o blindajes, excepto lo que permite el Artículo 250-55.

2) Todos los encerramientos de equipos de acometida que contengan conductores de acometida, accesorios de medidores, cajas o similares, interpuestos en la canalización o blindaje de acometida.

3) Todas las canalizaciones metálicas o blindajes por los que discurra un conductor del electrodo de puesta a tierra, tal como lo permite el Artículo 250-92.a). La conexión equipotencial se debe hacer en cada extremo y en todas las canalizaciones, cajas y encerramientos que existan entre el equipo de acometida y el electrodo de puesta a tierra.

b) Conexión equipotencial con otros sistemas. En la acometida debe haber como mínimo un medio accesible fuera de los armarios o encerramientos para conectar los conductores de conexiones equipotenciales y de puesta a tierra de los sistemas, consistente en alguno de los siguientes elementos:

1) Canalizaciones metálicas expuestas de la acometida.

2) El conductor expuesto del electrodo de puesta a tierra

3) Un medio aprobado para la conexión externa de un conductor de conexión equipotencial o de puesta a tierra, de cobre o de otro material resistente a la corrosión, a la canalización o equipo de la acometida.

Con el propósito de proporcionar un medio accesible para la conexión equipotencial de los sistemas, se consideran equipos de acometida los medios de desconexión de un edificio o estructura independiente, tal como lo permite el Artículo 250-54, y los medios de desconexión de las viviendas móviles permitidos por el Artículo 550-23.a) Excepción 1).

Notas:

1) Un ejemplo de los medios aprobados de los que se menciona en el numeral 3) anterior, es un conductor de cobre de 13,29 mm^2 (6 AWG) con un extremo conectado equipotencialmente a la canalización o equipo de acometida y a 15 cm o más del otro extremo accesible por la parte exterior.

2) Para los requisitos de conexiones equipotenciales y puestas a tierra de circuitos de comunicaciones, radio, televisión y televisión por cable (CATV), véanse los Artículos 800-40, 810-21 y 820-40.

250-72. Método de conexión equipotencial del equipo de acometida. La continuidad eléctrica del equipo de acometida debe estar asegurada por uno de los métodos especificados en los siguientes apartados a) hasta e):

a) Conductor de acometida puesto a tierra. Conectando equipotencialmente el equipo al conductor de acometida puesto a tierra por alguno de los métodos del Artículo 250-113.

b) Conexiones roscadas. Cuando haya tubo metálico rígido o tubo metálico intermedio, las uniones mediante conexiones roscadas o tubos roscados en los armarios y encerramientos se deben apretar con llave.

c) Conexiones y conectores sin rosca. Apretando las conexiones y conectores sin rosca de tubo metálico rígido, tubo metálico intermedio y tubería metálica eléctrica hermética a los líquidos. No se deben usar tuercas ni pasacables estándar para las conexiones equipotenciales que requiere esta Artículo.

d) Puentes de conexión equipotencial. Los puentes de conexión equipotencial que cumplan los demás requisitos de esta Sección se deben usar alrededor de bocados concéntricos o excéntricos perforados o dispuestos de cualquier otra forma que impida la conexión eléctrica a tierra.

e) Otros dispositivos. Otros dispositivos aprobados, como tuercas y pasacables del tipo de conexión equipotencial.

250-73. Cable de acometida con blindaje o cinta metálicos. La cobertura metálica de un cable de acometida que tenga un conductor de acometida puesto a tierra y no aislado, en contacto eléctrico continuo con su blindaje o cinta metálicos, se debe considerar puesta a tierra.

250-74. Conexión del terminal de puesta a tierra de un tomacorriente a una caja. Para conectar el terminal de puesta a tierra de un tomacorriente, del tipo con polo a tierra, con una caja puesta a tierra se debe usar un puente de conexión equipotencial de equipos.

Excepciones:

1) *Cuando la caja vaya montada en superficie con contacto metálico directo entre el soporte y la propia caja, se permite que la puesta a tierra del tomacorriente se haga a través de la caja. Esta excepción no se aplica a los tomacorrientes montados en las tapas, a no ser que la combinación de caja y tapa esté certificada como un medio satisfactorio que proporciona continuidad a tierra entre la caja y el tomacorriente .*
2) *Se permite que los dispositivos o soportes de contacto diseñados y certificados para este fin formen, junto con los tornillos que los sujetan, el circuito de puesta a tierra entre el soporte del dispositivo y las cajas de tipo empotrable.*
3) *Las cajas en el suelo diseñadas y certificadas para ofrecer una continuidad satisfactoria a tierra entre la caja y el dispositivo.*
4) *Cuando sea necesario reducir el ruido eléctrico (interferencias electromagnéticas) en el circuito de puesta a tierra, se permite un tomacorriente en el que el terminal de puesta a tierra esté aislado intencionalmente de los medios de montaje del tomacorriente. Se debe poner a tierra el terminal de puesta a tierra del tomacorriente por medio de un conductor de puesta a tierra de equipos aislado instalado con los conductores del circuito. Este conductor de puesta a tierra puede pasar a través de uno o más paneles de distribución sin necesidad de conectarlo a los terminales de puesta a tierra de dichos paneles, tal como permite el Artículo 384-20, Excepción, siempre que termine dentro del mismo edificio o estructura directamente en el terminal de un conductor de puesta a tierra de equipos de la misma acometida o sistema derivado.*

Nota. El uso de un conductor de puesta a tierra aislado para equipos no exime del requisito de poner a tierra la canalización y la caja de salida.

250-75. Conexión equipotencial de otros encerramientos. Las canalizaciones metálicas, bandejas de cables, blindajes de cables, armaduras de cables, encerramientos, marcos, accesorios y otras partes metálicas no portadoras de corriente y que puedan servir como conductores de puesta a tierra con o sin conductores suplementarios de puesta a tierra de equipos, se deben conectar equipotencial y eficazmente cuando sea

necesario para asegurar la continuidad eléctrica y la capacidad del circuito para soportar con seguridad cualquier corriente que pudiera producirse por cualquier falla en el mismo. Se deben quitar de las roscas, puntos y superficies de contacto todas las pinturas, barnices o recubrimientos similares no conductores o bien conectarlos por medio de accesorios diseñados de tal manera que hagan innecesaria dicha eliminación.

Excepción: Cuando sea necesario reducir el ruido eléctrico (interferencias electromagnéticas) en el circuito de puesta a tierra, se permite que un armario de equipos, el cual se alimente desde un circuito ramal, esté aislado de una canalización que contenga circuitos que alimenten sólo a esos equipos, por medio de uno o más accesorios certificados para canalizaciones no metálicas situados en el punto de conexión de la canalización con el armario del equipo. La canalización metálica debe cumplir lo establecido en este Sección y debe estar complementada por un conductor de puesta a tierra de equipos aislado interno, instalado de acuerdo con el Artículo 250-74, Excepción 4), para que sirva de conexión de puesta a tierra del armario del equipo.

Nota. El uso de un conductor de puesta a tierra aislado para equipos no exime del requisito de poner a tierra la canalización.

250-76. Conexión equipotencial de instalaciones a más de 250 V. En circuitos de más de 250 V a tierra, se debe asegurar la continuidad eléctrica de los conductos metálicos y cables con blindaje metálico que contengan conductores distintos de los de la acometida, por medio de uno o más de los métodos especificados para las acometidas en el Artículo 250-72.b) hasta e).

Excepción: Cuando no haya bocados de mayor tamaño, concéntricos o excéntricos, o cuando se hayan ensayado bocados concéntricos o excéntricos y la caja o el armario esté certificado para ese uso, se permiten los siguientes medios:

a. Uniones y conectores sin rosca para cables con blindaje metálico.

b. Dos tuercas en un conducto de metal rígido o intermedio, una dentro y otra fuera de la caja y armario.

c. Accesorios con lengüetas que asienten bien en la caja o armario, como los conectores para tubería eléctrica metálica, para tubo metálico flexible y conectores de cables, con una tuerca dentro de la caja y armario.

d. Otros accesorios certificados.

250-77. Conexión equipotencial de canalizaciones metálicas con holguras. Las juntas de dilatación y las secciones telescópicas de las canalizaciones metálicas se deben hacer eléctricamente continuas mediante puentes de conexión equipotencial u otros medios.

250-78. Conexiones equipotenciales en lugares peligrosos (clasificados). Con independencia de la tensión de una instalación eléctrica, se debe asegurar la continuidad eléctrica de las partes metálicas no portadoras de corriente de los equipos, canalizaciones y otros encerramientos en los lugares peligrosos (clasificados) que define la Sección 500, por cualquiera de los medios especificados para las acometidas en el Artículo 250-72 y que estén aprobados para el método de instalación utilizado.

250-79. Puentes de conexión equipotencial principal y de equipos.

a) Material. Los puentes de conexión equipotencial principal y de equipos deben ser de cobre u otro material resistente a la corrosión. Un puente de conexión equipotencial principal o según lo exigido por el Artículo 250-26.a), debe ser un alambre, barra conductora, tornillo o conductor adecuado similar.

b) Construcción. Cuando el puente de conexión equipotencial principal sea un solo tornillo, éste se debe identificar mediante un color verde que sea bien visible una vez el tornillo esté instalado.

c) Sujeción. Los puentes de conexión equipotencial principal y de equipos se deben sujetar según lo que establecen las disposiciones pertinentes de el Artículo 250-113 para los circuitos y equipos y el Artículo 250-115 para los electrodos de puesta a tierra.

d) Calibre de los puentes de conexión equipotencial de los equipos del lado de alimentación de la acometida y del principal. El puente de conexión equipotencial no debe ser de menor calibre que el establecido en la Tabla 250-94 para los conductores del electrodo de puesta a tierra. Cuando los

conductores de fase de acometida sean de más de 557,37 mm^2 (1.100 kcmils) en cobre o 886,73 mm^2 (1.750 kcmils) en aluminio, el puente de conexión equipotencial debe tener un calibre no menor al 12,5 % del calibre del mayor conductor de fase excepto que, cuando los conductores de fase y el puente de conexión equipotencial sean de distinto material (cobre o aluminio), el calibre mínimo del puente de conexión equipotencial se debe calcular sobre la hipótesis del uso de conductores de fase del mismo material que el puente y con una capacidad de corriente equivalente a la de los conductores de fase instalados. Cuando se monten conductores de acometida en paralelo en dos o más canalizaciones o cables, el puente de conexión equipotencial de los equipos, si discurre con esas canalizaciones o cables, debe instalarse en paralelo. El calibre del puente de conexión equipotencial de cada canalización o cable se debe calcular a partir del calibre de los conductores de acometida en cada cable o conducto. El puente de conexión equipotencial de la canalización o blindaje del cable del conductor del electrodo de puesta a tierra, como indica el Artículo 250-92.b), debe ser del mismo calibre o mayor que el correspondiente conductor del electrodo de puesta a tierra que vaya en el cable o canalización. En sistemas de corriente continua, el calibre del puente de conexión equipotencial no debe ser menor al del conductor de puesta a tierra del sistema, tal como lo especifica el Artículo 250-93.

e) Calibre del puente de conexión equipotencial en el lado de la carga de la acometida. El puente de conexión equipotencial de los equipos a la salida de los dispositivos de protección contra sobrecorriente de la acometida debe tener un calibre no menor al que aparece en la Tabla 250-95. Se permite conectar con un solo puente de conexión equipotencial común continuo, dos o más canalizaciones o cables, si el puente tiene un calibre de acuerdo con la Tabla 250-95 para el mayor de los dispositivos de protección contra sobrecorriente que protege los circuitos conectados al mismo.

Excepción: No es necesario que el puente del equipo sea de mayor calibre que los conductores de los circuitos que lo alimentan , pero no debe ser menor a 2,08 mm^2 *(14 AWG).*

f) Instalación del puente de conexión equipotencial de los equipos. Se permite instalar el puente de conexión equipotencial de los equipos dentro o fuera de una canalización o encerramiento. Si se instala fuera, la longitud del puente no debe superar 1,80 m y debe instalarse con la canalización o armario. Si se instala dentro de la canalización, el puente de conexión equipotencial de los equipos debe cumplir los requisitos de los Artículos 250-114 y 310-12.b).

250-80. Conexión equipotencial de sistemas de tuberías y acero estructural expuesto.

a) Tuberías metálicas para agua. El sistema interior de tuberías metálicas para agua se debe conectar equipotencialmente al encerramiento del equipo de acometida, al conductor puesto a tierra de la acometida, al conductor del electrodo de puesta a tierra cuando sea de calibre suficiente, o a uno o más de los electrodos de puesta a tierra de la instalación. El puente de conexión equipotencial debe tener un calibre de acuerdo con la Tabla 250-94 y estar instalado según el Artículo 250-92.a) y b). Los puntos de conexión del puente deben estar accesibles.

Excepción: En edificios de ocupación múltiple en los que el sistema interior de tuberías metálicas para agua de cada ocupante esté aislado metálicamente de los demás mediante tuberías no metálicas, se permite que la tubería interior para agua de cada ocupante vaya conectada equipotencialmente al encerramiento del cuadro de distribución o panel de distribución de ese ocupante (distinto del equipo de acometida). El calibre del puente de conexión equipotencial debe ser como establece la Tabla 250-95.

Cuando haya un sistema derivado independiente con electrodo de puesta a tierra, como se especifica en el Artículo 250-26.c).3), el punto más cercano posible del sistema de tuberías metálicas interiores para agua de la zona a la que suministra corriente el sistema derivado independiente se debe conectar equipotencialmente al conductor de puesta a tierra de ese sistema. El puente de conexión equipotencial debe tener un calibre de acuerdo con la Tabla 250-94 y estar instalado según el Artículo 250-92.a) y b). Los puntos de conexión del puente deben estar accesibles.

b) Otras tuberías metálicas. Los demás sistemas de tuberías interiores metálicas que se puedan llegar a energizar se deben conectar equipotencialmente al encerramiento del equipo de acometida, al conductor puesto a tierra de acometida, al conductor del electrodo de puesta a tierra cuando tenga el calibre suficiente

o a uno o más de los electrodos de puesta a tierra de la instalación. El puente de conexión equipotencial debe tener una sección transversal de acuerdo con la Tabla 250-95, según la corriente nominal del circuito que pueda energizar a las tuberías. Se permite utilizar como conexión equipotencial el conductor de puesta a tierra de los equipos para el circuito que pueda llegar a energizar a las tuberías.

Nota. La conexión equipotencial entre sí de todas las tuberías metálicas y conductos de aire de los predios proporcionará seguridad adicional.

c) Acero estructural. El acero estructural interior expuesto que está interconectado para formar la estructura de acero de un edificio, que no esté puesto intencionalmente a tierra y que se pueda llegar a energizar, se debe conectar equipotencialmente al encerramiento del equipo de acometida, al conductor puesto a tierra de la acometida, al conductor del electrodo de puesta a tierra cuando tenga el calibre suficiente o a uno o más de los electrodos de puesta a tierra de la instalación. El puente de conexión equipotencial debe tener un calibre de acuerdo con la Tabla 250-94 e instalarse de acuerdo con el Artículo 250-92.a) y b). Los puntos de conexión del puente deben estar accesibles.

H. INSTALACIÓN DEL ELECTRODO DE PUESTA A TIERRA DEL SISTEMA

250-81. Instalación del electrodo de puesta a tierra del sistema. Si en un predio, en cada edificio o estructura perteneciente al mismo, existen todos los elementos a) hasta d) que se indican a continuación y algún electrodo instalado de acuerdo con el Artículo 250-83.c) y d), se deben conectar equipotencialmente entre sí para formar la instalación del electrodo de puesta a tierra. El puente o puentes de conexión equipotencial se deben montar de acuerdo con los Artículos 250-92.a) y b) y deben tener un calibre según lo establecido en el Artículo 250-94 e ir conectados como se indica en el Artículo 250-115. Se permite que el conductor del electrodo de puesta a tierra sin empalmes llegue hasta cualquier electrodo de puesta a tierra del sistema convenientemente situado en la instalación. Debe tener un calibre suficiente tomando el mayor conductor del electrodo de puesta a tierra exigido entre todos los electrodos disponibles.

Excepciones:

1) *Se permite empalmar el conductor del electrodo de puesta a tierra mediante conectores irreversibles a presión certificados para este fin o mediante proceso de soldadura exotérmica.*

   Las tuberías metálicas interiores para agua situadas a más de 1,50 m del punto de entrada a la edificación, no se deben utilizar como parte de la instalación del electrodo de puesta a tierra o como conductor para interconectar electrodos que formen parte del sistema del electrodo de puesta a tierra.

2) *En las edificaciones industriales y comerciales, cuando sus condiciones de mantenimiento y supervisión garanticen que la instalación sólo sea atendida por personal calificado y la tubería metálica interior para agua que se vaya a utilizar como conductor esté expuesta en toda su longitud.*

Nota. Para requisitos especiales de conexión y puesta a tierra en edificaciones agrícolas, véase el Artículo 547-8.

a) Tuberías metálicas subterráneas de agua. Una tubería metálica subterránea para agua en contacto directo con la tierra a lo largo de 3,0 m o más (incluidos los forros metálicos de pozos efectivamente conectados equipotencialmente a la tubería) y con continuidad eléctrica (o hecha eléctricamente continua mediante la conexión equipotencial alrededor de juntas aislantes, o de secciones o tubería aislante) hasta los puntos de conexión del conductor del electrodo de puesta a tierra y de los conductores de conexión equipotencial. La continuidad de la trayectoria de la puesta a tierra o de la conexión equipotencial a la tubería interior no se debe hacer a través de medidores de agua o filtros y equipos similares. Una tubería metálica subterránea para agua se debe complementar con un electrodo adicional del tipo especificado en los Artículos 250-81 o 250-83. Se permite que este electrodo complementario vaya conectado equipotencialmente al conductor del electrodo de puesta a tierra, al conductor de acometida puesto a tierra, a la canalización de la acometida puesta a tierra o a cualquier encerramiento de la acometida puesta a tierra.

Cuando el electrodo complementario sea fabricado, como se establece en el Artículo 250-83.c) o d), no se requiere que la parte del puente de conexión equipotencial que constituya la única conexión con dicho

electrodo complementario sea mayor que un alambre de cobre de 13,29 mm^2 (6 AWG)o aluminio de 21,14 mm^2 (4 AWG).

Excepción: Se permite que el electrodo complementario vaya conectado a la tubería metálica interior para agua en cualquier punto que resulte cómodo, como se explica en el Artículo 250-81 Excepción 2).

b) Estructura metálica de la edificación. La estructura metálica de la edificación, cuando esté eficazmente puesta a tierra.

c) Electrodo empotrado en concreto. Un electrodo empotrado como mínimo 50 mm en concreto, situado dentro y cerca del fondo de un cimiento o zapata de concreto que esté en contacto directo con la tierra y que consista como mínimo en una barra o varilla de 6 m de acero desnudo, galvanizado o revestido de cualquier otro recubrimiento eléctricamente conductor, de no menos de 12,7 mm (1/2 pulgada) de diámetro, o como mínimo en un conductor de cobre desnudo de 6 m y de calibre no menor a 21,14 mm^2 (4 AWG).

d) Anillo de puesta a tierra. Un anillo de puesta a tierra que rodee la edificación o estructura, en contacto directo con la tierra y a una profundidad bajo la superficie no menor a 0,75 m, que consista como mínimo en un conductor de cobre desnudo de 6 m y calibre no menor al 33,62 mm^2 (2 AWG).

250-83. Electrodos fabricados y otros electrodos. Cuando no se disponga de ninguno de los electrodos especificados en el Artículo 250-81, se debe usar uno o más de los electrodos especificados en los apartados b) hasta d) a continuación. Cuando sea posible, los electrodos fabricados se deben enterrar por debajo del nivel de humedad permanente (nivel freático). Los electrodos fabricados deben estar libres de recubrimientos no conductores como pintura o esmalte. Cuando se use más de un electrodo para la instalación de puesta a tierra, ninguno de ellos (incluidos los que se utilicen como barras de pararrayos) debe estar a menos de 1,80 m de cualquier otro electrodo o sistema de puesta a tierra. Dos o más electrodos de puesta a tierra que estén eficazmente conectados equipotencialmente entre sí se deben considerar como un solo sistema de electrodo de puesta a tierra.

a) Instalación subterránea de tuberías metálicas de gas. No se debe usar como electrodo de puesta a tierra la instalación subterránea de tuberías metálicas de gas.

b) Otras estructuras o sistemas metálicos subterráneos cercanos. Otras estructuras o sistemas metálicos subterráneos cercanos, como tuberías y depósitos subterráneos.

c) Electrodos de barras y tuberías. Los electrodos de barras y tuberías no deben tener menos de 2,40 m de longitud, deben ser de los materiales que se especifican a continuación y estar instalados del siguiente modo:

1) Los electrodos consistentes en tuberías o conductos no deben tener una sección transversal menor al tamaño comercial de 19 mm (3/4 ") y, si son de hierro o acero, deben tener su superficie exterior galvanizada o revestida de cualquier otro metal que los proteja contra la corrosión.

2) Los electrodos de barras de hierro o acero deben tener como mínimo un diámetro de 15,87 mm (5/8 de pulgada). Las barras de acero inoxidable deben ser de al menos 15,87 mm (5/8 de pulgada) de diámetro, las de metales no ferrosos o sus equivalentes, deben estar certificadas y tener un diámetro no menor a 12,7 mm (1/2 pulgada).

3) El electrodo se debe instalar de modo que tenga en contacto con el suelo como mínimo 2,40 m de su longitud. Se debe clavar a una profundidad no menor a 2,40 m, excepto si se encuentra roca, en cuyo caso el electrodo se debe clavar con un ángulo oblicuo que no forme más de 45° con la vertical o enterrarse horizontalmente en una zanja que tenga como mínimo 0,75 m de profundidad. El extremo superior del electrodo debe quedar al nivel del suelo o por debajo, excepto si el extremo superior del electrodo que quede por encima del suelo y la conexión con el conductor del electrodo de puesta a tierra están protegidos contra daños físicos como se especifica en el Artículo 250-117.

d) Electrodos de placa. Los electrodos de placa deben tener un área mínima de 0,2 m² que esté en contacto directo con el suelo. Los electrodos de placas de hierro o acero deben tener un espesor mínimo de 6 mm. Los electrodos de metales no ferrosos deben tener un espesor mínimo de 1,5 mm.

e) Electrodos de aluminio. No está permitido utilizar electrodos de aluminio.

250-84. Resistencia de los electrodos fabricados. Un electrodo único que consista en una barra o varilla, tubo o placa y que no tenga una resistencia a tierra de 25 ohmios o menos, se debe complementar con un electrodo adicional de cualquiera de los tipos especificados en los Artículos 250-81 o 250-83. Cuando se instalen varios electrodos de barras, tuberías o placas para cumplir los requisitos de este Artículo, deben tener entre sí una separación mínima de 1,80 m.

Nota. La eficiencia de la instalación en paralelo de barras de más de 2,40 m aumenta si se separan más de 1,80 m.

250-86. Uso de la puesta a tierra de pararrayos. Para la puesta a tierra de los sistemas eléctricos y equipos no se debe usar la puesta a tierra de pararrayos. Esta disposición no impide la conexión equipotencial requerida de los electrodos de puesta a tierra de distintos sistemas.

Notas:

1) Para la separación de las bajantes de los pararrayos, véase el Artículo 250-46. Para la conexión equipotencial de electrodos, véanse los Artículos 800-40.d), 810-21.j) y 820-40.d).

2) Si se conectan equipotencialmente todos los electrodos de puesta a tierra de distintos sistemas, se limitará la diferencia de potencial entre ellos y entre sus sistemas de alambrado asociados.

J. CONDUCTORES DE PUESTA A TIERRA

250-91. Materiales. Los materiales de los conductores de puesta a tierra se especifican en los siguientes apartados a), b) y c).

a) Conductor del electrodo de puesta a tierra. El conductor del electrodo de puesta a tierra debe ser de cobre, aluminio o aluminio recubierto de cobre. El material elegido debe ser resistente a la corrosión que se pueda producir en la instalación o debe estar adecuadamente protegido contra ella. El conductor debe ser macizo o trenzado, aislado, forrado o desnudo y debe ser de un solo tramo continuo, sin empalmes ni uniones.

Excepciones:

1) Se permiten los empalmes en los conjuntos de barras.

2) Cuando haya una acometida con más de un encerramiento, como se permite en el Artículo 230-40 Excepción 2), está permitido conectar terminales o derivaciones al conductor del electrodo de puesta a tierra. Cada una de estas derivaciones debe llegar hasta el interior del encerramiento metálico. El calibre del conductor del electrodo de puesta a tierra se debe dimensionar de acuerdo con el Artículo 250-94, pero los conductores de la derivación pueden tener una sección transversal de acuerdo con los conductores del electrodo de puesta a tierra especificados en el Artículo 250-94, para el conductor de mayor sección transversal que entre en los respectivos encerramientos. Los conductores de las derivaciones se deben conectar al conductor del electrodo de puesta a tierra de modo que este conductor no contenga ningún empalme o unión.

3) Se permite empalmar el conductor del electrodo de puesta a tierra por medio de conectores irreversibles de presión certificados para ese fin o mediante un proceso de soldadura exotérmica.

b) Tipos de conductores para la puesta a tierra de equipos. El conductor de puesta a tierra de equipos instalado con los conductores del circuito o encerrado con ellos, debe ser de uno de los siguientes tipos o una combinación de varios de ellos: 1) un conductor de cobre u otro material resistente a la corrosión. Este conductor debe ser macizo o trenzado, aislado, forrado o desnudo y formar un alambre o barra de cualquier forma; 2) un tubo conduit de metal rígido; 3) un tubo conduit metálico intermedio; 4) una tubería metálica eléctrica; 5) un tubo conduit de metal flexible, si tanto el tubo como sus accesorios están certificados para puesta a tierra; 6) la armadura de un cable de tipo AC; 7) el blindaje de cobre de un cable con recubrimiento metálico y aislamiento mineral; 8) el blindaje metálico o la combinación de blindaje metálico y conductores de puesta a tierra en cables de tipo MC; 9) las bandejas portacables, tal como se permiten en

los Artículos 318-3.c) y 318-7; 10) las armaduras de los buses de cables tal como permite el Artículo 365-2.a); 11) otras canalizaciones metálicas con continuidad eléctrica, certificadas para puesta a tierra.

Excepciones:

1) Cuando los conductores de un circuito contenidos en él estén protegidos por dispositivos de protección contra sobrecorriente de 20 A nominales o menos, se permiten como medios de puesta a tierra de esos circuitos los tubos metálicos flexibles certificados como canalizaciones pero no para servir como puesta a tierra y la tubería metálica flexible certificada y los tubos metálicos flexibles herméticos a los líquidos certificados de secciones comerciales entre 9,5 mm (3/8 de pulgada) y 31,8 mm (1 ¼ de pulgadas), siempre que se cumplan todas las condiciones siguientes:

a. Que la longitud combinada de tubo metálico flexible, tubería metálica flexible y tubo metálico flexible y hermético a los líquidos en el mismo tramo de retorno de puesta a tierra, no sea superior a 1,80 m.

b. Que los tubos conduit o tuberías terminen en accesorios certificados para puesta a tierra.

2) Cuando los conductores de un circuito contenidos en él estén protegidos por dispositivos de protección contra sobrecorriente de más de 20 A nominales pero que no superen los 60 A, se permite utilizar como medios de puesta a tierra de esos circuitos los tubos metálicos flexibles y herméticos a los líquidos certificados de secciones comerciales entre 19 mm (3/4 de pulgada) y 31,8 mm (1 ¼ pulgadas), siempre que se cumplan todas las condiciones siguientes:

a. Que la longitud total del tubo metálico flexible y hermético a los líquidos certificado en el mismo tramo de retorno de puesta a tierra no sea superior a 1,80 m.

b. Que no haya otro tubo metálico flexible, tubería metálica flexible o tubo metálico flexible y hermético a los líquidos de secciones comerciales entre 9,5 mm (3/8 de pulgada) a 12,5 mm (½ pulgada) que sirva como conductor de puesta a tierra de equipos en el mismo tramo de retorno de puesta a tierra.

c. Que el tubo termine en accesorios certificados para puesta a tierra.

c) Puesta a tierra complementaria. Se permiten electrodos complementarios de puesta a tierra para aumentar los conductores de puesta a tierra de los equipos especificados en el Artículo 250-91.b), pero la tierra no se debe utilizar como el único conductor de puesta a tierra de los equipos.

250-92. Instalación. Los conductores de puesta tierra se deben instalar como se especifica en los siguientes apartados a), b) y c).

a) Conductor del electrodo de puesta a tierra. Un conductor del electrodo de puesta a tierra o su encerramiento deben sujetarse bien a la superficie sobre la que van instalados. Un conductor de cobre o aluminio de sección transversal 21,14 mm^2 (4 AWG) o superior se debe proteger si está expuesto a daños físicos graves. Se puede llevar un conductor de puesta a tierra de 13,29 mm^2 (6 AWG) que no esté expuesto a daños físicos, a lo largo de la superficie de la edificación sin tubería o protección metálica cuando esté bien sujeto al edificio; si no, debe ir en un tubo conduit metálico rígido, un tubo conduit metálico intermedio, un tubo conduit rígido no metálico, en tubería eléctrica metálica o en cable blindado. Los conductores de puesta a tierra de sección menor a13,29 mm^2 (6 AWG), deben ir en tubo conduit metálico rígido, tubo conduit metálico intermedio, tubo conduit rígido no metálicos, tubería eléctrica metálica o cable blindado.

No se deben usar como conductores de puesta a tierra conductores aislados o desnudos de aluminio o aluminio recubierto de cobre que estén en contacto directo con las paredes de mampostería o con tierra o si están sometidos a condiciones corrosivas. Cuando se utilicen en el exterior, los conductores de puesta a tierra de aluminio o aluminio recubierto de cobre no se deben instalar a menos de 0,5 m del suelo.

b) Encerramientos para conductores del electrodo de puesta a tierra. Los encerramientos metálicos de los conductores del electrodo de puesta a tierra deben ser eléctricamente continuos desde el punto de conexión en los gabinetes o equipos hasta el electrodo de puesta a tierra y deben estar bien sujetos a las

abrazaderas o herrajes de puesta a tierra. Los encerramientos metálicos que no sean físicamente continuos desde el gabinete o equipo hasta el electrodo de puesta a tierra se deben hacer eléctricamente continuos mediante conexión equipotencial de sus dos extremos al conductor de puesta a tierra. Cuando se utilice una canalización como protección del conductor de puesta a tierra, su instalación debe cumplir los requisitos de la Sección correspondiente a las canalizaciones.

c) Conductor de puesta a tierra de los equipos. Un conductor de puesta a tierra de equipos se debe instalar como sigue:

1) Cuando consista en una canalización, bandeja de cables, blindaje o forro de cables o cuando sea un alambre dentro de una canalización o cable, se debe instalar cumpliendo las disposiciones aplicables de este *Código* usando accesorios para uniones y terminaciones que estén aprobados para usarlos con el tipo de canalización o cable utilizados. Todas las conexiones, uniones y accesorios se deben apretar con los medios adecuados.

2) Cuando haya un conductor independiente de puesta a tierra de los equipos, como establece la Excepción del Artículo 250-50.a) y b) y el Artículo 250-57.b) Excepción 2), se debe instalar de acuerdo con el anterior apartado a) en lo que se refiere a las limitaciones del aluminio y a la posibilidad de daños físicos.

Excepción: No es necesario que los cables de calibre menor a 13,29 mm^2 (6 AWG) vayan metidos en una canalización o armadura cuando discurran por los espacios huecos de una pared o tabique o cuando vayan instalados de modo que no puedan sufrir daños físicos.

250-93. Calibre del conductor del electrodo de puesta a tierra para corriente continua. En los siguientes apartados a) hasta c) se fijan las secciones transversales de los conductores del electrodo de puesta a tierra de una instalación de c.c.

a) No debe ser de calibre menor al del neutro. Cuando el sistema de c.c. consista en un conjunto equilibrado trifilar o un bobinado equilibrado con protección contra sobrecorriente, como establece el Artículo 445-4.d), el conductor del electrodo de puesta a tierra no debe ser de calibre menor al del neutro.

b) No debe ser de calibre menor al del conductor más grande. En instalaciones de c.c. distintas a las del anterior apartado a), el conductor del electrodo de puesta a tierra no debe ser de calibre menor al del conductor de mayor calibre alimentado por la instalación.

c) No debe ser menor a 8,36 mm^2 (8 AWG). En ningún caso el conductor del electrodo de puesta a tierra debe ser menor a 8,36 mm^2 (8 AWG) si es de cobre o 13,29 mm^2 (6 AWG) si es de aluminio.

Excepciones a los anteriores a) hasta c):

a. *Cuando esté conectado a electrodos fabricados como se indica en el Artículo 250-83.c) o d), no es necesario que la parte del conductor del electrodo de puesta a tierra que constituya la única conexión con dicho electrodo sea superior a 13,29 mm^2 (6 AWG) de cobre o 21*,14 mm^2 (4 AWG) *de aluminio.*
b. *Cuando esté conectado a un electrodo embebido en concreto, como se establece en el Artículo 250-81.c), no es necesario que la parte del conductor del electrodo de puesta a tierra que constituya la única conexión con dicho electrodo sea superior a 21*,14 mm^2 (4 AWG) *de cobre.*
c. *Cuando esté conectado a un anillo de puesta a tierra como en el Artículo 250-81.d), no es necesario que la parte del conductor del electrodo de puesta a tierra que constituya la única conexión con dicho electrodo sea de mayor calibre que el conductor utilizado en el anillo de puesta a tierra.*

250-94. Calibre del conductor del electrodo de puesta a tierra en instalaciones de corriente alterna. El calibre del conductor del electrodo de puesta a tierra de una instalación de c.a. puesta o no a tierra, no debe ser menor a los especificados en la Tabla 250-94.

Excepción:

a. *Cuando esté conectado a electrodos fabricados como se indica en el Artículo 250-83.c) o d), no es necesario que la parte del conductor del electrodo de puesta a tierra que constituya la única conexión con dicho electrodo sea superior a 13,29 mm^2 (6 AWG) de cobre o 21,14 mm^2 (4 AWG) de aluminio.*

b. *Cuando esté conectado a un electrodo embebido en concreto, como en el Artículo 250-81.c), no es necesario que la parte del conductor del electrodo de puesta a tierra que constituya la única conexión con dicho electrodo sea superior a 13,29 mm^2 (6 AWG) de cobre o 21,14 mm^2 (4 AWG) de aluminio.*

c. *Cuando esté conectado a un anillo de puesta a tierra como en el Artículo 250-81.d), no es necesario que la parte del conductor del electrodo de puesta a tierra que constituya la única conexión con dicho electrodo sea de mayor calibre que el conductor utilizado en el anillo de puesta a tierra.*

Tabla 250-94. Conductor del electrodo de puesta a tierra para sistemas de c.a.

Sección Transversal del mayor conductor de acometida o su equivalente para conductores en paralelo				**Sección transversal (calibre) del conductor al electrodo de puesta a tierra**			
Cobre		**Aluminio o aluminio recubierto de cobre**		**Cobre**		**Aluminio o aluminio revestido de cobre ***	
mm^2	AWG o kcmil	mm^2	AWG o Kcmils	mm^2	AWG o Kcmils	mm^2	AWG o Kcmils
33,62 o menor	2 o menor	53,5 o menor	1/0 o menor	8,36	8	13,29	6
42,2 o 53,5	1 o 1/0	67,44 o 85,02	2/0 o 3/0	13,29	6	21,14	4
67,44 o 85,02	2/0 o 3/0	107,21 o 126,67	4/0 o 250 kcmil	21,14	4	33,62	2
107,21 hasta 177,34	4/0 hasta 350 kcmil	152,01 a 253,35	300 a 500 kcmil	33,62	2	53,50	1/0
202,68 a 304,02	400 a 600 kcmil	278,68 a 456,03	550 a 900 kcmil	53,50	1/0	85,02	3/0
329,35 a 557,37	650 a 1100 kcmil	506,70 a 886,73	1000 a 1750 kcmil	67,44	2/0	107,21	4/0
608,04 y más	1200 kcmil y más	912,06 y más	1800 y más kcmil	85,02	3/0	126,67	250 kcmil

Cuando se usen varios grupos de conductores de acometida, como permite el Artículo 230-40 Excepción 2), el calibre equivalente del mayor conductor de acometida se debe calcular por la mayor suma de las áreas de los conductores de cada grupo. Cuando no haya conductores de acometida, el calibre del conductor al electrodo de puesta a tierra se debe calcular por el calibre equivalente del mayor conductor de acometida de acuerdo con las cargas calculadas.

* Véanse las limitaciones de instalación en el Artículo 250-92.a).

Nota. Para el calibre del conductor puesto a tierra de una instalación de c.a. conectado con el equipo de la acometida, véase el Artículo 250-23b).

250-95. Calibre de los conductores de puesta a tierra de los equipos. El calibre de los conductores de puesta a tierra de los equipos, de cobre, aluminio o aluminio recubierto de cobre, no debe ser menor al especificado en la Tabla 250-95. Cuando haya conductores en paralelo en varios conductos o cables, como lo permite el Artículo 310-4, el conductor de puesta a tierra de los equipos, cuando exista, debe estar instalado en paralelo. Cada conductor de puesta a tierra de equipos instalado en paralelo debe tener un calibre determinado sobre la base de la corriente nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente que proteja los conductores del circuito en el conducto o cable, según la Tabla 250-95.

Cuando se instalen conductores de varios calibres para compensar caídas de tensión, los conductores de puesta a tierra de los equipos, cuando deban instalarse, se deberán ajustar proporcionalmente según su sección transversal. Cuando un conductor sencillo de puesta a tierra de equipos vaya con circuitos múltiples en el mismo

conducto o cable, su calibre se debe determinar de acuerdo con el mayor dispositivo de protección contra sobrecorriente que proteja a los conductores del mismo conducto o cable.

Si el dispositivo de protección contra sobrecorriente consiste en un interruptor automático de circuitos con disparo instantáneo o un protector de un motor contra cortocircuitos, como permite el Artículo 430-52, el calibre del conductor de puesta a tierra de los equipos se puede calcular de acuerdo con la corriente nominal del dispositivo de protección del motor contra sobrecarga, pero no debe ser menor al especificado en la Tabla 250-95.

Excepciones:

1) *Un conductor de puesta a tierra de equipos no menor a 0,82 mm^2 (18 AWG) de cobre ni menor que los conductores del circuito y que forme parte de cables o cordones de artefactos, según establece el Artículo 240-4.*

2) *No es necesario que el conductor de puesta a tierra de los equipos sea de mayor sección transversal que los conductores de los circuitos de suministro de los equipos.*

3) *Cuando se use como conductor de puesta a tierra de los equipos un conducto o armadura o blindaje de cable, como establecen los Artículos 250-51, 250-57.a) y 250-91.b).*

Tabla 250-95. Calibre mínimo de los conductores de puesta a tierra de equipos para puesta a tierra de canalizaciones y equipos

Corriente nominal o ajuste máximo del dispositivo automático de protección contra sobrecorriente en el circuito antes de los equipos, tubos conduit, etc. (A)	Sección Transversal			
	Alambre de cobre		Alambre de aluminio o de aluminio revestido de cobre *	
	mm^2	AWG o kcmil	mm^2	AWG o kcmil
15	2,08	14	3,30	12
20	3,30	12	5,25	10
30	5,25	10	8,36	8
40	5,25	10	8,36	8
60	5,25	10	8,36	8
100	8,36	8	13,29	6
200	13,29	6	21,14	4
300	21,14	4	33,62	2
400	26,66	3	42,20	1
500	33,62	2	53,50	1/0
600	42,20	1	67,44	2/0
800	53,50	1/0	85,02	3/0
1.000	67,44	2/0	107,21	4/0
1.200	85,02	3/0	126,67	250 kcmil
1.600	107,21	4/0	177,34	350 kcmil
2.000	126,67	250 kcmil	202,68	400 kcmil
2.500	177,34	350 kcmil	304,02	600 kcmil
3.000	202,68	400 kcmil	304,02	600 kcmil
4.000	253,25	500 kcmil	405,36	800 kcmil
5.000	354,69	700 kcmil	608,04	1.200 kcmil
6.000	405,36	800 kcmil	608,04	1.200 kcmil

* Véanse limitaciones a la instalación en el Artículo 250-92.a).

Nota: Para cumplir lo establecido en el Artículo 250-51, los conductores de puesta a tierra de los equipos podrían ser de mayor calibre que el especificado en esta Tabla.

250-97. Iluminación de contorno. Cuando se use como conductor de puesta a tierra de una instalación de este tipo un conductor que cumpla lo establecido en el Artículo 250-95, se permite que las partes metálicas aisladas no portadoras de corriente de las instalaciones de iluminación de contorno estén conectadas equipotencialmente mediante un conductor de sección transversal de 2,08 mm^2 (14 AWG) en cobre o 3,3 mm^2 (12 AWG) en aluminio protegido contra daños físicos.

250-99. Continuidad del conductor de puesta a tierra de equipos.

a) Conexiones separables. Para que el contacto de puesta a tierra sea el primero en hacerse y el último en desconectarse del conductor de puesta a tierra de los equipos, se pueden utilizar conexiones separables como las proporcionadas para los equipos extraibles o clavijas con sus correspondientes conectores y tomacorrientes.

Excepción: Los equipos, clavijas, tomacorrientes y conectores enclavados que eviten la energización si no está conectada la puesta a tierra.

b) Interruptores. En el conductor de puesta a tierra de los equipos de la instalación de un predio, no se deben instalar interruptores automáticos ni cortacircuitos.

Excepción: Cuando la apertura del interruptor automático o cortacircuito desconecte todas las fuentes de alimentación.

K. CONEXIONES DE LOS CONDUCTORES DE PUESTA A TIERRA

250-112. Con el electrodo de puesta a tierra. La conexión de un conductor del electrodo de puesta a tierra con el electrodo de puesta a tierra debe ser accesible y estar hecha de tal manera que garantice una puesta a tierra eficaz y permanente. Cuando sea necesario garantizar estas condiciones en una instalación de tuberías metálicas utilizadas como electrodo de puesta a tierra, se debe hacer una conexión equipotencial eficaz alrededor de las juntas y de las secciones aisladas y alrededor de cualquier equipo que se pueda desconectar para su reparación y sustitución. Los conductores de la conexión equipotencial deben ser lo suficientemente largos como para permitir el desmontaje de dichos equipos manteniendo la integridad de la conexión.

Excepción: No es necesario que sea accesible una conexión hecha a un electrodo de puesta a tierra que esté empotrado, hundido o enterrado en concreto.

250-113. Con los conductores y equipos. Los conductores de puesta a tierra y los cables de conexiones equipotenciales se deben conectar mediante soldadura exotérmica, conectores a presión certificados, abrazaderas u otros medios también certificados. No se deben utilizar dispositivos o accesorios de conexión que dependan exclusivamente de soldadura. Para conectar los conductores de puesta a tierra a los armarios o encerramientos no se deben usar tornillos para lámina metálica (golosos o autorroscantes).

250-114. Continuidad y conexión de los conectores de puesta a tierra de los equipos a las cajas. Cuando entren en una caja dos o más conductores de puesta a tierra de equipos, todos esos conductores se deben empalmar o unir dentro de la caja o unir a la caja con herrajes adecuados para ese uso. No se deben hacer conexiones que dependan únicamente de soldadura. Los empalmes se deben hacer según el Artículo 110-14.b), excepto que no se requiera de aislamiento. La instalación de las conexiones de puesta a tierra se debe hacer de tal modo que la desconexión o desmontaje de un tomacorriente, accesorio u otro dispositivo alimentado desde la caja, no impida ni interrumpa la continuidad de la puesta a tierra.

Excepción: No es necesario que el conductor de puesta a tierra de los equipos, tal como permite el Artículo 250-74 Excepción 4), esté conectado a otros conductores de puesta a tierra de los equipos ni a la caja.

a) Cajas metálicas. Se debe hacer una conexión entre el conductor o conductores de puesta a tierra de equipos y la caja metálica por medio de un tornillo de puesta a tierra, al que no se debe dar ningún otro uso, o de un dispositivo de puesta a tierra certificado.

b) Cajas no metálicas. Cuando uno o más conductores de puesta a tierra de equipos lleguen a una caja de salida no metálica, se deben instalar de manera que se puedan conectar a cualquier herraje o dispositivo dentro de la caja que se deba poner a tierra.

250-115. Conexión con los electrodos. El conductor de puesta a tierra se debe conectar al electrodo de puesta a tierra mediante soldadura exotérmica, lengüetas certificadas, conectores a presión certificados, abrazaderas u otros medios certificados. No se deben usar conexiones que dependan únicamente de la

soldadura. Las abrazaderas de puesta a tierra deben estar certificadas para el material del electrodo de puesta a tierra y del conductor del electrodo de puesta a tierra y, cuando se usen en tuberías, barras u otros electrodos enterrados, deben estar también certificadas para su uso enterradas directamente en el suelo. Al electrodo de puesta a tierra no se debe conectar más de un conductor con la misma abrazadera o herraje, excepto si la abrazadera o herraje están certificados para usarlos con varios conductores. La conexión se debe hacer por uno de los métodos explicados en los siguientes apartados a), b), c) o d).

a) Abrazadera sujeta con pernos. Abrazadera certificada de latón o bronce fundido o hierro dulce o maleable.

b) Herrajes y abrazaderas para tuberías. Un herraje, abrazadera u otro mecanismo aprobado, sujeto con pernos a la tubería o a sus herrajes.

c) Abrazadera de puesta a tierra de tipo de banda metálica. Una abrazadera de puesta a tierra certificada de tipo de banda metálica, con una base de metal rígido que encaje en el electrodo y con una banda de un material y dimensiones tales que no sea probable que se estire durante o después de la instalación.

d) Otros medios. Otros medios equivalentes aprobados.

250-117. Protección de las fijaciones. Las abrazaderas u otros herrajes de puesta a tierra deben estar aprobados para su uso general sin protección o deben protegerse contra los daños físicos, como se indica en los siguientes apartados a) y b).

a) Sin probabilidad de daños. Se deben instalar en lugares donde no sea probable que sufran daños.

b) Con una cubierta protectora. Dentro de una cubierta protectora metálica, de madera o equivalente.

250-118. Superficies limpias. Se deben eliminar las capas no conductoras (como pinturas, barnices y lacas) de las roscas y otras superficies de contacto de los equipos que se pongan a tierra, para asegurar la continuidad eléctrica, o también se pueden conectar por medio de herrajes hechos de tal modo que hagan innecesaria dicha eliminación.

250-119. Identificación de los terminales de los dispositivos de alambrado. Los terminales de conexión de los conductores de puesta a tierra de los equipos se deben identificar: 1) mediante un tornillo terminal de cabeza hexagonal pintada de verde, que no se pueda quitar fácilmente; 2) mediante una tuerca terminal hexagonal pintada de verde, que no se pueda quitar fácilmente o 3) mediante un conector a presión pintado de verde. Si el terminal del conductor de puesta a tierra no es visible, se debe rotular el orificio de entrada del conductor de puesta a tierra con la palabra "verde" ("green") o "tierra" ("ground"), con las letras "V" o "T" o con el símbolo de puesta a tierra (Figura 250119) o con las letras "G" o "GR" o identificado por un color verde visible.

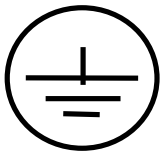


Figura 250-119. Símbolo de puesta a tierra.

L. TRANSFORMADORES DE INSTRUMENTOS, RELÉS, ETC.

250-121. Circuitos para transformadores de instrumentos. Los circuitos secundarios de transformadores de corriente y tensión para instrumentos deben ponerse a tierra cuando el bobinado del primario vaya conectado a circuitos de 300 V o más a tierra y, en los cuadros de distribución, independientemente del valor de la tensión.

Excepción: Los circuitos en los que el bobinado del primario vaya conectado a circuitos de menos de 1.000 V sin partes energizadas o cables expuestos ni accesibles más que a personal calificado.

250-122. Carcasas de los transformadores de instrumentos. Las carcasas o armazones de transformadores de instrumentos se deben poner a tierra siempre que sean accesibles a personas no calificadas.

Excepción: Carcasas o armazones de transformadores de instrumentos cuyos primarios no tengan más de 150 V a tierra y que se utilicen exclusivamente para alimentar medidores.

250-123. Carcasas de instrumentos, medidores y relés a menos de 1.000 V. Los instrumentos, medidores y relés que funcionen con bobinas o partes a menos de 1.000 V, se deben poner a tierra como se especifica en los siguientes apartados a), b) o c).

a) No ubicados en cuadros de distribución. Los instrumentos, medidores y relés que no estén situados en cuadros de distribución y que funcionen con bobinas o partes a 300 V o más a tierra y accesibles a personal no calificado, deben tener puestas a tierra las carcasas y otras partes metálicas expuestas.

b) En cuadros de distribución de frente muerto. Los instrumentos, medidores y relés, tanto si están alimentados por transformadores de corriente y tensión como si están conectados directamente al circuito, en cuadros de distribución que no tengan partes energizadas en la parte delantera de los paneles, deben tener sus carcasas puestas a tierra.

c) En cuadros de distribución de frente energizado. Los instrumentos, medidores y relés, sea que estén alimentados por transformadores de corriente y tensión o conectados directamente al circuito, en cuadros de distribución con partes energizadas expuestas en la parte delantera de los paneles, no deben tener sus carcasas puestas a tierra. Cuando la tensión a tierra supere los 150 V debe haber alfombras de goma u otro material aislante para las personas que manipulen el tablero.

250-124. Carcasas de instrumentos, medidores y relés a 1 kV y más. Cuando los instrumentos, medidores y relés tengan partes portadoras de corriente de 1 kV y más a tierra, se deben aislar elevándolas o protegiéndolas mediante barreras, cajas metálicas puestas a tierra o tapas o protectores aislantes adecuados. Sus carcasas no se deben poner a tierra.

Excepción: Las carcasas de detectores electrostáticos de puesta a tierra cuando las partes internas del instrumento puestas a tierra vayan conectadas a la carcasa del instrumento y puestas a tierra y el detector de puesta a tierra esté aislado mediante elevación.

250-125. Conductor de puesta a tierra de los instrumentos. El conductor de puesta a tierra de los circuitos secundarios de transformadores de instrumentos y de las carcasas de los instrumentos no debe ser de calibre menor a 3,3 mm^2 (12 AWG) en cobre o 5,25 mm^2 (10 AWG) en aluminio. Se considera que las carcasas de transformadores de instrumentos, instrumentos, medidores y relés que vayan montados directamente sobre superficies o armarios metálicos puestos a tierra o paneles de instrumentos metálicos puestos a tierra, están también puestas a tierra y no se requiere usar un conductor adicional.

M. PUESTA A TIERRA DE INSTALACIONES Y CIRCUITOS DE ALTA TENSIÓN (1 KV O MÁS)

250-150. Generalidades. Cuando se pongan a tierra instalaciones de alta tensión, deben cumplir todas las disposiciones aplicables de los anteriores Artículos de esta Sección y los siguientes Artículos, en cuanto complementen y modifiquen a los anteriores.

250-151. Sistema con neutro derivado. Se permite usar como puesta a tierra de sistemas de alta tensión el neutro de un sistema derivado de un transformador de puesta a tierra.

250-152. Sistemas con neutro sólidamente puesto a tierra.

a) Conductor de neutro. El nivel mínimo de aislamiento de conductores de neutro para sistemas sólidamente puestos a tierra debe ser de 600 V.

Excepciones:

1) *Se permite usar conductores de cobre desnudos como neutro de la acometida y de las partes directamente enterradas de los circuitos de alimentación.*

2) *Se permite usar conductores desnudos como neutro de las instalaciones aéreas.*

Nota. Véase el Artículo 225-4 sobre recubrimiento de los conductores que estén a menos de 3,0 m de cualquier edificio o estructura.

b) Puestas a tierra múltiples. Se permite que el neutro de un sistema con neutro sólidamente puesto a tierra esté puesto a tierra en más de un punto en el caso de:

1) Acometidas.

2) Partes directamente enterradas de alimentadores cuyo neutro sea de cobre desnudo.

3) Partes aéreas instaladas en el exterior.

c) Conductor de puesta a tierra del neutro. Se permite que el conductor de puesta a tierra del neutro sea un conductor desnudo si está aislado de los conductores de fase y protegido contra daños físicos.

250-153. Sistemas con neutro puesto a tierra a través de impedancia. Los sistemas con neutro puesto a tierra por medio de impedancia deben cumplir lo establecido en los siguientes apartados a) hasta d).

a) Ubicación. La impedancia de puesta a tierra se debe intercalar en el conductor de puesta a tierra entre el electrodo de puesta a tierra del sistema de suministro y el punto neutro del transformador o generador de suministro.

b) Identificación y aislamiento. Cuando se emplee el conductor neutro de un sistema con neutro puesto a tierra por medio de impedancia, se debe identificar así y debe estar totalmente aislado con el mismo aislamiento que los conductores de fase.

c) Conexión con el neutro del sistema. El neutro del sistema no se debe poner a tierra si no es a través de la impedancia de puesta a tierra del neutro.

d) Conductores de puesta a tierra de los equipos. Se permite que los conductores de puesta a tierra de los equipos sean cables desnudos y vayan conectados al cable de puesta a tierra y al conductor del electrodo de puesta a tierra del equipo de la acometida, prolongándolos hasta la tierra de la instalación.

250-154. Puesta a tierra de sistemas de alimentación a equipos portátiles o móviles. Los sistemas que alimenten equipos portátiles o móviles de alta tensión, distintos de las subestaciones provisionales, deben cumplir los siguientes apartados a) hasta f).

a) Equipos móviles o portátiles. Los equipos móviles o portátiles de alta tensión se deben alimentar desde un sistema que tenga su neutro puesto a tierra a través de impedancia. Cuando se utilice una instalación de alta tensión conectada en delta para alimentar equipos móviles o portátiles, se debe hacer una derivación del neutro del sistema.

b) Partes metálicas expuestas no portadoras de corriente. Las partes metálicas expuestas de los equipos móviles o portátiles por las que no pase corriente se deben conectar mediante un conductor de puesta a tierra de equipos al punto de puesta a tierra de la impedancia del neutro del sistema.

c) Corriente por falla a tierra. La tensión creada entre las partes metálicas de los equipos móviles o portátiles y tierra por el paso de corriente máxima de falla a tierra, no debe superar los 100 V.

d) Detección de fallas a tierra y relés de protección. Se deben instalar dispositivos de detección y relés de protección de falla a tierra que descarguen automáticamente cualquier componente de alta tensión del sistema en el que se haya producido una falla a tierra. La continuidad del conductor de puesta a tierra del equipo se debe monitorear permanentemente, de manera que se desconecte automáticamente el alimentador de alta tensión del equipo portátil o móvil en el caso de pérdida de dicha continuidad.

e) Aislamiento. El electrodo de puesta a tierra al que vaya conectada la impedancia del neutro de la instalación de los equipos móviles o portátiles, debe ir aislado en el suelo y separado 6 m, como mínimo, de cualquier otro electrodo de puesta a tierra de los sistemas o equipos y no debe haber conexión directa entre los electrodos de puesta a tierra, como tuberías enterradas, cercas, etc.

f) Cable portátil y acopladores. El cable portátil y los acopladores de alta tensión para conectar equipos móviles o portátiles, deben cumplir lo establecido en la Parte C de la Sección 400 (cable) y en el Artículo 710-45 (acopladores).

250-155. Puesta a tierra de los equipos. Todas las partes metálicas de equipos fijos, móviles o portátiles y de sus correspondientes cercas, alojamientos, encerramientos y estructuras de soporte por las que no pase corriente, se deben poner a tierra.

Excepciones:

1) *Cuando las partes metálicas estén aisladas de tierra y ubicadas de modo que impidan que cualquier persona pueda entrar en contacto con tierra por contacto con dichas partes cuando el equipo se energice.*
2) *Los equipos de distribución montados en postes, como se establece por el Artículo 250-42, en la Excepción 3).*

Los conductores de puesta a tierra que no formen parte integral de un cable no deben ser de calibre menor a *13,29 mm^2 (6 AWG) de cobre o 21,14 mm^2 (4 AWG) de aluminio.*

Sección 280. DESCARGADORES DE SOBRETENSIONES

A. GENERALIDADES

280-1. Alcance. Esta Sección trata de los requisitos generales y de los requisitos de instalación y de conexión de descargadores de sobretensiones conectados en el sistema de alambrado de los predios.

280-2. Definición. Un descargador de sobretensiones es un dispositivo protector que limita las subidas transitorias de tensión, descargando o puenteando la corriente producida y que evita el flujo continuo de la corriente seguidora mientras conserva su capacidad para repetir estas funciones.

280-3. Cantidad requerida. Cuando se utilice en el punto sobre un circuito, se debe conectar un descargador de sobretensiones en cada uno de los conductores no puestos a tierra. Se permite que una sola instalación de descargadores de sobretensiones proteja distintos circuitos interconectados, siempre y cuando ningún circuito quede expuesto a subidas de tensión cuando esté desconectado del descargador de sobretensiones .

280-4. Selección del descargador de sobretensiones .

a) Para circuitos de menos de 1.000 V. El valor nominal del descargador de sobretensiones debe ser igual o mayor que la máxima tensión continua de fase a tierra a la frecuencia de suministro que se pueda producir en el punto de aplicación. Los descargadores de sobretensiones instalados en circuitos de menos de 1.000 V deben estar certificados para ese fin.

b) En circuitos de 1 kV y más, tipo punta de carburo de silicio. El valor nominal de un descargador de sobretensiones tipo punta de carburo de silicio no debe ser menor al 125 % de la máxima tensión continua de fase a tierra en el punto de contacto.

Notas:

1) Para más información sobre los descargadores de sobretensiones , véanse: *NTC 2166 Electricidad, Descargadores de Sobretensiones (Pararrayos), Standard for Gapped Silicon-Carbide Surge Arresters for AC Power Circuits,* ANSI/IEEE C62.1-1989; *Guide for the Application of Gapped Silicon-Carbide Surge Arresters for Alternating-Current Systems,* ANSI/IEEE C62.2-1987; *Standard for Metal-Oxide Surge Arresters for AC Power Circuits,* ANSI/IEEE C62.11-1993; y *Guide for the Application of Metal-Oxide Surge Arresters for Alternating-Current Systems,* ANSI/IEEE C62.22-1991.

2) La elección de un descargador de sobretensiones adecuado de óxido metálico se debe basar en consideraciones de la tensión de operación máxima continua y del valor y duración de las sobretensiones en el lugar donde se vaya a instalar, y de cómo puedan afectar al descargador de sobretensiones las fallas de fase a tierra, las técnicas de puesta a tierra de la instalación, las subidas de tensión por conmutación y otras causas. En cualquier caso, a la hora de instalar un descargador de sobretensiones en un lugar específico conviene consultar las instrucciones del fabricante.

B. INSTALACIÓN

80-11. Ubicación. Está permitido instalar los descargadores de sobretensiones en interiores o exteriores y deben ser inaccesibles a personas no calificadas.

Excepción: Los descargadores de sobretensiones certificados para su instalación en lugares accesibles.

280-12. Tendido del conductor para los descargadores de sobretensiones. El conductor utilizado para conectar el descargador de sobretensiones a la red o bus y a tierra, no debe ser más largo de lo necesario y se deben evitar curvas innecesarias.

C. CONEXIÓN DE LOS DESCARGADORES DE SOBRETENSIONES

280-21. Instalados en acometidas de menos de 1 000 V. Los conductores de conexión a la red y a tierra no deben ser de calibre menor a 2,08 mm^2 (14 AWG) en cobre o 3,3 mm^2 (12 AWG) en aluminio. El conductor de puesta a tierra del descargador de sobretensiones se debe conectar a uno de los siguientes elementos: 1) al conductor de la acometida puesto a tierra; 2) al conductor del electrodo de puesta a tierra; 3) al electrodo de puesta a tierra de la acometida o 4) al terminal de puesta a tierra de los equipos en el equipo de acometida.

280-22. Instalados en el lado de la carga para acometidas de menos de 1 000 V. Los conductores de conexión del descargador de sobretensiones a la red y a tierra no deben ser de calibre menor a de 2,08 mm^2 (14 AWG) en cobre o 3,3 mm^2 (12 AWG) en aluminio. Se permite conectar un descargador de sobretensiones entre dos conductores cualesquiera (sin poner a tierra, puesto a tierra o conductor de puesta a tierra). El conductor de puesta a tierra y el puesto a tierra sólo se deben conectar entre sí cuando funcione el descargador de sobretensiones normalmente durante una sobretensión.

280-23. Circuitos de 1 kV en adelante: conductores de los descargadores de sobretensiones. Los conductores entre el descargador de sobretensiones y la red y entre el descargador de sobretensiones y la conexión de puesta a tierra, no deben ser menores a 13,29 mm^2 (6 AWG) en cobre o aluminio.

280-24. Circuitos de 1 kV en adelante- interconexiones. El conductor de puesta a tierra de un descargador de sobretensiones que proteja un transformador a cuyo secundario va conectado un circuito de distribución, se debe conectar como se indica en los siguientes apartados a), b) o c).

a) Conexiones metálicas. Se debe hacer una conexión metálica con el conductor del circuito secundario puesto a tierra o el conductor de puesta a tierra del circuito secundario, siempre que, además de la conexión directa a tierra del descargador de sobretensiones:

1) El conductor puesto a tierra del secundario tenga además una conexión de puesta a tierra con una tubería metálica continua enterrada para agua. No obstante, en zonas urbanas donde haya por lo menos cuatro conexiones con tuberías de agua el neutro y no menos de una conexión cada 400 m de longitud del neutro, se permite hacer la conexión metálica con el neutro del secundario, sin tener que hacer la conexión directa a tierra del descargador de sobretensiones ;

2) El conductor del circuito secundario puesto a tierra forme parte de un sistema con varias puestas a tierra del neutro, cuyo neutro del primario tenga por lo menos una puesta a tierra por cada 400 m de longitud, además de la puesta a tierra de cada acometida.

b) A través de un explosor. Cuando el conductor de puesta a tierra del descargador de sobretensiones no esté conectado o cuando el secundario no esté puesto a tierra como se indicó anteriormente en a), pero sí como se indica en los Artículos 250-81 y 250-83, se debe hacer una conexión a través de un explosor u otro dispositivo certificado, como sigue:

1) En sistemas con primario no puesto a tierra o con una sola puesta a tierra, el explosor u otro dispositivo certificado debe tener una tensión de ruptura a 60 Hz como mínimo del doble de la tensión del circuito primario, pero no necesariamente más de 10 kV y debe haber como mínimo otra puesta a tierra del conductor de puesta a tierra del secundario, a una distancia no menor a 6,0 m del electrodo de puesta a tierra del descargador de sobretensiones .

2) En instalaciones cuyo neutro del primario tenga varias puestas a tierra, el explosor u otro dispositivo certificado debe tener una tensión de ruptura a 60 Hz no superior a 3 kV y debe haber como mínimo otra puesta a tierra del conductor de puesta a tierra del secundario a una distancia no menor a 6,0 m del electrodo de puesta a tierra del descargador de sobretensiones .

c) Con permiso especial. Cualquier interconexión entre la tierra del descargador de sobretensiones y el neutro del secundario, diferente de las indicadas en los anteriores a) y b), sólo se permite mediante permiso especial.

280-25. Puesta a tierra. Excepto lo indicado en esta Sección, las conexiones de puesta a tierra de los descargadores de sobretensiones se deben hacer como se indica en la Sección 250. Los conductores de puesta a tierra no deben ir en un conducto metálico a no ser que estén conectados equipotencialmente a ambos extremos de dicho conducto.

CAPÍTULO 3. MÉTODOS Y MATERIALES DE LAS INSTALACIONES

Sección 300 - MÉTODOS DE ALAMBRADO

A. Requisitos generales

300-1. Alcance.

(a) Todas las instalaciones. Esta Sección recoge los métodos de alambrado para todas las instalaciones.
Excepción nº. 1: Lo permitido por la Sección 504, Sistemas de seguridad intrínseca.

Excepción nº. 2: A los circuitos de Clase 1, Clase 2 y Clase 3 sólo se aplican los Artículos a que hace referencia la Sección 725.

Excepción nº. 3: A los circuitos de alarma contra incendios sólo se aplican los Artículos a que hace referencia la Sección 760.

Excepción nº. 4: A los cables de fibra óptica sólo se aplican los Artículos a que hace referencia la Sección 770.

Excepción nº. 5: A los circuitos de comunicaciones sólo se aplican los Artículos a que hace referencia la Sección 800.

Excepción nº. 6: A los equipos de radio y TV sólo se aplican los Artículos a que hace referencia la Sección 810.

Excepción nº. 7: A los sistemas de antenas colectivas de radio y TV sólo se aplican los Artículos a que hace referencia la Sección 820.

(b) Partes integrales del equipo. Las disposiciones de esta Sección no están previstas para ser aplicadas a conductores que formen parte integral de equipos, tales como motores, controladores, centros de control de motores o equipos de mando y control montados en fábrica.

300-2. Limitaciones.

(a) De tensión. Cuando no estén específicamente limitados por alguna Sección del Capítulo 3, los métodos de alambrado de este Capítulo se aplicarán a instalaciones de 600 V nominales o menos. Cuando esté expresamente permitido en cualquier otro lugar de este *Código*, estos métodos se podrán aplicar a circuitos de más de 600 V nominales.

(b) De temperatura. Los límites de temperatura de los conductores deben estar de acuerdo con lo establecido en el Artículo 310-10.

300-3. Conductores.

(a) Conductores sencillos. Sólo se permite instalar conductores sencillos de los especificados en la Tabla 310-13 cuando formen parte de uno de los métodos de alambrado reconocidos en este Capítulo 3.

(b) Conductores del mismo circuito. Todos los conductores del mismo circuito y el conductor puesto a ~~de~~ tierra y todos los conductores de puesta a tierra de los equipos, cuando los haya, deben estar instalados en la misma canalización, bandeja portacables, zanja, ~~o~~ cable o cordón.

Excepción nº. 1 a (b): Se permite que los conductores de cables sencillos de tipo MI con forro no magnético e instalados de acuerdo con el Artículo 330-16, vayan en cables separados.

Excepción nº. 2 a (b): Los paneles de distribución de tipo columna con canaletas auxiliares y cajas de desconexión en las que termine el neutro.

Excepción nº 3 a (a) y (b): Lo que permiten los Artículos 250-57(b), 250-79(f), 300-5(i), 300-20(b), 318-8(d) y 339-3(a)(2).

Excepción nº. 4: Lo que permite el Artículo 310-4 para conductores en paralelo.

(c) Conductores de sistemas diferentes~~distintas instalaciones~~.

(1) De 600 V nominales o menos. Se permite que los conductores de los circuitos de 600 V nominales o menos, de corriente directa y corriente alterna, ocupen los mismos encerramientos, cables o canalizaciones. Todos los conductores deben tener un aislamiento nominal igual como mínimo a la tensión máxima de cualquier conductor del circuito que se encuentre en el encerramiento, cable o canalización. Los conductores no blindados deben tener un aislamiento nominal igual, como mínimo, a la tensión máxima de cualquier conductor del circuito que se encuentre dentro del encerramiento, cable o canalización.

Excepción: En los sistemas solares fotovoltaicos, según el Artículo 690-4(b).

(NOTA): Para los conductores de los circuitos de Clase 1, Clase 2 y Clase 3, véase el Artículo 725-54(a)(1).

(2) De más de 600 V nominales. Los conductores de los circuitos de más de 600 V nominales no deben ocupar el mismo encerramiento, cable o canalización que los conductores de circuitos de 600 V nominales o menos.

(NOTA): Véase el Artículo 300-32, Conductores de diversos sistemas, de más de 600 V nominales.

Excepción nº. 1: Se permite que el alambrado~~bobinado~~ del secundario de bombillas de descarga de 1.000 V o menos, si está aislado para la correspondiente tensión del secundario, ocupe el mismo encerramiento del elemento de alumbrado, aviso~~rótulo~~ o iluminación de contorno que los conductores del ~~la~~ circuito rama.

Excepción nº. 2: Se permite que los conductores del primario de los balastos~~cebadores~~ de bombillas de descarga, aislados para la tensión del primario del balasto~~cebador~~, si están instalados dentro del encerramiento de la instalación, ocupen el mismo encerramiento del elemento de alumbrado, aviso ~~rótulo~~ o iluminación de contorno que los conductores del ~~la~~circuito ~~rama~~.

Excepción nº. 3: Se permite que los conductores de excitación, mando, relés y amperímetros utilizados en combinación con cualquier motor o motor de arranque, ocupen el mismo encerramiento que los conductores del circuito del motor.

300-4. Protección contra daños físicos. Cuando estén expuestos a daños físicos, los conductores deben ir debidamente protegidos.

(a) Cables y conductos a través de elementos de madera.

(1) Orificios perforados~~Taladros~~. En los lugares expuestos y ocultos, cuando haya una instalación de cables o conductos a través de orificios perforados~~taladros~~ hechos en pilares, cerchas o vigas de madera, los orificios ~~taladros~~ se deben hacer de modo que el borde de los mismos esté situado a una distancia no inferior a 30 mm del borde más próximo del elemento de madera. Cuando no se pueda mantener esta distancia, se debe proteger el cable o conducto del contacto de tornillos o clavos mediante una placa o pasacables de acero de espesor mínimo de 1.5 mm y de longitud y anchura adecuadas, instalada de modo que proteja el paso del cable.

Excepción: Las canalizaciones de las que tratan las Secciones 345, 346, 347 y 348.

(2) Ranuras en la madera. Cuando no haya inconveniente porque no se debilite la estructura del edificio, en los lugares expuestos y ocultos se permite hacer ranuras en los pilares, vigas, cerchas u otros elementos de madera donde el cable o canalización que pase por las mismas estén protegidos contra

clavos o tornillos por una placa de acero de espesor mínimo de 1.5 mm, instalada antes de acabar las superficies del edificio.

Excepción: Las canalizaciones de las que tratan las Secciones 345, 346, 347 y 348.

(b) Cables con recubrimiento no metálico y tubería eléctrica no metálica a través de miembros estructurales metálicos.

(1) Cables con recubrimiento no metálico. En lugares expuestos y ocultos, cuando haya cables con recubrimiento no metálico que pasen por ranuras u orificios ~~taladro~~ hechos en fábrica o en obra sobre miembros metálicos, se debe proteger el cable mediante pasacables o casquillos bien sujetos a la abertura antes de instalar el cable.

(2) Cables con recubrimiento no metálico y tubería eléctrica no metálica. Cuando sea probable que haya clavos o tornillos que puedan penetrar en el forro no metálico de un cable o en una tubería eléctrica no metálica, se debe proteger el cable o tubería mediante un niple de acero, lámina de acero o abrazadera de acero de un espesor no inferior a 1.5 mm.

(c) Cables a través de espacios detrás de paneles diseñados para permitir el acceso. Los cables o canalizaciones instalados detrás de paneles diseñados para permitir el acceso, deben ir apoyados de acuerdo con los Artículos que les sean de aplicación.

(d) Cables y canalizaciones paralelos a los miembros estructurales. En lugares expuestos y ocultos, cuando se instalen cables o canalizaciones paralelos a los miembros estructurales como pies derechos o pilares, vigas o cerchas, el cable o canalización se debe instalar y sujetar de modo que la superficie exterior más cercana del cable o canalización quede a no menos de 30 mm del borde más cercano del miembro estructural por el que sea probable que puedan penetrar clavos o tornillos. Cuando no se pueda mantener esta distancia, se debe proteger el cable o conducto del contacto de tornillos o clavos mediante una placa o lámina de acero de espesor mínimo 1.5 mm.

Excepción nº. 1: Canalizaciones de las que tratan las Secciones 345, 346, 347 y 348.

Excepción nº. 2: Para espacios ocultos de edificios acabados o en los paneles acabados para edificios prefabricados en los que no se pueda aplicar dicho soporte, se permite sujetar los cables entre los puntos de acceso.

Excepción nº. 3: Para viviendas móviles y vehículos recreativos.

(e) Cables y canalizaciones en ranuras poco profundas. Los cables o canalizaciones instalados en una ranura que se tape con paneles de yeso, paneles decorativos o algún otro acabado similar, se deben proteger con una lámina, lámina o equivalente de acero de 1.5 mm de espesor o por un espacio libre no inferior a 30 mm a todo lo largo de la ranura en la que esté instalado el cable o canalización.

Excepción: Las canalizaciones de las que tratan las Secciones 345, 346, 347 y 348.

(f) Accesorios aislados. Cuando una canalización que tenga conductores sin poner a tierra de sección transversal 21,14 mm^2 (4 AWG) o mayores, entre en un encerramiento, armario, caja o similar, se deben proteger los conductores mediante un accesorio grande que ofrezca una superficie aislante suave y redondeada, a no ser que los conductores estén separados del accesorio o de la canalización por una buena cantidad de material aislante bien sujeto. No se deben utilizar pasacables hechos exclusivamente de material aislante para sujetar un accesorio o canalización. El accesorio o el material aislante debe tener una clasificación de temperatura no inferior a la temperatura del aislamiento de los conductores instalados.

Excepción: Cuando los pernos o vástagos roscados que formen parte integrante del armario, caja o canalización ofrezcan una superficie redondeada o acampanada para la entrada de los conductores.

300-5. Instalaciones subterráneas.

(a) Requisitos mínimos de cobertura. Los cables, conductos u otras canalizaciones directamente enterrados, se deben instalar de modo que cumplan los requisitos mínimos de cobertura de la Tabla 300-5.

Tabla 300-5 (ver archivo 3tnt2050.doc)

(b) **Puesta a tierra** ~~**Toma de tierra**~~**.** Todas las instalaciones subterráneas se deben conectar a tierra y unir equipotencialmente según lo establecido en la Sección 250 de este *Código*.

(c) Cables subterráneos bajo edificios. Los cables subterráneos instalados bajo un edificio deben estar en una canalización que se prolongue hasta fuera de los muros exteriores del edificio.

(d) Protección contra daños. Los conductores y cables directamente enterrados que salen de la tierra, se deben proteger con encerramientos o canalizaciones que se extiendan desde la distancia mínima requerida por el Artículo 300-5(a) por debajo del nivel o rasante, hasta un punto situado a una distancia mínima de 2,4 m sobre el acabado del terreno. La protección requerida no debe exceder en ningún caso los 45 cm por debajo del acabado del terreno. Los conductores que entren en un edificio se deben proteger hasta el punto de entrada. Cuando la canalización o encerramiento esté expuesto a daños físicos, los conductores se deben instalar en un tubo conduit metálico rígido, un tubo conduit metálico intermedio, un tubo conduit no metálico rígido Schedule 80 o equivalente.

(e) Empalmes y conexiones. Se permite que los cables o conductores directamente enterrados estén empalmados o conectados sin utilizar cajas de conexiones. Los empalmes o conexiones deben hacerse según lo establecido en el Artículo 110-14(b).

(f) Relleno. No se debe rellenar una zanja con piedras grandes, materiales de pavimentación, escoria, otros elementos grandes o con bordes afilados ni con material corrosivo, donde esos materiales puedan afectar a cables, canalizaciones u otras subestructuras o puedan impedir una buena compactación del relleno o contribuir a la corrosión de dichos cables, canalizaciones o subestructuras. Cuando sea necesario para evitar daños físicos al cable o canalización, se les debe proteger con materiales granulados o seleccionados, con tablones, cubiertas u otros medios adecuados y aprobados.

(g) Sellado de la canalización. las tuberías conduit o canalizaciones en las que la humedad pueda afectar a las partes energizad~~activ~~as, se deben impermeabilizar o sellar en ambos extremos.

(NOTA): La presencia de gases o vapores peligrosos puede requerir también que se sellen los conductos o canalizaciones subterráneos que penetren en los edificios.

(h) Pasacables. En el extremo de una tubería conduit u otra canalización que termine bajo tierra y de la que salgan los conductores o cables directamente enterrados, se debe instalar un pasacables aislante o accesorio de terminación con una abertura integrada en forma de casquillo o boquilla. En vez del pasacables se permite usar un sellante que tenga sus mismas características de protección física.

(i) Conductores del mismo circuito. Todos los conductores del mismo circuito, los conductores puestos a tierra, cuando existan, y todos los conductores de puesta a tierra de los equipos, se deben instalar en la misma canalización o lo más próximos posible en la misma zanja.
Excepción nº. 1: Se permiten conductores en paralelo en las canalizaciones, pero cada canalización debe contener todos los conductores del mismo circuito, incluidos los de puesta a tierra.

Excepción nº. 2: Se permiten instalaciones de fase separada en canalizaciones no metálicas situados cerca unas de otras cuando los conductores estén en paralelo, como permite el Artículo 310-4, y se cumplan las condiciones del Artículo 300-20.

(j) Movimientos del terreno. Cuando los conductores, cables o canalizaciones directamente enterrados estén sometidos a movimientos del terreno por asentamiento, los conductores, cables o canalizaciones directamente enterrados se deben colocar de modo que se eviten daños a los conductores instalados dentro del encerramiento o a los equipos conectados a ellas.

(NOTA): Esta Artículo permite los bucles en S en los cables subterráneos directamente enterrados que llegan hasta las bifurcaciones de las canalizaciones, juntas de dilatación en los ductos verticales de tuberías hasta los equipos fijos y, en general, la realización de conexiones flexibles con los equipos sometidos a movimientos de asentamiento o por heladas.

300-6. Protección contra la corrosión. Las canalizaciones metálicas, blindajes de cables, cajas, forros de cables, armarios, codos, juntas, herrajes, soportes y todo el material de apoyo, deben ser de un material adecuado para soportar el medio en el que estén instalados.

(a) Generalidades. Las canalizaciones, blindajes de cables, cajas, forros de cables, armarios, codos, acoplamientos, herrajes, soportes y material de apoyo que sean de hierro, deben protegerse adecuadamente por dentro y por fuera (excepto las juntas roscadas) contra la corrosión, pintándolos con un material aprobado para este fin, como zinc, cadmio o esmalte. Si están protegidos contra la corrosión sólo mediante esmalte, no se deben utilizar a la intemperie ni en lugares mojados como se describe en el siguiente apartado (c). Cuando las cajas o armarios estén pintados con pintura orgánica y lleven el rótulo "hermético a la lluvia" "a prueba de lluvia" o "tipo exterior", se podrán utilizar a la intemperie.

Excepción: Se permite que las roscas de las juntas se cubran con un compuesto conductor eléctrico identificado.

(b) En concreto o en contacto directo con la tierra. Las canalizaciones, blindajes de cables, cajas, forros de cables, armarios, codos, acoplamientos, herrajes, soportes y material de apoyo de metales ferrosos o no ferrosos, se pueden instalar en concreto o en contacto directo con la tierra o en zonas sometidas a un fuerte ambiente corrosivo, cuando estén hechos de material adecuado para ese ambiente o estén protegidos contra la corrosión por elementos aprobados para ese ambiente.

(c) En lugares internos mojados. En plantas de tratamiento y envasado de leche, lavanderías, fábricas de conservas y otros lugares interiores mojados y en lugares en los que se laven las paredes con frecuencia o que tengan superficies de material absorbente, como papel o madera secante, toda la instalación, incluyendo los cables, cajas, herrajes y tubos conduit, cuando estén expuestos, se debe hacer de modo que deje como mínimo un espacio libre de 6,0 mm entre dichos elementos eléctricos y la pared o superficie sobre la que van apoyados.

Excepción: Se permite instalar canalizaciones, cajas y accesorios no metálicos sin espacio libre cuando vayan sobre concreto, ladrillo, azulejo u otra superficie similar.

(NOTA): En general, las zonas en las que se manipulan y almacenan ácidos y álcalis pueden presentar ambientes corrosivos, sobre todo si están mojadas o húmedas. También pueden producirse ambientes muy corrosivos en algunas zonas de las plantas de conserva de carnes, de curtidos, de fabricación de colas y en los establos; en las instalaciones cerca de la orilla del mar y en las piscinas; en las zonas donde se utilizan productos químicos para deshielo y en los sótanos o almacenes de envases y embalajes, de abonos, sal y productos químicos a granel.

300-7. Canalizaciones expuestas a diferentes temperaturas.

(a) Sellado. Cuando diversas partes de una canalización interior estén expuestas a temperaturas muy diferentes, como en los almacenes frigoríficos, se debe evitar la circulación de aire desde la parte más caliente a la más fría.

(b) Juntas de dilatación. Cuando sea necesario para compensar la dilatación y contracción debidas al calor, se deben instalar en las canalizaciones juntas de dilatación.

(NOTA): En la Tabla 10 del Capítulo 9 se ofrecen datos de dilatación del PVC. Se puede calcular la dilatación nominal de los conductos de acero multiplicando la dilatación de esa Tabla por 0,20. El coeficiente de dilatación de la tubería eléctrica de acero, tubo metálico intermedio y tubo metálico rígido, es de 0,0114 mm/m por ℃ de variación de temperatura).

300-8. Instalación de conductores con otros sistemas. En las canalizaciones o bandejas portacables que contengan conductores eléctricos no debe haber ningún tubo, tubería o similar para vapor, agua, aire, gas, drenaje o cualquier otra instalación que no sea eléctrica.

300-9. Puesta a tierra de los encerramientos metálicos. Las canalizaciones, cajas, armarios, armaduras de cables y herrajes metálicos, deben ir puestos a tierra según los requisitos del Artículo 250.

300-10. Continuidad eléctrica de las canalizaciones y encerramientos metálicos. Las canalizaciones, armaduras y otros encerramientos metálicos de conductores, se deben unir metálicamente formando un conductor eléctrico continuo y se deben conectar así a todas las cajas, herrajes y accesorios, de modo que ofrezcan una continuidad eléctrica efectiva. Las canalizaciones y conjuntos de cables se deben sujetar mecánicamente a las cajas, armarios, herrajes y otros encerramientos.

Excepción nº. 1: Lo que se establece en el Artículo 370-17(c) para cajas no metálicas.

Excepción nº. 2: Lo que se establece en el Artículo 250-33, Excepción nº. 2, para encerramientos metálicos.

Excepción nº. 3: Lo que se establece para la reducción del ruido eléctrico en el Artículo 250-75 Excepción.

300-11. Sujeciones y soportes.

(a) Sujeción en sitio. Las canalizaciones, conjuntos de cables, cajas, armarios y herrajes deben estar bien sujetos. No se permite utilizar como único apoyo cables de soporte que no ofrezcan resistencia suficiente.

(1) El alambrado situado sobre un conjunto piso/cielo raso o tejado/cielo raso clasificado como resistente al fuego, no se debe sujetar ni apoyar en los cielo rasos, ni siquiera en las cintas o alambres de soporte del cielo raso. Debe existir un medio de apoyo seguro e independiente.

Excepción: A los cables de soporte del cielo raso se permite sujetar los cables y equipos eléctricos que hayan sido ensayados como parte del conjunto resistente al fuego.

(2) El alambrado situado sobre un conjunto piso/cielo raso o tejado/cielo raso no clasificado como resistente al fuego, no se debe sujetar ni apoyar en los cielo rasos, ni siquiera en las cintas o alambres de soporte del cielo raso. Debe existir un medio de soporte seguro e independiente.

*Excepción: Se permite sujetar los cables y equipos de un~~a~~ circuito rama*l* al sistema de soporte del cielo raso cuando estén instalados de acuerdo con las instrucciones del fabricante del cielo raso.*

No se permite sujetar los cables y canalizaciones en los perfiles de soporte del cielo raso.

(b) Canalizaciones usadas como medio de soporte. No se deben usar las canalizaciones como medio de soporte de otras canalizaciones, cables o equipos no eléctricos.

Excepción nº. 1: Cuando las canalizaciones o medio de soporte estén identificadas para ese uso.

(NOTA): En cuanto a las bandejas de cables, véase la Sección 318.

Excepción nº. 2: Se permite usar las canalizaciones por las que discurran cables de suministro de equipos eléctricos como soporte de conductores o cables de circuitos de Clase 2 que se utilicen exclusivamente para conexión a los circuitos de mando y control de los equipos.

Excepción nº. 3: Lo permitido en el Artículo 370-23 para cajas o conduletas y en el Artículo 410-16(f) para accesorios.

300-12. Continuidad mecánica de las canalizaciones y cables. Las canalizaciones metálicas o no metálicas, blindajes de cables y forros de cables, deben ser continuos entre los armarios, cajas, accesorios, otros encerramientos o salidas.

Excepción: Los tramos cortos de canalizaciones utilizados como soporte o protección de los cables contra daños físicos.

300-13. Continuidad mecánica y eléctrica de los conductores.

(a) Generalidades. Los conductores en las canalizaciones deben ser continuos entre las salidas, cajas, dispositivos, etc. En una canalización no debe haber ni empalmes ni derivaciones, a no ser los permitidos por los Artículos 300-15(a) Excepción nº. 1; 352-7, 352-29, 354-6 Excepción, 362-7, 362-21 y 364-8(a).

(b) Eliminación de elementos eléctricos. En los circuitos ramale~~derivado~~s multiconductores, la continuidad de un conductor puesto a tierra no debe depender de las conexiones de los dispositivos o elementos como portabombillas, tomacorrientes, etc., cuando la eliminación de tales elementos pudiera interrumpir la continuidad.

300-14. Longitud de los conductores libres en las salidas, uniones y puntos de conmutación. En todos los puntos de salidas, uniones y de interruptores, debe quedar como mínimo una longitud de 15 cm libre en los conductores para empalmes o conexiones de elementos o dispositivos eléctricos,.

Excepción: Los conductores no empalmados o que no terminan en el punto de salida, de unión o de interruptor.

300-15. Cajas, conduletas o accesorios: cuándo son necesarios.

(a) Cajas o conduletas. Se debe instalar una caja o conduleta que cumpla lo establecido en las Secciones 370-16 y 370-28 en cada punto de empalme de un conductor, salida~~toma de corriente~~, punto de unión, punto de interruptor o punto de tensado de la tubería conduit, tubería eléctrica metálica, canalización superficial u otro tipo de canalización.

Excepción nº. 1: No es necesaria una caja o conduleta en el empalme de los conductores en canalizaciones superficiales, canalizaciones de cables, ductos de salidas, conjuntos de varias salidas, canaletas auxiliares y bandejas portacables. Las tapas de estas cajas o conduletas deben ser desmontables y accesibles después de su instalación.

Excepción nº. 2: Lo que permite el Artículo 410-31 cuando se utiliza un aparato eléctrico como canalización.

(b) Sólo cajas. Se debe instalar una caja en todos los puntos de empalme de los conductores, salidas, puntos de interruptor, puntos de unión o puntos de tensado de cables de tipo AC, MC, con aislamiento mineral, con recubrimiento metálico, con recubrimiento no metálico u otros. Se debe instalar una caja en el punto de conexión entre cualquiera de esas instalaciones y el sistema de canalizaciones y en cada salida~~toma de corriente~~ y punto de interruptor de las instalaciones ocultas de tubo con aislador.

Excepción nº. 1: A la entrada o salida de los cables desde un conducto o tubería que se utilice para ofrecer soporte al cable o protección contra daños físicos. En el extremo o extremos del conducto o tubería se debe instalar un accesorio que proteja a los cables contra la abrasión.

Excepción nº. 2: Lo que permite el Artículo 336-21 para las salidas aisladas que reciben corriente a través de un cable con recubrimiento no metálico.

Excepción nº. 3: Cuando se utilicen herrajes accesibles para empalmes rectos de cables de recubrimiento metálico y aislante mineral.

Excepción nº. 4: Se permite utilizar un dispositivo con encerramiento integral identificado para ese uso, que tenga abrazaderas que sujeten bien el dispositivo a paredes o techos de construcción convencional, con cables de recubrimiento no metálico, sin una caja independiente.

(NOTA): Véanse los Artículos 336-18 Excepción 2, 545-10, 550-10(j) y 551-47(e) Excepción 1.

Excepción nº. 5: Cuando se utilicen sistemas de alambrado metálico fabricados.

Excepción nº. 6: Se permite instalar una conduleta en vez de una caja cuando se haga de acuerdo con el Artículo 370-16(c) y el 370-28.

Excepción nº. 7: Cuando se utilice un dispositivo identificado y certificado como apto para instalarlo sin caja, en un sistema de distribución en circuito cerrado.

Excepción nº. 8: Se permite instalar un accesorio identificado para ese uso en lugar de una caja, cuando sea accesible después de instalarlo y en él los conductores no terminen ni estén empalmados.

Excepción nº. 9: Lo que permite el Artículo 300-5(e) para empalmes y conexiones en conductores y cables enterrados.

(c) Herrajes y conectores. Los herrajes y conectores sólo se utilizarán en las instalaciones específicas para las que estén diseñados y certificados.

(d) Equipos. En una salida~~toma de corriente~~ se permite utilizar una caja de conexiones integral o compartimiento de alambrado, como parte del equipo certificado, en vez de una caja.

300-16. Transición de canalización o cable hasta alambrado ~~abierta u~~ oculto o a la vista.

(a) Caja o accesorio. Se debe utilizar una caja o accesorio terminal con un orificio con pasacables para cada conductor, siempre que se haga una transición desde un tubo conduit, tubería eléctrica metálica, tubería eléctrica no metálica, cable con recubrimiento no metálico, cable de tipo AC, MC o cable con recubrimiento metálico y aislante mineral y cables en una canalización superficial hasta una instalación ~~abierta u~~ oculta o a la vista de cables en tubos aisladores~~con aislantes de tipo palomilla~~. Cualquier accesorio utilizado para este fin no debe contener ni empalmes ni derivaciones, ni se debe utilizar en las salidas para artefactos.

(b) Pasacables. Se permite utilizar un pasacables en lugar de una caja o accesorio terminal en el extremo de un tubo conduit o tubería eléctrica metálica, cuando la canalización termine detrás de un cuadro de distribución~~cuadro~~ abierto (no encerrado) o en un equipo~~cuadro~~ de mando y control similar. El pasacables debe ser de tipo aislante ~~y~~ para conductores diferentes a los que tengan cubierta ~~no forrados~~ de plomo.

300-17. Número y tamaño ~~sección~~de los conductores en una canalización. El número y tamaño~~sección~~ de los conductores en cualquier canalización no debe ser mayor de lo que permita la disipación de calor y la facilidad de instalación o desmontaje sencillo de los conductores sin perjudicar a otros conductores o a su aislamiento.

NOTA: Véanse también las siguientes secciones de este Código : tubería eléctrica no metálica, 341-6; tubos conduit de metal, 345-7 y 346-6; tubo conduit no metálico rígido, 347-11; tubería eléctrica metálica, 348-6; tubería metálica flexible, 349-12; tubo conduit metálico flexible, 350-10; tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos, 351-6; tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos, 351-25; canalizaciones superficiales, 352-4 y 352-25; canalizaciones bajo el piso, 354-4; canalizaciones en pisos metálicos celulares, 356-5; canalizaciones

en pisos de concreto celulares, 358-11; conductos de cables, 362-5; cables de artefactos, 402-7; teatros, 520-6; avisos eléctricos, 600-31(c); ascensores, 620-33; equipos de grabación, 640-3 y 640-4; circuitos de Clase 1, Clase 2 y Clase 3, Sección 725; circuitos de alarma contra incendios, Sección 760; cables de fibra óptica, Sección 770.

300-18. Instalación de las canalizaciones. Las canalizaciones se deben instalar completas entre las salidas, conexiones o puntos de empalme, antes de instalar los conductores.
Excepción nº. 1: Las canalizaciones expuestas que tengan una tapa desmontable.

Excepción nº. 2: Cuando sea necesario para facilitar la instalación de equipos de utilización.

Excepción nº. 3: Los conjuntos prealambrados que cumplan lo establecido en las Secciones 349 y 350.

300-19. Soporte de los conductores en canalizaciones verticales.

(a) Intervalos de separación máximos. Los conductores en canalizaciones verticales se deben sujetar si el ducto vertical supera los valores de la Tabla 300-19(a). Debe haber un soporte para cables en la parte superior de la canalización vertical o lo más cerca posible de ella. Los soportes sucesivos deben ser los necesarios para que la longitud de los tramos del conductor no supere los valores establecidos en la Tabla 300-19(a).

Excepción: Un cable con armadura~~blindaje~~ de alambre de acero se debe sujetar en la parte superior del ducto vertical en un soporte que sujete la armadura~~el blindaje~~. Se permite instalar en la parte inferior del ducto vertical un dispositivo de seguridad que sujete el cable en el caso de que éste se deslice por el interior del soporte de la armadura ~~blindaje~~. Se permite instalar otros soportes de tipo cuña que eviten los esfuerzos causados en los terminales de los equipos por la expansión ~~dilatación~~ del cable bajo carga.

Tabla 300-19(a) Distancia máxima entre los soportes de los conductores para canalizaciones verticales

Sección transversal		Conductores	
mm^2	**AWG - kcmils**	**Aluminio o aluminio recubierto de cobre (m)**	**Cobre (m)**
0,82 hasta 8,36	18 hasta 8	30	30
13,29 hasta 53,50	6 hasta 1/0	60	30
67,44 hasta 107,21	2/0 hasta 4/0	55	24
126,67 hasta 177,34	250 hasta 350 400	41	18
202,68 hasta 253,35	hasta 500	36	15
278,68 hasta 380,02	550 hasta 750	29	12
405, 36 y superiores	800 y superiores	26	11

(b) Métodos de soporte. Se debe utilizar uno de los siguientes métodos de soporte:

(1) Mediante mecanismos de sujeción construidos o mediante cuñas aislantes introducidas en los extremos de las canalizaciones. Cuando una cuña aislante no sujete bien el cable, se debe sujetar también el conductor.

(2) Intercalando cajas a intervalos necesarios, en las que se hayan instalado soportes aislantes que se sujeten de una manera satisfactoria para soportar el peso de los conductores unidos a los mismos. Las cajas deben tener tapa.

(3) En las cajas de conexiones, doblando los cables no más de 90° y llevándolos horizontalmente hasta una distancia no inferior al doble de su diámetro, sobre dos o más soportes aislantes a los que se sujetan además mediante alambres de unión, si se desea. Cuando se utilice este método, los cables se deben sujetar a intervalos no superiores al 20% de los establecidos en la Tabla 300-19(a).

(4) Mediante otro método igualmente eficaz.

300-20. Corrientes inducidas en encerramientos o canalizaciones metálicas.

(a) **Conductores agrupados.** Cuando se instalen en encerramientos o canalizaciones metálicas conductores de corriente alterna, deben instalarse de modo que se evite el calentamiento del encerramiento por inducción. Para ello, se deben agrupar todos los conductores de fase, el conductor puesto a tierra, cuando lo haya, y todos los conductores de puesta a tierra de los equipos.

Excepción nº. 1: Lo que permite el Artículo 250-50, Excepción, para conexiones de puesta a tierra de los equipos.

Excepción nº. 2: Lo que permite el Artículo 426-42 y el Artículo 427-47 para calentamiento por efecto superficial~~calefacción superficial~~.

(b) **Conductores individuales~~aislados~~.** Cuando un solo conductor de corriente alterna pase por un metal con propiedades magnéticas, se deben minimizar los efectos de la inducción con alguno de estos dos métodos: (1) haciendo ranuras~~cortes~~ en la parte metálica que quede entre los agujeros por los que pasa el conductor o (2) pasando todos los conductores del circuito a través de una pared aislante suficientemente grande para que quepan todos.

Excepción: En el caso de circuitos de suministro para sistemas de alumbrado de vacío o de descarga o de avisos~~rótulos~~ eléctricos o aparatos de rayos X, las corrientes que pasan por los conductores son tan pequeñas que, cuando estos conductores pasan por encerramientos metálicos o a través de metales, se pueden despreciar los efectos del calentamiento por inducción.

(NOTA): Como el aluminio es un metal no magnético, no se produce calentamiento por histéresis. No obstante, se producen corrientes inducidas, pero que no son de magnitud suficiente como para que requieran el agrupamiento de conductores ni otro tratamiento especial cuando pasan los conductores a través de paredes de aluminio.

300-21. Propagación del fuego o de los productos de ~~la~~ combustión. Las instalaciones eléctricas en espacios huecos, ductos verticales y conductos de ventilación o aire, deben hacerse de modo que no aumente de modo significativo la posibilidad de propagación del fuego o productos de la combustión en caso de incendio. Todas las aberturas alrededor de los cables que pasen por paredes resistentes al fuego, tabiques, pisos o techos ~~ignífugos~~, se deben proteger contra el fuego ~~ignifugar~~ mediante métodos adecuados. ~~que les permitan mantener su clasificación ignífuga.~~

(NOTA): Los directorios de materiales eléctricos para la construcción, publicados por laboratorios de ensayo calificados, contienen muchas limitaciones necesarias para mantener la clasificación de resistencia al fuego~~ignífuga~~ de un conjunto en el que se han hecho aberturas. Por ejemplo, se exige una separación mínima horizontal de 0,6 m entre cajas ~~o cajetines~~ instalados en las caras opuestas de una pared. En estos directorios y listas de productos se puede encontrar la ayuda necesaria para cumplir con lo establecido en el Artículo 300-21.

300-22. Alambrado~~s~~ en ductos, cámaras de aire y otros espacios de circulación de aire~~huecos~~. Lo establecido en esta sección se aplica a la instalación y usos de alambrado~~instalaciones~~ y equipos eléctricos en ductos, cámaras de aire y otros espacios de circulación de aire~~huecos~~.

(NOTA): Véase Calentadores en conductos de aire, Sección 424 Parte F.

(a) **Ductos para la extracción de polvo, pelusas y vapor.** En los ductos utilizados para la extracción de polvo, pelusas y vapores inflamables, no se debe hacer instalación eléctrica de ningún tipo. Tampoco se debe hacer ninguna instalación eléctrica en ductos o fosos que contengan únicamente esos ductos utilizados para la extracción de vapor o la ventilación de equipo de cocina tipo comercial.

(b) **Ductos o cámaras de aire para ventilación ambientalnatural.** En los ductos o cámaras de aire específicamente construidos para ventilación ambiental, sólo se deben hacer instalaciones eléctricas con cables de tipo MI o MC con recubrimiento impermeable de metal corrugado, sin recubrimiento general no metálico, tubería eléctrica metálica, tubería metálica flexible, tubo conduit metálico intermedio o tubo conduit metálico rígido. Se permite tubo conduit metálico flexible y tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos de longitud no superior a 1,20 m para conectar físicamente equipos y dispositivos ajustables y certificados para poderlos instalar en estos ductos y cámaras de aire. Los conectores utilizados con tubo conduit metálico flexible deben cerrar eficazmente cualquier abertura de la conexión. Sólo se permite instalar equipos y dispositivos en dichos ductos o cámaras de aire en la medida en que sean necesariosa para actuar o sensardetectar o actuar sobre el aire contenidonatural. Cuando haya instalados equipos o dispositivos y sea necesario iluminarlos para facilitar su reparación y mantenimiento, se deberán utilizar aparatos cerrados con empaques herméticosjuntas.

(c) **Otros espacios de ventilación ambientalnatural.** El Artículo 300-22 (c) se refiere a los espacios utilizados para el paso del aire ambiental, distintos de los ductos y cámaras de aire tratados en el Artículo 300-22(a) y 300-22(b). En estos otros espacios sólo se deben instalar canalizaciones aisladas cerradas y herméticas al aire, en las que no haya conexiones de enchufar y métodos de alambrado para los cables de tipo MI, MC, cables sin recubrimiento no metálico completo, cables de tipo AC u otros cables multiconductores de corriente o control, montados en fábrica, específicamente certificados para su uso en estos recintos.

Los cables y conductores de cualquier otro tipo se deben instalar en tubería eléctrica metálica, tubería metálica flexible, tubo conduit metálico intermedio, tubo conduit metálico rígido, tubo conduit metálico flexible o, cuando estén accesibles, en canalizaciones metálicas superficiales o canalizaciones metálicas para alambre con tapas metálicas o bandejas portacables con fondo metálico liso y con tapa metálica sólida.

En estos espacios se permite instalar equipos eléctricos con encerramiento metálico o con encerramiento no metálico certificado para este uso y que tenga especificaciones adecuadas de resistencia contra incendios y de baja producción de humo, con sus accesorios adecuados para la temperatura ambiente, a no ser que esté prohibido por cualquier Artículo de este *Código*.

(NOTA): Un ejemplo de este tipo de espacio al cual se aplica el Artículo 300-22(c) es el que queda sobre un cielo raso suspendido, que se deja como cámara circulación de aire ambiental.

Excepción nº. 1: Tubo conduit metálico flexible y hermético a los líquidos en tramos continuos que no superen 1,80 m.

Excepción nº. 2: Sistemas con ventiladores integrados específicamente identificados para este uso.

Excepción nº. 3: Esta Artículo no contempla habitaciones o zonas habitables de los edificios que no estén destinadas fundamentalmente a la circulación de aire.

Excepción nº. 4: Se permite instalar cables prefabricados de sistemas de alambrado fabricados con forro no metálico, cuando estén certificados para este uso.

Excepción nº. 5: Esta Artículo no trata de los espacios entre vigas o cerchas en viviendas cuya instalación pasa a través de tales espacios en sentido perpendicular a su dimensión más larga.

(d) **Equipos de proceso de datos.** Se permiten instalaciones eléctricas en zonas de paso del aire por debajo de los pisos falsos elevados de salas de computadores electrónicos o equipos de proceso de datos, según se establece en la Sección 645.

300-23. Paneles diseñados para permitir el acceso. Los cables, canalizaciones y equipos instalados detrás de paneles diseñados para permitir el acceso, incluidos los paneles de los cielo rasos suspendidos, deben estar instalados y sujetos de manera que permitan quitar los paneles y acceder a los equipos.

B. Requisitos para instalaciones de más de 600 V nominales.

300-31. Cubiertas requeridas. En todas las cajas, accesorios y encerramientos similares, se deben instalar cubiertas adecuadas que eviten el contacto accidental con partes energizadas o daños físicos a los cables y equipos o su aislamiento.

300-32. Conductores de diferentes sistemas. Los conductores de instalaciones de 600 V nominales o menos no deben estar instalados en las mismas canalizaciones, cables, cajas o encerramientos que los conductores de instalaciones de más de 600 V nominales.

Excepción nº. 1: En motores y tablero~~cuadro~~s de mando y control y equipos similares.

Excepción nº. 2: En cámaras de inspección, si los conductores de cada instalación están separados de los de las otras instalaciones de modo permanente y efectivo y además bien sujetos a soportes, aislantes u otros soportes aprobados.

300-34. Radio de curvatura de los conductores. Durante la instalación o después, los conductores no se deben doblar a un radio inferior a 8 veces el diámetro total del conductor sin el forro o 12 veces el diámetro del conductor forrado o recubierto de plomo. En cables multiconductores o sencillos multiplexados, cuyas fases estén blindadas individualmente, el radio mínimo de curvatura debe ser el mayor de los siguientes: 12 veces el diámetro de cada conductor blindado o 7 veces el diámetro total.

300-35. Protección contra calentamiento por inducción. Las canalizaciones metálicas y los conductores que discurran por ellas deben estar dispuestos de manera que se evite el calentamiento de la canalización, de acuerdo con lo establecido en el Artículo 300-20.

300-36. Puesta a tierra. Todos los cables y equipos de una instalación deben ponerse a tierra, según lo que establece la Sección 250.

300-37. Instalaciones subterráneas. Los requisitos mínimos de cobertura deben ser los que establece el Artículo 710-4(b).

Sección 305 - INSTALACIONES PROVISIONALES

305-1. Alcance. Las disposiciones de esta Sección se aplican a instalaciones provisionales eléctricas de fuerza y alumbrado, que sean de una clase inferior a la requerida para considerarlas como instalaciones permanentes.

305-2. Común a todas las instalaciones.

(a) Otras Secciones. Excepto en lo que modifique específicamente esta Sección, a las instalaciones provisionales se deben aplicar todos los demás requisitos de este *Código* para las instalaciones permanentes.

(b) Aprobación. Las instalaciones provisionales sólo son aceptables si están aprobadas de acuerdo con las condiciones de uso y requisitos especiales de dicha instalación.

305-3. Limitaciones temporales.

(a) Durante el periodo de construcción. Se permiten las instalaciones eléctricas provisionales para fuerza y alumbrado durante el periodo de construcción, rehabilitación, mantenimiento, reparación o demolición de edificaciones, estructuras, equipos o actividades similares.

(b) **90 días.** Se permiten instalaciones provisionales de fuerza y alumbrado durante un periodo no superior a 90 días con fines decorativos durante Navidad y con otros fines normales.

(c) **Emergencia y ensayos.** Se permiten instalaciones provisionales de fuerza y alumbrado durante emergencias y para ensayos, experimentos y trabajos de desarrollo.

(d) **Desmontaje.** Las instalaciones temporales se deben desmontar inmediatamente después de terminar la construcción o el fin para el que fueron instaladas.

305-4. Generalidades.

(a) **Acometidas.** Las acometidas se deben instalar según lo que establece la Sección 230.

(b) **Alimentadores.** Los circuitos de alimentación se deben proteger según lo que establece la Sección 240. Deben originarse en un centro de distribución aprobado. Se permiten conductores en conjuntos de cables o cables de los tipos identificados en la Tabla 400-4 para uso pesado o extrapesado.

Excepción: Cuando se utilicen para los fines especificados en el Artículo 305-3(c).

(c) **Circuitos ramale~~derivado~~s.** Todos los circuitos ramale~~derivado~~s deben originarse en una salida~~toma de corriente~~ de fuerza aprobada o en un panel~~cuadro~~ de distribución. Se permiten conductores en conjuntos de cordones o cables multiconductores, de los tipos identificados en la Tabla 400-4 para uso pesado o extrapesado. Todos los conductores deben estar protegidos como lo indica la Sección 240.

Excepción: Cuando se utilicen para los fines especificados en el Artículo 305-3(c).

(d) **Tomacorrientes.** Todas los tomacorrientes deben tener polo a tierra. Excepto cuando estén instalados en una canalización metálica continua puesta a tierra o un cable con recubrimiento metálico, toda los circuitos ramales deben contener un conductor independiente de puesta a tierra de equipos y todas los tomacorrientes deben estar conectados eléctricamente a los conductores de puesta a tierra de los equipos. En las obras no se deben instalar tomacorrientes en circuitos ramale~~derivado~~s para alumbrado temporal. Los tomacorrientes no se deben conectar al mismo conductor no puesto a tierra de los circuitos multiconductores utilizados para alumbrado temporal.

(e) **Medios de desconexión.** Se deben instalar interruptores automáticos o conectores de clavija adecuados que permitan la desconexión de todos los conductores no puestos a tierra de cada circuito provisional. Los circuitos ramale~~derivado~~s multifilares deben tener un medio de desconexión simultánea de todos los conductores no puestos a tierra de la salida~~toma de corriente~~ de fuerza o del panel de distribución del que salga el circuito ramal~~derivado~~. Se permite instalar empuñaduras aprobadas.

(f) **Protección de las bombillas.** Todas las bombillas para alumbrado general deben estar protegidas contra contactos accidentales o roturas mediante un elemento o portabombillas adecuado con un protector.

No se deben utilizar casquillos de bronce, tomacorrientes forrados de papel u otros tomacorrientes en cajas metálicas, a menos que estén puestos a tierra.

(g) **Empalmes.** En las obras, no es necesario que los empalmes o uniones de conductores de un circuito con cordones o cables multiconductores vayan en cajas. Véanse los Artículos 110-14(b) y 400-9. Cuando se haga un cambio a un sistema de tubos conduit o sistemas de tuberías o de cables con recubrimiento metálico, se debe instalar una caja, conduleta o accesorio con un agujero independiente con pasacables para cada conductor.

(h) **Protección contra daños accidentales.** Los cordones y cables flexibles se deben proteger contra daños accidentales. Se deben evitar las esquinas y salientes cortantes. Cuando pasen los cables por marcos de puertas u otros puntos donde pueda haber clavos, etc., se deben proteger para evitar daños.

(i) Terminación de los cables en los dispositivos. Los cables que entren en encerramientos que contengan dispositivos que requieran terminación, se deben sujetar a la caja con herrajes diseñados para ese uso.

305-5. Puesta a tierra~~Toma de tierra~~. Todas las puestas a tierra~~tomas de tierra~~ deben cumplir lo establecido en la Sección 250.

305-6. Protección de las personas contra fallas a tierra. Las personas que estén en contacto con todas las instalaciones provisionales se deben proteger contra fallas a tierra, según lo establecido en los siguientes apartados (a) o (b). Este Artículo se aplica únicamente a las instalaciones provisionales utilizadas para suministrar temporalmente corriente a equipos utilizados durante la construcción, rehabilitación, mantenimiento, reparación o demolición de edificaciones, estructuras, equipos o actividades similares.

(a) Interruptores de circuito por falla a tierra. Todas las salidas para tomacorrientes monofásicos de 125 V, de 15 y 20 amperios, que no formen parte de la instalación permanente de un edificio o estructura y que puedan ser utilizadas por el personal, deben estar protegidas mediante un interruptor de circuito por falla a tierra para la protección de las personas. Si se instalan tomacorrientes o ya existen como parte de la instalación permanente de la edificación o estructura y se utilizan para salidas de fuerza provisionales, deben estar protegidos por interruptor de circuito de falla a tierra. A efectos de este Artículo se permiten las instalaciones de cordones que incorporen interruptores de circuito por falla a tierra certificados para la protección de las personas.

Excepción nº. 1: Los tomacorrientes de generadores bifilares monofásicos portátiles o montados en vehículos de no más de 5 kW, cuando los conductores del circuito del generador estén aislados del armazón de dicho generador y todas las demás superficies puestas a tierra.

Excepción nº. 2: Sólo en establecimientos industriales se permite utilizar conductores de puesta a tierra de equipos asegurados, tal como especifica el Artículo 305-6(b), siempre y cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren la intervención exclusiva de personal calificado.

(b) Programa garantizado para conductores de puesta a tierra del equipo. Se permite que los tomacorrientes distintos de los especificados en (a) tengan un interruptor de circuito por falla a tierra para protección de las personas, o se debe establecer y cumplir continuamente un procedimiento escrito a cuyo cargo estén una o más personas de la obra, que asegure que los conductores de puesta a tierra de todos los equipos para grupos de cordones, tomacorrientes que no formen parte de la instalación permanente del edificio o estructura y equipos conectados por cordón y clavija, se instalen y se mantengan de acuerdo con los requisitos establecidos en los Artículos 210-7(c), 250-45, 250-59 y 305-4(d).

(1) En todos los conjuntos de cordones, tomacorrientes que no formen parte de la instalación permanente del edificio o estructura y equipos conectados con cordón clavija, se deben hacer las siguientes pruebas:
   a. Se debe probar la continuidad de todos los conductores de puesta a tierra de los equipos, que deben ser eléctricamente continuos.
   b. Se debe probar si todos los tomacorrientes y clavijas están bien conectados al conductor de puesta a tierra de los equipos. Este conductor de puesta a tierra de los equipos se debe conectar al terminal apropiado.
   c. Todas las pruebas exigidas se deben hacer:
      1. Antes de empezar a utilizar la instalación en la obra.
      2. Cuando haya evidencia de algún daño.
      3. Antes de volver a poner los equipos en servicio después de cualquier servicio.
      4. A intervalos no superiores a 3 meses.

(2) Se debe hacer un informe de todas las pruebas especificadas en (1) y se debe poner a disposición de la autoridad competente.

305-7. Protección. Las instalaciones de más de 600 V nominales se deben proteger con vallas, barreras u otro medio eficaz que evite el acceso a la misma de personal no autorizado y no calificado.

Sección 310 - CONDUCTORES PARA INSTALACIONES EN GENERAL

310-1. Alcance. Esta Sección trata de los requisitos generales de los conductores y de sus denominaciones de tipos, aislamiento, rótulos, etiquetas, resistencia mecánica, capacidad de corriente nominal y usos. Estos requisitos no se aplican a los conductores que forman parte integral de equipos como motores, controladores de motores y similares, ni a los conductores específicamente tratados en otras Partes de este *Código*.

(NOTA): Para los cordones y cables flexibles, véase la Sección 400. Para los cables de artefactos, véase la Sección 402.

310-2. Conductores.

(a) Aislados. Los conductores deben ser aislados.

Excepción: Cuando se permiten específicamente en este Código conductores cubiertos o desnudos.

(NOTA): Para el aislamiento de los conductores de neutro de un sistema de alta tensión sólidamente puesto a tierra, véase el Artículo 250-152.

(b) Material de los conductores. Si no se especifica otra cosa, los conductores a los que se refiere esta Sección deben ser de aluminio, aluminio recubierto de cobre o cobre.

310-3. Conductores cableados. Cuando van instalados en canalizaciones, los conductores con sección transversal de 8,36 ~~sección~~mm2 (8 AWG) y mayor deben ser cableados.

Excepción: Las que se autoricen en otras Partes de este Código.

310-4. Conductores en paralelo. Los conductores de aluminio, aluminio recubierto de cobre o cobre de sección transversal 53,50 mm^2 (1/0 AWG) y mayor, que sean los conductores de fase, el neutro o el conductor puesto a tierra de un circuito, pueden ir conectados en paralelo (unidos eléctricamente en ambos extremos para formar un solo conductor).

Excepción nº. 1: Lo que permite el Artículo 620-12(a)(1).

Excepción nº. 2: Se permite instalar en paralelo conductores con sección transversal menor a 53,5 mm^2 (~~sección~~1/0 AWG) para alimentar instrumentos de medida, contactores, relés, solenoides y otros dispositivos de control similares, siempre que : (a) estén contenidos en el mismo conducto o cable; (b) la capacidad de corriente de cada conductor por separado sea suficiente para transportar toda la corriente que transportan los conductores en paralelo y (c) el dispositivo de sobrecorriente sea tal que no se supere la capacidad de corriente de cada conductor si uno o más de los conductores en paralelo se desconectaran accidentalmente.

Excepción nº. 3: Se permite instalar en paralelo conductores de sección transversal inferior a 53,50 mm^2 *(1/0 AWG) para frecuencias de 360 Hz y superiores, cuando se cumplan las condiciones (a), (b) y (c) de la Excepción nº. 2.*

Excepción nº. 4: Bajo la supervisión de personal experto, se permite instalar en paralelo conductores neutros puestos a tierra de sección transversal 33,62 mm^2 (2 AWG) y mayor, en las instalaciones ya existentes.

(NOTA): La Excepción nº. 4 se puede aprovechar para disminuir el recalentamiento de los conductores de neutro en instalaciones existentes, causado por las corrientes con alto contenido de armónicos de tercer orden.

Los conductores en paralelo de cada fase, neutro o conductor de circuito puestos a tierra, deben

(1) Ser de la misma longitud.
(2) Ser del mismo material conductor.
(3) Del mismo calibre.
(4) Tener el mismo tipo de aislamiento.
(5) Terminarse de la misma manera.

Cuando los conductores se instalen en cables o canalizaciones distintas, los cables y canalizaciones deben tener las mismas características físicas.

(NOTA): Eligiendo bien los materiales, forma de construcción y orientación de los conductores, se pueden minimizar las diferencias de reactancia inductiva y la división desigual de corrientes. Para conseguir ese equilibrio, no es necesario que los conductores de una fase, de neutro o de puesta a tierra sean los mismos que los de la otra fase, de neutro o de puesta a tierra.

Cuando se usen conductores de puesta a tierra de equipo con otros conductores en paralelo, deben cumplir los requisitos de este Artículo, a menos que se deban dimensionar de acuerdo con el Artículo 250-95.

Cuando se utilicen conductores en paralelo, hay que tener en cuenta el espacio en los encerramientos (ver Secciones 370 y 373).

Los conductores instalados en paralelo deben cumplir lo establecido en la Sección 310, Nota 8(a), Notas a las Tablas de Capacidad de corriente de 0 a 2.000 V.

310-5. Calibre mínimo de los conductores. En la Tabla 310-5 se recoge el calibre mínimo de los conductores.

Excepción nº. 1: ~~Los~~ Para cordones ~~cables~~ flexibles, como lo permite el Artículo 400-12.

Excepción nº. 2: Para ~~Los~~ cables de artefactos, como lo permite el Artículo 410-24.

Excepción nº. 3: Para ~~Los cables de~~ motores de 746 W (1 HP) o menos, como lo permite el Artículo 430-22(b).

Excepción nº. 4: Para ~~Los de~~ grúas y elevadores, como lo permite el Artículo 610-14.

Excepción nº. 5: Para ~~Los de~~ los circuitos de control y señalización de los ascensores, como lo permite el Artículo 620-12.

Excepción nº. 6: Para ~~Los de~~ los circuitos de Clase 1, Clase 2 y Clase 3 como lo permiten los Artículos 725-27 y 725-51.

Excepción nº. 7: Para ~~Los de~~ los circuitos de alarma contra incendios, como lo permiten los Artículos 760-27, 760-51 y 760-71.

Excepción nº. 8: Para ~~Los de~~ los circuitos de control de motores, como lo permite el Artículo 430-72.

Tabla 310-5

Tensión nominal del conductor (V)	Sección transversal mínima del conductor	
	mm^2	AWG

De 0 a 2000	2,08 3,30	14 cobre 12 aluminio o aluminio recubierto de cobre
De 2001 a 8000	8,36	8
De 8001 a 15000	33,62	2
de 15001 a 28000	42,20	1
de 28001 a 35000	53,50	1/0

310-6. Blindaje. Los conductores aislados con dieléctricos sólidos en instalaciones permanentes que funcionan a más de 2.000 V, deben tener un aislamiento resistente al ozono y estar blindados. Todos los blindajes metálicos de aislamiento se deben poner a tierra por un método eficaz que cumpla los requisitos del Artículo 250-51. El blindaje tiene por finalidad limitar los esfuerzos a los que la tensión eléctrica somete al aislamiento.

Excepción: Se permite usar conductores aislados no blindados certificados por un laboratorio de ensayos calificado, en instalaciones hasta de 8.000 V, con las siguientes condiciones:

a. Los conductores deben tener un aislamiento resistente a las descargas eléctricas y a la tracción superficial~~las corrientes parásitas superficiales~~ o, si están aislados, deben ir recubiertos de un material resistente al ozono, a las descargas eléctricas y a la tracción superficial~~las corrientes parásitas superficiales~~.

b. Cuando se usen en lugares mojados, los conductores aislados deben tener un forro no metálico que les cubra totalmente o un forro metálico continuo.

c. Cuando funcionen entre 5.001 y 8.000 V, los conductores aislados deben llevar un recubrimiento no metálico sobre el aislamiento. El aislamiento debe tener una capacidad inductiva específica no superior a 3,6 y el recubrimiento una capacidad inductiva específica no inferior a 6 y no superior a 10.

d. El grosor del aislamiento y del recubrimiento deben estar de acuerdo con ~~ser según~~ la Tabla 310-63.

310-7. Conductores directamente enterrados. Los conductores que vayan directamente enterrados deben ser de un tipo identificado para ese uso. Los cables de más de 8.000 V deben ser blindados.

Excepción: Se permite usar cables multiconductores no blindados entre 2.001 y 5.000 V si el cable no tiene blindaje o forro metálico en toda su longitud.

El blindaje, forro o armadura metálica se deben conectar a tierra por un método eficaz que cumpla los requisitos del Artículo 250-51.

(NOTA 1): En cuanto a los requisitos de instalación de los conductores de 600 V o menos, véase el Artículo 300-5.

(NOTA 2): En cuanto a los requisitos de instalación de conductores de más de 600 V, véase el Artículo 710-4(b).

310-8. Lugares mojados.

(a) Conductores aislados. Los conductores aislados que se utilicen en lugares mojados deben : (1) estar recubiertos de plomo; (2) ser de los tipos RHW, TW, THW, THHW, THWN o XHHW, o (3) ser de un tipo certificado para uso en lugares mojados.

(b) Cables. Los cables de uno o más conductores utilizados en lugares mojados, deben ser de un tipo certificado para su uso en lugares mojados. Los conductores que se utilicen directamente enterrados deben ser de un tipo certificado para dicho uso.

310-9. Condiciones corrosivas. Los conductores expuestos a grasas, aceites, vapores, gases, humos, líquidos u otras sustancias que tengan un efecto corrosivo sobre el conductor o el aislamiento, deben ser de un tipo adecuado para esa aplicación.

310-10. Límites de temperatura de los conductores. Ningún conductor se debe utilizar de modo que su temperatura de funcionamiento supere la temperatura para la cual se diseña el tipo de conductor aislado al que

pertenezca. En ningún caso se deben unir los conductores de modo que, con respecto al tipo de circuito, al método de instalación aplicado o al número de conductores, se supere el límite de temperatura de alguno de los conductores.

(NOTA): La temperatura nominal de un conductor (ver Tablas 310-13 y 310-61) es la temperatura máxima, en cualquier punto de su longitud, que puede soportar el conductor durante un prolongado periodo de tiempo sin que se produzcan daños serios. Las Tablas de capacidad de corriente, las Tablas de capacidad de corriente de la Sección 310 y las del Apéndice B, así como los factores de corrección al final de esas Tablas y las notas a los mismos, ofrecen orientaciones para coordinar el tipo, calibre~~sección~~, capacidad de corriente, temperatura ambiente y número de conductores en una instalación.

Los principales determinantes de la temperatura de funcionamiento de los conductores son:

1. La temperatura ambiente. La temperatura ambiente puede variar a lo largo del conductor y con el tiempo.

2. El calor generado interiormente en el conductor por el paso de la corriente, incluidas las corrientes fundamentales y sus armónicos.

3. La velocidad de disipación del calor generado al medio ambiente. El aislamiento térmico que cubre o rodea a los conductores, puede afectar a esa velocidad de disipación.

4. Los conductores adyacentes portadores de corriente. Los conductores adyacentes tienen el doble efecto de elevar la temperatura ambiente e impedir la disipación de calor.

310-11. Rotulado.

(a) Información necesaria. Todos los conductores y cables deben ir rotulados con la información necesaria que indique los siguientes datos, según el método aplicable entre los que se describen en el siguiente apartado (b):

(1) La tensión nominal máxima que soporta el conductor.

(2) La letra o letras que indican el tipo de hilos o cables, tal como se especifica en otro lugar de este *Código*.

(3) El nombre del fabricante, marca comercial u otra marca que permita identificar fácilmente a la organización responsable del producto.

(4) La sección transversal en mm^2 (número AWG o kcmils).

(b) Métodos de rotulado.

(1) Rótulos en la superficie. Los siguientes conductores y cables se deben rotular en su superficie de modo indeleble. La sección transversal en mm^2, calibre AWG o la sección en kcmils se deben repetir a intervalos no superiores a 0,6 m. Todas las demás marcas se deben repetir a intervalos no superiores a 1 m.

a. Cables y alambres de uno o varios conductores, con aislamiento de caucho o termoplástico.
b. Cables con recubrimiento no metálico.
c. Cables de acometida.
d. Cables de circuitos principales y ramale~~derivado~~s subterráneos.
e. Bandejas de cables.
f. Cables de equipos de riego.
g. Cables de potencia limitada para bandejas.
h. Cables para bandejas de instrumentos.

(2) Cinta de rotular. Para rotular los cables multiconductores con recubrimiento metálico, se debe emplear una cinta de rotular situada dentro del cable y a todo lo largo del mismo.

Excepción nº. 1: Los cables con recubrimiento metálico y aislamiento mineral.

Excepción nº. 2: Los cables de tipo AC.

Excepción nº. 3: Se permite que la información exigida en el Artículo 310-11(a) se rotule de modo indeleble en el recubrimiento externo no metálico de los cables de tipos MC, ITC o PLTC, a intervalos no superiores a 1,0 m.

Excepción nº. 4: Se permite que la información exigida por el Artículo 310-11(a) esté rotulada de manera duradera en un revestimiento no metálico colocado bajo el forro metálico de los cables Tipo ITC o PLTC a intervalos no mayores de 1,0 m.

(NOTA): Los cables con recubrimiento metálico son los de tipo AC (Sección 333), tipo MC (Sección 334) y con forro de plomo.

(3) Rotulado mediante etiquetas. Los siguientes cables y conductores se deben rotular mediante una etiqueta impresa sujeta al rollo, bobina o caja de cartón del cable:
a. Cables con recubrimiento metálico y aislamiento mineral.
b. Alambres de los cuadros ~~cuadro~~de distribución.
c. Cables de un solo conductor con recubrimiento metálico.
d. Conductores cuya superficie exterior sea de asbesto.
e. Cables de tipo AC.

(4) Rotulado opcional del calibre del cable. Se permite que la información exigida en el anterior apartado (a) (4) vaya rotulada en la superficie de cada conductor aislado de los siguientes cables multiconductores:
a. Cables de tipo MC.
b. Cables en bandejas.
c. Cables de equipo de riego.
d. Cables de potencia limitada para bandejas.
e. Cables de potencia limitada para sistemas de alarma contra incendios.
f. Cables de bandejas de instrumentos.

(c) Sufijos para designar el número de conductores. Una letra o letras solas deben indicar un solo conductor aislado. Las siguientes letras utilizadas como sufijo indican lo que se expresa en cada una:
D: Dos conductores aislados en paralelo, dentro de un recubrimiento exterior no metálico.
M: Conjunto de dos o más conductores aislados y trenzados en espiral, dentro de un recubrimiento exterior no metálico.

(d) Rótulos opcionales. Se permite que los conductores de los tipos certificados en las Tablas 310-13 y 310-61 lleven en su superficie rótulos que indiquen características especiales o el material de los cables.

(NOTA): Ejemplos de estos rótulos son, entre otros, la sigla "LS" (limited smoke o humo limitado) o la especificación "resistente a la luz solar" (sunlight resistant).

310-12. Identificación de los conductores.

(a) Conductores puestos a tierra. Los conductores aislados de sección transversal 13,29 mm^2 (6 AWG) o más pequeños, diseñados para usarlos como conductores puestos a tierra en circuitos, deben tener una identificación exterior de color blanco o gris natural. Los cables multiconductores planos de sección transversal 21,14 mm^2 (4 AWG) o superior pueden llevar una aleta continua sobre el conductor de puesta a tierra.

Excepción nº. 1: Los cables de artefactos, como se indica en la Sección 402.

Excepción nº. 2: Los cables con recubrimiento metálico y aislamiento mineral.

Excepción nº. 3: Un conductor de circuitos ramale~~derivado~~s identificado como establece el Artículo 210-5(a).

Excepción nº. 4: Cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión de una instalación aseguren que sólo interviene en ella personal calificado, se permite que los conductores puestos a tierra de los cables multiconductores se identifiquen permanentemente en sus terminaciones en el momento de la instalación, mediante una clara marca de color blanco u otro medio igualmente eficaz.

En los cables aéreos, la identificación debe ser como se indica o por medio de una aleta situada en el exterior del cable, que permita identificarlo.

Se considera que los cables con recubrimiento exterior de color blanco o gris natural, pero con hilos marcadores coloreados en el blindaje para identificar el fabricante, cumplen lo establecido en este Artículo.

(NOTA): Para los requisitos de identificación de conductores con secciones transversales mayores de 13,29 mm^2 (6 AWG), véase el Artículo 200-6.

(b) Conductores de puesta a tierra de los equipos. Se permite instalar conductores de puesta a tierra desnudos, cubiertos o aislados. Los conductores de puesta a tierra cubiertos o aislados individualmente deben tener un acabado exterior continuo verde o verde con una o más rayas amarillas.

Excepción nº. 1: Se permite identificar permanentemente en el momento de la instalación un conductor aislado o cubierto de sección transversal~~sección~~ superior a 13,29 mm^2 (6 AWG) como conductor de puesta a tierra en sus dos extremos y en todos los puntos en que el conductor sea accesible. La identificación se debe hacer por uno de los métodos siguientes:

a. Quitando el aislante o recubrimiento del conductor en toda la parte expuesta.
b. Pintando de verde el aislamiento o recubrimiento en toda la parte expuesta.
c. Marcando la parte expuesta del aislamiento o el aislante con cinta verde o etiquetas adhesivas de color verde.

Excepción nº. 2: Cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión de una instalación aseguren que sólo tienen acceso a la misma personas calificadas, se permite identificar permanentemente en el momento de la instalación un conductor aislado en un cable multiconductor que se identifique como conductor de puesta a tierra, en cada extremo y en todos los puntos en que el conductor sea accesible, por uno de los métodos siguientes:

a. Quitando el aislante o recubrimiento del conductor en toda la parte expuesta.
b. Pintando de verde el aislamiento o recubrimiento en toda la parte expuesta.
c. Marcando la parte expuesta del aislamiento o el aislante con cinta verde o etiquetas adhesivas de color verde.

(c) Conductores no puestos a tierra. Los conductores que estén diseñados para usarlos como conductores no puestos a tierra, si se usan como conductores sencillos o en cables multiconductores, deben estar acabados de modo que se distingan claramente de los conductores puestos a tierra y los de puesta a tierra. Los conductores no puestos a tierra se deben identificar por colores diferentes del blanco, gris natural o verde, o por cualquier combinación de colores y sus marcas distintivas. Estas marcas deben ir también en un color que no sea el blanco, el gris natural o el verde y deben consistir en una o varias franjas o en series de marcas iguales que se repiten periódicamente. Estas marcas no deben interferir en modo alguno las marcas superficiales que exige el Artículo 310-11(b)(1).

Excepción: Lo que permite el Artículo 200-7.

310-13. Construcción y aplicaciones de los conductores. Los conductores aislados deben cumplir las disposiciones aplicables de uno o más de las siguientes Tablas: 310-13, 310-61, 310-62, 310-63 y 310-64.

Se permite el uso de estos conductores en cualquiera de las instalaciones descritas en el Capítulo 3 y como se especifique en sus respectivas Tablas.

(NOTA): Los aislamientos termoplásticos se pueden poner rígidos a temperaturas inferiores a -10°C. A t emperatura normal, los termoplásticos también se pueden deformar si están sometidos a presión, como en los puntos de soporte. Si se utilizan aislantes termoplásticos en circuitos de c.c. en lugares mojados, se puede producir una electroendósmosis entre el conductor y el aislante.

310-14. Material de los conductores de aluminio. Los conductores sólidos de aluminio de sección transversal 8,36 mm^2 (8 AWG), 5,25 mm^2 (10 AWG) y 3,30 mm^2 (12 AWG), deben estar hechos de aleación de aluminio de grado eléctrico AA-8000. Los conductores de aluminio trenzados desde 8,36 mm^2 (8 AWG) hasta 506,70 mm^2 (1.000 kcmils), de tipo XHHW, THW, THHW, THWN, THHN, conductor de acometida de tipo SE Estilo U y SE Estilo R, deben estar hechos de aleación de aluminio de grado eléctrico AA-8000.

Tabla 310-13
Ver Archivo 3tnt2050.doc

310-15. Capacidad de corriente. Se permite calcular la capacidad de corriente de los conductores mediante los siguientes apartados (a) o (b).

(NOTA): Para las corrientes calculadas en este Artículo no se tiene en cuenta la caída de tensión. Para los circuitos de alimentación, véase el Artículo 215-2(b), Nota 2. Para los circuitos ramale~~derivado~~s, véase el Artículo 210-19(a), Nota 4.

(a) Generalidades. La capacidad de corriente de los conductores de 0 a 2.000 V nominales debe ser la especificada en las Tablas de capacidad de corriente, 310-16 a 310-19 y sus notas correspondientes. La capacidad de corriente de los conductores sólidos con aislamiento dieléctrico, de 2.001 a 35.000 V, es la especificada en las Tablas 310-67 a 310-86 con sus notas correspondientes.

(NOTA): Las Tablas 310-16 a 310-19 son Tablas de aplicación para usar en el cálculo del calibre~~de la sección~~ de los conductores con las cargas calculadas de acuerdo con la Sección 220. La capacidad de corriente es el resultado de tener en cuenta uno o más de los siguientes factores:

1. La compatibilidad en temperatura con los equipos conectados, sobre todo en los puntos de conexión.
2. La coordinación con los dispositivos de protección contra sobrecorriente del circuito y de la instalación.
3. Los requisitos de los certificados o certificaciones de los productos. Véase a este respecto el Artículo 110-3(b).
4. El cumplimiento de las normas de seguridad establecidas por las prácticas industriales y procedimientos generalmente aceptados.

(b) Supervisión por expertos. Bajo la supervisión de expertos, se permite calcular la capacidad de corriente de los conductores mediante la siguiente fórmula general:

$$I = \sqrt{\frac{TC - (TA + \Delta TD)}{RCC(1 + YC)RCA}}$$

donde:

TC = Temperatura del conductor en °C
TA = Temperatura ambiente en °C
ΔTD = Aumento de temperatura por pérdidas del dieléctrico

RCC = Resistencia de c.c. del conductor a la temperatura TC
YC = Resistencia de c.a. del conductor resultante de los efectos de piel y proximidad.
RCA = Resistencia térmica efectiva entre el conductor y el aire que le rodea

Nota : Para mayor información sobre este procedimiento véase el documento *Standard Power Cable Ampacity Tables, IEEE std 835-1994.*

(c) **Elección de la capacidad de corriente~~intensidad nominal~~.** Cuando, para un circuito de longitud dada, las tablas y las fórmulas den distintas capacidades de corriente~~intensidades admisibles~~, se debe tomar la de menor valor.

Excepción: Cuando se obtengan dos capacidades de corriente~~intensidades admisibles~~ distintas para partes seguidas de un circuito, se permite utilizar la mayor más allá del punto de transición, a la menor de las siguientes distancias: 3,0 m o el 10% de la longitud del circuito que da la capacidad de corriente mayor.~~intensidad máxima.~~

(NOTA): Para los límites de temperatura de los conductores según su terminación, véase el Artículo 110-14(c).

(d) **Conductos eléctricos.** Según la Sección 310, se entiende por conductos eléctricos cualquiera de las conducciones reconocidas en el Capítulo 3 como adecuadas para su uso subterráneo y otras conducciones o canalizaciones de sección circular certificadas para su uso subterráneo o enterradas en la tierra u concreto.

Tabla 310-16 Capacidad de corriente permisible en conductores aislados para 0 a 2.000 V nominales y 60℃ a 90℃. No más de tres conductores portadores de corriente en una canalización, cable o tierra (directamente enterrados) y temperatura ambiente de 30℃.

Calibre	Temperatura nominal del conductor (ver Tabla 310-13)						Calibre
mm^2	60℃	75℃	90℃	60℃	75℃	90℃	AWG o kcmils
	TIPOS TW*, UF*	TIPOS FEPW*, RH*, RHW*, THHW*, THW*, THWN*, XHHW*, USE*, ZW*	TIPOS TBS, SA, SIS, FEP*, FEPB*, MI, RHH*, RHW-2, THHN*, THHW*, THW-2*, THWN-2*, USE-2, XHH, XHHW*, XHHW-2, ZW-2	TIPOS TW*, UF*	TIPOS RH*, RHW*, THHW*, THW*, THWN*, XHHW*, USE*	TIPOS TBS, SA, SIS, THHN*, THHW*, THW-2, THWN-2, RHH*, RHW-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2	
	COBRE			ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE			
0,82	....	....	14	....	....	....	18
1,31	....	....	18	....	....	....	16
2,08	20*	20*	25	....	....	....	14
3,30	25*	25*	30*	20*	20*	25*	12
5,25	30	35*	40*	25	30*	35*	10
8,36	40	50	55	30	40	45	8
13,29	55	65	75	40	50	60	6
21,14	70	85	95	55	65	75	4
26,66	85	100	110	65	75	85	3
33,62	95	115	130	75	90	100	2
42,20	110	130	150	85	100	115	1
53,50	125	150	170	100	120	135	1/0
67,44	145	175	195	115	135	150	2/0
85,02	165	200	225	130	155	175	3/0
107,21	195	230	260	150	180	205	4/0
126,67	215	255	290	170	205	230	250
152,01	240	285	320	190	230	255	300
177,34	260	310	350	210	250	280	350
202,68	280	335	380	225	270	305	400
253,35	320	380	430	260	310	350	500
304,02	355	420	475	285	340	385	600
354,69	385	460	520	310	375	420	700
380,02	400	475	535	320	385	435	750
405,36	410	490	555	330	395	450	800
456,03	435	520	585	355	425	480	900
506,70	455	545	615	375	445	500	1.000
633,38	495	590	665	405	485	545	1.250
760,05	520	625	705	435	520	585	1.500
886,73	545	650	735	455	545	615	1.750
1.013,40	560	665	750	470	560	630	2.000

Tabla 310-16 Capacidad de corriente permisible en conductores aislados para 0 a 2.000 V nominales y 60℃ a 90℃. No más de tres conductores portadores de corriente en una canalización, cable o tierra (directamente enterrados) y temperatura ambiente de 30℃.

Calibre	Temperatura nominal del conductor (ver Tabla 310-13)						Calibre
mm²	60℃	75℃	90℃	60℃	75℃	90℃	AWG o kcmils
	TIPOS TW*, UF*	TIPOS FEPW*, RH*, RHW*, THHW*, THW*, THWN*, XHHW*, USE*, ZW*	TIPOS TBS, SA, SIS, FEP*, FEPB*, MI, RHH*, RHW-2, THHN*, THHW*, THW-2*, THWN-2*, USE-2, XHH, XHHW*, XHHW-2, ZW-2	TIPOS TW*, UF*	TIPOS RH*, RHW*, THHW*, THW*, THWN*, XHHW*, USE*	TIPOS TBS, SA, SIS, THHN*, THHW*, THW-2, THWN-2, RHH*, RHW-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2	
	COBRE			ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE			
FACTORES DE CORRECCIÓN							
Temp. ambiente en ℃	Para temperaturas ambientes distintas de 30℃, multiplicar las anteriores corrientes por el correspondiente factor de los siguientes						Temp. ambiente en ℃
21-25	1,08	1,05	1,04	1,08	1,05	1,04	21-25
26-30	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	26-30
31-35	0,91	0,94	0,96	0,91	0,94	0,96	31-35
36-40	0,82	0,88	0,91	0,82	0,88	0,91	36-40
41-45	0,71	0,82	0,87	0,71	0,82	0,87	41-45
46-50	0,58	0,75	0,82	0,58	0,75	0,82	46-50
51-55	0,41	0,67	0,76	0,41	0,67	0,76	51-55
56-60	....	0,58	0,71	....	0,58	0,71	56-60
61-70	....	0,33	0,58	....	0,33	0,58	61-70
71-80	....	....	0,41	....	....	0,41	71-80

* Si no se permite otra cosa específicamente en otro lugar de este *Código*, la protección contra sobrecorriente de los conductores marcados con un asterisco (*), no debe superar los 15 amperios para el conductor de sección transversal 2,08 mm² (14 AWG); 20 amperios para 3,3 mm² (12 AWG) y 30 amperios para 5,25 mm² (10 AWG), todos de cobre; o 15 amperios para 3,3 mm² (12 AWG) y 25 amperios para 5,25 mm² (10 AWG) de aluminio y aluminio recubierto de cobre, una vez aplicados todos los factores de corrección por temperatura ambiente y por número de conductores.

Tabla 310-17 Capacidad de corriente permisible de conductores sencillos aislados para 0 a 2.000 V nominales al aire libre y temperatura ambiente de 30℃

Calibre	Temperatura nominal del conductor (ver Tabla 310-13)						Calibre
	60℃	75℃	90℃	60℃	75℃	90℃	
	TIPOS TW*, UF*	TIPOS FEPW*, RH*, RHW*, THHW*, THW*, THWN*, XHHW*, ZW*	TIPOS TBS, SA, SIS, FEP*, FEPB*, MI, RHH*, RHW-2, THHN*, THHW*, THW-2*, THWN-2*, USE-2, XHH, XHHW*, XHHW-2, ZW-2	TIPOS TW*, UF*	TIPOS RH*, RHW*, THHW*, THW*, THWN*, XHHW*, USE*	TIPOS TBS, SA, SIS, THHN*, THHW*, THW-2, THWN-2, RHH*, RHW-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2	
mm²	COBRE			ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE			AWG kcmils
0,82	....	....	18	....	....	....	18
1,31	....	....	24	....	....	....	16
2,08	25*	30*	35*	....	....	....	14
3,30	30*	35*	40*	25*	30*	35*	12
5,25	40	50*	55*	35*	40*	40*	10
8,36	60	70	80	45	55	60	8
13,29	80	95	105	60	75	80	6
21,14	105	125	140	80	100	110	4
26,66	120	145	165	95	115	130	3
33,62	140	170	190	110	135	150	2
42,20	165	195	220	130	155	175	1
53,50	195	230	260	150	180	205	1/0
67,44	225	265	300	175	210	235	2/0
85,02	260	310	350	200	240	275	3/0
107,21	300	360	405	235	280	315	4/0
126,67	340	405	455	265	315	355	250
152,01	375	445	505	290	350	395	300
177,34	420	505	570	330	395	445	350
202,68	455	545	615	355	425	480	400
253,35	515	620	700	405	485	545	500
304,02	575	690	780	455	540	615	600
354,69	630	755	855	500	595	675	700
380,02	655	785	855	515	620	700	750
405,36	680	815	920	535	645	725	800
456,03	730	870	985	580	700	785	900
506,70	780	935	1.055	625	750	845	1.000
633,38	890	1.065	1.200	710	855	960	1.250
760,05	980	1.175	1.325	795	950	1.075	1.500
886,73	1.070	1.280	1.445	875	1.050	1.185	1.750
1.013,40	1.155	1.385	1.560	960	1.150	1.335	2.000

Tabla 310-17 Capacidad de corriente permisible de conductores sencillos aislados para 0 a 2.000 V nominales al aire libre y temperatura ambiente de 30℃

Calibre	Temperatura nominal del conductor (ver Tabla 310-13)						Calibre
	60℃	75℃	90℃	60℃	75℃	90℃	
	TIPOS TW*, UF*	TIPOS FEPW*, RH*, RHW*, THHW*, THW*, THWN*, XHHW*, ZW*	TIPOS TBS, SA, SIS, FEP*, FEPB*, MI, RHH*, RHW-2, THHN*, THHW*, THW-2*, THWN-2*, USE-2, XHH, XHHW*, XHHW-2, ZW-2	TIPOS TW*, UF*	TIPOS RH*, RHW*, THHW*, THW*, THWN*, XHHW*, USE*	TIPOS TBS, SA, SIS, THHN*, THHW*, THW-2, THWN-2, RHH*, RHW-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2	
mm^2	COBRE			ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE			AWG kcmils
FACTORES DE CORRECCIÓN							
Temp. ambiente en ℃	Para temperaturas ambientes distintas de 30℃, multiplicar las anteriores corrientes por el correspondiente factor de los siguientes						Temp. ambiente en ℃
21-25	1,08	1,05	1,04	1,08	1,05	1,04	21-25
26-30	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	26-30
31-35	0,91	0,94	0,96	0,91	0,94	0,96	31-35
36-40	0,82	0,88	0,91	0,82	0,88	0,91	36-40
41-45	0,71	0,82	0,87	0,71	0,82	0,87	41-45
46-50	0,58	0,75	0,82	0,58	0,75	0,82	46-50
51-55	0,41	0,67	0,76	0,41	0,67	0,76	51-55
56-60	....	0,58	0,71	....	0,58	0,71	56-60
61-70	....	0,33	0,58	....	0,33	0,58	61-70
71-80	....	....	0,41	....	....	0,41	71-80

* Si no se permite otra cosa específicamente en otro lugar de este *Código*, la protección contra sobrecorriente de los conductores marcados con un asterisco (*), no debe superar los 15 amperios para 2,08 mm^2 (14 AWG); 20 amperios para 3,3 mm^2 (12 AWG) y 30 amperios para 5,25 mm^2 (10 AWG), todos de cobre; o 15 amperios para 3,3 mm^2 (12 AWG) y 25 amperios para 5,25 mm^2 (10 AWG) de aluminio y aluminio recubierto de cobre.

Tabla 310-18 Capacidad de corriente permisible de tres conductores sencillos aislados de 0 a 2.000 V, de 150℃ a 250℃ en canalizaciones o cables y temperat ura ambiente de 40℃

Calibre	Temperatura nominal del conductor. Véase Tabla 310-13				Calibre
mm^2	150℃	200℃	250℃	150℃	AWG kcmils
	TIPO Z	TIPOS FEP, FEPB, PFA	TIPOS PFAH, TFE	TIPO Z	
	COBRE		NÍQUEL O NÍQUEL RECUBIERTO DE COBRE	ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE	
2,08	34	36	39	....	14
3,30	43	45	54	30	12
5,25	55	60	73	44	10
8,36	76	83	93	57	8
13,29	96	110	117	75	6
21,14	120	125	148	94	4
26,66	143	152	166	109	3
33,62	160	171	191	124	2
42,20	186	197	215	145	1
53,50	215	229	244	169	1/0
67,44	251	260	273	198	2/0
85,02	288	297	308	227	3/0
107,21	332	346	361	260	4/0
126,67	....	....	....	....	250
152,01	....	....	....	....	300
177,34	....	....	....	....	350
202,68	....	....	....	....	400
253,35	....	....	....		500
304,02	....	....	....	....	600
354,69	....	....	....	....	700
380,02	....	....	....	....	750
405,36	....	....	....	....	800
506,70	....	....	....	....	1.000
760,05	....	....	....	....	1.500
1.013,40	....	....	....	....	2.000
FACTORES DE CORRECCIÓN					
Temp. ambiente en ℃	Para temperaturas ambientes distintas de 40℃, mult iplicar las anteriores corrientes por el correspondiente de los siguientes factores				Temp. ambiente en ℃
41- 50	0,95	0,97	0,98	0,95	41- 50
51- 60	0,90	0,94	0,95	0,90	51- 60
61- 70	0,85	0,90	0,93	0,85	61- 70
71- 80	0,80	0,87	0,90	0,80	71- 80
81- 90	0,74	0,83	0,87	0,74	81- 90
91-100	0,67	0,79	0,85	0,67	91-100
101-120	0,52	0,71	0,79	0,52	101-120
121-140	0,30	0,61	0,72	0,30	121-140
141-160	....	0,50	0,65	....	141-160
161-180	....	0,35	0,58	....	161-180
181-200	....	....	0,49	....	181-200
201-225	....	....	0,35	....	201-225

Tabla 310-19 Capacidad de corriente permisible de conductores sencillos aislados de 0 a 2.000 V, de 150℃ a 250℃ en canalizaciones o cables y temperatura am biente de 40℃.

Calibre	Temperatura nominal del conductor. Véase Tabla 310-13					Calibre
	150℃	200℃	Conductores desnudos o cubiertos	250℃	150℃	
	TIPO Z	TIPOS FEP, FEPB, PFA		TIPOS PFAH, TFE	TIPO Z	
mm²	COBRE			NÍQUEL O COBRE RECUBIERTO DE NÍQUEL	ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE	AWG kcmils
2,08	46	54	30	59	....	14
3,30	60	68	35	78	47	12
5,25	80	90	50	107	63	10
8,36	106	124	70	142	83	8
13,29	155	165	95	205	112	6
21,14	190	220	125	278	148	4
26,66	214	252	150	327	170	3
33,62	255	293	175	381	198	2
42,20	293	344	200	440	228	1
53,50	339	399	235	532	263	1/0
67,44	390	467	275	591	305	2/0
85,02	451	546	320	708	351	3/0
107,21	529	629	370	830	411	4/0
126,67	....	....	415	....	....	250
152,01	....	....	460	....	....	300
177,34	....	....	520	....	....	350
202,68	....	....	560	....	....	400
253,35	....	....	635	....	....	500
304,02	....	....	710	....	....	600
354,69	....	....	780	....	....	700
380,02	....	....	805	....	....	750
405,36	....	....	835	....	....	800
	....	....	865	....	....	900
506,70	....	....	895	....	....	1.000
760,05	....	....	1.205	....	....	1.500
1.013,40	....	....	1.420	....	....	2.000
FACTORES DE CORRECCIÓN						
Temp. ambiente en ℃	Para temperaturas ambientes distintas de 40℃, mult iplicar las anteriores corrientes por el correspondiente factor de los siguientes					Temp. ambiente en ℃

Calibre	Temperatura nominal del conductor. Véase Tabla 310-13					Calibre
	150℃	200℃	Conductores desnudos o cubiertos	250℃	150℃	
	TIPO Z	TIPOS FEP, FEPB, PFA		TIPOS PFAH, TFE	TIPO Z	
mm²	COBRE			NÍQUEL O COBRE RECUBIERTO DE NÍQUEL	ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE	AWG kcmils
41- 50	0,95	0,97	....	0,98	0,95	41- 50
51- 60	0,90	0,94	....	0,95	0,90	51- 60
61- 70	0,85	0,90	....	0,93	0,85	61- 70
71- 80	0,80	0,87	....	0,90	0,80	71- 80
81- 90	0,74	0,83	....	0,87	0,74	81- 90
91-100	0,67	0,79	....	0,85	0,67	91-100
101-120	0,52	0,71	....	0,79	0,52	101-120
121-140	0,30	0,61	....	0,72	0,30	121-140
141-160	....	0,50	....	0,65	....	141-160
161-180	....	0,35	....	0,58	....	161-180
181-200	....	....	....	0,49	....	181-200
201-225	....	....	....	0,35	....	201-225

Notas a las Tablas de capacidad de corriente~~intensidad~~ de 0 a 2.000 V

1. **Explicación de las Tablas.** Para la explicación de las letras de tipo, el calibre de los conductores y los aislamientos, véase el Artículo 310-13. Para los requisitos de instalación, véanse los Artículos 310-1 a 310-10 y diversas Secciones de este *Código*. Para los cordones flexibles, véanse las Tablas 400-4, 400-5(A) y 400-5(B).

3. **Alimentadores monofásicos trifilares y acometidas para unidades de vivienda a 120/240 V.** Para unidades de vivienda, se permite utilizar los conductores de la siguiente lista como conductores de entrada a la acometida monofásica trifilar a 120/240 V, conductores de acometida subterránea y conductores del alimentador que sirva como fuente principal de suministro de la unidad de vivienda y vayan instalados en canalizaciones o cables con o sin conductor de puesta a tierra de los equipos. Para la aplicación de esta nota, no se exige que los conductores de la acometida a una unidad de vivienda sean de mayor calibre~~sección~~ que los de entrada a la acometida. Se permite que el conductor puesto a tierra sea de menor calibre~~sección~~ que los conductores no puestos a tierra, siempre que se cumplan los requisitos de las Secciones 215-2, 220-22 y 230-42.

Tipos y calibres de los conductores RH, RHH, RHW, THHW, THW, THWN, THHN, XHHW, USE

Cobre		Aluminio o aluminio recubierto de cobre		Capacidad de corriente de la acometida o alimentador
mm²	AWG	mm²	AWG	(A)
21,14	4	33,62	2	100
26,66	3	42,20	1	110
33,62	2	53,50	1/0	125
42,20	1	67,44	2/0	150
53,50	1/0	85,02	3/0	175
67,44	2/0	107,21	4/0	200
85,02	3/0	126,67	250 kcmils	225
107,21	4/0	152,01	300 kcmils	250
126,67	250 kcmils	177,34	350 kcmils	300
177,34	350 kcmils	253,35	500 kcmils	350
202,68	400 kcmils	304,02	600 kcmils	400

5. **Conductores desnudos o cubiertos.** Cuando se usen juntos conductores desnudos o cubiertos y conductores aislados, su capacidad de corriente se debe limitar a la permitida para conductores aislados adyacentes.
6. **Cables con recubrimiento metálico y aislamiento mineral.** Los límites de temperatura en los que se basa la capacidad de corriente de los cables con recubrimiento metálico y aislamiento mineral, se calcula por los materiales aislantes utilizados en el cierre final. Los herrajes de terminación que lleven material aislante orgánico sin impregnar, tienen un límite de funcionamiento de 90℃.
7. **Cables de tipo MTW para máquinas herramientas.**
   Para la capacidad de corriente permisible ~~intensidad máxima~~ de los cables de tipo MTW, véase la Tabla 11 de *Electrical Standard for Industrial Machinery*, ANSI/NFPA 79-1994.
8. **Factores de ajuste.**
   (a) Más de tres conductores portadores de corriente en un cable o canalización. Cuando el número de conductores portadores de corriente en un cable o canalización pase de tres, la capacidad de corriente se debe reducir como se indica en la siguiente Tabla.

Número de conductores portadores de corriente	Porcentaje del valor de las Tablas, ajustado para la temperatura ambiente si fuera necesario
De 4 a 6	80
De 7 a 9	70
De 10 a 20	50
De 21 a 30	45
De 31 a 40	40
41 y más	35

Cuando los conductores sencillos o los cables multiconductores vayan juntos durante una distancia de más de 0,6 m sin mantener la separación y no vayan instalados en canalizaciones, las capacidades de corriente permisible de cada conductor se deben reducir como indica la Tabla anterior.

Excepción nº. 1: Cuando en la misma canalización o cable haya instalados conductores de distintos sistemas, como se recoge en el Artículo 300-3, los anteriores factores se deben aplicar sólo a los conductores de fuerza y alumbrado (Secciones 210, 215, 220 y 230).

Excepción nº. 2: A los conductores instalados en bandejas portacables se les debe aplicar lo establecido en el Artículo 318-11.

Excepción nº. 3: Estos factores de corrección no se deben aplicar a conductores en niples cuya longitud no supere 0,6 m.

Excepción nº. 4: Estos factores de corrección no se deben aplicar a conductores subterráneos que entren o salgan de una zanja exterior, si esos conductores están protegidos físicamente por tubo conduit de metal rígido, tubo conduit metálico intermedio o tubo conduit no metálico rígido de una longitud no superior a 3,0 m y el número de conductores no pasa de cuatro.

Excepción nº. 5: Para otras condiciones de carga, se permite calcular la capacidad de corriente y los factores de ajuste según lo que establece el Artículo 310-15(b).

(NOTA): Para los factores de ajuste de más de tres conductores en tensión en una canalización o cable con diversas cargas, véase el Apéndice B, Tabla B-310-11.

(b) Más de un conducto, tubo o canalización. Se debe conservar la separación entre los tubos conduit, tubería o canalizaciones.

9. Protección contra sobrecorriente. Cuando las corrientes normales y ajustes de los dispositivos de protección contra sobrecorriente no se correspondan con las corrientes y ajustes permitidos para esos conductores, se permite tomar los valores inmediatamente superiores.

Excepción: Los límites establecidos en el Artículo 240-3.

10. Conductor de neutro.

(a) Un conductor de neutro que transporte sólo la corriente de desequilibrio de otros conductores del mismo circuito, no se cuenta para lo establecido en la Nota 8.

(b) En un circuito trifilar de un sistema trifásico tetrafilar conectado en estrella que consiste de dos hilos de fase y el neutro, un conductor común transporta aproximadamente la misma corriente que la de la carga línea a neutro de los otros conductores, por lo que se debe contar al aplicar lo establecido en la Nota 8.

(c) En una instalación trifásica tetrafilar cuyas principales cargas sean no lineales, por el conductor neutro pasan corrientes de armónicos, por lo que se le debe considerar como conductor portador de corriente.

11. Conductor de puesta a tierra o de conexión equipotencial. Al aplicar lo establecido en la Nota 8, no se debe tener en cuenta el conductor de puesta a tierra o de conexión equipotencial.

Tabla 310-61 Aplicaciones y aislamiento de los conductores

Nombre comercial	Letra de tipo	Temperatura máxima de funcionamiento	Aplicaciones previstas	Aislamiento	Cobertura exterior
Dieléctrico sólido, tensión media.	MV-90 MV-105*	90℃ 105℃	Lugares secos o húmedos, para 2001 V en adelante	Termoplástico o plástico termoajustable	Forro, blindaje o armadura.

* Cuando las condiciones de diseño exijan que los conductores funcionen a temperaturas de más de 90℃.

Tabla 310-62 Espesor del aislamiento de conductores no blindados, tipos RHH y RHW, entre 601 y 2.000 V (en mm)

Calibre del conductor		A	B
mm^2	AWG o kcmils	mm	mm
2,08 - 5,25	14-10	2,03	1,52
8,36	8	2,28	1,78
13,29 - 33,62	6-2	2,41	1,78
42,20 - 67,44	1-2/0	2,79	2,28
85,02 - 107,21	3/0-4/0	2,79	2,28
126,67 - 253,35	250-500	3,17	2,66
304,02 - 506,70	550-1.000	3,55	3,05

Nota 1: Los aislantes de la columna A son sólo cauchos naturales, secbutílicos y butílicos.
Nota 2: Los aislantes de la columna B son materias tales como polietileno con enlaces cruzados, caucho de etileno-propileno y derivados de los mismos.

Tabla 310-63 (Ver archivo 3tnt2050.tab)

Tabla 310-64 Espesor del aislamiento de conductores blindados con aislante dieléctrico sólido, entre 2.001 y 35.000 V (en mm)

Calibre del conductor		2001-5000V	5001-8000 V		8001-15000 V		15001-25000V		25001-28000V		28001-35000V	
			Nivel de Aislamiento en %									
mm^2	AWG-kcmils		100 %	133 %	100 %	133 %	100 %	133 %	100 %	133 %	100 %	133%
8,36	8	2,28	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
13,29-21,14	6-4	2,28	2,2	3,56	---	---	---	---	---	---	---	---
33,62	2	2,28	2,92	3,56	4,45	5,46	---	---	---	---	---	---
42,20	1	2,28	2,92	3,56	4,45	5,46	6,60	8,76	7,11	8,76	---	---
53,50-506,7	1/0-1.000 kcmil	2,28	2,92	3,56	4,45	5,46	6,60	8,76	7,11	8,76	8,76	10,67

Definiciones:
Nivel de aislamiento 100%. Se permite utilizar cables de esta categoría cuando la instalación tenga protección por relés, de modo que las fallas a tierra se eliminen lo más rápidamente posible y en cualquier caso antes de un

minuto. Aunque estos cables se pueden utilizar en la gran mayoría de las instalaciones con puesta a tierra~~toma de tierra~~, también está permitido utilizarlos en otras instalaciones en las que sea aceptable su uso, siempre que se cumplan los anteriores requisitos, desactivando completamente la parte en la que se produzca la falla.

Nivel de aislamiento 133%. Este nivel de aislamiento corresponde al que se establecía anteriormente para instalaciones sin puesta a tierra~~toma de tierra~~. Se permite utilizar cables de esta categoría cuando no se puedan alcanzar los requisitos de 100% de aislamiento pero sea necesario mantener un nivel de seguridad adecuado para que la parte en que se haya producido la falla quede sin corriente en menos de una hora. Se permite también utilizarlos cuando se quiera conseguir un nivel de aislamiento superior al 100%.

Tabla 310-67 Capacidad de corriente para cables de ternas de conductores sencillos aislados de cobre al aire, para temperaturas de los conductores de 90℃ y 105℃ y temperatura ambiente de 40℃

Calibre del conductor		Temperatura nominal del conductor Véase Tabla 310-61			
		Capacidad de corriente para 2001-5000V (A)		Capacidad de corriente para 5001-35000V (A)	
mm²	AWG-kcmils	90℃ Tipo MV-90	105℃ Tipo MV-105	90℃ Tipo MV-90	105℃ Tipo MV-105
8,36	8	65	74	---	---
13,29	6	90	99	100	110
21,14	4	120	130	130	140
33,62	2	160	175	170	195
42,20	1	185	205	195	225
53,50	1/0	215	240	225	255
67,44	2/0	250	275	260	295
85,02	3/0	290	320	300	340
107,21	4/0	335	375	345	390
126,67	250	375	415	380	430
177,34	350	465	515	470	525
253,35	500	580	645	580	650
380,02	750	750	835	730	820
506,7	1.000	880	980	850	950

Tabla 310-68 Capacidad de corriente para cables de ternas de conductores sencillos aislados de aluminio al aire, para una temperatura de los conductores de 90℃ y 105℃ y temperatura del aire ambiente de 4 0℃

Calibre del conductor		Temperatura nominal del conductor Véase Tabla 310-61			
		Capacidad de corriente para 2001-5000V (A)		Capacidad de corriente para 5001-35000 V (A)	
mm²	AWG - kcmils	90℃ Tipo MV-90	105℃ Tipo MV-105	90℃ Tipo MV-90	105℃ Tipo MV-105
8,36	8	50	57	---	---
13,29	6	70	77	75	84
21,14	4	90	100	100	110
33,62	2	125	135	130	150
42,20	1	145	160	150	175
53,50	1/0	170	185	175	200
67,44	2/0	195	215	200	230
85,02	3/0	225	250	230	265
107,21	4/0	265	290	270	305
126,67	250	295	325	300	335
177,34	350	365	405	370	415
253,35	500	460	510	460	515
380,02	750	600	665	590	660
506,7	1.000	715	800	700	780

Tabla 310-69 Capacidad de corriente de conductores sencillos aislados de cobre al aire, para temperaturas de los conductores de 90℃ y 105℃ y temperatura ambiente de 40℃

Calibre del conductor		Temperatura nominal del conductor Véase Tabla 310-61					
		Capacidad de corriente para 2001-5000V (A)		Capacidad de corriente para 5001-35000 V (A)		Capacidad de corriente para 15001-35000 V (A)	
mm²	AWG - kcmils	90℃ Tipo MV-90	105℃ Tipo MV-105	90℃ Tipo MV-90	105℃ Tipo MV-105	90℃ Tipo MV-90	105℃ Tipo MV-105
8,36	8	83	93	---	---	---	---
13,29	6	110	120	110	125	---	---
21,14	4	145	160	150	165	---	---
33,62	2	190	215	195	215	---	---
42,20	1	225	250	225	250	225	250
53,50	1/0	260	290	260	290	260	290
67,44	2/0	300	330	300	335	300	330
85,02	3/0	345	385	345	385	345	380
107,21	4/0	400	445	400	445	395	445
126,67	250	445	495	445	495	440	490
177,34	350	550	615	550	610	545	605
253,35	500	695	775	685	765	680	755
380,02	750	900	1.000	885	990	870	970
506,7	1.000	1.075	1.200	1.060	1.185	1.040	1.160
633,38	1.250	1.230	1.370	1.210	1.350	1.185	1.320
760,05	1.500	1.365	1.525	1.345	1.500	1.315	1.465
886,73	1.750	1.495	1.665	1.470	1.640	1.430	1.595
1013,40	2.000	1.605	1.790	1.575	1.755	1.535	1.710

Tabla 310-70 Capacidad de corriente de conductores sencillos aislados de aluminio al aire, para temperaturas de los conductores de 90℃ y 105℃ y t emperatura ambiente de 40℃

Calibre del conductor		Temperatura nominal del conductor Véase Tabla 310-61					
		Capacidad de corriente para 2001-50000 V (A)		Capacidad de corriente para 5001-35000 V (A)		Capacidad de corriente para 15001-35000 V (A)	
mm²	AWG - kcmils	90℃ Tipo MV-90	105℃ Tipo MV-105	90℃ Tipo MV-90	105℃ Tipo MV-105	90℃ Tipo MV-90	105℃ Tipo MV-105

8,36	8	64	71	---	---	---	---
13,29	6	85	95	87	97	---	---
21,14	4	115	125	115	130	---	---
33,62	2	150	165	150	170	---	---
42,20	1	175	195	175	195	175	195
53,50	1/0	200	225	200	225	200	225
67,44	2/0	230	260	235	260	230	260
85,02	3/0	270	300	270	300	270	300
107,21	4/0	310	350	310	350	310	345
126,67	250	345	385	345	385	345	380
177,34	350	430	480	430	480	430	475
253,35	500	545	605	535	600	530	590
380,02	750	710	790	700	780	685	765
506,7	1.000	855	950	840	940	825	920
633,38	1.250	980	1.095	970	1.080	950	1.055
760,05	1.500	1.105	1.230	1.085	1.215	1.060	1.180
886,73	1.750	1.215	1.355	1.195	1.335	1.165	1.300
1013,40	2.000	1.320	1.475	1.295	1.445	1.265	1.410

Tabla 310-71 Capacidad de corriente de cables de tres conductores aislados de cobre al aire, para temperaturas de los conductores de 90℃ y 105℃ y t emperatura ambiente de 40℃

Calibre del conductor		Temperatura nominal del conductor Véase Tabla 310-61			
		Capacidad de corriente para 2001-5000V (A)		Capacidad de corriente para 5001-35000V (A)	
mm²	AWG - kcmils	90℃ Tipo MV-90	105℃ Tipo MV-105	90℃ Tipo MV-90	105℃ Tipo MV-105
8,36	8	59	66	---	---
13,29	6	79	88	93	105
21,14	4	105	115	120	135
33,62	2	140	154	165	185
42,20	1	160	180	185	210
53,50	1/0	185	205	215	240
67,44	2/0	215	240	245	275
85,02	3/0	250	280	285	315
107,21	4/0	285	320	325	360
126,67	250	320	355	360	400
177,34	350	395	440	435	490
253,35	500	485	545	535	600
380,02	750	615	685	670	745
506,7	1.000	705	790	770	860

Tabla 310-72 Capacidad de corriente de cables de tres conductores aislados de aluminio al aire, para temperatura de los conductores de 90℃ y 105℃ y t emperatura ambiente de 40℃

Calibre del conductor		Temperatura nominal del conductor Véase Tabla 310-61			
		Capacidad de corriente para 2001-5000V (A)		Capacidad de corriente para 5001-35000V (A)	
mm²	AWG - kcmils	90℃ Tipo MV-90	105℃ Tipo MV-105	90℃ Tipo MV-90	105℃ Tipo MV-105
8,36	8	46	51	---	---
13,29	6	61	68	72	80
21,14	4	81	90	95	105
33,62	2	110	120	125	145
42,20	1	125	140	145	165
53,50	1/0	145	160	170	185
67,44	2/0	170	185	190	215
85,02	3/0	195	215	220	245
107,21	4/0	225	250	255	285
126,67	250	250	280	280	315
177,34	350	310	345	345	385
253,35	500	385	430	425	475
380,02	750	495	550	540	600
506,7	1.000	585	650	635	705

Tabla 310-73 Capacidad de corriente de cables de tres conductores o ternas de cables sencillos aislados de cobre en un conducto aislado al aire, para temperatura de los conductores de 90℃ y 105℃ y temperatura ambiente de 40℃.

Calibre del conductor		Temperatura nominal del conductor Véase Tabla 310-61			
		Capacidad de corriente para 2001-5000V (A)		Capacidad de corriente para 5001-35000V (A)	
	AWG -	90℃	105℃	90℃	105℃
mm^2	kcmils	Tipo MV-90	Tipo MV-105	Tipo MV-90	Tipo MV-105
8,36	8	55	61	---	---
13,29	6	75	84	83	93
21,14	4	97	110	110	120
33,62	2	130	145	150	165
42,20	1	155	175	170	190
53,50	1/0	180	200	195	215
67,44	2/0	205	225	225	255
85,02	3/0	240	270	260	290
107,21	4/0	280	305	295	330
126,67	250	315	355	330	365
177,34	350	385	430	395	440
253,35	500	475	530	480	535
380,02	750	600	665	585	655
506,7	1.000	690	770	675	755

Tabla 310-74 Capacidad de corriente de cables de tres conductores o ternas de cables sencillos aislados de aluminio en un conducto aislado al aire, para temperatura de los conductores de 90℃ y 105℃ y temperatura ambiente de 40℃

Calibre del conductor		Temperatura nominal del conductor Véase Tabla 310-61			
		Capacidad de corriente para 2001-5000V (A)		Capacidad de corriente para 5001-35000V (A)	
	AWG -	90℃	105℃	90℃	105℃
mm^2	kcmils	Tipo MV-90	Tipo MV-105	Tipo MV-90	Tipo MV-105
8,36	8	43	48	---	---
13,29	6	58	65	65	72
21,14	4	76	85	84	94
33,62	2	100	115	115	130
42,20	1	120	135	130	150
53,50	1/0	140	155	150	170
67,44	2/0	160	175	175	200
85,02	3/0	190	210	200	225
107,21	4/0	215	240	230	260
126,67	250	250	280	255	290
177,34	350	305	340	310	350
253,35	500	380	425	385	430
380,02	750	490	545	485	540
506,7	1.000	580	645	565	640

Tabla 310-75 Capacidad de corriente de cables de tres conductores aislados de cobre en un conducto aislado al aire, para temperaturas de los conductores de 90℃ y 105℃ y temperatura ambiente de 40℃

Calibre del conductor		Temperatura nominal del conductor Véase Tabla 310-61			
		Capacidad de corriente para 2001-5000V (A)		Capacidad de corriente para 5001-35000V (A)	
	AWG -	90℃	105℃	90℃	105℃
mm^2	kcmils	Tipo MV-90	Tipo MV-105	Tipo MV-90	Tipo MV-105
8,36	8	52	58	---	---
13,29	6	69	77	83	92
21,14	4	91	100	105	120
33,62	2	125	135	145	165
42,20	1	140	155	165	185
53,50	1/0	165	185	195	215
67,44	2/0	190	210	220	245
85,02	3/0	220	245	250	280
107,21	4/0	255	285	290	320
126,67	250	280	315	315	350
177,34	350	350	390	385	430
253,35	500	425	475	470	525
380,02	750	525	585	570	635
506,7	1.000	590	660	650	725

Tabla 310-76 Capacidad de corriente de cables de tres conductores aislados de aluminio en un conducto aislado al aire, para temperatura de los conductores de 90℃ y 105℃ y temperatura ambiente de 40℃

Calibre del conductor		Temperatura nominal del conductor Véase Tabla 310-61			
		Capacidad de corriente para 2001-5000V (A)		Capacidad de corriente para 5001-35000V (A)	
	AWG -	90℃	105℃	90℃	105℃
mm^2	kcmils	Tipo MV-90	Tipo MV-105	Tipo MV-90	Tipo MV-105
8,36	8	41	46	---	---
13,29	6	53	59	64	71
21,14	4	71	79	84	94
33,62	2	96	105	115	125
42,20	1	110	125	130	145
53,50	1/0	130	145	150	170
67,44	2/0	150	165	170	190
85,02	3/0	170	190	195	220
107,21	4/0	200	225	225	255
126,67	250	220	245	250	280
177,34	350	275	305	305	340
253,35	500	340	380	380	425
380,02	750	430	480	470	520
506,7	1.000	505	560	550	615

Tabla 310-77 Capacidad de corriente para tres conductores sencillos aislados de cobre, en conductos eléctricos subterráneos (tres conductores por cada conducto eléctrico), temperatura de la tierra 20℃, cables en los conductos como indica la Figura 310-1, factor de carga 100%, resistencia térmica (rho) de 90, temperaturas de los conductores de 90℃ y 105℃

Calibre del conductor		Temperatura nominal del conductor Véase Tabla 310-61			
		Capacidad de corriente para 2001-5000V (A)		Capacidad de corriente para 5001-35000V (A)	
	AWG - kcmils	90℃	105℃	90℃	105℃
mm^2		Tipo MV-90	Tipo MV-105	Tipo MV-90	Tipo MV-105
Un circuito	**(Véase Figura 310-1, Detalle 1)**				
8,36	8	64	69	---	---
13,29	6	85	92	90	97
21,14	4	110	120	115	125
33,62	2	145	155	155	165
42,20	1	170	180	175	185
53,50	1/0	195	210	200	215
67,44	2/0	220	235	230	245
85,02	3/0	250	270	260	275
107,21	4/0	290	310	295	315
126,67	250	320	345	325	345
177,34	350	385	415	390	415
253,35	500	470	505	465	500
380,02	750	585	630	565	610
506,70	1.000	670	720	640	690
Tres circuitos	**(Véase Figura 310-1, Detalle 2)**				
8,36	8	56	60	---	---
13,29	6	73	79	77	83
21,14	4	95	100	99	105
33,62	2	125	130	130	135
42,20	1	140	150	145	155
53,50	1/0	160	175	165	175
67,44	2/0	185	195	185	200
85,02	3/0	210	225	210	225
107,21	4/0	235	255	240	255
126,67	250	260	280	260	280
177,34	350	315	335	310	330
253,35	500	375	405	370	395
380,02	750	460	495	440	475
506,70	1.000	525	565	495	535

Calibre del conductor		**Temperatura nominal del conductor Véase Tabla 310-61**			
		Capacidad de corriente para 2001-5000V (A)		**Capacidad de corriente para 5001-35000V (A)**	
	AWG - kcmils	**90℃**	**105℃**	**90℃**	**105℃**
mm^2		**Tipo MV-90**	**Tipo MV-105**	**Tipo MV-90**	**Tipo MV-105**
Seis circuitos	**(Véase Figura 310-1, Detalle 3)**				
8,36	8	48	52	---	---
13,29	6	62	67	64	68
21,14	4	80	86	82	88
33,62	2	105	110	105	115
42,20	1	115	125	120	125
53,50	1/0	135	145	135	145
67,44	2/0	150	160	150	165
85,02	3/0	170	185	170	185
107,21	4/0	195	210	190	205
126,67	250	210	225	210	225
177,34	350	250	270	245	265
253,35	500	300	325	290	310
380,02	750	365	395	350	375
506,70	1.000	410	445	390	415

Tabla 310-78 Capacidad de corriente para de tres conductores sencillos aislados de aluminio en conductos eléctricos subterráneos (tres conductores por cada conducto eléctrico), para temperatura de la tierra de 20℃, cables en los conductos como indica la Figura 310-1, factor de carga 100%, resistencia térmica (rho) de 90 y temperatura de los conductores de 90℃ y 10 5℃

Calibre del conductor		Temperatura nominal del conductor Véase Tabla 310-61			
		Capacidad de corriente para 2001-5000V (A)		Capacidad de corriente para 5001-35000V (A)	
	AWG - kcmils	90℃	105℃	90℃	105℃
mm^2		Tipo MV-90	Tipo MV-105	Tipo MV-90	Tipo MV-105
Un circuito	**(Véase Figura 310-1, Detalle 1)**				
8,36	8	50	54	---	---
13,29	6	66	71	70	75
21,14	4	86	93	91	98
33,62	2	115	125	120	130
42,20	1	130	140	135	145
53,50	1/0	150	160	155	165
67,44	2/0	170	185	175	190
85,02	3/0	195	210	200	215
107,21	4/0	225	245	230	245
126,67	250	250	270	250	270
177,34	350	305	325	305	330
253,35	500	370	400	370	400
380,02	750	470	505	455	490
506,70	1.000	545	590	525	565
Tres circuitos	**(Véase Figura 310-1, Detalle 2)**				
8,36	8	44	47	---	---
13,29	6	57	61	60	65
21,14	4	74	80	77	83
33,62	2	96	105	100	105
42,20	1	110	120	110	120
53,50	1/0	125	135	125	140
67,44	2/0	145	155	145	155
85,02	3/0	160	175	165	175
107,21	4/0	185	200	185	200
126,67	250	205	220	200	220
177,34	350	245	265	245	260
253,35	500	295	320	290	315
380,02	750	370	395	355	385
506,70	1.000	425	460	405	440

Calibre del conductor		**Temperatura nominal del conductor Véase Tabla 310-61**			
		Capacidad de corriente para 2001-5000V (A)		**Capacidad de corriente para 5001-35000V (A)**	
mm²	**AWG - kcmils**	**90℃**	**105℃**	**90℃**	**105℃**
		Tipo MV-90	**Tipo MV-105**	**Tipo MV-90**	**Tipo MV-105**
Seis circuitos	**(Véase Figura 310-1, Detalle 3)**				
8,36	8	38	41	---	---
13,29	6	48	52	50	54
21,14	4	62	67	64	69
33,62	2	80	86	80	88
42,20	1	91	98	90	99
53,50	1/0	105	110	105	110
67,44	2/0	115	125	115	125
85,02	3/0	135	145	130	145
107,21	4/0	150	165	150	160
126,67	250	165	180	165	175
177,34	350	195	210	195	210
253,35	500	240	255	230	250
380,02	750	290	315	280	305
506,70	1.000	335	360	320	345

Tabla 310-79 Capacidad de corriente de tres conductores sencillos de cobre aislados alambrados dentro de una cubierta general (cable de tres conductores) en conductos eléctricos subterráneos (un cable por conducto), temperatura de la tierra de 20℃, acomo dados como indica la Figura 310-1, factor de carga 100%, resistencia térmica (rho) de 90 y temperatura de los conductores de 90℃ y 105℃

Calibre del conductor		Temperatura nominal del conductor Véase Tabla 310-61			
		Capacidad de corriente para 2001-5000V (A)		Capacidad de corriente para 5001-35000V (A)	
	AWG -	90℃	105℃	90℃	105℃
mm^2	kcmils	Tipo MV-90	Tipo MV-105	Tipo MV-90	Tipo MV-105
Un circuito	**(Véase Figura 310-1, Detalle 1)**				
8,36	8	59	64	---	---
13,29	6	78	84	88	95
21,14	4	100	110	115	125
33,62	2	135	145	150	160
42,20	1	155	165	170	185
53,50	1/0	175	190	195	210
67,44	2/0	200	220	220	235
85,02	3/0	230	250	250	270
107,21	4/0	265	285	285	305
126,67	250	290	315	310	335
177,34	350	355	380	375	400
253,35	500	430	460	450	485
380,02	750	530	570	545	585
506,70	1.000	600	645	615	660
Tres circuitos	**(Véase Figura 310-1, Detalle 2)**				
8,36	8	53	57	---	---
13,29	6	69	74	75	81
21,14	4	89	96	97	105
33,62	2	115	125	125	135
42,20	1	135	145	140	155
53,50	1/0	150	165	160	175
67,44	2/0	170	185	185	195
85,02	3/0	195	210	205	220
107,21	4/0	225	240	230	250
126,67	250	245	265	255	270
177,34	350	295	315	305	325
253,35	500	355	380	360	385
380,02	750	430	465	430	465
506,70	1.000	485	520	485	515

Calibre del conductor		**Temperatura nominal del conductor Véase Tabla 310-61**			
		Capacidad de corriente para 2001-5000V (A)		**Capacidad de corriente para 5001-35000V (A)**	
	AWG - kcmils	**90℃**	**105℃**	**90℃**	**105℃**
mm^2		**Tipo MV-90**	**Tipo MV-105**	**Tipo MV-90**	**Tipo MV-105**
Seis circuitos	**(Véase Figura 310-1, Detalle 3)**				
8,36	8	46	50	---	---
13,29	6	60	65	63	68
21,14	4	77	83	81	87
33,62	2	98	105	105	110
42,20	1	110	120	115	125
53,50	1/0	125	135	130	145
67,44	2/0	145	155	150	160
85,02	3/0	165	175	170	180
107,21	4/0	185	200	190	200
126,67	250	200	220	205	220
177,34	350	240	270	245	275
253,35	500	290	310	290	305
380,02	750	350	375	340	365
506,70	1.000	390	420	380	405

Tabla 310-80 Capacidad de corriente de tres conductores sencillos de aluminio aislados dentro de una cubierta general (cable de tres conductores) en conductos eléctricos subterráneos (un cable por conducto), temperatura de la tierra de 20℃, acomod ados como indica la Figura 310-1, factor de carga 100%, resistencia térmica (rho) de 90 y temperatura de los conductores de 90℃ y 105℃

Calibre del conductor		Temperatura nominal del conductor Véase Tabla 310-61			
		Capacidad de corriente para 2001-5000V (A)		Capacidad de corriente para 5001-35000V (A)	
	AWG -	90℃	105℃	90℃	105℃
mm^2	kcmils	Tipo MV-90	Tipo MV-105	Tipo MV-90	Tipo MV-105
Un circuito	**(Véase Figura 310-1, Detalle 1)**				
8,36	8	46	50	---	---
13,29	6	61	66	69	74
21,14	4	80	86	89	96
33,62	2	105	110	115	125
42,20	1	120	130	135	145
53,50	1/0	140	150	150	165
67,44	2/0	160	170	170	185
85,02	3/0	180	195	195	210
107,21	4/0	205	220	220	240
126,67	250	230	245	245	265
177,34	350	280	310	295	315
253,35	500	340	365	355	385
380,02	750	425	460	440	475
506,70	1.000	495	535	510	545
Tres circuitos	**(Véase Figura 310-1, Detalle 2)**				
8,36	8	41	44	---	---
13,29	6	54	58	59	64
21,14	4	70	75	75	81
33,62	2	90	97	100	105
42,20	1	105	110	110	120
53,50	1/0	120	125	125	135
67,44	2/0	135	145	140	155
85,02	3/0	155	165	160	175
107,21	4/0	175	185	180	195
126,67	250	190	205	200	215
177,34	350	230	250	240	255
253,35	500	280	300	285	305
380,02	750	345	375	350	375
506,70	1.000	400	430	400	430

Calibre del conductor		**Temperatura nominal del conductor Véase Tabla 310-61**			
		Capacidad de corriente para 2001-5000V (A)		**Capacidad de corriente para 5001-35000V (A)**	
	AWG -	**90℃**	**105℃**	**90℃**	**105℃**
mm^2	**kcmils**	**Tipo MV-90**	**Tipo MV-105**	**Tipo MV-90**	**Tipo MV-105**
Seis circuitos	**(Véase Figura 310-1, Detalle 3)**				
8,36	8	36	39	---	---
13,29	6	46	50	49	53
21,14	4	60	65	63	68
33,62	2	77	83	80	86
42,20	1	87	94	90	98
53,50	1/0	99	105	105	110
67,44	2/0	110	120	115	125
85,02	3/0	130	140	130	140
107,21	4/0	145	155	150	160
126,67	250	160	170	160	170
177,34	350	190	205	190	205
253,35	500	230	245	230	245
380,02	750	280	305	275	295
506,70	1.000	320	345	315	335

Tabla 310-81 Capacidad de corriente de conductores sencillos aislados de cobre enterrados directamente, temperatura de la tierra 20℃, acomodados como en la Figura 310-1, factor de carga 100%, resistencia térmica (rho) de 90 y temperatura del conductor de 90℃ y 105℃

Calibre del conductor		**Temperatura nominal del conductor Véase Tabla 310-61**			
		Capacidad de corriente para 2001-5000V (A)		**Capacidad de corriente para 5001-35000V (A)**	
	AWG -	**90℃**	**105℃**	**90℃**	**105℃**
mm^2	**kcmils**	**Tipo MV-90**	**Tipo MV-105**	**Tipo MV-90**	**Tipo MV-105**
Un circuito, 3 conductores	(Véase Figura 310-1, Detalle 9)				
		110	115	---	---
8,36	8	140	150	130	140
13,29	6	180	195	170	180
21,14	4	230	250	210	225
33,62	2	260	280	240	260
42,20	1	295	320	275	295
53,50	1/0	335	365	310	335
67,44	2/0	385	415	355	380
85,02	3/0	435	465	405	435
107,21	4/0	470	510	440	475
126,67	250	570	615	535	575
177,34	350	690	745	650	700
253,35	500	845	910	805	865
380,02	750	980	1055	930	1005
506,70	1.000				
Dos circuitos, 6 conductores	(Véase Figura 310-1, Detalle 10)				
	8	100	110	---	---
8,36	6	130	140	120	130
13,29	4	165	180	160	170
21,14	2	215	230	195	210
33,62	1	240	260	225	240
42,20	1/0	275	295	255	275
53,50	2/0	310	335	290	315
67,44	3/0	355	380	330	355
85,02	4/0	400	430	375	405
107,21	250	435	470	410	440
126,67	350	520	560	495	530
177,34	500	630	680	600	645
253,35	750	775	835	740	795
380,02	1.000	890	960	855	920
506,70					

Tabla 310-82 Capacidad de corriente de conductores sencillos aislados de aluminio enterrados directamente, para temperatura de la tierra de 20℃ , acomodados como en la Figura 310-1, factor de carga 100%, resistencia térmica (rho) de 90 y temperatura del conductor de 90℃ y 105℃

Calibre del conductor		**Temperatura nominal del conductor Véase Tabla 310-61**			
		Capacidad de corriente para 2001-5000V (A)		**Capacidad de corriente para 5001-35000 V (A)**	
	AWG -	**90℃**	**105℃**	**90℃**	**105℃**
mm^2	**kcmils**	**Tipo MV-90**	**Tipo MV-105**	**Tipo MV-90**	**Tipo MV-105**
Un circuito, 3 conductores	(Véase Figura 310-1, Detalle 9)				
	8	85	90	---	---
8,36	6	110	115	100	110
13,29	4	140	150	130	140
21,14	2	180	195	165	175
33,62	1	205	220	185	200
42,20	1/0	230	250	215	230
53,50	2/0	265	285	245	260
67,44	3/0	300	320	275	295
85,02	4/0	340	365	315	340
107,21	250	370	395	345	370
126,67	350	445	480	415	450
177,34	500	540	580	510	545
253,35	750	665	720	635	680
380,02	1.000	780	840	740	795
506,70					
Dos circuitos, 6 conductores	(Véase Figura 310-1, Detalle 10)				
		80	85	---	---
8,36	8	100	110	95	100
13,29	6	130	140	125	130
21,14	4	165	180	155	165
33,62	2	190	200	175	190
42,20	1	215	230	200	215
53,50	1/0	245	260	225	245
67,44	2/0	275	295	255	275
85,02	3/0	310	335	290	315
107,21	4/0	340	365	320	345
126,67	250	410	440	385	415
177,34	350	495	530	470	505
253,35	500	610	655	580	625
380,02	750	710	765	680	730
506,70	1.000				

Tabla 310-83 Capacidad de corriente para tres conductores aislados de cobre, alambrados dentro de una cubierta general (cable de tres conductores), enterrados directamente, temperatura de la tierra 20℃, acomodados como en la Figura 310-1, factor de carga 100%, resistencia térmica (rho) de 90 y temperatura del conductor de 90℃ y 105℃

Calibre del conductor		**Temperatura nominal del conductor Véase Tabla 310-61**			
		Capacidad de corriente para 2001-5000V (A)		**Capacidad de corriente para 5001-35000V (A)**	
	AWG -	**90℃**	**105℃**	**90℃**	**105℃**
mm^2	**kcmils**	**Tipo MV-90**	**Tipo MV-105**	**Tipo MV-90**	**Tipo MV-105**
Un circuito	(Véase Figura 310-1, Detalle 5)				
8,36	8	85	89	---	---
13,29	6	105	115	115	120
21,14	4	135	150	145	155
33,62	2	180	190	185	200
42,20	1	200	215	210	225
53,50	1/0	230	245	240	255
67,44	2/0	260	280	270	290
85,02	3/0	295	320	305	330
107,21	4/0	335	360	350	375
126,67	250	365	395	380	410
177,34	350	440	475	460	495
253,35	500	530	570	550	590
380,02	750	650	700	665	720
506,70	1.000	730	785	750	810
Dos circuitos	(Véase Figura 310-1, Detalle 10)				
8,36	8	80	84	---	---
13,29	6	100	105	105	115
21,14	4	130	140	135	145
33,62	2	165	180	170	185
42,20	1	185	200	195	210
53,50	1/0	215	230	220	235
67,44	2/0	240	260	250	270
85,02	3/0	275	295	280	305
107,21	4/0	310	335	320	345
126,67	250	340	365	350	375
177,34	350	410	440	420	450
253,35	500	490	525	500	535
380,02	750	595	640	605	650
506,70	1.000	665	715	675	730

Tabla 310-84 Capacidad de corriente de tres conductores aislados de aluminio alambrados dentro de una cubierta general (cable de tres conductores), enterrados directamente, temperatura de la tierra de 20℃, acomodados como en la Figura 310-1, factor de carga 100%, resistencia térmica (rho) de 90 y temperatura del conductor de 90℃ y 105℃

Calibre del conductor		**Temperatura nominal del conductor Véase Tabla 310-61**			
		Capacidad de corriente para 2001-5000V (A)		**Capacidad de corriente para 5001-35000 V (A)**	
	AWG -	**90℃**	**105℃**	**90℃**	**105℃**
mm^2	**kcmils**	**Tipo MV-90**	**Tipo MV-105**	**Tipo MV-90**	**Tipo MV-105**
Un circuito	(Véase Figura 310-1, Detalle 5)				
8,36	8	65	70	---	---
13,29	6	80	88	90	95
21,14	4	105	115	115	125
33,62	2	140	150	145	155
42,20	1	155	170	165	175
53,50	1/0	180	190	185	200
67,44	2/0	205	220	210	225
85,02	3/0	230	250	240	260
107,21	4/0	260	280	270	295
126,67	250	285	310	300	320
177,34	350	345	375	360	390
253,35	500	420	450	435	470
380,02	750	520	560	540	580
506,70	1.000	600	650	620	665
Dos circuitos	(Véase Figura 310-1, Detalle 6)				
8,36	8	60	66	---	---
13,29	6	75	83	80	95
21,14	4	100	110	105	115
33,62	2	130	140	135	145
42,20	1	145	155	150	165
53,50	1/0	165	180	170	185
67,44	2/0	190	205	195	210
85,02	3/0	215	230	220	240
107,21	4/0	245	260	250	270
126,67	250	265	285	275	295
177,34	350	320	345	330	355
253,35	500	385	415	395	425
380,02	750	480	515	485	525
506,70	1.000	550	590	560	600

Tabla 310-85 Capacidad de corriente para una terna de tres conductores de cobre sencillos directamente enterrados, temperatura de la tierra 20℃, acomodad os como en la Figura 310-1, factor de carga 100%, resistencia térmica (rho) de 90 y temperatura del conductor de 90℃

	Detalle 7 Una terna de cables enterrados (un circuito)	Detalle 8 Dos ternas de cables enterrados (dos circuitos)
Calibre del conductor	**Capacidad de corriente para 2001-5000 V (A)**	**Capacidad de corriente para 5001-35000 V (A)**
mm^2 / **AWG - kcmils**		
Un circuito, Tres conductores (Véase Figura 310-1, Detalle 7)		
8,36 / 8	90	---
13,29 / 6	120	115
21,14 / 4	150	150
33,62 / 2	195	190
42,20 / 1	225	215
53,50 / 1/0	255	245
67,44 / 2/0	290	275
85,02 / 3/0	330	315
107,21 / 4/0	375	360
126,67 / 250	410	390
177,34 / 350	490	470
253,35 / 500	590	565
380,02 / 750	725	685
506,70 / 1.000	825	770
Dos circuitos, Seis conductores (Véase Figura 310-1, Detalle 8)		
8,36 / 8	85	---
13,29 / 6	110	105
21,14 / 4	140	140
33,62 / 2	180	175
42,20 / 1	205	200
53,50 / 1/0	235	225
67,44 / 2/0	265	255
85,02 / 3/0	300	290
107,21 / 4/0	340	325
126,67 / 250	370	355
177,34 / 350	445	426
253,35 / 500	535	510
380,02 / 750	650	615
506,70 / 1.000	740	690

Tabla 310-86 Capacidad de corriente para una terna de tres conductores de aluminio sencillos directamente enterrados, temperatura de la tierra de 20℃, acomodados como en la Figura 310-1, factor de carga 100%, resistencia térmica (rho) de 90 y temperatura del conductor de 90℃

	Detalle 7 Una terna de cables enterrados (un circuito)	Detalle 8 Dos ternas de cables enterrados (dos circuitos)	
Calibre del conductor		**Capacidad de corriente para 2001-5000V (A)**	**Capacidad de corriente para 5001-35000 V**
mm^2	**AWG - kcmils**		
Un circuito, Tres conductores	(Véase Figura 310-1, Detalle 7)		
8,36	8	70	---
13,29	6	90	90
21,14	4	120	115
33,62	2	155	145
42,20	1	175	165
53,50	1/0	200	190
67,44	2/0	225	215
85,02	3/0	255	245
107,21	4/0	290	280
126,67	250	320	305
177,34	350	385	370
253,35	500	465	445
380,02	750	580	550
506,70	1.000	670	635
Dos circuitos, Seis conductores	(Véase Figura 310-1, Detalle 8)		
8,36	8	65	---
13,29	6	85	85
21,14	4	110	105
33,62	2	140	135
42,20	1	160	155
53,50	1/0	180	175
67,44	2/0	205	200
85,02	3/0	235	225
107,21	4/0	265	255
126,67	250	290	280
177,34	350	350	335
253,35	500	420	405
380,02	750	520	485
506,70	1.000	600	565

Notas a las Tablas 310-69 a 310-86

(NOTA): Para el cálculo de la capacidad de corriente según las siguientes notas (1) y (2), la referencia es *Standard Power Cable Ampacity Tables, IEEE Std 835-1994*. En cuanto a los demás factores y constantes, consúltense las "Referencias" en dicha publicación.

1. Para temperaturas ambientes distintas a las de las Tablas. Las capacidades de corriente a temperatura ambiente distinta a la de las Tablas, se deben calcular mediante la siguiente fórmula:

$$I_2 = I_1 \sqrt{\frac{TC - TA_2 - \Delta TD}{TC - TA_1 - \Delta TD}}$$

donde:

I_1 = Capacidad de corriente que dan las Tablas para una temperatura ambiente TA_1
I_2 = Capacidad de corriente para una temperatura ambiente TA_2
TC = Temperatura del conductor en ℃
TA_1 = Temperatura ambiente de las Tablas en ℃
TA_2 = Temperatura ambiente deseada en ℃
ΔTD = Aumento de temperatura por pérdidas del dieléctrico

2. Blindajes puestos a tierra. Las capacidades de corriente de las Tablas 310-69, 310-70, 310-81 y 310-82 son para cables con blindajes puestos a tierra sólo en un punto. Si están puestos a tierra en más de un punto, se debe ajustar la capacidad de corriente teniendo en cuenta el calentamiento debido a las ~~intensidades de blindaje~~ corrientes de armadura.

3. Profundidad de enterramiento de los circuitos subterráneos. Cuando la profundidad de enterramiento de los circuitos eléctricos directamente enterrados sea distinta a la de los valores de la Tabla o Figura, se pueden modificar las capacidades de corriente de acuerdo con los siguientes apartados (a) y (b):

(a) Si aumenta la profundidad de una parte o partes de un conducto eléctrico, no es necesario reducir la capacidad de corriente de los conductores, siempre que la longitud total de las partes cuya profundidad es mayor para evitar obstáculos, sea inferior al 25% de la longitud total de la instalación.

(b) Si la profundidad es mayor que la de una Tabla o Figura, se debe aplicar un factor de corrección del 6% por cada 0,3 m de aumento de profundidad, para cualquier valor de rho. No es necesario aplicar el factor de corrección cuando la profundidad sea menor.

4. Resistividad térmica. A efectos de este *Código*, resistividad térmica es la capacidad de transmisión de calor por conducción a través de una sustancia. Es la inversa de la conductividad térmica y se designa por "rho" y se expresa en unidades ºC-cm/W.

5. Conductos eléctricos utilizados en la Figura 310-1. Se permite que la separación entre los conductos (canalizaciones) eléctricos, tal como los define la Figura 310-1, sea inferior a la indicada en dicha figura cuando esos conductos o canalizaciones entren en encerramientos de equipos desde una canalización subterránea, sin necesidad de reducir la capacidad de corriente máxima admisible de los conductores instalados en dichos conductos o canalizaciones.

(FIGURA)

Detalle 1
30 cm * 30 cm
Zanja con cables entubados
Un conducto eléctrico

Detalle 2
50 cm * 50 cm
Zanja con cables entubados
Tres conductos eléctricos
o
69 cm x 30 cm
Zanja con cables entubados
Tres conductos eléctricos

Detalle 3
50 cm x 69 cm
Zanja con cables entubados
Seis conductos eléctricos
o
69 cm x 50 cm
Zanja con cables entubados
Seis conductos eléctricos

Detalle 4
69 cm x 69 cm
Zanja con cables entubados
Nueve conductos eléctricos

Detalle 5
Cable enterrado, 3 conductores

Detalle 6
Cables enterrados, 3 conductores

Detalle 7
Terna de cables enterrados (1 circuito)

Detalle 8
Ternas de cables enterrados (2 circuitos)

Detalle 9
Cables de conductor sencillo enterrados(1 circuito)

Detalle 10
Cables de conductor sencillo enterrados(2 circuitos)

Símbolos

Relleno
(tierra o concreto)

Ducto eléctrico

Cable o cables

Nota para todos los detalles :

La profundidad mínima de enterramiento de los cables o ductos situados más arriba debe cumplir el Artículo 710-4(b). La profundidad máxima de los conductos eléctricos situados más arriba debe ser 0,8 m y la profundidad máxima del cable directamente enterrado situado más arriba debe ser de 0,9 m.

Figura 310-1. Dimensiones de las instalaciones de cables para uso con las Tablas 310-77 a 310-86.

Sección 318 - BANDEJAS PORTACABLES

318-1. Alcance. Esta Sección trata de los sistemas de bandejas portacables , tipo escalera, canal ventilado, batea ventilada, bandejas de fondo sólido y otras estructuras similares.

318-2. Definición.

Sistema de bandejas portacables . Es una unidad o conjunto de unidades o secciones, con sus herrajes, que forman una estructura rígida utilizada para soportar cables y canalizaciones.

318-3. Usos permitidos. El uso de las bandejas portacables no se deben limitar a los establecimientos industriales.

(a) Métodos de instalación. Se permiten los siguientes métodos de instalación en bandejas de cables, en las condiciones establecidas en sus respectivos Secciones:

(1) Cables con recubrimiento metálico y aislamiento mineral (Sección 330); (2) tuberías eléctricas no metálicas (Sección 341); (3) cables blindados (Sección 333); (4) cables con recubrimiento metálico (Sección 334); (5) cables con recubrimiento no metálico (Sección 336); (6) cables multiconductores de acometida (Sección 338); (7) cables multiconductores subterráneos del alimentador y circuitos ramales (Sección 339); (8) cable de potencia y control para bandeja (Sección 340); (9) cables para bandejas de instrumentos (Sección 727); (10) cables de potencia limitada para bandejas (Secciones 725-61 y 725-71); (11) otros cables multiconductores de potencia, señales y control montados en fábrica, específicamente aprobados para su instalación en bandejas; (12) tubo conduit metálico intermedio (Sección 345); (13) tubo conduit metálico rígido (Sección 346); (14) tubo conduit no metálico rígido (Sección 347); (15) tubería eléctrica metálica (Sección 348); (16) tubería metálica flexible (Sección 349); (17) tubo conduit metálico flexible (Sección 350); (18) cables de fibra óptica (Sección 770); (19) tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos y tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos (Sección 351).

(b) En instalaciones industriales. Se permite utilizar los métodos de instalación del Artículo 318-3(a) en cualquier establecimiento industrial en las condiciones establecidas en sus respectivas Secciones. Sólo en instalaciones industriales, cuando las condiciones de supervisión y mantenimiento aseguren que el sistema de bandejas portacables es atendido únicamente por personas calificadas, se permiten instalar en bandejas portacables tipo ~~en~~ escalera~~s~~, canal~~es~~ ventilado~~s~~ o batea ventilada ~~canalizaciones de cables ventilados~~ los cables especificados en los siguientes apartados (1) y (2).

(1) Conductor Sencillo. El cable de conductor sencillo debe ser de sección transversal 53,50 mm^2 (1/0 AWG) o mayor y de un tipo certificado y rotulado en su superficie para uso en bandejas. Cuando se instalen en bandejas de tipo escalera cables sencillos de sección transversal 53,50 mm^2 (1/0 AWG) a 107,21 mm^2 (4/0 AWG), la separación máxima de los peldaños debe ser de 230 mm. Si los cables están expuestos a la luz del sol, deben estar identificados como resistentes a la luz del sol.

Excepción nº. 1: Los cables de soldadura, como permite la Sección 630 Parte E.

Excepción nº. 2: Los conductores sencillos utilizados como conductores de puesta a tierra de los equipos, pueden ser aislados, cubiertos o desnudos de 21,14 mm^2 (4 AWG) o superior.

(2) Multiconductores. Los cables multiconductores de tipo MV (Sección 326), cuando estén expuestos directamente al sol, se deben identificar como resistentes a la luz del sol.

(c) Conductores de puesta a tierra de los equipos. Se permite utilizar bandejas metálicas de cables como conductores de puesta a tierra de los equipos cuando su mantenimiento y supervisión continuos aseguren que el sistema de bandejas sólo será atendido por personas calificadas y que la bandeja portacables cumple lo establecido en el Artículo 318-7.

(d) En lugares peligrosos (clasificados). Las bandejas portacables en lugares peligrosos (clasificados) sólo deben contener los tipos de cables permitidos en los Artículos 501-4, 502-4, 503-3 y 504-20.

(e) Bandejas portacables no metálicas. Se permite utilizar bandejas portacables no metálicas en zonas corrosivas y en las que requiera aislamiento de tensión.

318-4. Usos no permitidos. No está permitido utilizar sistemas de bandejas portacables en huecos de los ascensores o donde puedan estar sujetos a daños físicos. Las bandejas portacables no se deben utilizar en los

espacios de circulación del aire de ventilación, excepto lo permitido en el Artículo 300-22 para medios de sujeción de los cables reconocidos para usar en dichos espacios.

318-5. Especificaciones de construcción.

(a) Resistencia y rigidez. Las bandejas portacables deben tener resistencia y rigidez suficientes para que ofrezcan un soporte adecuado a todos los cables instalados en ellas.

(b) Bordes redondeados. Las bandejas portacables no deben tener bordes afilados, rebabas o salientes que puedan dañar los forros o aislamientos de los cables.

(c) Protección contra la corrosión. Las bandejas portacables deben ser de un material resistente a la corrosión o, si son de metal, estar adecuadamente protegidas contra la corrosión.

(d) Barandillas laterales. Las bandejas portacables deben tener barandillas laterales u otros miembros estructurales equivalentes.

(e) Herrajes. Las bandejas portacables deben tener herrajes u otros medios adecuados para poder cambiar la dirección y elevación de los cables.

(f) Bandejas portacables no metálicas. Las bandejas portacables no metálicas deben estar hechas de material retardante de la llama.

318-6. Instalación.

(a) Sistema completo. La bandejas portacables se deben instalar formando un sistema completo. Si se hacen durante la instalación curvas o modificaciones, deben hacerse de manera que se mantenga la continuidad eléctrica del sistema de bandeja portacables y el soporte de los cables. Se permite que las bandejas portacables tengan segmentos mecánicamente discontinuos entre los tramos de cables o entre los cables y los equipos. El sistema debe ofrecer soporte a los cables según lo establecido en los correspondientes Secciones. Si se hacen conexiones equipotenciales, deben cumplir lo establecido en el Artículo 250-75.

(b) Terminado antes de la instalación. Cada tramo de la bandeja portacables debe estar terminado antes de la instalación de los cables.

(c) Soportes. Cuando los cables entren desde la bandeja a canalizaciones u otros encerramientos, se deben instalar soportes que eviten esfuerzos sobre los mismos.

(d) Tapas. En las partes o tramos en los que se requiera mayor protección, se deben instalar tapas o encerramientos protectores de un material compatible con el de la bandeja portacables .

(e) Cables multiconductores de 600 V nominales o menos. Se permite instalar en la misma bandeja cables multiconductores de 600 V nominales o menos.

(f) Cables de más de 600 V nominales. No se deben instalar en la misma bandeja cables de más de 600 V nominales con otros cables de 600 V nominales o menos.

Excepción nº. 1: Cuando estén separados por una barrera sólida fija de un material compatible con el de la bandeja.

Excepción nº. 2: Cuando los cables de más de 600 V sean de tipo MC.

(g) A través de paredes y tabiques. Se permite que las bandejas portacables se prolonguen transversalmente a través de paredes y tabiques o verticalmente a través de pisos y plataformas en lugares mojados o secos cuando la instalación, completa con los cables, esté hecha de acuerdo con los requisitos del Artículo 300-21.

(h) **Expuestas y accesibles.** Las bandejas portacables deben estar expuestas y accesibles, excepto en lo permitido por el Artículo 318-6(g).

(i) **Acceso adecuado.** Alrededor de las bandejas portacables se debe dejar y mantener un espacio suficiente que permita el acceso adecuado para la instalación y mantenimiento de los cables.

(j) **Conductos y cables apoyados en las bandejas.** En instalaciones industriales, cuando las condiciones de supervisión y mantenimiento aseguren que el sistema de bandejas portacables es atendido únicamente por personas calificadas y las bandejas estén diseñadas de modo que puedan soportar la carga, se permite apoyar tubos conduit y cables en las bandejas. Para la terminación de los tubos conduit en la bandeja se debe utilizar una abrazadera o adaptador certificados y no será necesario soporte a menos de 0,9 m. Para los tubos y cables que vayan paralelos a la bandeja, al lado de ella o por debajo, los soportes deberán cumplir los requisitos establecidos en las correspondientes Secciones relativas al tubo conduit o al cable apropiados.

318-7. Puesta a tierra.

(a) **Bandejas portacables metálicas.** Las bandejas portacables metálicas que soporten conductores eléctricos se deben poner a tierra como lo exige la Sección 250 para los encerramientos de conductores.

(b) **Bandejas portacables de acero o aluminio.** Se permite utilizar como conductor de puesta a tierra de los equipos una bandeja portacables de acero o aluminio, siempre que se cumplan los siguientes requisitos:

(1) Se deben identificar las partes de la bandeja y los herrajes que se puedan utilizar para propósitos de puesta a tierra.

(2) La sección transversal mínima de la bandeja debe cumplir los requisitos de la Tabla 318-7(b)(2).

(3) Todas las partes de la bandeja y los herrajes deben estar rotulados de manera legible y duradera indicando ~~con~~ la sección transversal de la parte metálica de la bandeja o de las bandejas de una pieza, y la sección transversal total de ambas barras laterales en las bandejas de tipo escalera o de batea.

(4) Las partes de una bandeja portacables~~–~~, los herrajes y los conductos conectados se deben conectar equipotencialmente, según lo establecido en el Artículo 250-75, con conectores metálicos empernados o puentes de conexión equipotencial dimensionados e instalados según los requisitos del Artículo 250-79.

Tabla 318-7(b)(2) Superficie metálica requerida en las bandejas portacables utilizadas como conductores de puesta a tierra de los equipos

Capacidad máxima de corriente de los fusibles, ajuste de disparo de los interruptores automáticos o del relé protector del circuito, ajustado como protección contra fallas a tierra de cualquier circuito de cables en un sistema de bandeja (A)	**Sección transversal mínima de la parte metálica* en centímetros cuadrados**	
	Bandejas de acero	**Bandejas de aluminio**
60	1,30	1,30
100	2,60	1,30
200	4,50	1,30
400	6,50	2,60
600	9,70**	2,60
1.000	----	3,90
1.200	----	6,50
1.600	----	9,70
2.000	----	12,90**

* Sección total de las dos barandillas laterales de las bandejas tipo escalera o batea, o sección transversal mínima del metal en las bandejas de canal o las de una pieza.

** No se deben utilizar bandejas portacables de acero como conductor de puesta a tierra ~~masa~~ de los equipos en los circuitos con protección contra falla a tierra superior a 600 amperios. No se deben utilizar bandejas portacables de aluminio como conductores de puesta a tierra de los equipos en los circuitos con protección contra falla a tierra superior a 2000 amperios.

318-8. Instalación de los cables.

(a) Empalmes. Se permite que haya en una bandeja portacables empalmes hechos y aislados con métodos aprobados, siempre que sean accesibles y no sobresalgan de las barandillas laterales.

(b) Cables bien sujetos. En los tramos distintos a los horizontales, los cables se deben sujetar bien a los travesaños de las bandejas.

(c) Tubo conduit o tubería con pasacables. Cuando los cables o conductores estén instalados en tubos conduit o tuberías con pasacables utilizados para soporte o protección contra daños físicos, no es necesario instalar una caja.

(d) Conectados en paralelo. Cuando los cables de un solo conductor (fase o neutro) de un circuito se conecten en paralelo como lo permite el Artículo 310-4, los conductores se deben instalar en grupos, consistentes en no más de un conductor de fase o neutro para evitar desequilibrios de corriente en los conductores debidos a la reactancia inductiva. Los conductores sencillos se deben empaquetar firmemente en grupos para evitar movimiento excesivo si se producen fuerzas magnéticas por fallas a tierra.

Excepción: Cuando los conductores sencillos estén cableados ~~se instalen~~ juntos, por ejemplo en ternas.

(e) Conductores sencillos. Cuando alguno de los conductores sencillos instalados en una bandeja portacables de escalera o canal ventilado, sea de sección transversal 53,50 mm^2 (1/0 AWG) a 107,21 mm^2 (4/0 AWG), todos los conductores sencillos se deben instalar en la misma capa.

Excepción: Cuando los conductores se instalen de acuerdo con el Artículo 318-11(b)(4), se permite que los conductores empaquetados formando un grupo se instalen en más de una capa.

318-9. Número de cables multiconductores para 2.000 V nominales o menos en bandejas portacables. El número de cables multiconductores de 2.000 V nominales o menos permitidos en una sola bandeja portacables, no debe superar lo establecido en este Artículo. Las calibres de los conductores que se indican se refieren tanto a conductores de cobre como de aluminio.

(a) Cualquier combinación de cables. Cuando una bandeja portacables de escalera o batea ventilada contenga cables multiconductores de fuerza o de alumbrado o cualquier combinación de cables multiconductores de fuerza, alumbrado, mando y señales, el número máximo de cables debe ser el siguiente:

(1) Si todos los cables son de sección transversal 107,21 mm^2 (4/0 AWG) o mayores, la suma de los diámetros de todos ellos no debe superar la anchura de la bandeja y los cables deben ir instalados en una sola capa.

(2) Si todos los cables son de sección transversal más pequeña que 107,21 mm^2 (4/0 AWG), la suma de las secciones transversales de todos los cables no debe superar la superficie máxima permisible de la columna 1 de la Tabla 318-9, para la correspondiente anchura de la bandeja.

(3) Si en la misma bandeja se instalan cables de sección transversal 107,21 mm^2 (4/0 AWG) o superiores con cables de sección transversal más pequeña que 107,21 mm^2 (4/0 AWG), la suma de las secciones transversales de todos los cables inferiores a 107,21 mm^2 (4/0 AWG) no debe superar la superficie máxima permisible resultante del cálculo de la columna 2 de la Tabla 318-9 para la correspondiente

anchura de la bandeja. Los cables de 107,21 mm^2 (4/0 AWG) y superior se deben instalar en una sola capa y no se deben colocar otros cables sobre ellos.

(b) **Cables multiconductores sólo de control y/o señales.** Cuando una bandeja portacables de escalera o batea ventilada, con una profundidad interior útil de 15 cm o menos, contenga sólo cables multiconductores de control y/o señales, la suma de la sección transversal de todos los cables en cualquier sección transversal de la bandeja no debe superar el 50% de la sección transversal interior de dicha bandeja. Cuando la profundidad interior útil de la bandeja sea de más de 15 cm, para calcular la sección interior máxima admisible de la bandeja se debe tomar una profundidad de 15 cm

(c) **Bandejas portacables de fondo sólido con cualquier tipo de cables.** Cuando haya bandejas portacables de fondo sólido con cables multiconductores de fuerza o alumbrado o cualquier combinación de cables multiconductores de fuerza, alumbrado, señales y control, el número máximo de cables debe ser el siguiente:

(1) Si todos los cables son de 107,21 mm^2 (4/0 AWG) o superior, la suma de los diámetros de todos ellos no debe superar el 90% de la anchura de la bandeja y los cables deben ir instalados en una sola capa.

(2) Si todos los cables son inferiores a 107,21 mm^2 (4/0 AWG), la suma de las secciones transversales de todos los cables no debe superar la superficie máxima permisible de la columna 3 de la Tabla 318-9 para la anchura correspondiente de la bandeja.

(3) Si en la misma bandeja se instalan cables de 107,21 mm^2 (4/0 AWG) o superiores con cables más pequeños que 107,21 mm^2 (4/0 AWG), la suma de las secciones transversales de todos los cables inferiores a 107,21 mm^2 (4/0 AWG) no debe superar la superficie máxima permisible resultante del cálculo de la columna 4 de la Tabla 318-9 para la correspondiente anchura de la bandeja. Los cables de 107,21 mm^2 (4/0 AWG) y superiores se deben instalar en una sola capa y no se deben colocar otros cables sobre ellos.

(d) **Cables multiconductores sólo de control y/o señales en bandejas de fondo sólido.** Cuando una bandeja portacables de fondo sólido, con una profundidad interior útil de 15 cm o menos, contenga sólo cables multiconductores de control y/o señales, la suma de la sección transversales de todos los cables en cualquier sección de la bandeja no debe superar el 40% de la sección interior de dicha bandeja. Cuando la profundidad interior útil de la bandeja sea de más de 15 cm, para calcular la sección interior máxima admisible de la bandeja se debe tomar una profundidad de 15 cm.

Tabla 318-9 Área de llenado permisible para cables multiconductores en bandejas portacables de tipo escalera, batea ventilada o fondo sólido para cables de 2000 V nominales o menos

Anchura interior de la bandeja en cm	Área de llenado máxima permisible en cm² para cables multiconductores			
	Bandejas portacables tipo escalera o batea ventilada, Artículo 318-9(a)		Bandejas portacables tipo fondo sólido, Artículo 318-9(c)	
	Columna 1 Aplicable sólo al Artículo 318-9(a)(2)	Columna 2* Aplicable sólo al Artículo 318-9(a)(3)	Columna 3 Aplicable sólo al Artículo 318-9(c)(2)	Columna 4* Aplicable sólo al Artículo 318-9(c)(3)
15	45	45-(1,2 Sd)**	35	35-Sd**
23	68	68 -(1,2 Sd)	52	52-Sd
30	90	90 -(1,2 Sd)	71	71-Sd
45	135	135 -(1,2 Sd)	106	106-Sd
61	180	180 -(1,2 Sd)	142	142-Sd
76	225	225 -(1,2 Sd)	177	177-Sd
91	270	270 -(1,2 Sd)	213	213-Sd

* Se debe calcular la superficie máxima admisible de las columnas 2 y 4. Por ejemplo, la superficie máxima admisible, en cm², de una bandeja de 15 cm de ancho de la columna 2, debe ser 45-(1,2xSd).

** La expresión Sd de las columnas 2 y 4 es la suma de diámetros (en cm) de todos los cables multiconductores con sección transversal 21,14 mm^2 (4 AWG) y superior instalados en la misma bandeja con cables más pequeños.

(e) Bandejas portacables de canal ventilado. Cuando se instalen cables multiconductores de cualquier tipo en bandejas de canal ventilado, se debe aplicar lo siguiente:

(1) Cuando sólo haya instalado un cable multiconductor, su sección transversal no debe superar el valor especificado en la columna 1 de la Tabla 318-9(e).

(2) Cuando haya instalado más de un cable multiconductor, la suma de las secciones transversales de todos los cables no debe superar el valor especificado en la columna 2 de la Tabla 318-9(e).

Tabla 318-9(e) Superficie máxima admisible de los cables multiconductores en bandejas de canal ventilado para cables de 2000 V nominales o menos

Anchura interior de la bandeja en cm	Superficie máxima admisible de ocupación para cables multiconductores en cm^2	
	Columna 1 Un solo cable	Columna 2 Más de un cable
7,6	15	8,4
10	29	16
15	45	25

318-10. Número de cables de conductor sencillo para 2.000 V nominales o menos en bandejas portacables. El número de cables sencillos de 2.000 V nominales o menos permitidos en una sola sección de una bandeja portacables, no debe superar lo establecido en esta sección. Los conductores o conjuntos de conductores se deben distribuir uniformemente a lo ancho de toda la bandeja. Los calibres de los conductores que se consideran se refieren tanto a conductores de cobre como de aluminio.

(a) Bandejas portacable de tipo escalera o de batea ventilada. Cuando una bandeja portacables de escalera o bandeja ventilada contenga cables sencillos, el número máximo de dichos conductores debe cumplir los siguientes requisitos:

(1) Si todos los cables son de 506,70 mm^2 (1 000 kcmils) o mayores, la suma de los diámetros de los cables de conductor sencillo no debe superar la anchura de la bandeja.

(2) Si todos los cables son de 126,67 mm^2 (250 kcmils) a 506,70 mm^2 (1 000 kcmils), la suma de las secciones transversales de todos los cables de conductor sencillo no debe superar la superficie máxima permitida en la columna 1 de la Tabla 318-10 para la anchura correspondiente de la bandeja.

(3) Si hay instalados en la misma bandeja cables de conductor sencillo de sección transversal 506,70 mm^2 (1.000 kcmils) o mayores con cables de conductor sencillo inferiores a 506,70 mm^2 (1.000 kcmils), la suma de las secciones transversales de todos los cables inferiores a 506,70 mm^2 (1.000 kcmils) no debe superar la superficie máxima admisible resultante del cálculo de la columna 2 de la Tabla 318-10 para la anchura correspondiente de la bandeja.

(4) Cuando alguno de los cables instalados sea de sección transversal 53,50 mm^2 (1/0 AWG) a 107,21 mm^2 (4/0 AWG), la suma de los diámetros de todos los cables de conductor sencillo no debe superar la anchura de la bandeja.

(b) Bandejas de canal ventilado. Cuando una bandeja portacables de canal ventilado de 76 mm, 102 mm o 152 mm de ancho contenga cables de conductor sencillo, la suma de los diámetros de todos los conductores no debe superar la anchura interior del canal.

Tabla 318-10 Superficie máxima admisible de ocupación para los cables de conductor sencillo en bandejas portacables tipo escalera, canal ventilado o de fondo sólido, para cables de 2.000 V nominales o menos

Anchura interior de la bandeja en cm	Superficie máxima admisible de ocupación para cables de conductor sencillo en cm²	
	Columna 1 Aplicable sólo al Artículo 318-10(a)(2)	Columna 2* Aplicable sólo al Artículo 318-10(a)(3)
15	42	42 -(1,1 Sd)**
23	61	61 -(1,1 Sd)
30	84	84 -(1,1 Sd)
45	125	125 -(1,1 Sd)
60	167	167 -(1,1 Sd)
76	210	210 -(1,1 Sd)
90	252	252 -(1,1 Sd)

* Se debe calcular la sección máxima admisible de la columna 2. Por ejemplo, la superficie máxima admisible, en cm², de una bandeja de 152 mm de ancho de la columna 2, debe ser 42 -(1,1 x Sd).

** La expresión Sd de la columna 2 es la suma de diámetros (en cm) de todos los cables de conductor sencillo de sección transversal 506,70 mm^2 (1.000 kcmils) y mayores instalados en la misma bandeja con cables más pequeños.

318-11. Capacidad de corriente de los cables de 2.000 V o menos en las bandejas portacables.

(a) Cables multiconductores. La capacidad de corriente de los cables multiconductores de 2.000 V nominales o menos, instalados según los requisitos del Artículo 318-9, debe cumplir la capacidad de corriente permisible de las Tablas 310-16 y 310-18. Los factores de corrección de la Sección 310, Nota 8(a) de las Notas a las Tablas de capacidad de corriente de 0 a 2.000 V, se deben aplicar sólo a cables multiconductores con más de tres conductores portadores de corriente ~~fases en tensión~~. La corrección se debe limitar al número de conductores portadores de corriente ~~en tensión~~ del cable y no al número de conductores en la bandeja.

Excepción nº. 1: Cuando las bandejas portacables estén tapadas continuamente a lo largo de más de 1,80 m con tapas cerradas sin ventilar, no se permite que los cables multiconductores tengan más del 95% de la capacidad de corriente permisible ~~intensidad nominal~~ de las Tablas 310-16 y 310-18.

Excepción nº. 2: Cuando se instalen cables multiconductores en una sola capa en bandejas sin tapar, guardando una separación entre cables no inferior al diámetro del cable, su capacidad de corriente no debe superar la establecida en el Artículo 310-15(b) para cables multiconductores con no más de tres conductores aislados de 0 a 2.000 V nominales al aire libre, corregido para la correspondiente temperatura ambiente.

(NOTA): Véase la Tabla B 310-3 del Apéndice B.

(b) Cables sencillos. Los factores de corrección de la Sección 310, Nota 8(a) de las Notas a las Tablas de capacidad de corriente de 0 a 2.000 V, no se deben aplicar a la capacidad de corriente de los cables en bandejas. La capacidad de corriente de un cable de conductor sencillo o de los conductores sencillos alambrados juntos (en grupos de tres, de cuatro, etc.) de 2.000 V nominales o menos, debe cumplir lo siguiente:

(1) Cuando estén instalados según los requisitos del Artículo 318-10, la capacidad de corriente de los cables sencillos de 304,02 mm^2 (600 kcmils) y mayores en bandejas sin tapar, no debe superar el 75% de la capacidad de corriente permisible de las Tablas 310-17 y 310-19. Cuando las bandejas portacables estén tapadas continuamente a lo largo de más de 1,80 m con tapas cerradas sin ventilar, no se permite que los cables de 304,02 mm^2 (600 kcmils) y más tengan más del 70% de la capacidad de corriente permisible de las Tablas 310-17 y 310-19.

(2) Cuando estén instalados según los requisitos del Artículo 318-10, la capacidad de corriente de los cables de conductor sencillo con sección transversal 53,50 mm^2 (1/0 AWG) a 253,35 mm^2 (500 kcmils) en bandejas sin tapar, no debe superar el 65% de la capacidad de corriente permisible de las Tablas 310-17 y 310-19. Cuando las bandejas portacables estén tapadas continuamente a lo largo de más de 1,8 m con tapas cerradas sin ventilar, no se permite que los cables de 53,50 mm^2 (1/0 AWG) a 253,35 mm^2 (500 kcmils) tengan más del 60% de la capacidad de corriente permisible de las Tablas 310-17 y 310-19.

(3) Cuando se instalen conductores sencillos en una sola capa en bandejas sin tapar, guardando una separación entre cables no inferior al diámetro de cada conductor, la capacidad de corriente de los cables de 53,50 mm^2 (1/0 AWG) y mayores no debe superar la capacidad de corriente permisible de las Tablas 310-17 y 310-19.

(4) Cuando se instalen conductores sencillos en configuración triangular o cuadrada en bandejas portacables sin tapar, guardando una separación entre circuitos no inferior a 2,15 veces el diámetro de un conductor (2,15 x DE), la capacidad de corriente de los cables de 53,50 mm^2 (1/0 AWG) y mayores no debe superar la capacidad de corriente permisible de 2 o 3 conductores sencillos aislados de 0 a 2000 V nominales soportados en un cable mensajero, de acuerdo con el Artículo 310-15(b).

(NOTA): Véase Tabla B 310-2 en el Apéndice B.

318-12. Número de cables de Tipo MV y MC (de 2.001 V nominales en adelante) en las bandejas portacables. El número de cables de 2.001 V nominales en adelante permitido en una sola bandeja portacables no debe superar los requisitos de esta sección. La suma de diámetros de los cables sencillos y multiconductores no debe superar la anchura de la bandeja y los cables deben ir instalados en una sola capa. Cuando los cables sencillos vayan en grupos de tres, cuatro o juntos formando grupos por circuitos, la suma de los diámetros de todos los conductores no debe superar la anchura de la bandeja y estos grupos se deben instalar en una sola capa.

318-13. Capacidad de corriente de los cables de Tipo MV y MC (de 2.001 V nominales en adelante) en las bandejas portacables. La capacidad de corriente de los cables de 2001 V nominales en adelante, instalados en bandejas según el Artículo 318-12, no debe superar los requisitos de esta sección.

(a) Cables multiconductores (de 2.001 V nominales en adelante). La capacidad de corriente de los cables multiconductores debe cumplir los requisitos de capacidad de corriente permisible de las Tablas 310-75 y 310-76.

Excepción nº. 1: Cuando las bandejas portacables estén tapadas continuamente a lo largo de más de 1,8 m con tapas cerradas sin ventilar, no se permite que los cables multiconductores tengan más del 95% de la capacidad de corriente permisible de las Tablas 310-75 y 310-76.

Excepción nº. 2: Cuando se instalen cables multiconductores en una sola capa en bandejas sin tapar, guardando una separación entre cables no inferior al diámetro del cable, su capacidad de corriente no debe superar a la establecida en las Tablas 310-71 y 310-72.

(b) Cables sencillos (de 2.001 V nominales en adelante). La capacidad de corriente de los cables sencillos o grupos de tres, cuatro, etc. conductores sencillos, debe cumplir lo siguiente:

(1) La capacidad de corriente de los cables sencillos de 53,50 mm^2 (1/0 AWG) y mayores en bandejas portacables sin tapar, no debe superar el 75% de la capacidad de corriente permisible de las Tablas 310-69 y 310-70. Cuando las bandejas portacables estén tapadas continuamente a lo largo de más de 1,8 m con tapas cerradas sin ventilar, no se permite que los cables sencillos de 53,50 mm^2 (1/0 AWG) y mayores tengan más del 70% de la capacidad de corriente permisible de las Tablas 310-69 y 310-70.

(2) Cuando se instalen cables sencillos de 53,50 mm^2 (1/0 AWG) o mayores en una sola capa en bandejas sin tapar, guardando una separación entre cables no inferior al diámetro del cable, su capacidad de corriente no debe superar la establecida en las Tablas 310-69 y 310-70.

(3) Cuando se instalen conductores sencillos en configuración triangular en bandejas portacables sin tapar, manteniendo una separación entre circuitos no inferior a 2,15 veces el diámetro de un conductor (2,15 x DE), la capacidad de corriente de los cables de 53,50 mm^2 (1/0 AWG) y mayores no debe superar la capacidad de corriente permisible de las Tablas 310-67 y 310-68.

Sección 320 - ALAMBRADO A LA VISTA SOBRE AISLADORES

320-1. Definición. El método de instalación de alambrado a la vista sobre aisladores consiste en instalar cables expuestos sujetos por abrazaderas, aisladores de pared, tubos rígidos y flexibles para la protección y soporte de conductores aislados sencillos tendidos en o sobre edificaciones pero no ocultos en su estructura.

320-2. Otras Secciones. La instalación de alambrado a la vista sobre aisladores debe cumplir con esta Sección y además con las disposiciones aplicables de otras Secciones de este *Código*, sobre todo las Secciones 225 y 300.

320-3. Usos permitidos. Se permiten las instalaciones de alambrado a la vista sobre aisladores en sistemas de 600 V nominales o menos, sólo en establecimientos industriales o agrícolas, en interiores o exteriores, en lugares secos o mojados, cuando estén sometidos a vapores corrosivos, y para acometidas.

320-5. Conductores.

(a) Tipo. Los conductores deben ser del tipo especificado en la Sección 310.

(b) Capacidad de corriente. La capacidad de corriente debe cumplir lo establecido en el Artículo 310-15.

320-6. Soportes de los conductores. Los conductores deben estar rígidamente apoyados sobre materiales aislantes no combustibles y no absorbentes y no deben estar en contacto con cualquier otro de objeto. Los soportes se deben instalar como sigue: (1) a menos de 150 mm de un empalme o derivación; (2) a menos de 0,3 m de la conexión final con un portabombillas o tomacorriente; (3) a intervalos de 1,40 m o menos, suficientes para ofrecer soporte adecuado cuando se puedan producir alteraciones.

Excepción nº. 1: Se permite que los soportes de los conductores de 8,36 mm^2 (8 AWG) o mayores instalados a través de espacios abiertos, estén separados hasta 4,5 m si se utilizan separadores aislantes no combustibles y no absorbentes como mínimo cada 1,4 m para mantener una separación de los conductores de 65 mm como mínimo.

Excepción nº. 2: En edificaciones en las que no sea probable que se produzcan alteraciones, se permite tender conductores de 8,36 mm^2 (8 AWG) y mayores sobre los espacios abiertos si están apoyados en todos los travesaños de madera sobre aislantes aprobados que mantengan una distancia de 160 mm entre los conductores.

Excepción nº. 3: Sólo en establecimientos industriales, cuando sus condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que la instalación será atendida únicamente por personas calificadas, se permite utilizar conductores de 126,67 mm^2 *(250 kcmils) y mayores a través de espacios abiertos cuando estén soportados a intervalos de hasta 9,0 m.*

320-7. Montaje de los soportes de los conductores. Cuando se utilicen clavos para sujetar los aisladores de pared, no deben ser de menos de 75 mm. Cuando se utilicen tornillos para sujetar los aisladores, o clavos y tornillos para montar abrazaderas, deben ser de longitud suficiente para que penetren en la madera a una profundidad igual como mínimo a la mitad de la altura del aislador y en todo el espesor de la abrazadera. Con los clavos se deben utilizar arandelas aislantes. los clavos, tornillos, arandelas y abrazaderas deben ser inoxidables.

320-8. Alambres de amarre. Los conductores de 8,36 mm^2 (8 AWG) o mayores apoyados en aisladores de pared sólidos, se deben sujetar bien a ellos mediante alambres de amarre con un aislamiento equivalente al del conductor. Los amarres deben ser inoxidables

320-10. Tubería flexible no metálica. En locales secos y cuando no estén expuestos a daños físicos graves, se permite que los conductores vayan independientemente dentro de tubería flexible no metálica. La tubería debe ser de tramos continuos no superiores a 4,5 m y se debe sujetar a la superficie por abrazaderas a intervalos no superiores a 1,4 m.

320-11. Cables a través de las paredes, pisos, vigas de madera, etc. Se debe evitar el contacto de los conductores a la vista con las paredes, pisos, vigas de madera o tabiques que atraviesen, mediante el uso de tubos o pasacables de material aislante no combustible y no absorbente. Cuando el pasacables sea más corto que el agujero, se debe meter en el agujero un niple a prueba de agua de material no conductor y meter después un pasacables aislante por cada extremo del niple, de modo que los conductores no toquen en absoluto el niple. Cada conductor se debe llevar a través de un tubo o niple independiente.

(NOTA): En cuanto a los límites de temperatura de los conductores, véase el Artículo 310-10.

320-12. Distancia a las tuberías, otros conductores expuestos, etc. Los conductores a la vista deben estar separados como mínimo 50 mm de canalizaciones, tuberías metálicas u otro material conductor y de cualquier conductor expuesto de alumbrado, fuerza o señalización o estar separados de ellos, además del aislante del conductor, por un material no conductor continuo y bien sujeto. Cuando se utilice cualquier tipo de tubo aislante, se debe sujetar bien en sus dos extremos. Cuando sea posible, los conductores deben pasar sobre cualquier tubería que pueda producir fugas o acumulación de humedad, y no por debajo de ella.

320-13. Entrada de los conductores en lugares donde pueda haber agua, humedad o vapores corrosivos. Cuando los conductores entren o salgan en lugares donde pueda haber agua, humedad o vapores corrosivos, se debe hacer con ellos un bucle de goteo y después pasarlos en dirección hacia arriba y hacia dentro o desde el lugar húmedo, mojado o corrosivo a través de tubos aislantes no combustibles y no absorbentes.

(NOTA): Para conductores que entran o salen de edificios u otras estructuras, véase el Artículo 230-52.

320-14. Protección contra daños físicos. ~~No se~~ Se deben considerar expuestos a daños físicos los conductores que estén a menos de 2,1 m del piso. Cuando los conductores a la vista que atraviesen cerchas y pilares de pared estén expuestos a daños físicos, se deben proteger por alguno de los siguientes métodos: (1) por bandas protectoras de espesor nominal no inferior a 25 mm y de una altura como mínimo igual a la de los soportes aislantes, colocadas una en cada extremo y cerca del conductor; (2) mediante un larguero fuerte, de mínimo 12 mm de espesor en el que se apoyen los conductores, con protecciones laterales; estos largueros deben prolongarse como mínimo 25 mm fuera de los conductores, pero no más de 50 mm y los laterales de protección deben tener como mínimo 50 mm de alto y 25 mm de espesor nominal; (3) mediante una caja hecha como se ha indicado anteriormente y dotada de tapa que se mantenga alejada de los conductores que discurren por su interior un mínimo de 25 mm; cuando haya que proteger conductores verticales sobre paredes laterales, esta caja debe ir cerrada por arriba y en los orificios a través de los cuales pasen los conductores se debe instalar un pasacables; (4) mediante un tubo conduit metálico rígido (Rigid), metálico intermedio (IMC), rígido no metálico o una tubería eléctrica metálica (EMT) que cumplan las normas de las Secciones 345, 346, 347 o 348; o por canalizaciones metálicas, en cuyo caso los conductores deben ir encerrados en tramos continuos de tubería flexible. Los conductores que pasen a través de encerramientos metálicos deben agruparse de modo que la corriente en ambas direcciones sea aproximadamente la misma.

320-15. Conductores en desvanes y áticos sin terminar y espacios bajo el tejado. Los conductores en desvanes y áticos sin terminar y espacios bajo el tejado deben cumplir las siguientes condiciones (a) o (b).

(a) Accesibles mediante una escalera permanente o de mano. Los conductores se deben instalar a lo largo o a través de agujeros perforados en las vigas del piso, caballetes o travesaños. Cuando pasen a través de

agujeros perforados, los conductores que atraviesen las vigas, caballetes o travesaños a una altura no inferior a 2,1 m por encima del piso o vigas del mismo, deben protegerse mediante largueros adecuados que se prolonguen no más de 25 mm a cada lado del conductor. Estos largueros se deben sujetar bien. No son necesarios los largueros ni las bandas protectoras para conductores instalados a lo largo de las vigas, caballetes o travesaños.

(b) No accesibles mediante una escalera permanente o de mano. Los conductores se deben instalar a lo largo de las vigas del piso, caballetes o travesaños o a través de agujeros perforados en los mismos.

Excepción: En edificios terminados antes de hacer la instalación y que tengan en todos sus puntos una altura de techo inferior a 0,9 m.

320-16. Interruptores. Se deben montar interruptores de sobreponer según el Artículo 380-10(a) y no son necesarias cajas. Los interruptores de otros tipos se deben instalar de acuerdo con el Artículo 380-4.

Sección 321 - ALAMBRADO SOPORTADO POR CABLE MENSAJERO~~FIADORES~~

321-1. Definición. Una instalación de cables soportados por cables mensajeros~~fiadores~~ consiste en un sistema de soporte mediante cables mensajeros~~fiadores~~ en los que se sujetan los conductores aislados mediante uno de los siguientes medios: (1) un cable mensajero~~fiador~~ con anillos y guardacabos para los conductores; (2) un cable mensajero~~fiador~~ con anclajes instalados en obra para los conductores; (3) un cable aéreo montado en fábrica (autosoportado); (4) varios cables de conductores a la vista, montados en fábrica y trenzados con uno o más conductores aislados, formando grupos de 2, 3 o 4 cables.

321-2. Otras Secciones. Las instalaciones con cables mensajeros~~fiadores~~ deben cumplir esta Sección y además las disposiciones aplicables de otras Secciones de este código, especialmente las Secciones 225 y 300.

321-3. Usos permitidos.

(a) Tipos de cables. En las instalaciones con cables mensajeros~~fiadores~~ se permite instalar los siguientes elementos, en las condiciones indicadas en las Secciones que se mencionan para cada uno: (1) cables con aislamiento mineral y recubrimiento metálico (Sección 330); (2) cables con recubrimiento metálico (Sección 334); (3) cables multiconductores de acometida (Sección 338); (4) cables multiconductores para alimentadores y circuitos ramales subterráneos (Sección 339); (5) cables de fuerza y control para bandejas portacables (Sección 340); (6) cables de potencia limitada para bandejas (Secciones 725-71(e) y 725-61(c)) y (7) otros cables multiconductores de control, señalización o fuerza identificados para este uso.

(b) En establecimientos industriales. En instalaciones industriales solamente cuando sus condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que la instalación será atendida únicamente por personas calificadas, se permite usar los siguientes cables:

(1) Cualquiera de los conductores mostrados en la Tabla 310-13 o Tabla 310-62.

(2) Cables MV.

Cuando estén expuestos a la intemperie, los conductores deben estar certificados para su uso en lugares mojados. Cuando estén expuestos a los rayos directos del sol, los cables o conductores deben ser resistentes a la luz del sol.

(c) En lugares peligrosos (clasificados). Se permiten las instalaciones soportadas por cables mensajeros~~fiadores~~ en lugares peligrosos (clasificados) cuando los cables de las mismas estén permitidos para tal uso según los Artículos 501-4, 502-4, 503-3 y 504-20.

321-4. Usos no permitidos. No se pueden usar instalaciones soportadas por cables mensajerosfiadores en los fosos de ascensores o cuando estén expuestas a daños físicos severos.

321-5. Capacidad de corriente. La capacidad de corriente viene determinada por el Artículo 310-15.

321-6. Soporte de los cables mensajerosfiadores. Los cables mensajerosfiadores deben sujetarse por sus extremos y en puntos intermedios, de modo que no causen tensión mecánica sobre los conductores. No se permite que los conductores estén en contacto con los soportes de los cables mensajerosfiadores ni con miembros estructurales, paredes o tuberías.

321-7. Puesta a tierraToma de tierra. El cable mensajerofiador se debe poner a tierra tal como establecen los Artículos 250-32 y 250-33 para la puesta a tierra de encerramientos.

321-8. Empalmes y derivaciones de los conductores. En las instalaciones soportadas por cables mensajerosfiadores, se permiten empalmes y derivaciones de los conductores que estén hechas y aisladas por métodos aprobados.

Sección 324 - INSTALACIONES OCULTAS EN AISLADORES TIPO CARRETE TUBOS Y CON AISLANTES DE PARED (DE TIPO PALOMILLA)

324-1. Definición. Una instalación oculta en aisladores tipo carrete tubos y con aislantes de pared (de tipo palomilla) es una instalación método de alambrado en ella que se utilizan aisladores, tubos y tuberías no metálicas flexibles para la protección y soporte de los conductores aislados sencillos.

324-2. Otras Secciones. Las instalaciones con tubos y aislantes tipo carrete deben cumplir esta Sección y además las disposiciones aplicables de otras Secciones de este código, especialmente la Sección 300.

324-3. Usos permitidos. Se permite hacer una instalación oculta en aisladores tipo carrete en los espacios huecos de las paredes y techos, o en desvanes y áticos sin acabar y espacios bajo las cubiertas de techos, tal como establece el Artículo 324-11, sólo en ampliaciones de instalaciones así existentes.

324-4. Usos no permitidos. No se deben usar instalaciones ocultas sobre aisladores en garajes comerciales, teatros y locales similares, estudios cinematográficos, lugares peligrosos (clasificados) o en los espacios huecos de las paredes, techos y desvanes cuando dichos espacios estén aislados por material aislante suelto, enrollado o esponjoso que envuelva a los conductores.

324-5. Conductores.

(a) Tipo. Los conductores deben ser del tipo especificado en la Sección 310.

(b) Capacidad de corriente. La capacidad de corriente debe cumplir lo establecido en el Artículo 310-15.

324-6. Soportes de los conductores. Los conductores deben estar rígidamente apoyados sobre materiales aislantes no combustibles y no absorbentes y no deben estar en contacto con cualquier otro objeto. Los soportes se deben instalar como sigue: (1) a menos de 150 mm a cada lado de un empalme o derivación, y (2) a intervalos no superiores a 1,4 m.

Excepción: Si fuera impracticable que hubiera soportes en lugares secos, se permite pasar los conductores a través de espacios huecos si cada conductor va encerrado individualmente en un tubo flexible no metálico. El tubo debe ser de tramo continuo entre los soportes, entre cajas o entre un soporte y un caja.

324-7. Alambres de amarre. Cuando se utilicen aisladores sólidos, los conductores se deben sujetar bien a ellos mediante alambres de amarre de un aislamiento equivalente al del conductor.

324-8. Distancia entre conductores. Entre los conductores se debe mantener una distancia no inferior a 75 mm y otra no inferior a 25 mm entre el conductor y la superficie sobre la que pase.

Excepción: Cuando haya poco espacio para cumplir con las anteriores distancias, como en los tablero~~cuadro~~s de medidores, paneles de distribución, puntos de salida e interruptores, los conductores se deben encerrar individualmente en tubos flexibles no metálicos que deben ser de tramo continuo entre el último soporte o caja y el punto de terminación.

324-9. Cables a través de las paredes, pisos, vigas de madera, etc. Cuando los conductores pasen a través de agujeros hechos en los miembros estructurales, deben cumplir lo establecido en el Artículo 320-11. Cuando pasen a través de armazones de madera en paredes de yeso, los conductores se deben proteger mediante tubos aislantes no combustibles y no absorbentes que se prolonguen no menos de 75 mm sobre la madera.

324-10. Distancia a tuberías, conductores expuestos, etc. Los conductores deben cumplir las disposiciones del Artículo 320-12 en cuanto a distancia a otros conductores expuestos, tuberías, etc.

324-11. Desvanes y áticos sin acabar y espacios bajo la cubierta del techo. Los conductores en desvanes y áticos sin acabar y espacios bajo la cubierta del techo deben cumplir las siguientes disposiciones (a) o (b):

(NOTA): En cuanto a los límites de temperatura de los conductores, véase el Artículo 310-10.

(a) Accesibles mediante una escalera permanente o de mano. Los conductores se deben instalar a lo largo o a través de agujeros perforados en las vigas del piso, caballetes o travesaños. Cuando pasen a través de agujeros perforados, los conductores que atraviesen las vigas, caballetes o travesaños a una altura no inferior a 2,1 m por encima del piso o travesaños del mismo, deben protegerse mediante largueros adecuados que se prolonguen no más de 25 mm a cada lado del conductor. Estos largueros se deben sujetar bien. No son necesarios los largueros ni las bandas protectoras para conductores instalados a lo largo de las vigas, caballetes o travesaños.

(b) No accesibles mediante una escalera permanente o de mano. Los conductores se deben instalar a lo largo de las vigas del piso, caballetes o travesaños o a través de agujeros perforados en los mismos.

Excepción: En edificios terminados antes de hacer la instalación y que tengan en todos sus puntos una altura de techo inferior a 0,9 m.

324-12. Empalmes. Los empalmes se deben soldar, a no ser que se utilicen dispositivos de empalme aprobados. No se deben hacer empalmes en línea o que se puedan romper por tensión.

324-13. Cajas. Las cajas de salida deben cumplir la Sección 370.

324-14. Interruptores. Los interruptores deben cumplir con los Artículos 380-4 y 380-10(b).

Sección 325 - CABLES CON SEPARADOR INTEGRADO DE GAS Tipo IGS (Integrated Gas Spacer)

A. Generalidades

325-1. Definición. Un cable de tipo IGS (Integrated Gas Spacer) es un conjunto montado en fábrica de uno o más conductores, cada uno de ellos aislado y encerrado individualmente en un tubo no metálico flexible de acoplamiento elástico, como si fuera un cable integrado con separador de gas de 0 a 600 V nominales.

325-2. Otras Secciones. Los cables de tipo IGS deben cumplir con esta Sección y con las disposiciones aplicables de otras Secciones de este *Código.*

325-3. Usos permitidos. Se permite utilizar los cables de tipo IGS en instalaciones subterráneas, incluso enterrados directamente en la tierra, como conductores de acometida o como conductores de los alimentadores y circuitos ramales.

325-4. Usos no permitidos. Los cables de tipo IGS no se deben utilizar en instalaciones interiores o expuestas que estén en contacto con los edificios.

B. Instalación

325-11. Radio de curvatura. Cuando los tubos no metálicos flexibles y los cables que se suministran en carretes se curven para su instalación, o se tengan que doblar o flexionar durante el transporte o instalación, el radio de curvatura medido desde el interior de la curva no debe ser inferior al especificado en la Tabla 325-11.

325-12. Curvas. Un tramo de cable de tipo IGS entre dos cajas de bornes o terminaciones, no debe tener más del equivalente a cuatro curvas de un cuadrante (360° en total), incluidas las curvas situadas inmediatamente a la entrada o salida de la caja o terminación.

Tabla 325-11 Radio mínimo de curvatura

Tamaño comercial del tubo		Radio mínimo
pulgadas	**mm**	**m**
2	53	0,6
3	78	0,9
4	103	1,0

325-13. Herrajes. Las terminaciones y empalmes de los cables de tipo IGS se deben identificar como del tipo adecuado para mantener la presión del gas dentro del tubo. Cada tramo de cable debe tener una válvula, una tapa y un registro para comprobar la presión del gas o inyectar gas en el tubo.

325-14. Capacidad de corriente. La capacidad de corriente de los cables y tubos de tipo IGS no debe superar los valores de la Tabla 325-14 para cables sencillos o multiconductores.

Tabla 325-14 Capacidad de corriente de los cables de tipo IGS

Sección transversal		Amperios
mm^2	**kcmils**	
126,67	250	119
253,35	500	168
380,02	750	206
506,70	1.000	238
633,38	1.250	266
760,05	1.500	292
886,73	1.750	315
1.013,40	2.000	336
1.140,08	2.250	357
1.266,75	2.500	376

1.520,10	3.000	412
1.646,78	3.250	429
1.773,45	3.500	445
1.900,13	3.750	461
2.026,80	4.000	476
2.153,48	4.250	491
2.280,15	4.500	505
2.406,83	4.750	519

C. Especificaciones de construcción

325-20. Conductores. Los conductores deben ser barras de aluminio sólido en paralelo, formando conjuntos de 1 a 19 barras de 12.5 mm de diámetro. El calibre mínimo de los conductores debe ser de 126,67 mm^2 (250 kcmils) y el máximo de 2.406,83 mm^2 (4.750 kcmils).

325-21. Aislamiento. El aislamiento debe ser cinta de papel *kraft* seco y gas de hexafluoruro de azufre (SF_6) a presión, ambos aprobados para uso eléctrico. La presión nominal del gas debe ser de 138 kPa (20 psi) en manómetro.

El espesor del papel separador debe ser el que se especifica en la Tabla 325-21.

Tabla 325-21 Espesor del papel separador en cables IGS

Sección Transversal		Espesor en mm
mm^2	kcmil	
126,67 -506,70	250-1.000	1,02
633,38 - 2.406,83	1.250-4.750	1,52

325-22. Tubo conduit. El tubo conduit debe ser de polietileno de media densidad, identificado como adecuado para usar en una tubería de gas natural de sección comercial 2, 3 o 4 pulgadas (53, 78 o 103 mm). El tamaño del tubo aparece en la Tabla 325-22. El tamaño del tubo permitido para cada sección transversal (calibre AWG)~~sección~~ de conductor, se debe calcular de modo que el porcentaje de ocupación no exceda los valores de la Tabla 1 Capítulo 9.

Tabla 325-22 Dimensiones de los tubos

Tamaño comercial del tubo		Diámetro exterior	Diámetro interior
pulgadas	mm	mm	mm
2	53	60	50
3	78	89	73
4	103	114	94

325-23. Puesta a tierra~~Toma de tierra~~. Los cables de tipo IGS deben cumplir lo establecido en la Sección 250.

325-24. Rótulos. A los cables tipo IGS se deben aplicar las disposiciones del Artículo 310-11.

Sección 326 - CABLES DE MEDIA TENSIÓN Tipo MV (Medium Voltage)

326-1. Definición. Un cable de tipo MV (Medium Voltage) es un cable sencillo o multiconductor, con aislamiento dieléctrico sólido, de 2001 V nominales en adelante.

326-2. Otras Secciones. Los cables de tipo MV deben cumplir esta Sección y además las disposiciones aplicables de otras Secciones de este *Código*, especialmente las Secciones 300, 305, 310, 318, 501 y 710.

326-3. Usos permitidos. Se permite usar los cables de tipo MV en instalaciones hasta de 35 kV nominales, en lugares secos o mojados, en canalizaciones, bandejas portacables como las especificadas en el Artículo 318-3(b)(1) o directamente enterrados según el Artículo 710-4(b) y en instalaciones soportadas por cables mensajeros~~fiadores~~.

326-4. Usos no permitidos. No se permite usar los cables de tipo MV si no están identificados para uso (1) cuando estén expuestos a la luz directa del sol y (2) en bandejas portacables.

326-5. Construcción. Los cables de tipo MV deben tener conductores de cobre, aluminio o aluminio recubierto de cobre y deben estar construidos de acuerdo con lo establecido en la Sección 310.

326-6. Capacidad de corriente. La capacidad de corriente de los cables de tipo MV debe cumplir lo establecido en el Artículo 310-15.

Excepción: La capacidad de corriente de un cable de tipo MV, instalado en una bandeja portacables , debe cumplir lo establecido en el Artículo 318-3.

326-7. Rótulos. Los cables de media tensión deben estar rotulados como exige el Artículo 310-11.

Sección 328 - CABLES DE CONDUCTOR PLANO (CABLES DE CINTA) Tipo FCC (Flat Conductor Cable)

A. Generalidades

328-1. Alcance. Esta Sección trata de las instalaciones hechas en obra de circuitos ramale~~derivado~~s con cables de tipo FCC y sus correspondientes accesorios, como los definidos en esta Sección. Este sistema de alambrado está diseñado para instalarse bajo tapetes o alfombras.

328-2. Definiciones.
Cable tipo FCC. El cable de tipo FCC consiste en tres o más conductores planos de cobre situados uno al lado del otro, separados y encerrados dentro de una cubierta aislante.

Conector de cable. Conector diseñado para unir cables de tipo FCC sin necesidad de usar una caja de conexión.

Conexiones de los blindajes metálicos. Medios de conexión diseñados para conectar eléctrica y mecánicamente un blindaje metálico a otro blindaje metálico, a una caja, a un dispositivo autocontenido o a un conjunto de transición.

Conjunto de transición. Conjunto que facilita la conexión de una instalación FCC a instalaciones de otro tipo y que incorpora : (1) un medio de conexión eléctrica y (2) una caja o tapa adecuada que ofrezca seguridad eléctrica y protección contra daños físicos.

Sistemas FCC. Alambrado completo de un circuito ramal~~derivado~~ diseñado para instalarlo bajo alfombras o tapetes. El sistema FCC incluye los cables de tipo FCC y sus correspondientes blindajes, conectores, terminaciones, adaptadores, cajas y tomacorrientes.

Tapa inferior blindada. Capa protectora que se instala entre el piso y los cables planos de tipo FCC para protegerlos contra los daños físicos. Puede ir o no incorporada como parte integrante del cable.

Tapa superior blindada. Tapa metálica puesta a tierra que protege bajo la alfombra los componentes del sistema FCC contra daños físicos.

Terminal de aislamiento. Dispositivo diseñado para aislar eléctricamente el extremo de un cable de tipo FCC.

328-3. Otras Secciones. Las instalaciones FCC deben cumplir además lo establecido en las Secciones 210, 220, 240, 250 y 300, en aquello que les resulte aplicable.

328-4. Usos permitidos.

(a) Circuitos ramale~~derivado~~s. Se permite el uso de sistemas FCC en circuitos ramale~~derivado~~s, tanto los de uso general y de artefactos, como los individuales.

(b) Pisos. Se permite instalar sistemas FCC sobre pisos, resistentes, suaves y continuos hechos de concreto, cerámica o sistemas mixtos, madera y similares.

(c) Paredes. Se permite el uso de sistemas FCC en la superficie de las paredes siempre que vayan en canalizaciones metálicas superficiales.

(d) Lugares húmedos. Se permite el uso de sistemas FCC en lugares húmedos.

(e) Pisos con calefacción. Los materiales utilizados en pisos que se calienten a más de 30℃ deben estar identificados para poderlos usar a esas temperaturas.

328-5. Usos no permitidos. Los sistemas FCC no se deben usar en : (1) exteriores ni en lugares mojados; (2) presencia de vapores corrosivos; (3) cualquier lugar peligroso (clasificado); (4) edificaciones residenciales, instituciones educativas y hospitales.

328-6. Valores nominales de los circuitos ramale~~derivado~~s.

(a) Tensión. La tensión entre conductores no puestos a tierra no debe superar los 300 V. La tensión entre conductores no puestos a tierra y el conductor puesto a tierra no debe superar los 150 V.

(b) Corriente. Los circuitos ramale~~derivado~~s de uso general y de artefactos deben tener una capacidad de corriente que no supere los 20 amperios. Los circuitos ramale~~derivado~~s individuales deben tener una capacidad de corriente que no supere los 30 amperios.

B. Instalación

328-10. Cobertura. Los cables, conectores y terminales aislantes de tipo FCC deben ir cubiertos con cuadros de alfombra o tapete con superficie no mayor a 8 100 cm² (90 cm de lado). Los cuadros se deben pegar a la superficie del piso con adhesivos no permanentes.

328-11. Conexiones y extremos aislados de los cables. Todas las conexiones de los cables de tipo FCC se deben hacer mediante conectores identificados para ese uso, instalados de manera que aseguren la continuidad eléctrica, el aislamiento y el hermetismo contra la humedad y salpicaduras de líquidos. Todos los extremos desnudos de los cables se deben aislar y sellar contra la humedad y las salpicaduras de líquidos mediante aislantes certificados.

328-12. Tapas.

(a) Tapa superior blindada. Sobre todos los cables, conectores y extremos aislantes de tipo FCC montados en el piso se debe instalar una tapa superior blindada. La tapa debe cubrir completamente todos los tramos de cables, esquinas, conectores y extremos.

(b) Tapa inferior blindada. Debajo de todos los cables, conectores y extremos aislantes de tipo FCC se debe instalar una tapa inferior blindada.

328-13. Conexiones de los encerramientos y los blindajes. Todos los blindajes metálicos, cajas, armarios y dispositivos autocontenidos deben tener continuidad eléctrica con el conductor para puesta a tierra de equipos de su circuito ramal~~derivado~~. Todas esas conexiones eléctricas se deben hacer con conectores identificados para este uso. La impedancia de dicho sistema de blindaje no debe superar la de un conductor del cable de tipo FCC que se utilice en la instalación.

328-14. Tomacorrientes. Todos los tomacorrientes, sus cajas y dispositivos autcontenidos utilizados con el sistema FCC deben estar identificados para ese uso y deben ir conectados al cable de tipo FCC y a los blindajes metálicos. La conexión de cualquier conductor de puesta a tierra del cable FCC se debe hacer en cada tomacorriente al sistema de blindaje.

328-15. Conexión con otras instalaciones. La conexión al circuito de suministro, a la puesta a tierra y al sistema de blindaje entre la instalación FCC y cualquier otra instalación, se debe hacer en un conjunto de transición identificado para ese uso.

328-16. Anclaje. Todos los componentes de la instalación FCC deben ir firmemente anclados al piso o a la pared, mediante un sistema de anclaje por adhesivo o un sistema mecánico identificado para ese uso. Los pisos se deben preparar de modo que aseguren la adherencia de la instalación al piso hasta que se coloquen las alfombras.

328-17. Cruces. No se permite en ningún punto cruces de más de dos cables de tipo FCC. Se permiten los cruces de un cable de tipo FCC sobre o bajo un cable plano de comunicaciones o de señales. En cualquier caso los dos cables deben ir separados por una lámina de metal puesta a tierra y no se permiten más de dos cruces de cables planos en ningún punto.

328-18. Altura de la instalación. Toda parte de un sistema FCC que tenga una altura sobre el nivel del piso mayor a 2,3 mm se debe recubrir o proteger en los bordes igualándola con el nivel del piso.

328-19. Cambios en las instalaciones FCC. Se permiten cambios en las instalaciones FCC. En esos cambios, cuando se hagan nuevas conexiones, se deben utilizar conectores nuevos. Se permite dejar tramos de cables sin utilizar con sus conectores colocados, aunque estén energizados. Todos los extremos de los cables se deben cubrir con terminaciones aislantes.

328-20. Polarización de las conexiones. Todos los tomacorrientes y las conexiones se deben construir e instalar de modo que conserven la polaridad del sistema.

C. Especificaciones de construcción

328-30. Cable de tipo FCC. El cable de tipo FCC debe estar certificado para usarlo en una instalación FCC y debe consistir de 3, 4 ó 5 conductores planos de cobre, uno de los cuales debe ser el conductor de puesta a tierra de equipos. El material aislante del cable debe ser resistente a la humedad y retardante de la llama.

328-31. Rótulos. El cable de tipo FCC debe estar rotulado de modo claro y duradero por ambos lados a intervalos no superiores a 0,6 m con la información que exige el Artículo 310-11(a) y con la siguiente información adicional: (1) material de los conductores, (2) temperatura máxima admisible y (3) capacidad de corriente.

328-32. Identificación de los conductores.

(a) Colores. Los conductores deben estar rotulados de modo claro y duradero por ambos lados a todo lo largo, como se especifica en el Artículo 310-12.

(b) Orden. En un sistema FCC bifilar con hilo de puesta a tierra, el conductor de puesta a tierra debe ser el del centro.

328-33. Resistencia a la corrosión. Los componentes metálicos del sistema deben : (1) ser resistentes a la corrosión, o (2) estar recubiertos de material resistente a la corrosión o (3) estar aislados del contacto con sustancias corrosivas.

328-34. Aislamiento. Todos los materiales aislantes del sistema FCC deben estar identificados para su uso.

328-35. Tapas blindadas.

(a) Materiales y dimensiones. Todas las tapas blindadas superiores e inferiores deben ser de forma y materiales identificados para ese uso. Las tapas superiores deben ser metálicas. Las tapas inferiores pueden ser de metálicas o no metálicas.

(b) Resistividad. Las tapas metálicas deben ser de sección transversal que ofrezca una resistividad eléctrica no superior a la de un conductor del cable de tipo FCC que se utilice en la instalación.

(c) Conectores de los blindajes metálicos. Los blindajes metálicos se deben conectar entre sí y a las cajas, cajas de tomacorrientes, dispositivos autocontenidos y conjuntos de transición, mediante conectores metálicos blindados.

328-36. Tomacorrientes y sus cajas. Se permite utilizar en un sistema FCC cajas para tomacorrientes y dispositivos autocontenidos diseñados para montarlos en el piso, en la superficie o en ranuras en la pared. Las cajas de los tomacorrientes y de los dispositivos autocontenidos deben llevar medios que faciliten la entrada y terminación de los cables de tipo FCC y para conectar eléctricamente la caja o dispositivo al blindaje metálico. Los tomacorrientes y dispositivos autocontenidos deben cumplir con lo establecido en el Artículo 210-7. Se permite instalar tomacorrientes de comunicación y de fuerza en la misma caja, de acuerdo con el Artículo 800-52(c)(2), Excepción nº. 2.

328-37. Conjuntos de transición. Todos los conjuntos de transición deben estar identificados para ese uso. Cada conjunto debe incorporar medios que faciliten la entrada del cable de tipo FCC en el conjunto para conectarlo a los conductores de puesta a tierra y para conectarlo eléctricamente a los blindajes metálicos de los cables y a los conductores de puesta a tierra de los equipos.

Sección 330 - CABLE CON AISLAMIENTO MINERAL Y RECUBRIMIENTO METÁLICO Tipo MI (Mineral Insulated)

A. Generalidades

330-1. Definición. Un cable con aislamiento mineral y recubrimiento metálico de tipo MI es un cable ensamblado en fábrica, de uno o más conductores aislados con mineral refractario de alta compresión y encerrado en un blindaje continuo de cobre o de aleación de acero hermético a los líquidos y a los gases.

330-2. Otras Secciones. Los cables de tipo MI deben cumplir esta Sección y con las disposiciones aplicables de otras Secciones de este *Código*, especialmente la Sección 300.

330-3. Usos permitidos. Se permite usar cables de tipo MI para lo siguiente: (1) acometidas, circuitos alimentador~~de suministro~~ y circuitos ramale~~derivado~~s; (2) circuitos de fuerza, alumbrado, mando, control y señales; (3) lugares secos, mojados o continuamente húmedos; (4) en interiores y exteriores; (5) ocultos o expuestos; (6) instalados directamente bajo yeso, concreto, tierra o ladrillo, sobre o bajo el suelo; (7) en cualquier lugar peligroso (clasificado); (8) expuestos a aceite y gasolina; (9) expuestos a condiciones corrosivas que no deterioren su blindaje; (10) en tramos subterráneos, adecuadamente protegidos contra daños físicos y contra la corrosión.

330-4. Usos no permitidos. No se deben usar los cables MI cuando estén expuestos a situaciones destructivas corrosivas.

Excepción: Cuando estén protegidos por materiales adecuados para esas condiciones.

B. Instalación

330-10. Lugares mojados. Cuando se instalen en lugares mojados, los cables MI deben cumplir lo establecido en el Artículo 300-6(c).

330-11. A través de vigas, pilares o cerchas. Cuando se instalen a través de vigas, pilares, cerchas o elementos de madera similares, los cables de tipo MI deben cumplir lo establecido en el Artículo 300-4.

330-12. Soportes. Los cables de tipo MI se deben apoyar firmemente a intervalos que no superen los 1,80 m mediante abrazaderas, grapas, ganchos o herrajes similares diseñados para ello e instalados de modo que no dañen al cable.

Excepción nº. 1: Cuando el cable se tenga que halar al instalarse.

Excepción nº. 2: Los cables de tipo MI instalados en bandejas portacables deben cumplir lo establecido en el Artículo 318-8(b).

330-13. Curvas. Las curvas en los cables de tipo MI se deben hacer de modo que no dañen al cable. El radio de la parte interior de cualquier curva no debe ser inferior a los valores siguientes:

(1) Cinco veces el diámetro exterior del recubrimiento metálico para cables de diámetro exterior no superior a 20 mm.

(2) Diez veces el diámetro exterior del recubrimiento metálico para cables de diámetro exterior superior a 20 mm pero no superior a 25 mm.

330-14. Accesorios. Los accesorios utilizados para conectar cables de tipo MI a las cajas, armarios u otros equipos deben estar identificados para ese uso. Cuando cables sencillos entren en cajas o armarios de metales ferrosos, la instalación debe cumplir lo establecido en el Artículo 300-20 para evitar el calentamiento por inducción.

330-15. Terminales herméticos. Cuando se terminen los cables de tipo MI, inmediatamente después de quitar el recubrimiento se debe aplicar un sellante para evitar la entrada de humedad en el aislamiento. Los conductores que sobresalgan del recubrimiento se deben aislar individualmente con un material aislante.

330-16. Cables sencillos. Cuando se usen cables sencillos, todos los conductores de fase y el neutro, cuando exista, se deben agrupar para minimizar la tensión inducida en el recubrimiento. Cuando entren en encerramientos de metales ferrosos los cables sencillos, la instalación debe cumplir lo establecido en el Artículo 300-20 para evitar el calentamiento por inducción.

C. Especificaciones de construcción

330-20. Conductores. Los conductores de los cables de tipo MI deben ser de cobre sólido o cobre recubierto de níquel, con una resistencia correspondiente a su sección transversal en mm^2 o su calibre AWG.

330-21. Aislamiento. El aislamiento de los conductores de los cables de tipo MI debe ser un mineral refractario de alta compresión que deje espacio suficiente para todos los conductores.

330-22. Recubrimiento exterior. El recubrimiento exterior debe ser de construcción continua, de modo que ofrezca protección mecánica y contra la humedad. Si es de cobre, debe tener continuidad suficiente para poder poner a tierra los equipos. Si es de acero, deberá llevar un conductor de puesta a tierra de los equipos que cumpla con la Sección 250.

Sección 333 - CABLES BLINDADOS
Tipo AC (Armored Cable)

A. Generalidades

333-1. Definición. Un cable de tipo AC es un conjunto ensamblado en fábrica de conductores aislados en una cubierta metálica flexible. Véase el Artículo 333-19.

333-2. Otras Secciones. Los cables de tipo AC deben cumplir lo establecido en esta Sección y las disposiciones aplicables de otras Secciones de este *Código*, en especial de la Sección 300.

333-3. Usos permitidos. Si no se especifica otra cosa en este *Código* y si no están sujetos a daños físicos, se permite utilizar cables de tipo AC en alimentadores y circuitos ramales, tanto expuestos como ocultos y en bandejas portacables cuando estén identificados para dicho uso.

Se permite usar cables de tipo AC en lugares secos e instalados directamente bajo yeso, ladrillo u otro material de mampostería, excepto en lugares húmedos o mojados. Se permite tender o sujetar estos cables en los huecos existentes entre las paredes de ladrillo o azulejo, cuando dichas paredes no estén expuestas o sometidas a excesiva agua o humedad o se encuentren bajo la línea del suelo.

333-4. Usos no permitidos. No se debe usar cable de tipo AC cuando esté prohibido en cualquier lugar de este *Código*, como (1) en teatros y lugares similares, excepto lo establecido en la Sección 518, Lugares de reunión; (2) en estudios cinematográficos; (3) en lugares peligrosos (clasificados), excepto lo permitido en los Artículos 501-4(b) Excepción, 502-4(b) Excepción y 504-20; (4) cuando estén expuestos a humos o vapores corrosivos; (5) en grúas o elevadores, excepto lo que establece el Artículo 610-11 Excepción nº. 3; (6) en lugares de almacenaje de baterías; (7) en ascensores o elevadores, excepto lo establecido en el Artículo 620-21, y (8) en garajes comerciales cuando esté prohibido por la Sección 511.

B. Instalación

333-7. Soportes. Los cables de tipo AC se deben sujetar mediante grapas, abrazaderas, ganchos o herrajes similares diseñados para ello e instalados de modo que no dañen al cable, a intervalos no superiores a 1,4 m y a menos de 0,3 m de una caja de salida, caja de conexiones, armario o encerramiento.

Excepción nº. 1: Cuando el cable se tiene que halar al instalarse.

Excepción nº. 2: Tramos no mayores de 0,6 m en los terminales, cuando haya que darles flexibilidad.

Excepción nº. 3: Tramos no mayores de 1,80 m desde una caja de conexiones dentro de un techo accesible para artefactos o equipos de alumbrado.

Excepción nº. 4: Cuando vayan instalados en bandejas portacables, los cables de tipo AC deben cumplir lo establecido en el Artículo 318-8(b).

Excepción nº. 5: Los cables blindados instalados en lugares distintos a los ductos verticales a través de agujeros punzonados o taladrados en miembros de estructuras de madera o metálicas o a través de ranuras en miembros de estructuras de madera y protegidos por una lámina de acero de un espesor mínimo de 1,6 mm, se considerarán sujetos cuando los intervalos de soporte no superen los especificados en este Artículo y el cable blindado esté bien sujeto por medios aprobados a menos de 0,3 m de una caja, armario, conduleta u otra terminación propia de cable blindado.

333-8. Radio de curvatura. Todas las curvas se deben hacer de modo que el cable no resulte dañado y que el radio de curvatura del borde interior de cada curva no sea inferior a cinco veces el diámetro del cable de tipo AC.

339-9. Cajas y herrajes. En todos los puntos donde termine la armadura de un cable AC se debe instalar un herraje que proteja los cables contra la abrasión, excepto si el diseño de las cajas de salida~~toma de corriente~~ o los herrajes ofrecen una protección equivalente y además se instala un casquillo aislante o protección equivalente entre los conductores y el blindaje. El conector o grapa con la que se sujete el cable de tipo AC a las cajas o armarios debe estar diseñado de tal manera que el casquillo aislante o protección equivalente quede visible para su inspección. Cuando se cambie de un cable tipo AC a otro cable o método de instalación en canalización, en los puntos de unión se deben instalar cajas o conduletas de acuerdo con el Artículo 300-15.

333-10. Paso a través de miembros estructurales o en paralelo a ellos. Cuando se instalen a través de pilares, vigas, cerchas o miembros estructurales similares de madera o metálicos, los cables de tipo AC deben cumplir lo establecido en el Artículo 300-4.

333-11. Cables expuestos. Los tramos expuestos de cables tipo AC deben seguir lo más cerca posible la superficie del acabado del edificio o de los largueros.

Excepción nº. 1: Tramos no mayores de 0,6 mm en los terminales, cuando haya que darles flexibilidad.

Excepción nº. 2: Cuando vayan por la parte inferior de las vigas y estén apoyados en cada viga y colocados de modo que no estén sometidos a daños físicos.

Excepción nº. 3: Tramos no mayores de 1,80 m desde una caja de conexiones dentro de un techo accesible para artefactos o equipos de alumbrado.

333-12. En desvanes accesibles. Los cables de tipo AC en desvanes o espacios bajo el tejado accesibles, se deben instalar según las siguientes especificaciones (a) y (b).

(a) Cuando se instalen a través de la parte superior de las vigas del piso. Cuando se instalen a través de la parte superior de las vigas del piso o a menos de 2,10 m del piso o vigas del piso a través de la cara de cerchas o pilares, en desvanes y espacios bajo el tejado que sean accesibles, los cables se deben proteger con abrazaderas de protección fuertes y que sean como mínimo tan altas como el cable. Cuando este espacio no sea accesible por una escalera permanente o de mano, sólo se requiere protegerlos hasta 1,80 m del borde más cercano de la claraboya o entrada al desván.

(b) Cables instalados paralelamente a los miembros estructurales. Cuando el cable se instale paralelamente a los laterales de cerchas, pilares o vigas del piso, no se necesitan abrazaderas ni largueros protectores y su instalación debe cumplir lo establecido en el Artículo 300-4(d).

C. Especificaciones de construcción

333-19. Construcción. Los cables de tipo AC deben tener una armadura de cinta metálica flexible. Los conductores aislados deben cumplir lo establecido en el Artículo 333-20. Los cables de tipo AC deben tener una banda interna de conexión equipotencial de cobre o aluminio en contacto continuo con la armadura y a lo largo de toda ella.

333-20. Conductores. Los conductores aislados deben ser de un tipo certificado en la Tabla 310-13 o identificados para su uso en este tipo de cable. Además los conductores deben tener un forro fibroso entero resistente a la humedad y retardante de la llama. Para los cables de tipo ACT sólo se requiere forro fibroso y resistente a la humedad en cada uno de los conductores. Su capacidad de corriente será la determinada en el Artículo 310-15.

Excepción: Los cables blindados instalados en aislamiento térmico deben tener conductores para una temperatura mínima de 90℃. La temperatura mínima de los cables instalados en estas aplicaciones debe ser igual a la de los conductores de 60℃.

333-21. Puesta a tierra~~Toma de tierra~~. Los cables de tipo AC deben tener un medio adecuado para puesta a tierra~~toma de tierra~~ de los equipos, como exige el Artículo 250-51.

333-22. Rótulos. Se debe aplicar lo establecido en el Artículo 310-11, a menos que los cables de tipo AC deben llevar la identificación del fabricante mediante un rótulo externo bien visible en la cubierta del cable y en toda su longitud. Se permite identificar con el sufijo LS los cables retardantes de la llama y con producción limitada de humo (*limited-smoke*).

Sección 334 - CABLES CON CUBIERTA METÁLICA Tipo MC (Metal-Clad)

A. Generalidades

334-1. Definición. Un cable de tipo MC es un conjunto hecho en fábrica de uno o más conductores aislados de circuito, con o sin cables de fibra óptica, encerrados en una cubierta metálica de cinta entrelazada o en un tubo liso o corrugado.

334-2. Otras Secciones. Los cables con cubierta metálica deben cumplir las disposiciones de esta Sección y las que les sean aplicables de otras Secciones de este *Código*, en especial la Sección 300. Se permite utilizar cables de tipo MC en instalaciones de más de 600 V nominales. Véase el Artículo 300-2(a).

334-3. Usos permitidos. Si no se indica otra cosa en este *Código* y si no están sujetos a daños físicos, se permite utilizar cables de tipo MC en los siguientes casos: (1) en acometidas, alimentadores y circuitos ramales; (2) en circuitos de fuerza, alumbrado, control y señales; (3) en interiores y exteriores; (4) expuestos u ocultos; (5) directamente enterrados cuando estén identificados para ese uso; (6) en bandejas portacables; (7) en cualquier canalización; (8) en tramos abiertos; (9) como cable aéreo o suspendido de un mensajero; (10) en lugares peligrosos (clasificados) como lo permiten las Secciones 501, 502, 503 y 504; (11) en lugares secos e instalados directamente bajo yeso, ladrillo u otro material de mampostería, excepto en lugares húmedos o mojados y (12) en lugares mojados que cumplan alguna de las siguientes condiciones:

(1) Que la cubierta metálica sea inmune a la humedad.

(2) Que debajo de la cubierta metálica lleve una cubierta de plomo o un forro inmune a la humedad.

(3) Que los conductores aislados bajo la cubierta metálica estén certificados para usarlos en lugares mojados.

Excepción: Véase el Artículo 501-4(b), Excepción.

(NOTA): Para la protección contra la corrosión, véase el Artículo 300-6.

334-4. Usos no permitidos. Los cables de tipo MC no se deben usar cuando estén expuestos a condiciones corrosivas destructivas, como enterrados directamente en la tierra o en concreto o cuando estén expuestos a relleno de escoria, cloruros fuertes, álcalis cáusticos o vapores de cloro o de ácido clorhídrico.

Excepción: Si la cubierta metálica es adecuada para esas condiciones o está protegida por un material adecuado para esas condiciones.

B. Instalación

334-10. Instalación. Los cables de tipo MC se deben instalar cumpliendo las disposiciones de las Secciones 300, 710, 725 y el Artículo 770-52 según sea aplicables.

(a) **Soportes.** Los cables de tipo MC se deben apoyar y sujetar a intervalos no superiores a 1,8 m. Los cables que contengan cuatro conductores o menos de sección transversal~~sección~~ no superior a 5,25 mm^2 (10 AWG), se deben sujetar cada 0,3 m o en todas las cajas, armarios o encerramientos.

Excepción nº. 1: Tramos no superiores a 1,80 m desde una salida~~toma de corriente~~ para conexión con equipos o artefactos de alumbrado en el interior de un techo accesible.

Excepción nº. 2: Cuando el cable de tipo MC esté sujeto por sus extremos.

Excepción nº. 3: Los cables instalados en lugares distintos a los ductos verticales a través de agujeros punzonados o taladrados en miembros de estructuras de madera o metálicas o a través de ranuras en miembros de estructuras de madera y protegidos por una lámina de acero de un espesor mínimo de 1,6 mm, se considerarán sujetos cuando los intervalos de soporte no superen los especificados en este Artículo y el cable esté bien sujeto por medios aprobados a menos de 0,3 m de una caja, armario, conduleta u otra terminación propia del cable.

(b) **Bandejas portacables.** Los cables de tipo MC instalados en bandejas portacables deben cumplir lo establecido en la Sección 318.

(c) **Directamente enterrados.** Los cables directamente enterrados deben cumplir lo establecido en los Artículos 300-5 o 710-4, en lo que les sea aplicable.

(d) **Como cables de acometida.** Un cable de tipo MC instalado como cable de entrada a la acometida debe cumplir la Sección 230.

(e) **Instalados fuera de las edificaciones o como cable aéreo.** Un cable de tipo MC instalado fuera de una edificación o como cable aéreo, debe cumplir las Secciones 225 y 321.

(f) **A través de vigas, pilares o cerchas o paralelo a ellas.** Cuando se instalen a través de vigas, pilares, cerchas o elementos de madera similares, los cables de tipo MC deben cumplir lo establecido en la Sección 300-4.

(g) **En desvanes y áticos accesibles.** La instalación de cables de tipo MC en desvanes y áticos o espacios accesibles bajo el tejado, debe cumplir lo establecido en el Artículo 333-12.

334-11. Radio de curvatura. Todas las curvas deben hacerse de manera que el cable no sufra daños y el radio de curvatura del borde interior de cualquier curva no debe ser inferior a lo siguiente:

(a) Cubierta lisa.

(1) Diez veces el diámetro exterior de la cubierta metálica, cuando el cable no tenga más de 20 mm de diámetro exterior.

(2) Doce veces el diámetro exterior de la cubierta metálica cuando el cable tenga más de 20 mm de diámetro exterior pero no más de 40 mm.

(3) Quince veces el diámetro exterior de la cubierta metálica, cuando el cable tenga más de 40 mm de diámetro exterior.

(b) Armadura trenzada o cubierta corrugada. Siete veces el diámetro exterior de la cubierta metálica.

(c) Conductores blindados. La mayor de estas dos magnitudes: doce veces el diámetro total de uno de los conductores o siete veces el diámetro total del cable multiconductor.

334-12. Accesorios. Los accesorios usados para conectar los cables de tipo MC a cajas, armarios u otros equipos deben estar certificados e identificados para ese uso. Cuando un cable de un sólo conductor entre en una caja o armario de metal ferroso, la instalación debe cumplir lo establecido en el Artículo 300-20 para evitar el calentamiento por inducción.

334-13. Capacidad de corriente. La capacidad de corriente de los cables de tipo MC debe cumplir lo establecido en el Artículo 310-15.

Excepción nº. 1: La capacidad de corriente de los cables de tipo MC instalados en bandejas se debe calcular de acuerdo con los Artículos 318-11 y 318-13.

Excepción nº. 2: La capacidad de corriente de los conductores con sección transversal de 1,31 y 0,82 mm^2 (16 y 18 AWG) se determina según la Tabla 402-5.

(NOTA): Para los límites de temperatura de los conductores, véase el Artículo 310-10.

C. Especificaciones de construcción

334-20. Conductores. Los conductores deben ser de cobre, aluminio o aluminio recubierto de cobre, sólidos o trenzados. La sección transversal mínima de los conductores debe ser de 0,82 mm^2 (18 AWG) de cobre y de 3,3 mm^2 (12 AWG) de aluminio o de aluminio recubierto de cobre.

334-21. Aislamiento. Los conductores aislados deben cumplir los siguientes apartados (a) o (b).

(a) 600 V. Los conductores aislados de sección transversal 0,82 mm^2 (18 AWG) y 1,31 mm^2 (16 AWG) deben ser de alguno de los tipos certificados en la Tabla 402-3 con temperatura máxima de funcionamiento no inferior a 90℃ y según lo que permite el Artículo 725-27. Los conductores de sección transversal ~~sección~~superior a 1,31 mm^2 (16 AWG) deben ser de alguno de los tipos certificados en la Tabla 310-13 o identificado para su uso en cables MC.

(b) De más de 600 V. Los conductores aislados deben ser de un tipo certificado en las Tablas 310-61 a 310-64.

334-22. Cubierta metálica. La cubierta metálica debe ser de uno de los tipos siguientes: cubierta metálica lisa, cubierta metálica soldada y corrugada, armadura de cinta metálica trenzada. La cubierta metálica debe ser continua

y ajustar perfectamente. Se permite utilizar protección suplementaria en forma de otra cubierta externa de material resistente a la corrosión, que debe ser obligatoria cuando dicha protección sea necesaria. La cubierta no se debe usar como conductor portador de corriente.

(NOTA): Para la protección contra la corrosión, véase el Artículo 300-6.

334-23. Puesta a tierra~~Toma de tierra~~. Los cables de tipo MC deben tener un conductor adecuado para puesta a tierra~~toma de tierra~~ de los equipos, como exige la Sección 250.

334-24. Rótulos. Es de aplicación lo establecido en el Artículo 310-11. Se permite rotular con el sufijo LS los cables retardantes de la llama y con producción limitada de humo.

Sección 336 - CABLE CON CUBIERTA NO METÁLICATipos NM (Non-metallic), NMC (Non-metallic cable) y NMS (Non-metallic Sheathed)

336-1. Alcance. Esta Sección trata del uso, instalación y especificaciones de construcción de los cables con cubierta no metálica.

A. Generalidades

336-2. Definición. Un cable con cubierta no metálica es un conjunto montado en fábrica de dos o más conductores aislados que tienen una cubierta exterior de material no metálico, resistente a la humedad y retardante de la llama.

336-3. Otras Secciones. Las instalaciones con cables de cubierta no metálica deben cumplir todas las disposiciones de esta Sección y las que les sean aplicables de otras Secciones de este *Código*, especialmente las Secciones 300 y 310.

336-4. Usos permitidos. Se permite usar los cables de tipo NM, NMC y NMS en edificios de viviendas uni y bifamiliares, viviendas multifamiliares y otras estructuras, excepto las prohibiciones del Artículo 336-5. Cuando estén instalados en bandejas de cables, deben estar identificados para este uso.

(NOTA): Para los límites de temperatura de los conductores, véase el Artículo 310-10.

(a) Tipo NM. Se permite usar cables de tipo NM en instalaciones expuestas y ocultas en lugares normalmente secos. Se permite instalar o tender cables de tipo NM en los huecos existentes entre las paredes de ladrillo o azulejo, cuando dichas paredes no estén expuestas o sometidas a excesiva agua o humedad.

(b) Tipo NMC. Se permite instalar cables de tipo NMC:
- **(1)** En instalaciones expuestas y ocultas en lugares secos, húmedos, mojados o corrosivos.
- **(2)** En el interior y exterior de paredes de mampostería de ladrillo o azulejo.
- **(3)** En ranuras hechas en ladrillo, concreto o adobe y protegidas contra clavos o tornillos por una lámina de acero de un espesor mínimo 1,5 mm y enlucidas con yeso, adobe o similar.

(c) Tipo NMS. Se permite instalar cables de tipo NMS en instalaciones expuestas y ocultas en lugares normalmente secos. Se permite instalar o tender cables de tipo NMS en los huecos existentes entre las paredes de ladrillo o azulejo, cuando dichas paredes no estén expuestas o sometidas a excesiva agua o humedad. Los cables de tipo NMS se deben usar como se indica en la Sección 780.

336-5. Usos no permitidos.

(a) Tipos NM, NMC y NMS. No se deben usar cables de tipo NM, NMC y NMS:
- **(1)** En cualquier edificio de viviendas u otro que tenga más de tres pisos sobre el suelo.

A efectos de esta Sección, la primera planta de un edificio se debe considerar la que tenga el 50% o más de la superficie exterior de sus paredes a nivel del suelo o por encima de él. Se permite una planta adicional que sea la primera planta y no esté diseñada para que la habiten personas, sino sólo para aparcamiento de vehículos, almacén u otros usos similares.

Excepción: Se permite una planta adicional en una vivienda unifamiliar cuando la renovación de un desván, aparcamiento de vehículos o almacén cree una planta habitable.

(2) Como cables de entrada a la acometida.

(3) En garajes públicos que tengan lugares peligrosos (clasificados), como establece el Artículo 511-3.

(4) En teatros y locales similares, excepto lo que establece la Sección 518, Lugares de reunión.

(5) En estudios cinematográficos.

(6) En locales de almacenamiento de baterías.

(7) En los huecos de los ascensores.

(8) Embebidos en lechada de cemento, concreto u otra.

(9) En lugares peligrosos (clasificados), excepto lo permitido en los Artículos 501-4(b) Excepción, 502-4(b) Excepción y 504-20.

(b) Tipos NM y NMS. No se deben instalar cables de tipo NM y NMS:

(1) Cuando estén expuestos a humos o vapores corrosivos.

(2) Embebidos en mampostería, concreto, adobe, tierra o yeso.

(3) En una ranura poco profunda en mampostería, concreto o adobe cubierta con yeso, adobe u otro acabado similar.

B. Instalación

336-6. Instalaciones expuestas. Generalidades. En las instalaciones expuestas, los cables se deben instalar como se especifica en las siguientes Secciones (a) a (d), excepto lo que establece el Artículo 300-11(a).

(a) Siguiendo la superficie. El cable debe seguir lo más cerca posible la superficie del acabado del edificio o los largueros.

(b) Protegidos contra daños físicos. Los cables deben estar protegidos contra daños físicos cuando sea necesario mediante tubos conduit, tuberías eléctricas metálicas, tubos conduit no metálicos de PVC rígido Schedule 80, tuberías, guardacables u otros medios. Cuando pasen a través del piso, los cables deben ir metidos en tubo conduit metálico rígido (Rigid), metálico intermedios (IMC), tuberías eléctricas metálicas, tubo conduit no metálicos de PVC rígido Schedule 80 u otra tubería metálica que sobresalga como mínimo 150 mm del piso.

(c) En sótanos sin terminar. Cuando el cable discurra formando ángulo con vigas en sótanos sin terminar, se permite sujetar los cables que no tengan menos de dos conductores de 13,29 mm^2 (AWG 6) o tres

conductores de 8,36 mm^2 (AWG 8) directamente a las caras inferiores de las vigas. Los cables más pequeños se deben instalar a través de agujeros taladrados en las vigas o sobre largueros.

(d) En desvanes accesibles. Los cables instalados en desvanes o espacios bajo el tejado accesibles, deben cumplir además lo establecido en el Artículo 333-12.

336-9. A través de vigas, pilares o cerchas o paralelo a ellas. Cuando se instalen a través de vigas, pilares, cerchas o elementos de madera similares, los cables de tipo NM, NMC o NMS deben cumplir lo establecido en el Artículo 300-4.

336-16. Curvas. Todas las curvas se deben hacer de modo que el cable no resulte dañado y que el radio de curvatura del borde interior de cada curva no sea inferior a cinco veces el diámetro del cable.

336-18. Soportes. Los cables con cubierta no metálica se deben sujetar con grapas, cables de anclaje, abrazaderas o elementos similares diseñados e instalados de modo que no dañen el cable. El cable se debe sujetar a intervalos no superiores a 1,4 m y a menos de 0,3 m de cualquier armario, caja o encerramiento. Los cables de dos conductores no se deben grapar sobre un borde. Los cables que pasen a través de agujeros hechos en pilares, vigas o cerchas de madera o metal, se deben considerar apoyados y sujetos.

(NOTA): Cuando se usan cajas no metálicas, para la sujeción véase el Artículo 370-17.

Excepción nº. 1: En instalaciones ocultas en edificaciones acabadas o paneles acabados para edificios prefabricados en los que tales soportes sean imposibles, se permite tender el cable entre puntos de acceso.

Excepción nº. 2: Se permite utilizar un dispositivo eléctrico identificado para ese uso sin caja de salida~~toma de corriente~~ independiente, que incorpore una abrazadera de cables integrada, cuando el cable esté sujeto a intervalos no superiores a 1,4 m y a menos de 0,3 m de la ranura hecha en la pared para ese dispositivo y cuando quede como mínimo un bucle de 0,3 m de cable continuo o de 150 mm de extremo del cable en el interior de la pared acabada, que permita cambiarlo.

336-20. Cajas de material aislante. Se permiten las cajas de salida~~toma de corriente~~ no metálicas, tal como establece el Artículo 370-3.

336-21. Dispositivos de material aislante. Se permite usar interruptores, salidas y dispositivos de conexión de material aislante sin cajas en instalaciones expuestas y para rehabilitación de instalaciones en edificios ya existentes, cuando el cable vaya oculto y esté sujeto por sus extremos. Las aberturas de dichos dispositivos deben formar una abertura ajustada alrededor del forro exterior del cable y el dispositivo debe encerrar completamente la parte del cable a partir de la cual se haya quitado todo o parte del forro.

Cuando las conexiones a los conductores se hagan mediante terminales tipo tornillos, debe haber disponible tantos terminales como conductores.

336-25. Dispositivos con encerramiento integral. Está permitido utilizar dispositivos eléctricos con encerramiento integral identificados para ese uso, como establece el Artículo 300-15(b) Excepción nº. 4.

C. Especificaciones de construcción

336-30. Generalidades. Los cables con cubierta no metálica deben cumplir las siguientes disposiciones (a) y (b).

(a) Construcción. La cubierta exterior del cable debe ser de material no metálico.
(1) De tipo NM. La cubierta exterior debe ser retardante de la llama y resistente a la humedad.

(2) **De tipo NMC.** La cubierta exterior debe ser retardante de la llama y resistente a la humedad, a los hongos y a la corrosión.

(3) **De tipo NMS.** Un cable de tipo NMS es un conjunto montado en fábrica de conductores aislados de fuerza, comunicaciones y señales encerrados en una cubierta común de material no metálico, resistente a la humedad y retardante de la llama. La cubierta se debe instalar de modo que separe los conductores de fuerza de los de comunicaciones y señales. Se permite que los conductores de señales vayan blindados. Se permite además un forro exterior opcional.

(NOTA): Para los cables mixtos de fibra óptica, véanse los Artículos 770-4 y 770-52.

(b) **Conductores.** Los conductores aislados de fuerza deben ser de uno de los tipos certificados en la Tabla 310-13 y adecuados para circuitos ramales, o identificados para poderlos usar en estos cables.

Los conductores de fuerza deben ser de sección transversal 2,08 mm^2 (14 AWG) a 33,62 mm^2 (2 AWG) en cobre o de 3,30 mm^2 (12 AWG) a 33,62 mm^2 (2 AWG) en aluminio o aluminio recubierto de cobre.

Los conductores de señales deben cumplir lo establecido en el Artículo 780-5.

Además de los conductores aislados, se permite que el cable tenga un conductor aislado o desnudo sólo para puesta a tierra de los equipos. Cuando lleve este conductor, su calibre~~sección~~ debe estar de acuerdo con lo establecido en la Sección 250.

Los conductores deben tener una temperatura nominal de trabajo de 90℃. La capacidad de corriente de los cables de tipo NM, NMC y NMS debe ser igual a la de los conductores de 60℃ y cumplir lo establecido en el Artículo 310-15.

(NOTA): Los cables de tipo NM, NMC y NMS identificados por las marcas NM-B, NMC-B y NMS-B, cumplen este requisito.

Excepción: Se permite tomar la capacidad de corriente de los cables de 90℃ como factor de corrección, siempre que la capacidad de corriente final corregida no supere a la de un conductor de 60℃ nominales.

336-31. Rótulos. Los cables deben ir rotulados según lo establecido en el Artículo 310-11. Se permite rotular con el sufijo LS los cables retardantes de la llama y con producción limitada de humo.

Sección 338 - CABLES DE ACOMETIDA

Tipos SE (Service-Entrance) y USE (Underground Service-Entrance)

338-1. Definición. Un cable de acometida es un conjunto de uno o varios conductores con o sin cubierta general, utilizado fundamentalmente para acometidas y que puede ser de uno de los tipos siguientes:

(a) De tipo SE. De tipo SE con cubierta retardante de la llama y resistente a la humedad.

(b) De tipo USE. De tipo USE, identificado para uso subterráneo, con cubierta resistente a la humedad pero no necesariamente retardante de la llama. Las instalaciones con cables unifilares de tipo USE reconocidos para uso subterráneo, pueden incluir en el conjunto un conductor de cobre desnudo. Los cables unifilares, en paralelo o multifilares de tipo USE reconocidos para uso subterráneo pueden llevar un conductor concéntrico de cobre desnudo. Estos cables no requieren una cubierta exterior.

NOTA 1 : Para las requisitos de los cables Tipo SE y USE véase la norma *NTC Cables de acometida.*

NOTA 2: Para los conductores de acometida no aislados y directamente enterrados, véase el Artículo 230-41, Excepción, (b).

(c) Un conductor sin aislar. Si los cables de tipo SE o USE consisten en dos o más conductores, se permite que uno esté sin aislar.

338-2. Usos permitidos como conductores de acometida. Los cables utilizados como conductores de acometida se deben instalar como exige la Sección 230. Se permite que los cables de tipo USE utilizados para acometidas subterráneas sobresalgan del piso en las terminaciones de las bases de medidores u otros encerramientos, cuando estén protegidos según el Artículo 300-5(d).

338-3. Usos permitidos en los alimentadores o circuitos ramales.

(a) Conductor aislado puesto a tierra. Se permite usar cables de acometida de tipo SE en instalaciones interiores cuando todos los conductores de circuito del cable estén recubiertos de caucho o aislante termoplástico.

(b) Conductor no aislado puesto a tierra. Los cables de acometida de tipo SE con el conductor del circuito puesto a tierra sin aislamiento individual, no se deben usar como cables de alimentador o de circuito ramal en el interior de una edificación, excepto si el cable tiene una cubierta exterior final no metálica y se alimenta con corriente alterna no inferior a 150 voltios a tierra, en cuyo caso se permite utilizarlo como cable del alimentador que dé suministro sólo para otros edificios del mismo predio. Se permite usar cables de acometida de tipo SE con conductores totalmente aislados cuando los conductores aislados se usen como alambrado de circuitos y el conductor sin aislar se use con propósitos de puesta a tierra de los equipos.

(c) Límites de temperatura. Los cables de acometida de tipo SE que se usen para alimentar artefactos, no deben estar sometidos a temperaturas de los conductores superiores a la temperatura especificada para el tipo de aislamiento que lleven.

338-4. Métodos de instalación en interiores. Además de lo establecido en esta Sección, los cables de acometida de tipo SE utilizados en instalaciones interiores deben cumplir los requisitos de instalación de las Secciones 336, Parte A y Parte B, y 300.

NOTA : Para los límites de temperatura de los conductores, véase el Artículo 310-10.

338-5. Rótulos. Los cables de acometida se deben rotular como exige el Artículo 310-11. Un cable con un conductor neutro de sección transversal inferior a la de los conductores sin poner a tierra, debe indicarlo en el rótulo.

338-6. Curvas. Las curvas, y cualquier otra manipulación de los cables, se deben hacer de modo que no dañen las cubiertas protectoras del cable y que el radio de curvatura del borde interior de la curva no sea inferior a cinco veces el diámetro del cable.

Sección 339 - CABLES PARA ALIMENTADORES Y CIRCUITOS RAMALES SUBTERRÁNEOS Tipo UF (Underground Feeder)

339-1. Descripción y rotulado.

(a) Descripción. Los cables para alimentadores y circuitos ramales subterráneos deben ser del tipo UF y con 2,08 mm^2 de sección transversal (14 AWG) de cobre o 3,30 mm^2 (12 AWG) de aluminio o aluminio recubierto de cobre hasta 107,21 mm^2 (4/0 AWG). Los conductores de tipo UF deben ser de uno de los tipos resistentes a la humedad de la Tabla 310-13 que resulte adecuado para instalaciones de circuitos ramales o identificados para ese uso. Además de los conductores aislados, se permite que el cable lleve un conductor aislado o desnudo exclusivamente para puesta a tierra de los equipos. La cubierta total debe ser de material retardante de la llama; resistente a la humedad, los hongos y la corrosión y que se pueda enterrar directamente en la tierra.

(b) Rótulos. Además de lo establecido en el Artículo 310-11, el cable debe llevar rótulos claras en su interior y a todo lo largo que indiquen el tipo de cable.

339-2. Otras Secciones. Además de lo establecido en esta Sección, las instalaciones de cables subterráneos de alimentadores o circuitos ramales (de tipo UF) deben cumplir las demás disposiciones aplicables de este *Código*, sobre todo las de la Sección 300 y el Artículo 310-13.

339. Uso.

(a) Usos permitidos.

(1) Se permite usar cables de tipo UF en instalaciones subterráneas, incluso directamente enterrados en la tierra, como cable de alimentador o de circuito ramal, siempre que estén dotados con dispositivo de protección contra sobrecorriente para la capacidad de corriente que establece el Artículo 339-4.

(2) Cuando se instalen cables unifilares, todos los cables del alimentador o circuito ramal, incluido el neutro y el conductor de puesta a tierra de los equipos, si lo hubiera, deben ir juntos en la misma zanja o canalización.

Excepción : En los sistemas solares fotovoltaicos, según lo establecido en el Artículo 690-31.

(3) En cuanto a los requisitos de la instalación subterránea, véase el Artículo 300-5.

(4) Se permite usar cables de tipo UF en instalaciones interiores en locales secos, mojados o corrosivos siempre que se cumplan los requisitos de instalación de este *Código* y que, cuando se instalen cables con cubierta no metálica, la instalación y los cables cumplan lo establecido en la Sección 336 y los cables sean además multifilares.

Excepción : Se permite usar cables unifilares como terminales no calentadores de sistemas de calefacción, según el Artículo 424-43, y en sistemas solares fotovoltáicos según el Artículo 690-31.

Si se usan cables de tipo UF en bandejas portacables, deben ser multifilares.

NOTA : Para los límites de temperatura de los conductores, ver el Artículo 310-10.

(b) Usos no permitidos. No se deben usar cables de tipo UF: (1) como cables de entrada de acometida; (2) en garajes públicos; (3) en teatros; (4) en estudios cinematográficos; (5) en almacenes de baterías; (6) en huecos de ascensores; (7) en lugares peligrosos (clasificados); (8) embebido en cemento fraguado, concreto o similar, excepto embebido yeso como terminal no calentador según establece la Sección 424; (9) expuestos a la luz directa del sol, excepto si están identificados como resistentes a la luz del sol.

Excepción : Véase Sección 501-4(b), Excepción.

339-4. Protección contra sobrecorriente. Debe haber protección contra sobrecorriente según lo establecido en el Artículo 240-3.

339-5. Capacidad de corriente. La capacidad de corriente de los cables de tipo UF debe ser la de los conductores de 60℃, según el Artículo 310-15.

Sección 340 - CABLES DE FUERZA Y CONTROL PARA BANDEJAS PORTACABLES Tipo TC (Tray Cable)

340-1. Definición. El cable de fuerza y control para bandejas portacables, de tipo TC, es un conjunto montado en fábrica de dos o más conductores aislados con o sin conductores, cubiertos o desnudos, de puesta a tierra, en una cubierta no metálica, para su instalación en bandejas portacables, canalizaciones o donde estén soportados por cables mensajeros.

340-2. Otras Secciones. Además de lo establecido en esta Sección, las instalaciones de cables de tipo TC deben cumplir las disposiciones aplicables de otras Secciones de este *Código*, especialmente las Secciones 300 y 318.

340-3. Construcción. Los conductores aislados de los cables para bandejas portacables de tipo TC deben ser de sección transversal 0,82 mm^2 (18 AWG) a 506,7 mm^2 (1000 kcmil) de cobre y 3,30 mm^2 (12 AWG) a 506,7 mm^2 (1000 kcmil) de aluminio o aluminio recubierto de cobre. Los conductores aislados de sección transversal 2,08 mm^2 (14 AWG) y superior de cobre y 3,30 mm^2 (12 AWG) y superior de aluminio o aluminio recubierto de cobre, deben ser de uno de los tipos certificados en la Tabla 310-13 ó en la Tabla 310-62, adecuados para alimentadores o circuitos ramales o identificados para dicho uso. Los conductores aislados de sección transversal 0,82 mm^2 (18 AWG) y 1,31 mm^2 (16 AWG) de cobre deben cumplir con el Artículo 725-27. La cubierta exterior debe ser de material no metálico y retardante de la llama. No se permite una cubierta metálica por debajo, ni sobre la cubierta exterior no metálica. Si se instalan en lugares mojados, los cables de tipo TC deben ser resistentes a la humedad y a agentes corrosivos.

Excepción nº. 1 : Cuando se utilicen en instalaciones de alarma contra incendios, los conductores deben cumplir lo establecido en el Artículo 760-27.

Excepción nº. 2 : Se permite que los conductores de los cables de tipo TC utilizados en circuitos que cumplan con la Sección 725, sean de cualquiera de los materiales utilizados en los cables de extensión de los termopares. En los cables de tipo TC que utilicen extensiones de termopares, no debe haber rótulos de voltaje.

340-4. Usos permitidos. Se permite usar cables de bandeja de tipo TC : (1) en circuitos de fuerza, iluminación, control y señales; (2) en bandejas portacables o canalizaciones o en tramos exteriores soportados por un cable mensajero; (3) en bandejas portacables en lugares peligrosos (clasificados), como permiten las Secciones 318, 501, 502 y 504 en instalaciones industriales cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que la instalación es atendida únicamente por personas calificadas; (4) en circuitos de Clase 1, como permite la Sección 725; (5) en circuitos de alarma contra incendios que no sean de baja potencia, si los conductores cumplen los requisitos de el Artículo 760-27.

NOTA : Para los límites de temperatura de los conductores, véase el Artículo 310-10.

340-5. Usos no permitidos. No se permite usar cables de bandejas de tipo TC : (1) cuando estén expuestos a daños físicos; (2) como cable a la vista con grapas o abrazaderas; (3) expuestos a la luz directa del sol, a no ser que estén identificados para ese uso, y (4) directamente enterrados, a no ser que estén identificados para ese uso.

Excepción : En establecimientos industriales, cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que la instalación es atendida únicamente por personas calificadas y el cable no esté expuesto a daños físicos, se permite usar cables de bandejas de tipo TC que cumplan las condiciones de choque e impacto de los cables de tipo MC y estén identificados para poderlos utilizar como cables a la vista entre la bandeja y el equipo de utilización, en longitudes no superiores a los 15,2 m. El cable debe estar soportado y sujeto a intervalos no superiores a 1,80 m. Debe haber dentro del cable un conductor de puesta a tierra de los equipos, que se utilice entre la bandeja y los equipos de utilización.

340-6. Rótulos. Los cables deben ir rotulados según lo establecido en el Artículo 310-11. Se permite rotular con el sufijo LS los cables retardantes de la llama y con producción limitada de humo.

340-7. Capacidad de corriente. La capacidad de corriente de los conductores de los cables de bandejas portacables de tipo TC se debe determinar según el Artículo 402-5 para los conductores inferiores al 2,08 mm^2 (14 AWG) y según el Artículo 318-11.

340-8. Curvas. Las curvas en los cables de tipo TC se deben hacer de modo que no dañen al cable.

Sección 341 - TUBERÍAS ELÉCTRICAS NO METÁLICAS

A. Generalidades

341-1. Definición. Una tubería eléctrica no metálica es una canalización corrugada y plegable, de sección circular, con acoplamientos, conectores y herrajes integrados o asociados, certificada para la instalación de conductores eléctricos. Está hecha de un material resistente a la humedad, a atmósferas químicas y retardante de la llama.

Una canalización plegable es una canalización que se puede doblar a mano sin tener que hacer mucha fuerza, pero sin otras herramientas.

Las tuberías eléctricas no metálicas deben ser de material que no supere las características de ignición, inflamabilidad, generación de humo y toxicidad del cloruro de polivinilo rígido (no plastificado).

341-2. Otras Secciones. Las instalaciones con tuberías eléctricas no metálicas deben cumplir las disposiciones aplicables de la Sección 300. Cuando la Sección 250 exija poner a tierra los equipos, en la tubería se debe instalar un conductor independiente de puesta a tierra de los equipos.

341-3. Usos permitidos. Está permitido el uso de tuberías y herrajes eléctricos no metálicos:

(1) En cualquier edificio que no supere tres pisos sobre el suelo.

(a) En instalaciones expuestas que no estén sujetas a daños físicos.

(b) En instalaciones ocultas dentro de las paredes, pisos y techos.

(NOTA): Para la definición de primera planta, véase el Artículo 336-5(a)(1).

(2) En los edificios que superen tres pisos sobre el suelo, las tuberías eléctricas no metálicas deben ir ocultas en las paredes, pisos y techos cuando esas paredes, pisos y techos ofrezcan una barrera térmica de material con un acabado de clasificación mínima de 15 minutos, como se indica en las listas de materiales antifuego.

Se permite usar la barrera térmica de 15 minutos en paredes, pisos y techos combustibles o no combustibles.

(NOTA): Se establece la clasificación de los acabados para conjuntos que contengan soportes combustibles (de madera). La clasificación de un acabado se decide como el tiempo en el que el pilar o viga de madera experimenta un aumento medio de la temperatura de 121℃ o un aumento de la temperatura en un punto de 163℃, medido en el plano de la madera más cerca de l fuego. La clasificación de los acabados no se aplica a los techos de membrana.

(3) En lugares sometidos a fuertes influencias corrosivas, como se explica en el Artículo 300-6, y si están expuestos a productos químicos para los que estén específicamente aprobados esos materiales.

(4) En lugares ocultos, secos y mojados no prohibidos por el Artículo 341-4.

(5) Por encima de los techos suspendidos, cuando los techos suspendidos ofrezcan una barrera térmica de material con un acabado de clasificación mínima de 15 minutos, como se indica en las listas de materiales antifuego, excepto lo permitido en el Artículo 341-3(1)(a).

(6) Instaladas directamente bajo lechada de concreto, siempre que para las conexiones se utilicen herrajes identificados para ese uso.

(7) En lugares mojados, como se permite en este Artículo, o en baldosas de concreto sobre o bajo el suelo, con herrajes identificados para ese uso.

(NOTA): Las temperaturas muy bajas pueden hacer que ciertos tipos de tubos no metálicos se hagan más frágiles y, por tanto, más susceptibles a daños por contacto físico.

341-4. Usos no permitidos. No se deben usar las tuberías eléctricas no metálicas:

(1) En lugares peligrosos (clasificados).

Excepción: Lo permitido en el Artículo 504-20.

(2) Como soporte de artefactos y otros equipos.

(3) Cuando estén sometidas a temperatura ambiente que supere la temperatura para la cual está certificada la tubería.

(NOTA): Para este Artículo, la temperatura ambiente de las tuberías de PVC se limita a 50℃.

(4) Para conductores cuyo límite de temperatura de aislamiento pudiera superar el de lista de la tubería.

(5) Cuando van enterradas directamente en la tierra.

(6) Para tensiones superiores a 600 V.

(7) En lugares expuestos, excepto lo permitido en los Artículos 341-3(1), 341-3(5) y 341-3(7).

(8) En teatros y lugares similares, excepto lo establecido en las Secciones 518 y 520.

(9) Cuando estén expuestas a la luz directa del sol, excepto si están identificadas como "Resistentes a la luz del sol".

341-5. Tamaño.

(a) Mínimo. No se deben utilizar tuberías eléctricas no metálicas de diámetro comercial inferior a 16 mm (½ pulgada).

(b) Máximo. No se deben utilizar tuberías eléctricas no metálicas de diámetro comercial superior a 53 mm (2 pulgadas).

341-6. Número de conductores en una tubería eléctrica no metálica. El número de conductores en una sola tubería no debe superar el permitido en la Tabla 1 del Capítulo 9.

341-7. Acampanado. Todos los extremos cortados de las tuberías se deben acampanar por dentro y por fuera hasta dejarlos lisos.

341-8. Uniones. Todas las uniones entre tramos de tuberías y entre tuberías y acoplamientos, herrajes y cajas, deben hacerse según un método aprobado.

341-9. Curvas. Cómo se hacen. Las curvas de las tuberías eléctricas no metálicas se deben hacer de modo que la tubería no sufra daños y que el diámetro interno de la tubería no se reduzca. Se permite hacer curvas a mano sin equipo auxiliar y el radio de curvatura de la parte interna de dichas curvas no debe ser inferior al recogido en la Tabla 346-10.

341-10. Curvas. Número de curvas en un tramo. Entre dos puntos de sujeción, p. ej., entre conduletas o cajas, no debe haber más del equivalente a cuatro curvas de un cuadrante (360°en total).

341-11. Soportes. Las tuberías eléctricas no metálicas se deben instalar como un sistema completo, como establece la Sección 300, y se deben sujetar bien a menos de 0,9 m de cada caja de salida, de dispositivos, de conexiones, de cada armario o herraje.

Las tuberías eléctricas no metálicas se deben sujetar como mínimo cada 0,9 m.

Excepción nº. 1: Se permiten tramos horizontales de tuberías eléctricas no metálicas soportados por aberturas a través de miembros estructurales a intervalos no superiores a 0,9 m y bien sujetos a menos de 0,9 m de los puntos de terminación.

Excepción nº. 2: Los tramos que no superen una distancia de 1,80 m desde la conexión de un terminal de artefactos para conexión a artefactos de alumbrado.

341-12. Cajas y herrajes. Las cajas y herrajes deben cumplir las disposiciones aplicables de la Sección 370.

341-13. Empalmes y conexiones. Los empalmes y conexiones sólo se deben hacer en las cajas de empalmes, cajas de salida, cajas de dispositivos o conduletas. Para las normas sobre instalación y uso de las cajas y conduletas, véase la Sección 370.

341-14. Pasacables. Cuando una tubería entre en una caja, armario y otro encerramiento, se debe instalar un pasacables, boquilla o adaptador que proteja el cable contra la abrasión, excepto si la caja, armario o encerramiento ofrece una protección similar.

(NOTA): Para la protección de conductores de sección transversal 21,14 mm^2 (4 AWG) o mayor, véase el Artículo 300-4(f).

C. Especificaciones de construcción

341-15. Generalidades. Las tuberías eléctricas no metálicas deben estar rotuladas de modo claro y duradero cada 3,0 m como mínimo, como exige el primer párrafo del Artículo 110-21. En el rótulo se indicará también el tipo de material. Se permite identificar con el sufijo LS las tuberías con características de producción de humo limitada (*limited-smoke*).

Sección 342 - EXTENSIONES NO METÁLICAS

342-1. Definición. Las extensiones no metálicas son conjuntos de dos conductores aislados dentro de un forro no metálico o de una cubierta de termoplástico extruido. Su clasificación incluye tanto las extensiones de superficie, diseñadas para montarlas directamente en la superficie de paredes o techos, como los cables aéreos que contienen un cable mensajero de soporte que hace parte integral del conjunto.

342-2. Otras Secciones. Además de lo establecido en esta sección, las extensiones no metálicas se deben instalar cumpliendo las disposiciones aplicables de otras Secciones de este *Código.*

342-3. Usos permitidos. Se permite usar extensiones no metálicas únicamente cuando se cumplan las siguientes condiciones:

(a) Desde una salida existente. Si la extensión sale desde una salida existente en un circuito ramal de 15 ó 20 A que cumpla los requisitos de la Sección 210.

(b) Expuestas y en lugares secos. Si la extensión está expuesta y en un lugar seco.

(c) Extensiones de superficie no metálicas. Para extensiones de superficie no metálicas, si la edificación es de uso residencial o de oficinas y si no supera los límites de altura establecidos en el Artículo 336-5(a)(1).

(c1) Alternativa a (c): Para cable aéreo, si el edificio es de uso industrial y la naturaleza de la actividad desarrollada en el mismo exige medios muy flexibles para la conexión de equipos.

NOTA : Para los límites de temperatura de los conductores, ver el Artículo 310-10.

342-4. Usos no permitidos. No se deben usar extensiones no metálicas :

(a) Como cables aéreos. Como cables aéreos en sustitución de cualquiera de los métodos generales de alambrado especificados en este *Código*.

(b) Áreas sin acabados. En sótanos, desvanes o lugares bajo el tejado sin acabar.

(c) Tensión entre conductores. En forma de extensión de superficie, cuando la tensión entre conductores supere los 150 V; en forma de cable aéreo, cuando la tensión entre conductores supere los 300 V.

(d) Vapores corrosivos. Cuando esté sometida a vapores corrosivos.

(e) A través de pisos o tabiques. Cuando tenga que pasar a través de pisos o tabiques o tenga que salir de la habitación donde comience.

342-5. Empalmes y derivaciones. Las extensiones deben consistir en un conjunto continuo e ininterrumpido, sin empalmes y sin conductores expuestos entre los accesorios. Se permiten derivaciones cuando se utilicen medios de conexión aprobados que las tapen completamente. Los cables aéreos y sus conectores deben ir dotados de un medio aprobado para señalar la polaridad. Las derivaciones con conectores del tipo tomacorriente deben ser del tipo de seguridad con enclavamiento mecánico.

342-6. Accesorios. Cada tramo de la extensión debe terminar en un accesorio que tape el extremo de todo el conjunto. Todos los accesorios y dispositivos deben ser de un tipo identificado para ese uso.

342-7. Instalación. Las extensiones no metálicas se deben instalar según lo establecido en los siguientes apartados (a) y (b).

(a) Extensiones no metálicas superficiales.

(1) Se permite instalar una o mas extensiones a partir de una salida en cualquier dirección, pero no sobre el piso ni a menos de 50 mm del piso.

(2) Las extensiones no metálicas de superficie se deben sujetar por medios aprobados a intervalos no superiores a 200 mm.

Excepción : Cuando la conexión con la salida se haga por medio de un enchufe o clavija, se permite que la primera sujeción esté a 300 mm o menos de la clavija. Debe haber como mínimo un elemento de sujeción entre cada dos salidas contiguas. Una extensión sólo se debe sujetar a elementos de madera o yeso y no debe estar en contacto con metales ni con otros materiales conductores, excepto con las placas metálicas de los tomacorrientes.

(3) Las curvas que reduzcan la separación normal entre conductores se deben cubrir con una tapa para proteger el conjunto contra daños físicos.

(b) Cables aéreos.

(1) Los cables aéreos deben estar sujetos a su cable mensajero y sujetos firmemente en cada extremo con abrazaderas y tensores. Debe haber soportes intermedios a intervalos no superiores a 6,0 m. Se debe ajustar la tensión del cable para evitar una flecha excesiva. El cable debe guardar una distancia no inferior a 50 mm con los miembros estructurales de acero u otros materiales conductores.

(2) Los cables aéreos deben estar a una distancia no inferior a 3,0 m sobre el piso de zonas accesibles a peatones y no inferior a 4,20 m sobre el piso de zonas accesibles a tráfico de vehículos.

(3) Los cables suspendidos sobre zonas de trabajo no accesibles al tráfico peatonal, deben guardar una distancia no inferior a 2,40 m sobre el piso.

(4) Se permiten los cables aéreos como medios de soporte de elementos de iluminación cuando la carga total sobre el cable mensajero no supere la de diseño.

(5) Se permite utilizar el cable mensajero como conductor de puesta a tierra de los equipos siempre que esté instalado de acuerdo con las disposiciones aplicables de la Sección 250 y debidamente identificado como conductor de puesta a tierra de los equipos. El cable mensajero no se debe utilizar 9como conductor de un circuito ramal.

342-8. Rótulos. Las extensiones no metálicas se deben rotular según lo establecido en el Artículo 110-21.

Sección 343 - TUBERÍA SUBTERRÁNEA NO METÁLICA CON CONDUCTORES

A. Generalidades

343-1. Descripción. La tubería subterránea no metálica con conductores es un conjunto montado en fábrica de conductores o cables dentro de un tubo no metálico de sección circular y paredes lisas. El tubo no metálico debe estar hecho de un material resistente a la humedad y a los agentes corrosivos. También puede ser suministrado en carretes sin que se rompa o tuerza y debe ser de resistencia suficiente para soportar malos tratos, como golpes

o aplastamientos, tanto durante su manipulación como durante su instalación, sin que sufran daños el tubo ni los conductores.

343-2. Otras Secciones. La instalación de tubos subterráneos no metálicos con conductores debe cumplir las disposiciones aplicables de la Sección 300. Cuando haya que poner a tierra los equipos según exige la Sección 250, se debe utilizar un conjunto que contenga un conductor independiente de puesta a tierra de los equipos.

343-3. Usos permitidos. Se permite el uso de tubos subterráneos no metálicos certificados con conductores y accesorios :

(1) En instalaciones directamente enterradas. Para los requisitos mínimos de cobertura, véanse las columnas de los tubos rígidos no metálicos de las Tablas 300-5 y 710-4(b).

(2) Empotrados o embebidos en concreto.

(3) En rellenos de escoria.

(4) En lugares subterráneas sometidos a condiciones corrosivas severas, como se especifica en el Artículo 300-6 y sujetos a productos químicos para los que el conjunto esté específicamente aprobado.

343-4. Usos no permitidos. No está permitido utilizar tubos subterráneos no metálicos :

(1) Cuando estén expuestos.

(2) En el interior de las edificaciones.

Excepción : Se permite que, cuando sea adecuado, la parte de los conductores o cables del conjunto se prolongue hasta el interior de la edificación para las terminaciones, de acuerdo con el Artículo 300-3.

(3) En lugares peligrosos (clasificados).

Excepción : Lo establecido en los Artículos 503-3(a), 504-20, 514-8 y 515-5 y en los lugares de Clase I División 2, tal como permite el Artículo 501-4(b) Excepción.

B. Instalación

343-5. Tamaño.

(a) Mínimo. No se deben usar tubos subterráneos no metálicos con conductores que tengan un diámetro comercial inferior a 16 mm (1/2 pulgada).

(b) Máximo. No se deben usar tubos subterráneos no metálicos con conductores que tengan un diámetro comercial superior a 103 mm (4 pulgadas).

343-6. Desbastado. En sus terminaciones, los tubos se deben desbastar separándolos de los conductores o cables y utilizando un método adecuado que no perjudique el aislamiento o forro de los conductores o cables. Todos los extremos se deben desbastar por dentro y por fuera para dejarlos lisos.

343-7. Uniones. Todas las uniones entre las canalizaciones, accesorios y cajas se deben hacer con métodos aprobados.

343-8. Terminación de los conductores. Todas las terminaciones de los conductores o cables en los equipos se deben hacer por un método aprobado para ese tipo de conductor o cable.

343-9. Pasacables. Cuando un tubo subterráneo no metálico con conductores entre en una caja, armario u otro encerramiento, se debe instalar un pasacables o adaptador que proteja el conductor o cable de la abrasión, a menos que el diseño de la caja, armario o encerramiento ofrezca una protección equivalente.

NOTA : Para protección de los conductores de sección transversal nº. 4 o mayor, ver el Artículo 300-4(f).

343-10. Curvas. Cómo se hacen. Las curvas de los tubos subterráneos no metálicos se deben hacer de modo que el tubo no sufra daños y que su diámetro interno no se reduzca.

343-11. Curvas. Número de curvas en un tramo. Entre dos puntos de terminación, p. ej., entre conduletas o cajas, no debe haber más del equivalente a cuatro curvas de un cuadrante (360° en total).

343-12. Empalmes y derivaciones. Los empalmes y derivaciones sólo se deben hacer en las cajas de empalmes, cajas de salida, cajas de dispositivos o conduletas. Para las normas sobre instalación y uso de las cajas y conduletas, véase la Sección 370.

C. Especificaciones de construcción

343-13. Generalidades. Los tubos subterráneos no metálicos con conductores se suministran como conjunto continuo en un carrete, rollo o caja de cartón.

343-14. Conductores y cables. Los conductores y cables utilizados en los tubos subterráneos no metálicos con conductores deben estar certificados y ser adecuados para su uso en lugares mojados. Además deben cumplir lo siguiente :

(a) De 600 V o menos. Se permite utilizarlos en circuitos de corriente alterna y corriente continua. Todos los conductores deben tener un aislamiento nominal igual como mínimo a la tensión nominal máxima del circuito de cualquier conductor o cable dentro del tubo.

(b) De más de 600 V. Los conductores o cables de más de 600 V nominales no deben ocupar el mismo tubo que conductores o cables de circuitos de 600 V nominales o menos.

343-15. Número de conductores. El número máximo de conductores o cables en tubos subterráneos no metálicos con conductores no debe superar el porcentaje de ocupación permitido en la Tabla 1, Capítulo 9.

343-16. Rótulos. Los tubos subterráneos no metálicos con conductores deben ir rotulados de modo claro y duradero por lo menos cada 3,0 m, como se exige en el Artículo 110-21. La marca debe incluir también el tipo de material del que está hecho el tubo. La identificación de los conductores o cables del conjunto, debe ir en una rótulo unido a cada extremo del conjunto o en los laterales del carrete. Las rótulos de los conductores o cables encerrados deben cumplir lo establecido en el Artículo 310-11.

Sección 345 - TUBO (CONDUIT) METÁLICO INTERMEDIO - NTC 169 (Tipo IMC)

A. Generalidades

345-1. Definición. Un tubo metálico intermedio es una canalización metálica certificada, de sección transversal circular, con uniones, conectores y accesorios integrados o asociados, aprobado para la instalación de conductores eléctricos.

345-2. Otras Secciones. Las instalaciones de tubo metálico intermedio deben cumplir lo establecido en los correspondientes artículos de la Sección 300.

345-3. Usos permitidos.

(a) Todas las condiciones atmosféricas y ocupaciones. Se permite el uso de tubo metálico intermedio en todas las condiciones atmosféricas y en todas las ocupaciones. Cuando sea posible, se debe evitar que en el sistema haya metales distintos en contacto para evitar la posibilidad de reacciones galvánicas. Se permite utilizar tubo metálico intermedio como conductor de puesta a tierra de los equipos.

Excepción : Con tubos metálicos intermedios de acero se permite utilizar encerramientos y accesorios de aluminio.

(b) Protección contra la corrosión. Se permite instalar tubos metálicos intermedios, codos, juntas y accesorios en concreto, en contacto directo con la tierra o en zonas sometidas a condiciones corrosivas severas, si están protegidos contra la corrosión y se juzgan adecuados para esas circunstancias.

NOTA : Para la protección contra la corrosión véase el Artículo 300-6.

(c) Con relleno de escoria. Se permite instalar tubo metálico intermedio en o bajo relleno de escoria donde esté sujeto a humedad permanente, protegido por todos los lados por una capa de concreto sin escoria de espesor no inferior a 50 mm, donde el tubo no esté a menos de 0,50 m bajo la escoria o donde esté protegido contra la corrosión y se estime adecuado para esas condiciones.

NOTA : Para la protección contra la corrosión véase el Artículo 300-6.

B. Instalación

345-5. Lugares mojados. Todos los soportes, pernos, abrazaderas, tornillos, etc., deben ser de material resistente a la corrosión o estar protegidos por materiales resistentes contra la corrosión.

NOTA : Para la protección contra la corrosión véase el Artículo 300-6.

345-6. Tamaño.

(a) Mínimo. No se deben utilizar tubos de metal intermedio de diámetro comercial inferior a 16 mm (½ pulgada).

(b) Máximo. No se deben utilizar tubos de metal intermedio de diámetro comercial superior a 103 mm (4 pulgadas).

NOTA : La denominación métrica de los tubos metálicos intermedios es la misma que se recoge en el documento *Extra-heavy Duty Rigid Steel Conduits for Electrical Installations,* IEC 981-1989, es decir: ½ = 16, ¾ = 21, 1 = 27, 1 ¼ = 35, 1 ½ = 41, 2 = 53, 2 ½ = 63, 3 = 78, 3 ½ = 91, 4 = 103.

345-7. Número de conductores en un tubo. El número de conductores en un tubo no debe superar lo permitido en la Tabla 1 del Capítulo 9, según el tamaño de los tubos recogidos en la Tabla 4 del Capítulo 9.

345-8. Desbastado y roscado. Todos los extremos cortados de los tubos se deben desbastar o acabar de cualquier otra forma para eliminar los bordes agudos y dejarlos lisos. Cuando el tubo se aterraje (rosque) en obra, se debe utilizar una aterrajadora estándar con conicidad de 1 por 16 (62.5mm por metro).

NOTA : Véase *Standards for Pipe Threads, General Purpose (Inch)*, ANSI/ASME B.1.20.1-1983.

345-9. Acoplamientos y conectores.

(a) Sin rosca. Los acoplamientos y conectores sin rosca utilizados con los tubos se deben ajustar bien. Cuando estén enterrados en mampostería o concreto, deben ser herméticos al concreto. Cuando estén en lugares mojados, deben ser de tipo hermético a la lluvia.

(b) Con rosca pasante. En los tubos metálicos intermedios no se deben utilizar roscas pasantes para la conexión de los acoples.

345-10. Curvas. Cómo se hacen. Las curvas de los tubos metálicos intermedios se deben hacer de modo que el tubo no sufra daños y que su diámetro interno no se reduzca significativamente. El radio de curvatura del borde interior de cualquier curva hecha en obra no debe ser inferior al indicado en la Tabla 346-10.

Excepción : En las curvas hechas en obra en conductores con cables sin cubierta de plomo, con máquinas de curvar de un solo golpe diseñadas para ese fin, el radio de curvatura mínimo no debe ser inferior al indicado en la Tabla 346-10, Excepción.

345-11. Curvas. Número de curvas en un tramo. Entre dos puntos de sujeción, p. ej., entre conduletas o cajas, no debe haber más del equivalente a cuatro curvas de un cuadrante (360°en total).

345-12. Soportes. Los tubos metálicos intermedios se deben instalar como un sistema completo, como establece la Sección 300, y deben ir bien sujetos. Los tubos se deben apoyar como mínimo cada 3,0 m. Además el tubo se debe sujetar bien a menos de 0,9 m de cada caja de salida, caja de corte, caja de dispositivos, armario, registro u otra terminación cualquiera. Cuando los miembros de la estructura no permitan sujetar fácilmente los tubos cada 0,9 m, se permite aumentar la distancia hasta 1,50 m.

Excepción nº. 1 : Si están hechos con acoplamientos a rosca, se permite apoyar los tramos rectos de los tubos metálicos intermedios según lo establecido en la Tabla 346-12, siempre que tales soportes eviten la transmisión de esfuerzos a la terminación donde el tubo se doble entre los soportes.

Excepción nº. 2 : En ductos verticales expuestos para maquinaria industrial se permite aumentar la distancia de los soportes hasta 6,0 m, siempre que el tubo esté hecho con acoplamientos roscados, esté bien sujeto en la parte superior e inferior del ducto vertical y no haya a mano otros medios de soporte intermedio.

Excepción nº. 3 : Cuando esté aprobado, no se requiere sujetar los tubos a menos de 0,9 m del cabezal de la acometida, cuando termine en un poste sobre el techo.

Excepción nº. 4 : Se permiten tramos horizontales de tubos metálicos intermedios apoyados en aberturas a través de miembros de la estructura, a intervalos no superiores a 3,0 m y bien sujetos a menos de 0,9 m de los puntos de terminación.

345-13. Cajas y accesorios. Véase la Sección 370.

345-14. Empalmes y derivaciones. Los empalmes y derivaciones deben hacerse de acuerdo con el Artículo 300-15. Para las normas sobre instalación y uso de cajas y conduletas, véase la Sección 370.

345-15. Pasacables. Cuando un tubo metálico intermedio entre en una caja, armario u otro encerramiento, se debe instalar un pasacables o adaptador que proteja el conductor o cable de la abrasión, siempre que el diseño de la caja, armario o encerramiento no ofrezca una protección equivalente.

NOTA : Para protección de los conductores de sección transversal nº. 4 o mayor, ver el Artículo 300-4(f).

C. Especificaciones de construcción

345-16. Generalidades. Los tubos metálicos intermedios deben cumplir las siguientes especificaciones (a) a (c):

(a) Longitud normalizada. Los tubos metálicos intermedios que se suministren deben ser de longitud normalizada de 3,0 m, incluidos los acoplamientos, uno por cada tramo normalizado. Para aplicaciones especiales de uso se permite suministrarlos en longitudes inferiores o superiores a 3,0 m con o sin acoplamientos.

(b) De material resistente a la corrosión. Los tubos de metales no ferrosos resistentes a la corrosión deben llevar rótulos adecuados.

(c) Rótulos. Cada tramo debe ir rotulado de modo claro y duradero cada 0,8 m, con las letras IMC (Intermediate Metal Conduit). Además, cada tramo debe ir rotulado según lo requiere la primera frase de el Artículo 110-21.

Nota : Véase la norma *NTC 169, Tubos de acero tipo "IMC" recubiertos de cinc para la conducción y protección de conductores eléctricos (tubería conduit), 1994*

Sección 346 - TUBO (CONDUIT) METÁLICO RÍGIDO - NTC 171 (Tipo Rigid)

346-1. Uso. Se permite el uso de tubo metálico rígido en todas las condiciones atmosféricas y en todas las ocupaciones, siempre que se cumplan las siguientes condiciones:

(a) Protegidos por esmalte. Si los tubos y accesorios de metales ferrosos sólo están protegidos contra la corrosión por un esmalte, se permite su uso únicamente en interiores y en ocupaciones no sujetos a condiciones corrosivas severas.

(b) Metales distintos. Cuando sea posible se debe evitar que haya metales distintos en contacto dentro de la misma instalación, para eliminar la posibilidad de reacción galvánica.

Excepción : Se permite utilizar accesorios y armarios de aluminio con tubos de acero rígidos y armarios y accesorios de acero con tubos de aluminio rígidos.

(c) Protección contra la corrosión. Se permite instalar conductos, codos, acoplamientos y accesorios de metales ferrosos y no ferrosos en concreto, en contacto directo con la tierra o en zonas sujetas a corrosión severa, si están protegidos contra la corrosión y se juzgan adecuados para esas condiciones.

NOTA : Para la protección contra la corrosión véase el Artículo 300-6.

346-2. Otras Secciones. Las instalaciones con tubo de metal rígido deben cumplir lo establecido en las correspondientes disposiciones de la Sección 300.

A. Instalación

346-3. Relleno de escoria. Se permite instalar los tubos de metal rígidos en o bajo relleno de escoria cuando estén sometidos a humedad permanente, cuando estén protegidos por todos sus lados por una capa de concreto sin escoria no inferior a 50 mm de espesor, cuando el tubo esté a no menos de 450 mm bajo la escoria o cuando esté protegido contra la corrosión y se juzgue adecuado para esas condiciones.

NOTA : Para la protección contra la corrosión véase el Artículo 300-6.

346-4. En lugares mojados. Todos los soportes, pernos, abrazaderas, tornillos, etc. deben ser de material resistente contra la corrosión o estar protegidos por material resistente contra la corrosión.

NOTA : Para la protección contra la corrosión véase el Artículo 300-6.

346-5. Tamaño.

(a) Mínimo. No se deben utilizar tubos de metal rígido con diámetro comercial inferior a 16 mm (½ pulgada).

Excepción : Para contener los terminales de motores, como lo permite el Artículo 413-145(b).

(b) Máximo. No se deben utilizar tubos de metal rígido con diámetro comercial superior a 155 mm (6 pulgadas).

NOTA : La denominación métrica de los tubos metálicos rígidos es la misma que se recoge en el documento *Extra-heavy Duty Rigid Steel Conduits for Electrical Installations,* IEC 981-1989, es decir: ½ = 16, ¾ = 21, 1 = 27, 1 ¼ = 35, 1 ½ = 41, 2 = 53, 2 ½ = 63, 3 = 78, 3 ½ = 91, 4 = 103, 5 = 129, 6 = 155.

346-6. Número de conductores en un tubo. El número de conductores permitido en un solo tubo no debe superar el porcentaje de ocupación especificado en la Tabla 1, Capítulo 9.

346-7. Desbastado y roscado.

(a) Desbastado. Todos los extremos cortados de los tubos se deben desbastar o acabar de cualquier otra forma para eliminarles superficies cortantes y dejarlos lisos.

(b) Roscado. Cuando el tubo se aterraje (rosque) en obra, se debe utilizar una aterrajadora normal con conicidad de 1 por 16 (6,25 mm por metro).

NOTA : Véase *Standards for Pipe Threads, General Purpose (Inch)*, ANSI/ASME B.1.20.1-1983.

346-8. Pasacables. Cuando un tubo metálico rígido entre en una caja, armario u otro encerramiento, se debe instalar un pasacables o adaptador que proteja el conductor o cable de la abrasión, a menos que el diseño de la caja, armario o encerramiento ofrezca una protección equivalente.

NOTA : Para protección de conductores de sección transversal nº. 4 o mayor, véase el Artículo 300-4(f).

346-9. Acoplamientos y conectores.

(a) Sin rosca. Los acoplamientos y conectores sin rosca utilizados con los tubos deben ser herméticos. Cuando estén enterrados en mampostería o concreto, deben ser herméticos al concreto. Cuando estén en lugares mojados, deben ser de tipo hermético a la lluvia.

(b) Con rosca pasante. En los tubos metálicos intermedios no se deben utilizar roscas pasantes para la conexión de los acoples.

346-10. Curvas. Cómo se hacen. Las curvas de los tubos de metal rígidos se deben hacer de modo que el tubo no sufra daños y que su diámetro interno no se reduzca. El radio de curvatura del borde interior de cualquier curva hecha en obra no debe ser inferior al indicado en la Tabla 346-10.

Excepción : En las curvas hechas en obra en conductores sin cubierta de plomo, con máquinas de curvar de un solo golpe diseñadas para ese fin, el radio de curvatura mínimo no debe ser inferior al indicado en la Tabla 346-10, Excepción.

Tabla 346-10 Radio de curvatura de los tubos conduit (en cm)

Tamaño comercial del tubo	Conductores sin recubrimiento de plomo	Conductores con recubrimiento de plomo

mm	pulgadas	cm	cm
16	½	10	15,2
21	¾	12,7	20,3
27	1	15,2	27,9
35	1 ¼	20,3	35,6
41	1 ½	25,4	40,6
53	2	30,5	53,3
63	2 ½	38,1	63,5
78	3	45,7	78,7
91	3 ½	53,3	91,4
103	4	61	101,6
129	5	76,2	127,0
155	6	91,4	154,9

346-11. Curvas. Número de curvas en un tramo. Entre dos puntos de sujeción, p. ej., entre conduletas o cajas, no debe haber más del equivalente a cuatro curvas de un cuadrante (360°en total).

Tabla 346-10, Excepción. Radio de curvatura de los tubos conduit (en cm)

Tamaño comercial del tubo		Radio al centro del tubo
mm	pulgadas	cm
16	½	10,2
21	¾	11,4
27	1	14,6
35	1 ¼	18,4
41	1 ½	21,0
53	2	24,1
63	2 ½	26,7
78	3	33,9
91	3 ½	38,1
103	4	40,6
129	5	61,0
155	6	76,2

346-12. Soportes. Los tubos de metal rígidos se deben instalar como sistema completo, como establece la Sección 300, y sujetar bien. Los tubos se deben apoyar como mínimo cada 3,0 m. Además, el tubo se debe sujetar bien a menos de 0,9 m de cada caja de salida, caja de corte, caja de dispositivos, armario, registro u otra terminación cualquiera. Cuando los miembros de la estructura no permitan fácilmente sujetar los tubos cada 0,90 m, se permite aumentar la distancia hasta 1,50 m.

Excepción nº. 1 : Si están hechos con acoplamientos a rosca, se permite apoyar los tramos rectos de los tubos metálicos rígidos según lo establecido en la Tabla 346-12, siempre que tales soportes eviten la transmisión de esfuerzos a la terminación donde el tubo se doble entre los soportes.

Excepción nº. 2 : En ductos verticales expuestos para maquinaria industrial se permite aumentar la distancia de los soportes hasta 6,0 m, siempre que el tubo esté hecho con acoplamientos roscados, esté bien sujeto en la parte superior e inferior del ducto vertical y no haya a mano otros medios de soporte intermedio.

Excepción nº. 3 : Cuando esté aprobado, no se requiere sujetar los tubos a menos de 0,9 m de la entrada de la acometida, cuando termine en un poste sobre el techo.

Excepción nº. 4 : Se permiten tramos horizontales de tubos metálicos rígidos apoyados en aberturas a través de miembros de la estructura, a intervalos no superiores a 3,0 m y bien sujetos a menos de 0,9 m de los puntos de terminación.

346-13. Cajas y accesorios. Las cajas y accesorios deben cumplir con las disposiciones aplicables de la Sección 370.

346-14. Empalmes y derivaciones. Los empalmes y derivaciones deben hacerse de acuerdo con el Artículo 300-15. Para las normas sobre instalación y uso de cajas y conduletas, véase la Sección 370.

Tabla 346-12 Soportes para tubo conduit metálico rígido

Tamaño comercial del tubo		Distancia máxima entre soportes
mm	**pulgadas**	**m**
13 - 16	½ - ¾	3
27	1	3,6
35 - 41	1 ¼ - 1 ½	4,2
53 - 63	2 - 2 ½	4,8
78 en adelante	3 en adelante	6,0

B. Especificaciones de construcción

346-15. Generalidades. Los tubos de metal rígidos deben cumplir las siguientes especificaciones (a) a (c):

(a) Longitud normalizada. Los tubos de metal rígido se suministran en longitud normalizada de 3,0 m, incluido el acoplamiento (se suministra un acoplamiento con cada tramo normalizado). Los tubos se deben desbastar y aterrajar en sus dos extremos. Para aplicaciones o usos específicos se permite suministrar longitudes normalizadas, más cortas o más largas de 3,0 m con o sin acoplamientos y con o sin rosca.

(b) De material resistente a la corrosión. Los tubos de metales no ferrosos resistentes a la corrosión deben llevar rótulos adecuados.

(c) Identificación duradera. Cada tubo debe ir identificado de modo claro y duradero cada 3,0 m, según exige la primera frase de el Artículo 110-21.

Nota : Véase la norma *NTC 171, Tubos de acero tipo "Rigid" recubiertos de cinc para la conducción y protección de conductores eléctricos (tubería conduit), 1994.*

Sección 347 - TUBO (CONDUIT) RÍGIDO NO METÁLICO - NTC 979

347-1. Descripción. Esta sección se debe aplicar a un tipo de tubo y accesorios de material no metálico adecuado, resistente a la humedad y a atmósferas químicas. Para uso por encima del suelo, debe ser además retardante de la llama, resistente a los impactos y al aplastamiento, resistente a las distorsiones por calentamiento en las condiciones que se vayan a dar en servicio y resistente a las bajas temperaturas y a la luz del sol. Para uso subterráneo, el material debe ser aceptablemente resistente a la humedad y a los agentes corrosivos y de resistencia suficiente para soportar malos tratos, como impactos y aplastamientos, durante su manipulación e instalación. Se permiten en instalaciones subterráneas tubos certificados para este objeto en longitudes continuas de un carrete. Cuando estén diseñados para enterrarlos directamente, sin empotrarlos en concreto, el material de estos tubos debe ser, además, capaz de soportar las cargas continuas previstas para después de su instalación.

347-2. Usos permitidos. Se permite el uso de tubo rígido no metálico certificado y sus accesorios, en las siguientes condiciones:

(a) **Ocultos.** En paredes, pisos y techos.

(b) **En atmósferas corrosivas.** En lugares expuestos a atmósferas corrosivas intensas, como se especifica en el Artículo 300-6, y sometidos a productos químicos para los que estén aprobados específicamente esos materiales.

(c) **Escoria.** En rellenos de escoria.

(d) **En lugares mojados.** En instalaciones en centrales lecheras, lavanderías, fábricas de conservas u otros locales mojados y en lugares en los que se laven frecuentemente las paredes; todo el sistema de conducción, incluidas las cajas y accesorios usadas en ellos, deben estar instalados y equipados de manera que eviten que entre el agua en los tubos y conductos. Todos los soportes, pernos, abrazaderas, tornillos, etc. deben ser de material resistente a la corrosión o estar protegidos por materiales aprobados resistentes a la corrosión.

(e) **En lugares secos y húmedos.** En los lugares secos y húmedos no prohibidos por el Artículo 347-3.

(f) **Expuestos.** Para instalaciones expuestas no sujetas a daños físicos, si están identificados para dicho uso.

(g) **En instalaciones subterráneas.** Para las instalaciones subterráneas, véanse los Artículos 300-5 y 710-4(b).

NOTA : Las temperaturas muy bajas pueden hacer que algunos tubos no metálicos se vuelvan frágiles y por tanto sean más susceptibles a daños por contacto físico.

347-3. Usos no permitidos. No se debe utilizar tubo rígido no metálico:

(a) **En lugares peligrosos (clasificados).** En los lugares peligrosos (clasificados), excepto lo establecido en los Artículos 503-3(a), 504-20, 514-8 y 515-5 y en los lugares de Clase I División 2, tal como permite el Artículo 501-4(b), Excepción.

(b) **Como soporte de artefactos.** Como soporte de artefactos u otros equipos.

Excepción : Se permite usar tubos rígidos no metálicos para soporte de conduletas no metálicos y de tamaño no superior al mayor tamaño comercial de las canalizaciones que entren en los mismos. Las conduletas no deben contener dispositivos ni elementos de soporte.

(c) **Expuesto a daños físicos.** Cuando esté expuesto a daños físicos, si no está identificado para ese uso.

(d) **Temperatura ambiente.** Cuando esté expuesto a temperaturas ambientes superiores a aquellas para las cuales está certificado.

(e) **Límites de temperatura del aislamiento.** Para conductores cuyos límites de temperatura del aislamiento superen los de certificado del tubo.

(f) **En teatros y locales similares.** En teatros y locales similares, excepto lo establecido en las Secciones 518 y 520.

347-4. Otras Secciones. Las instalaciones con tubo rígido no metálico deben cumplir las disposiciones aplicables de la Sección 300. Cuando, según la Sección 250, se requiera la puesta a tierra de los equipos, se debe instalar en el tubo un conductor para conexión equipotencial de equipos independiente.

Excepción : Lo permitido en el Artículo 250-57(b) Excepción nº. 2 para instalaciones de c.c. y en el Artículo 250-57(b) Excepción nº. 3, para conductores de puesta a tierra de equipos independientes.

A. Instalación

347-5. Desbastado. Todos los extremos de los tubos se deben desbastar por dentro y por fuera para dejarlos lisos.

347-6. Uniones. Todas las uniones entre los tubos y entre los tubos y acoplamientos, cajas y accesorios, se deben hacer con un método aprobado.

347-8. Soportes. Los tubos rígidos no metálicos se deben instalar como sistema completo, como establece el Artículo 300-18 y se deben apoyar como exige la Tabla 347-8. Además los tubos deben ir bien sujetos a menos de 900 mm de cada caja de salida, caja de corte, caja de dispositivos, registro u otra terminación del tubo. Los tubos rígidos no metálicos se deben sujetar de modo que se deje holgura para los movimientos de dilatación o contracción térmica. Los tubos rígidos no metálicos certificados para poderlos sujetar a distancias distintas de 910 mm y a distancias distintas de las especificadas en la Tabla 347-8, se pueden utilizar de acuerdo con su certificado.

Excepción : Se permiten tramos horizontales de tubo rígido no metálico apoyados en aberturas a través de miembros de la estructura, a intervalos no superiores a los de la Tabla 347-8 y bien sujetos a menos de 900 mm de los puntos de terminación.

Tabla 347-8 Soportes de los tubos rígidos no metálicos

Tamaño comercial del tubo		Separación máxima entre soportes
mm	**pulgadas**	**m**
16 - 27	½ - 1	0,9
35 - 53	1 ¼ - 2	1,5
63 - 78	2 ½ - 3	1,8
91 - 129	3 ½ - 5	2,1
155	6	2,4

347-9. Juntas de dilatación. Cuando se espere que la dilatación o contracción térmica de los tubos rígidos no metálicos, de acuerdo con las Tablas del Capítulo 9, sea de 6,4 mm o mayor, en un tramo recto entre elementos bien sujetos como cajas, armarios, codos u otras terminaciones de los tubos, se deben instalar juntas de dilatación para compensar dichos movimientos.

347-10. Tamaño.

(a) Mínimo. No se debe utilizar tubo rígido no metálico de tamaño comercial inferior a 16 mm (1/2 pulgada).

(b) Máximo. No se debe utilizar tubo rígido no metálico de tamaño comercial superior a 155 mm (6 pulgadas).

347-11. Número de conductores en un tubo. El número de conductores en un tubo no debe superar lo permitido en la Tabla 1 del Capítulo 9.

347-12. Pasacables. Cuando un tubo metálico intermedio entre en una caja, armario u otro encerramiento, se debe instalar un pasacables o adaptador que proteja el conductor o cable de la abrasión, a menos que el diseño de la caja, armario o encerramiento ofrezca una protección equivalente.

NOTA : Para la protección de los conductores de sección transversal nº. 4 o mayor, véase el Artículo 300-4(f).

347-13. Curvas. Cómo se hacen. Las curvas de los tubos rígidos no metálicos se deben hacer de modo que el tubo no sufra daños y que su diámetro interno no se reduzca sustancialmente. Cuando se hagan en obra se debe utilizar únicamente un equipo de doblar identificado para ese uso. El radio de curvatura del borde interior de dichas curvas no debe ser inferior al especificado en la Tabla 346-10.

347-14. Curvas. Número de curvas en un tramo. Entre dos puntos de sujeción, p. ej., entre conduletas o cajas, no debe haber más del equivalente a cuatro curvas de un cuadrante (360°en total).

347-15. Cajas y accesorios. Las cajas y accesorios deben cumplir las disposiciones aplicables de la Sección 370.

347-16. Empalmes y derivaciones. Los empalmes y derivaciones deben hacerse de acuerdo con el Artículo 300-15. Para las normas sobre instalación y uso de cajas y conduletas, véase la Sección 370.

B. Especificaciones de construcción

347-17. Generalidades. Los tubos rígidos no metálicos deben cumplir lo siguiente:

Rótulos. Cada tramo de tubo no metálico se debe rotular de modo claro y duradero por lo menos cada 3,0 m, como establece el primer párrafo de el Artículo 110-21. Los rótulos deben incluir también el tipo de material, a menos que sea identificable visualmente. Para los tubos reconocidos para usos sobre el suelo, esos rótulos deben ser permanentes. Para los tubos exclusivamente para instalaciones subterráneas, esos rótulos deben ser suficientemente duraderos para que sigan siendo legibles hasta que el material quede instalado. Se permite rotular los tubos en la superficie para indicar las características especiales del material.

NOTA 1 : Por ejemplo, algunos de estos rótulos opcionales pueden ser "LS" (humo limitado), "resistente a la luz del sol", etc.

NOTA 2 : Véanse las normas *NTC 979, Tubos y curvas de poli(cloruro de vinilo) (PVC) rígido para alojar y proteger conductores eléctricos aislados, 1998 y NTC 1630 Tubos de PVC rígido para alojar y proteger conductores subterráneos eléctricos y telefónicos, 1992*.

Sección 348 - TUBERÍA ELÉCTRICA METÁLICA - NTC 105 (Tipo EMT)

348-1. Uso. Se permite el uso de tuberías eléctricas metálicas en instalaciones expuestas y ocultas. No se deben utilizar tuberías eléctricas metálicas: (1) cuando durante su instalación o después puedan verse sometidas a daños físicos graves; (2) cuando estén protegidas contra la corrosión sólo por un esmalte; (3) en concreto de escoria o relleno de escoria cuando estén sometidas a humedad permanente, si no están protegidas por todos sus lados mediante una capa de concreto sin escoria de 50 mm de espesor mínimo o si la tubería no está como mínimo a 0,5 m bajo el relleno; (4) en cualquier lugar peligroso (clasificado) excepto lo permitido por los Artículos 502-4, 503-3 y 504-20, o (5) como soporte de artefactos u otros equipos, excepto de conduletas no superiores a la tubería de mayor diámetro comercial. Cuando sea posible se debe evitar que haya metales distintos en contacto dentro de la misma instalación, para eliminar la posibilidad de reacción galvánica.

Excepción : Se permite utilizar accesorios y encerramientos de aluminio con tuberías eléctricas metálicas.

Se permite instalar tuberías eléctricas, codos, acoplamientos y accesorios de metales ferrosos o no ferrosos en concreto, en contacto directo con la tierra o en zonas expuestas a ambientes corrosivos graves cuando estén protegidos contra la corrosión y se consideren adecuados para esas condiciones.

NOTA : Para la protección contra la corrosión véase el Artículo 300-6.

348-2. Otras Secciones. Las instalaciones de tuberías eléctricas metálicas deben cumplir las disposiciones aplicables de la Sección 300.

A. Instalación

348-4. En lugares mojados. Todos los soportes, pernos, abrazaderas, tornillos, etc., deben ser de material resistente a la corrosión o estar protegidos contra la corrosión por materiales resistentes contra la corrosión.

NOTA : Para la protección contra la corrosión véase el Artículo 300-6.

348-5. Tamaño.

(a) Mínimo. No se deben utilizar tuberías de diámetro comercial inferior a 1/2 pulgada.

Excepción : Para cables de motores, como permite el Artículo 413-145(b).

(b) Máximo. No se deben utilizar tuberías de diámetro comercial superior a 4 pulgadas.

NOTA : La denominación métrica de los tubos metálicos intermedios es la misma que se recoge en el documento *Extra-heavy Duty Rigid Steel Conduits for Electrical Installations,* IEC 981-1989, es decir: ½ = 16, ¾ = 21, 1 = 27, 1 ¼ = 35, 1 ½ = 41, 2 = 53, 2 ½ = 6 3, 3 = 78, 3 ½ = 91, 4 = 103.

348-6. Número de conductores en una tubería. El número de conductores en una tubería no debe superar lo permitido en la Tabla 1 del Capítulo 9.

348-7. Roscas. Las tuberías eléctricas metálicas no deben tener roscas. Cuando se utilicen acoplamientos integrados, dichos acoplamientos se deben roscar en fábrica.

348-8. Acoplamientos y conectores. Los acoplamientos y conectores utilizados con las tuberías se deben impermeabilizar. Cuando estén enterrados en ladrillo u concreto, deben ser herméticos al concreto. Cuando estén en lugares mojados, deben ser de tipo hermético a la lluvia.

348-9. Curvas. Cómo se hacen. Las curvas de las tuberías se deben hacer de modo que la tubería no sufra daños y que su diámetro interno no se reduzca. El radio de curvatura del borde interior de cualquier curva hecha en obra no debe ser inferior al indicado en la Tabla 346-10.

Excepción : En las curvas hechas en obra con máquinas de curvar de un solo golpe diseñadas para ese fin, el radio de curvatura mínimo no debe ser inferior al indicado en la Tabla 346-10, Excepción.

348-10. Curvas. Número de curvas en un tramo. Entre dos puntos de sujeción, p. ej., entre conduletas o cajas, no debe haber más del equivalente a cuatro curvas de un cuadrante (360°en total).

348-11. Abocardado. Todos los extremos de las tuberías eléctricas metálicas se deben abocardar por dentro y por fuera para dejarlos lisos.

348-12. Soportes. Las tuberías eléctricas metálicas se deben instalar como sistema completo, como establece la Sección 300, y sujetarlas bien. Las tuberías se deben apoyar como mínimo cada 3,0 m. Además el tubo se debe sujetar bien a menos de 0,9 m de cada caja de salida, caja de corte, caja de dispositivos, armario, registro u otra terminación cualquiera.

Excepción nº. 1 : Se permiten tramos continuos apoyados en aberturas a través de miembros de la estructura, a intervalos no superiores a 1,5 m y bien sujetos a menos de 0,9 m de los puntos de terminación.

Excepción nº. 2 : Se permite sujetar por los extremos las tuberías eléctricas metálicas en instalaciones ocultas en edificios acabados o paneles de pared prefabricados cuando sea imposible sujetarlos de otro modo.

Se permiten tramos horizontales de tubos rígidos no metálicos apoyados en aberturas a través de miembros de la estructura, a intervalos no superiores a 3,0 m y bien sujetos a menos de 0,9 m de los puntos de terminación.

348-13. Cajas y accesorios. Las cajas y accesorios deben cumplir las disposiciones aplicables de la Sección 370.

348-14. Empalmes y derivaciones. Los empalmes y derivaciones se deben hacer de acuerdo con el Artículo 300-15. Para las reglas sobre instalación y uso de cajas y conduletas, véase la Sección 370.

B. Especificaciones de construcción

348-15. Generalidades. Las tuberías eléctricas metálicas deben cumplir las siguientes especificaciones (a) a (d):

(a) **Sección.** Las tuberías y los codos y otras secciones curvas que se utilicen con los mismos, deben ser de sección transversal circular.

(b) **Acabado.** Las tuberías deben tener un acabado u otro tratamiento de su superficie exterior que le proporcione un medio aprobado y duradero para distinguirlas fácilmente, una vez instaladas, de los tubos de metal rígidos.

(c) **Piezas de unión.** Cuando las tuberías se unan a rosca, la pieza de unión debe estar diseñada de modo que evite que la tubería se curve en cualquier parte de la rosca.

(d) **Rótulos.** Las tuberías eléctricas metálicas deben ir rotuladas de modo claro y duradero por lo menos cada 3,0 m, como se exige en la primera frase de el Artículo 110-21.

NOTA : Véanse las normas *NTC 105 Tubos de acero tipo "EMT", recubiertos de cinc para la conducción y protección de conductores eléctricos (tubería conduit), 1994 y NTC 1701 tubos de aluminio para la protección de conductores eléctricos, 1982.*

Sección 349 - TUBERÍA METÁLICA FLEXIBLE

A. Generalidades

349-1. Alcance. Las disposiciones de esta sección se aplican a las canalizaciones de sección transversal circular, metálicas, flexibles e impermeables, sin recubrimiento no metálico, para conductores eléctricos.

349-2. Otras Secciones. Las instalaciones de tuberías metálicas flexibles deben cumplir las disposiciones aplicables de la Sección 300 y de el Artículo 110-21.

349-3. Usos permitidos. Se permite usar tuberías metálicas flexibles en circuitos ramales (1) de lugares secos, (2) ocultos, (3) en lugares accesibles y (4) para instalaciones de tensión nominal máxima de 1.000 V.

349-4. Usos no permitidos. No se deben utilizar tuberías metálicas flexibles (1) en huecos de ascensores, (2) en cuartos de almacenamiento de baterías, (3) en lugares peligrosos (clasificados) si no lo autorizan otras Secciones de este *Código*, (4) directamente enterradas o empotradas en lechada de concreto o de agregados, (5) si están expuestas a daños físicos y (6) en tramos de más de 1,80 m.

B. Construcción e instalación

349-10. Tamaño.

(a) Mínimo. No se deben utilizar tuberías metálicas flexibles de diámetro comercial inferior a 16 mm (1/2 pulgada).

Excepción nº. 1 : Se permite instalar tuberías de tamaño comercial de 10 mm (3/8 de pulgada) según lo establecido en el Artículo 300-22(b) y (c).

Excepción nº. 2 : Se permite instalar tuberías de tamaño comercial de 10 mm (3/8 de pulgada) en tramos no superiores a 1,80 m como parte de un conjunto aprobado para elementos de iluminación. Véase el Artículo 410-67(c).

(b) Máximo. El tamaño máximo de las tuberías metálicas flexibles es el tamaño comercial de 21 mm (¾ de pulgada).

349-12. Número de conductores.

(a) Tuberías metálicas flexibles de 16 y 21 mm (½ y ¾ de pulgada). El número de conductores permitido en una tubería metálica flexible con diámetro comercial de 16 y 21 mm (½ y ¾ de pulgada), no debe superar el porcentaje especificado en la Tabla 1, Capítulo 9.

(b) Tuberías metálicas flexibles de 3/8 de pulgada. El número de conductores permitidos en los tuberías metálicas flexibles con diámetro comercial de 10 mm (3/8 de pulgada) no debe superar lo permitido en la Tabla 350-12.

349-16. Puesta a tierra. Para las reglas sobre el uso de tuberías metálicas flexibles como conductores de puesta a tierra de los equipos, véase el Artículo 250-91(b) Excepción nº. 1.

349-17. Empalmes y derivaciones. Los empalmes y derivaciones se deben hacer de acuerdo con el Artículo 300-15. Para las normas sobre instalación y uso de cajas y conduletas, véase la Sección 370.

349-18. Accesorios. Las tuberías metálicas flexibles sólo se deben utilizar con accesorios terminales aprobados. Los accesorios deben cerrar eficazmente cualquier abertura de la conexión.

349-20. Curvas.

(a) Usos flexibles poco frecuentes. Cuando, una vez instaladas, las tuberías metálicas flexibles no estén sometidas a muchas flexiones, el radio de curvatura medido en el interior de la curva no debe ser inferior a lo especificado en la Tabla 349-20(a).

Tabla 349-20(a) Radios de curvatura de tuberías para uso flexible

Tamaño comercial		Radio mínimo de curvatura
mm	**pulgadas**	**cm**
10	3/8	25,4
16	½	31,8
21	¾	44,5

(b) Curvas fijas. Cuando las tuberías metálicas flexibles se doblen para instalarlas y ya no se vuelvan a doblar o flexionar después de su instalación, el radio de curvatura medido en el interior de la curva no debe ser inferior a lo especificado en la Tabla 349-20(b).

Tabla 349-20(b) Radios de curvatura de tuberías para curvas fijas

Tamaño comercial		Radio mínimo de curvatura
mm	**pulgadas**	**cm**
10	3/8	8,9
16	½	10,2
21	¾	12,7

Sección 350 - TUBO (CONDUIT) DE METAL FLEXIBLE

A. Generalidades

350-1. Alcance. Esta sección trata del uso e instalaciones con tubo conduit de metal flexible y sus correspondientes accesorios.

350-2. Definición. Un tubo conduit de metal flexible es una canalización de sección circular hecha de una banda metálica preformada, entrelazada y enrollada en espiral.

Nota : Véase la norma *UL 1-1993 Flexible Metal Conduit*, para las especificaciones del tubo conduit de metal flexible.

350-3. Otras Secciones. Las instalaciones con tubo conduit de metal flexible deben cumplir las disposiciones aplicables de la Sección 300.

350-4. Usos permitidos. Los tubos conduit de metal flexible deben estar certificados y se debe permitir su uso en lugares expuestos y ocultos.

350-5. Usos no permitidos. No se debe usar tubo conduit de metal flexible:

(1) En lugares mojados, si los conductores no están aprobados para esas condiciones específicas y si la instalación es tal que no es probable que el líquido pueda entrar en las canalizaciones o encerramientos a los que vaya conectado el tubo.

(2) En huecos de ascensores, excepto lo permitido en el Artículo 620-21(a)(1).

(3) En cuartos de baterías.

(4) En lugares peligrosos (clasificados), excepto lo permitido en los Artículos 501-4(b) y 504-20.

(5) Cuando esté expuesto a materiales que puedan producir el deterioro de los conductores instalados, como aceite o gasolina.

(6) Subterráneo o empotrado en lechada de concreto o de agregados.

(7) Cuando esté expuesto a daños físicos.

B. Instalación

350-10. Tamaño.

(a) Mínimo. No se debe utilizar tubo de metal flexible de diámetro comercial inferior a 16 mm (½ pulgada), excepto lo permitido en los siguientes apartados (1) a (5) para tubos de 10 mm (3/8 de pulgada) :

(1) Para cables de motores, como lo permite el Artículo 430-145(b).

(2) En tramos no superiores a 1,80 m, como parte de un conjunto certificado o para derivaciones de salida de elementos de iluminación como lo permite el Artículo 410-67(c), o para equipos de utilización.

(3) En sistemas de alambrado prefabricado como lo permite el Artículo 604-6(a).

(4) En los huecos de ascensores, como lo permite el Artículo 620-21(a)(1).

(5) Como parte de un conjunto certificado para conectar cables de artefactos, como permite el Artículo 410-77(c).

(b) Máximo. No se debe utilizar tubo de metal flexible de diámetro comercial de más de 103 mm (4 pulgadas).

350-12. Número de conductores. El número de conductores permitido en un tubo de metal flexible no debe superar el porcentaje establecido en la Tabla 1, Capítulo 9 o lo que permite la Tabla 350-12 para tubo de metal flexible de 3/8 de pulgada.

Tabla 350-12 Número máximo de conductores aislados en un tubo conduit de metal flexible con diámetro comercial de 10 mm (3/8 de pulgada)*

Columna A: Con accesorios dentro del tubo
Columna B: Con accesorios fuera del tubo

Sección transversal		**Tipos RFH-2, SF-2**		**Tipos TF, XHHW, AF, TW**		**Tipos TFN, THHN, THWN**		**Tipos FEP, FEPB, PF, PGF**	
mm^2	**AWG**	A	B	A	B	A	B	A	B
0,82	18	2	3	3	5	5	8	5	8
1,31	16	1	2	3	4	4	6	4	6
2,08	14	1	2	2	3	3	4	3	4
3,30	12	-	-	1	2	2	3	2	3
5,25	10	-	-	1	1	1	1	1	2

* Además está permitido un conductor de puesta a tierra de los equipos del mismo tamaño, cubierto o desnudo.

350-14. Puesta a tierra. Se permite usar un tubo de metal flexible como puesta a tierra, según lo establecido en el Artículo 250-91(b). Cuando haya que conectar un puente de conexión equipotencial alrededor de un tubo de metal flexible, se debe hacer de acuerdo con lo establecido en el Artículo 250-79.

Excepción : Se permite utilizar un tubo de metal flexible como medio de puesta a tierra si la longitud total del tramo de puesta a tierra es de 1,80 m o menos, si el tubo termina en accesorios certificados para puesta a tierra y si los conductores contenidos en el mismo están protegidos por dispositivos de sobrecorriente de 20 A nominales o menos.

Cuando se usen para conectar equipos con cierta flexibilidad, se debe instalar un conductor de puesta a tierra de equipos.

350-16. Curvas. No debe haber más curvas que el equivalente a cuatro cuadrantes (360º) entre los puntos de conexión, p. ej., conduletas y cajas. Las curvas en el tubo deben hacerse de modo que el tubo no se estropee y que su diámetro interior no se reduzca. El radio de curvatura en el borde interior de cualquier curva hecha en obra, no debe ser inferior a los de la Tabla 346-10

350-18. Soportes. Los tubos de metal flexibles se deben sujetar bien, mediante medios aprobados, a menos de 30 cm de cada caja, armario, registro u otra terminación del tubo y deben ir apoyados y sujetos a intervalos no superiores a 1,4 m.

Excepción nº. 1 : Cuando el tubo de metal flexible vaya sujeto por su extremos.

Excepción nº. 2 : Tramos que no superen los 0,9 m entre terminales, cuando sea necesaria cierta flexibilidad.

Excepción nº. 3 : Tramos que no superen los 1,80 m desde una conexión terminal para derivaciones de salida de artefactos de iluminación, como permite el Artículo 410-67(c).

Se permiten tramos horizontales de tubos rígidos no metálicos apoyados en aberturas a través de miembros de la estructura, a intervalos no superiores a 1,4 m y bien sujetos a menos de 0,9 m de los puntos de terminación.

350-20. Accesorios. Los accesorios utilizados con tubos de metal flexibles deben estar certificados. No se utilizarán conectores de ángulo para instalaciones en canalizaciones ocultas.

350-22. Abocardado. Todos los extremos de los tubos se deben abocardar por dentro y por fuera para dejarlos lisos, excepto cuando se usen accesorios roscados.

350-24. Empalmes y derivaciones. Los empalmes y derivaciones se deben hacer de acuerdo con el Artículo 300-15. Para las normas sobre instalación y uso de cajas y conduletas, véase la Sección 370.

Sección 351 - TUBO (CONDUIT) METÁLICO FLEXIBLE HERMÉTICO A LOS LÍQUIDOS Y TUBO (CONDUIT) NO METÁLICO FLEXIBLE HERMÉTICO A LOS LÍQUIDOS

351-1. Alcance. Esta sección trata de las instalaciones con tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos y con tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos.

A. Tubo (conduit) metálico flexible hermético a los líquidos

351-2. Definición. Un tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos es una canalización de sección circular que lleva un forro exterior hermético a los líquidos, no metálico y resistente a la luz del sol sobre una parte central metálica flexible con sus acoplamientos, conectores y accesorios, y aprobado para la instalación de conectores eléctricos.

Nota : Véase la norma *UL 360-1996 Liquid-tight Flexible Steel Conduit*, para las especificaciones del tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos.

351-2. Otras Secciones. Las instalaciones con tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos deben cumplir las disposiciones correspondientes de la Sección 300 y los Artículos específicos de las Secciones 350, 501, 502, 503 y 553 a las que se hace referencia a continuación.

NOTA : En cuanto a las rótulos, véase el Artículo 110-21.

351-4. Usos.

(a) Permitidos. Se permite usar tubo metálico flexible hermético a los líquidos en instalaciones expuestas u ocultas:

(1) Cuando las condiciones de instalación, funcionamiento o mantenimiento requieran flexibilidad o protección contra líquidos, vapores o sólidos.

(2) Según permitan los Artículos 501-4(b), 502-4, 503-3 y 504-20 y en otros lugares peligrosos (clasificados) específicamente aprobados, y según el Artículo 553-78d).

(3) Enterrado directamente, cuando esté certificado y rotulado para ese uso.

(b) No permitidos. No se debe usar tubo metálico flexible hermético a los líquidos:
(1) Cuando esté expuesto a daños físicos.

(2) Cuando cualquier combinación de temperatura ambiente y de los conductores pueda producir una temperatura de funcionamiento superior a aquélla para la que está aprobado el material.

351-5. Diámetro comercial

(a) Mínimo. No se debe utilizar tubo metálico flexible hermético de diámetro comercial inferior a 16 mm (½ pulgada).

Excepción : Se permite instalar tubo de diámetro comercial de 10 mm (3/8 de pulgada) según lo establecido en el Artículo 350-10 (a).

(b) Máximo. La diámetro comercial máxima del tubo metálico flexible hermético a líquidos es de 103 mm (4 pulgadas).

351-6. Número de conductores.

(a) Un solo tubo. El número de conductores permitido en un solo tubo de diámetro comercial de 16 mm a 103 mm (½ a 4 pulgadas), no debe superar el porcentaje especificado en la Tabla 1, Capítulo 9.

(b) Tubo metálico flexible y hermético de 10 mm (3/8 pulgada). El número de conductores permitidos en un tubo metálico flexible y hermético de 10 mm (3/8 de pulgada) no debe superar lo permitido en la Tabla 350-12.

351-7. Accesorios. Los tubos metálicos flexibles herméticos a los líquidos sólo se deben usar con accesorios terminales aprobados. No se deben utilizar angulares en instalaciones ocultas.

351-8. Soportes. Los tubos metálicos flexibles herméticos a los líquidos se deben sujetar bien mediante medios aprobados, a menos de 30 cm de cada caja, armario, registro u otra terminación del tubo y deben ir apoyados y sujetos a intervalos no superiores a 1,4 m.

Excepción nº. 1 : Cuando el tubo metálico flexible vaya sujeto por sus extremos.

Excepción nº. 2 : Tramos que no superen los 0,9 mm entre terminales, cuando sea necesaria cierta flexibilidad.

Excepción nº. 3 : Tramos que no superen los 1,80 m desde una derivación terminal para conductores de derivación de artefactos de iluminación, como permite el Artículo 410-67(c).

Se permiten tramos horizontales de tubo metálico flexible hermético a los líquidos apoyados en aberturas a través de los miembros de la estructura a intervalos no superiores a 1,4 m y bien sujetos a menos de 30 cm de los puntos de terminación.

351-9. Puesta a tierra. Se permite usar un tubo metálico flexible hermético como puesta a tierra, según lo establecido en el Artículo 250-91(b). Cuando haya que conectar un puente de conexión equipotencial alrededor de un tubo metálico flexible, se debe hacer de acuerdo con lo establecido en el Artículo 250-79.

Excepción : Se permite utilizar un tubo comercial metálico flexible hermético a los líquidos como medio de puesta a tierra de 35 mm (1¼ de pulgada) y menor, si la longitud total del tramo de puesta a tierra es de 1,80 m o

menos, si el tubo termina en accesorios certificados para puesta a tierra y si los conductores contenidos en el mismo están protegidos por dispositivos de sobrecorriente de 20 A nominales o menos para tubos de diámetro comercial de 10 mm y 16 mm (3/8 y ½ pulgada) y de 60 A o menos para tubos de diámetro comercial desde 21 hasta 35 mm (¾ hasta 1¼ de pulgada).

Cuando se usen para conectar equipos donde se requiera flexibilidad, se debe instalar un conductor de puesta a tierra de equipos.

NOTA : Para los tipos de conductores de puesta a tierra de equipos, véanse los Artículos 501-16(b), 502-16(b) y 503-16(b).

351-10. Curvas. Número de curvas en un tramo. Entre dos puntos de sujeción, p. ej., entre conduletas o cajas, no debe haber más del equivalente a cuatro curvas de un cuadrante (360°en total).

351-11. Empalmes y derivaciones. Los empalmes y derivaciones se deben hacer de acuerdo con el Artículo 300-15. Para las reglas sobre instalación y uso de cajas y conduletas, véase la Sección 370.

B. Tubo (conduit) no metálico flexible hermético a líquidos

351-22. Definición. Un tubo conduit no metálico flexible y hermético a los líquidos puede ser una canalización de sección transversal circular de uno de los siguientes tipos:

(1) Una parte interior lisa y continua y una cubierta pegadas y con una o más capas de refuerzo entre ambas.

(2) Una superficie interior lisa con refuerzos integrados dentro de la pared del tubo.

(3) Una superficie corrugada por dentro y por fuera sin refuerzos integrados dentro de la pared del tubo.

Este tubo debe ser resistente a las llamas y aprobado, junto con sus accesorios, para la instalación de conductores eléctricos.

Nota : Véase la norma *UL 1660-1994 Liquid-tight Flexible Nonmetallic Conduit*, para las especificaciones del tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos.

351-23. Usos.

(a) **Permitidos.** Se permite usar tubo no metálico flexible, hermético a los líquidos y certificado en instalaciones expuestas u ocultas:

NOTA : Las temperaturas muy bajas pueden hacer que algunos tubos no metálicos se vuelvan frágiles y por tanto sean más susceptibles de daños por contactos físicos.

(1) Cuando se necesite flexibilidad de instalación, funcionamiento o mantenimiento.

(2) Cuando haya que proteger los conductores del tubo de los vapores, líquidos o sólidos.

(3) En instalaciones en exteriores cuando esté certificado y rotulado para ese uso.

NOTA : Para los requisitos de las rótulos, véase el Artículo 110-21.

(4) Enterrado directamente cuando esté certificado y rotulado para ese uso.

(b) **No permitidos.** No se debe usar tubo metálico no flexible hermético a los líquidos:

(1) Cuando esté expuesto a daños físicos.

(2) Cuando cualquier combinación de temperatura ambiente y de los conductores pueda producir una temperatura de funcionamiento superior a aquélla para la que está aprobado el material.

(3) En tramos no superiores a 1,80 m.

Excepción nº. 1 : Se permite usar tubo no metálico flexible hermético a los líquidos, como se definen en el Artículo 351-22(2), para instalarlo en tramos superiores a 1,80 m si están sujetos de acuerdo con el Artículo 351-27.

Excepción nº. 2 : Cuando sea necesaria mayor longitud para obtener el grado de flexibilidad deseado.

(4) Cuando la tensión de los conductores contenidos en el tubo sea superior a los 600 V nominales.

Excepción : Lo permitido en el Artículo 600-32(a) Excepción para rótulos eléctricos de más de 600 V.

351-24. Tamaño. Los tubos no metálicos flexibles herméticos a los líquidos deben ser de diámetro comercial de 16 a 103 mm (½ a 4 pulgadas), inclusive.

Excepción nº. 1 : Se permite instalar tubo de 10 mm (3/8 de pulgada) de diámetro comercial para proteger los cables terminales de los motores, como permite el Artículo 430-145(b).

Excepción nº. 2 : Se permite instalar tubo de 10 mm (3/8 de pulgada) de diámetro comercial en tramos no superiores a 1,80 m como parte de un conjunto aprobado para elementos de iluminación, según el Artículo 410-67(c), o para equipos de utilización.

Excepción nº. 3 : El tubo de 10 mm (3/8 de pulgada) para conductores o aisladores de rótulos eléctricos, según el Artículo 600-32(a).

351-25. Número de conductores. El número de conductores permitidos en uno solo de estos tubos debe cumplir los porcentajes establecidos en la Tabla 1, Capítulo 9.

351-26. Accesorios. Los tubos no metálicos flexibles herméticos a los líquidos sólo se deben usar con accesorios terminales aprobados. No se deben utilizar angulares en instalaciones ocultas.

351-27. Soportes. Los tubos no metálicos flexibles herméticos a los líquidos, tal como se definen en el Artículo 351-22(2), se deben sujetar bien a intervalos no superiores a 0,9 m y a menos de 30 cm de cada lado de todas las cajas de salida, cajas de corte, armarios o accesorios.

Excepción nº. 1 : Cuando el tubo no metálico flexible vaya sujeto por sus extremos.

Excepción nº. 2 : Tramos que no superen los 0,9 m entre terminales, cuando sea necesaria cierta flexibilidad.

Excepción nº. 3 : Tramos que no superen 1,80 m desde una conexión terminal para derivaciones hasta artefactos de iluminación, como permite el Artículo 410-67(c).

Se permiten tramos horizontales de tubo no metálico flexible hermético a los líquidos apoyados en aberturas a través de miembros de la estructura, a intervalos no superiores a 0,9 m y bien sujetos a menos de 30 cm de los puntos de terminación.

351-28. Puesta a tierra de los equipos. Cuando sea necesario instalar un conductor de puesta a tierra de los equipos para circuitos instalados en tubo no metálico flexible y hermético, se permite instalarlo dentro o fuera del

tubo. Cuando se instale fuera, la longitud del conductor de puesta a tierra de los equipos no debe superar los 1,80 m y debe seguir el mismo camino que la canalización o encerramiento. Los accesorios y cajas se deben poner a tierra o conectar equipotencialmente, de acuerdo con lo establecido en la Sección 250.

351-29. Empalmes y derivaciones. Los empalmes y derivaciones se deben hacer de acuerdo con el Artículo 300-15. Para las reglas sobre instalación y uso de cajas y conduletas, véase la Sección 370.

351-30. Curvas. Número de curvas en un tramo. Entre dos puntos de sujeción, p. ej., entre conduletas o cajas, no debe haber más del equivalente a cuatro curvas de un cuadrante (360°en total).

Sección 352 - CANALIZACIONES SUPERFICIALES METÁLICAS Y CANALIZACIONES SUPERFICIALES NO METÁLICAS

A. Canalizaciones superficiales metálicas

352-1. Uso. Se permite el uso de canalizaciones superficiales metálicas en lugares secos. No se permite utilizarlas: (1) cuando estén expuestas a daños físicos graves, si no están aprobadas para ello; (2) cuando exista una tensión entre conductores de 300 V o más, excepto si el metal tiene un espesor no inferior a 1,02 mm; (3) cuando estén expuestas a vapores corrosivos; (4) en los huecos de los ascensores; (5) en los lugares peligrosos (clasificados) excepto los de Clase I División 2, como permite el Artículo 501-4(b) Excepción, ni (6) en instalaciones ocultas, excepto la Excepción siguiente.

Excepción : Lo que permite el Artículo 645-5(d)(2).

NOTA : Véase en la Sección 100 la definición de "Expuesto (Instalaciones)".

352-2. Otras Secciones. Las canalizaciones superficiales metálicas deben cumplir las disposiciones aplicables de la Sección 300.

352-3. Sección transversal de los conductores. En una canalización superficial metálica no se deben instalar conductores de mayor sección transversal que el diseñado para la canalización.

352-4. Número de conductores en las canalizaciones. El número de conductores instalados en cualquier canalización superficial metálica no debe ser superior a aquél para el que está diseñada la canalización.

No se deben aplicar a los conductores instalados en canalizaciones superficiales metálicas los factores de corrección de la Sección 310 Nota 8(a) ni de las Notas a las Tablas de capacidad de corriente de 0 a 2000 V, si no se dan todas las condiciones siguientes: (1) si la sección de la canalización es superior a 2.580 mm²; (2) los conductores energizados no son más de 30; (3) la suma de las secciones de todos los conductores contenidos no supera el 20% de la sección de la canalización.

352-5. Extensión a través de paredes y pisos. Se permite que las canalizaciones superficiales metálicas pasen a través de paredes de ladrillo, tabiques de ladrillo y pisos de ladrillo si el tramo que pasa a través de estos elementos es continuo. A ambos lados de la pared, tabique o piso se debe mantener el acceso a los conductores.

352-6. Canalizaciones mixtas. Cuando se usen las canalizaciones superficiales metálicas para circuitos de señales, de iluminación y de fuerza, los distintos sistemas deben ir en compartimientos independientes identificados mediante colores de mucho contraste en su interior. En todo el predio se mantendrá la misma posición relativa de esos compartimientos.

352-7. Empalmes y derivaciones. Se permite hacer empalmes y derivaciones en las canalizaciones superficiales metálicas que tengan tapa removible que sea accesible aún después de la instalación. En ese punto, los

conductores, incluidos los empalmes y derivaciones, no deben ocupar más del 75 % de la superficie interior de la canalización. En las canalizaciones metálicas superficiales sin tapa removible, los empalmes y derivaciones sólo se deben hacer en cajas de unión. Todos los empalmes y derivaciones se deben hacer por métodos aprobados.

352-8. Generalidades. Las canalizaciones superficiales metálicas deben estar construidas de modo que se distingan de otras canalizaciones. Estas canalizaciones y sus codos, acoplamientos y accesorios similares deben estar diseñados de modo que sus partes se puedan conectar eléctrica y mecánicamente e instalar sin que sus cables estén expuestos a la abrasión.

Cuando se utilicen en las canalizaciones superficiales metálicas tapas y accesorios no metálicos, éstos deben estar identificados para dicho uso.

352-9. Puesta a tierra. Los encerramientos de canalizaciones superficiales metálicas que sirvan como paso a otro tipo de método de alambrado, deben tener un medio para conectar un conductor de puesta a tierra de equipos.

B. Canalizaciones superficiales no metálicas

352-21. Descripción. La parte B de esta sección se debe aplicar a un tipo de canalización superficial no metálica y de accesorios de material no metálico resistente a la humedad y a las atmósferas químicas. También debe ser retardante de la llama, resistente a impactos y aplastamientos, resistente a las distorsiones por calentamiento en las condiciones que se vayan a dar en servicio y resistente a las bajas temperaturas. Se permite identificar las canalizaciones superficiales no metálicas con baja producción de humo con el sufijo LS.

352-22. Uso. Se permite usar canalizaciones superficiales no metálicas en lugares secos. No se deben usar (1) en instalaciones ocultas; (2) si están expuestas a daños físicos; (3) cuando exista una tensión entre conductores de 300 V o más, excepto si están certificados para mayor tensión; (4) en los huecos de los ascensores; (5) en los lugares peligrosos (clasificados) excepto los de Clase I División 2, como permite el Artículo 501-4(b) Excepción; (6) cuando estén expuestas a temperaturas que superen aquéllas para las que está certificada la canalización, ni (7) para conductores cuyos límites de temperatura de aislamiento superen la temperatura para la que está certificada la canalización.

352-23. Otras Secciones. Las canalizaciones superficiales no metálicas deben cumplir las disposiciones aplicables de la Sección 300. Cuando la Sección 250 exija poner a tierra los equipos, se debe instalar en la canalización un conductor independiente de puesta a tierra de los equipos.

352-24. Sección transversal de los conductores. En una canalización superficial no metálica no se deben instalar conductores de mayor sección transversal que el diseñado para la canalización.

352-25. Número de conductores en las canalizaciones. El número de conductores instalados en cualquier canalización superficial metálica no debe ser superior a aquél para el que está diseñada la canalización.

352-26. Canalizaciones mixtas. Cuando se usen las canalizaciones superficiales no metálicas para circuitos de señales, de iluminación y de fuerza, los distintos sistemas deben ir en compartimientos independientes identificados mediante colores de mucho contraste en su interior. En toda la instalación se mantendrá la misma posición relativa de esos compartimientos.

352-27. Generalidades. Las canalizaciones superficiales no metálicas deben estar construidas de modo que se distingan de otras canalizaciones. Estas canalizaciones y sus codos, acoplamientos y accesorios similares deben estar diseñados de modo que sus partes se puedan conectar eléctrica y mecánicamente e instalar sin que sus cables estén expuestos a la abrasión.

352-28. Extensión a través de paredes y pisos. Se permite que las canalizaciones superficiales no metálicas pasen a través de paredes de ladrillo, tabiques de ladrillo y pisos de ladrillo si el tramo que pasa a través de estos elementos es continuo. A ambos lados de la pared, tabique o piso se debe mantener el acceso a los conductores.

352-29. Empalmes y derivaciones. Se permite hacer empalmes y derivaciones en las canalizaciones superficiales no metálicas que tengan tapa removible que sea accesible aún después de la instalación. En ese punto, los conductores, incluidos los empalmes y derivaciones, no deben ocupar más del 75% de la superficie interior de la canalización. En las canalizaciones no metálicas superficiales sin tapa removible, los empalmes y derivaciones sólo se deben hacer en cajas de corte. Todos los empalmes y derivaciones se deben hacer por métodos aprobados.

C. Canalizaciones tipo columna

352.40. Descripción. La parte C de esta Sección se debe aplicar a canalizaciones de tipo columna y sus accesorios, hechas de metal resistente a la humedad o protegido contra la corrosión y que se estime adecuado para esas condiciones. Se permite que estas canalizaciones de columna estén galvanizadas o sean de acero inoxidable, acero esmaltado o recubierto de PVC o de aluminio. Sus tapas deben ser metálicas o no metálicas.

352-41. Usos permitidos. Se permite instalar canalizaciones de columna: (1) en instalaciones expuestas; (2) en lugares húmedos; (3) en lugares expuestos a vapores corrosivos, cuando estén protegidas por un acabado que se estime adecuado para esas condiciones; (4) en instalaciones cuya tensión sea de 600 V o menos y (5) como postes eléctricos.

352-42. Usos no permitidos. No está permitido utilizar canalizaciones de columna (1) en instalaciones ocultas o (2) en lugares peligrosos.

Excepción : Lo que permite el Artículo 501-4(b), Excepción.

Se permite utilizar canalizaciones y accesorios de columna de metal ferroso protegido contra la corrosión únicamente por un esmalte, exclusivamente en interiores y en lugares no expuestos a condiciones corrosivas graves.

352-43 Otras Secciones. Las instalaciones de canalizaciones de columna deben cumplir las disposiciones aplicables de las Secciones 250 y 300.

352-44. Sección transversal de los conductores. En una canalización de columna no se deben instalar conductores de mayor sección transversal que el diseñado para la canalización.

352-45. Número de conductores en una canalización. El número de conductores permitido en una canalización de columna no debe superar los porcentajes de la Tabla 352-45 ni las dimensiones del diámetro exterior (d.e.) de los cables de los tipos y secciones dados en las Tablas del Capítulo 9.

A los conductores instalados en canalizaciones de columna no se deben aplicar los factores de corrección de la Sección 310 Nota 8(a), ni los de las Notas a las Tablas de capacidad de corriente de 0 a 2000 V, si no se dan todas las condiciones siguientes: (1) si la sección de la canalización es superior a 2.580 mm²; (2) los conductores portadores de corriente no son más de 30; (3) la suma de las secciones de todos los conductores contenidos no supera el 20% de la sección de la canalización.

Tabla 352-45 Tamaño del canal y diámetro del área interior

Tamaño del canal		Área		40% del área		25% del área	
mm	**pulg**	**mm²**	**pulg²**	**mm²**	**pulg²**	**mm²**	**pulg²**
41,3 x 20,6	1 5/8 x 13/16	572	0,887	229	0,355	143	0,222

41,3 x 25,4	1 5/8 x 1	743	1,151	297	0,460	186	0,288
41,3 x 34,9	1 5/8 x 1 3/8	1076	1,677	433	0,671	270	0,419
41,3 x 41,3	1 5/8 x 1 5/8	1308	2,028	523	0,811	327	0,507
41,3 x 61,9	1 5/8 x 2	2045	3,169	817	1,267	511	0,792
41,3 x 82,6	7/16	2780	4,308	1112	1,723	695	1,077
38,1 x 19,1	1 5/8 x 3 ¼	548	0,849	219	0,340	137	0,212
38,1 x 38,1	1 ½ x ¾	1179	1,828	472	0,731	295	0,457
38,1 x 47,6	1 ½ x 1 ½	1485	2,301	594	0,920	371	0,575
38,1 x 76,2	1 ½ x 1 7/8	2487	3,854	995	1,542	622	0,964
	1 ½ x 3						

Nota: Fórmula de la superficie ocupada por los cables:

$$N = \frac{C.A.}{W.A.}$$

donde
N = número de cables
CA = superficie del canal en pulg²
WA = sección de los cables

Nota a: Para calcular el número de conductores permitidos, en las canalizaciones con uniones externas se toma un porcentaje del 40%.

Nota b: Para calcular el número de conductores permitidos, en las canalizaciones con uniones internas se toma un porcentaje del 25%.

352-46. Extensiones a través de paredes y pisos. Se permite que tramos continuos de canalizaciones de columna se prolonguen a través de paredes, tabiques y pisos si las bandas que rodean la canalización se pueden quitar desde los dos lados y la parte de la canalización que atraviesa la pared, tabique o piso permanece cubierta.

352-47. Soportes de las canalizaciones de columna.

(a) Una canalización superficial de tipo columna se debe sujetar a la superficie sobre la que va instalada mediante bandas externas al canal a intervalos que no superen los 3,0 m y a menos de 0,9 m de cada caja de salida, armario, caja de corte o cualquier otra terminación de la canalización.

(b) **Montaje en suspensión.** Se permite montar las canalizaciones de columna suspendidas en el aire mediante métodos aprobados designados para ese uso y a intervalos que no superen los 3,0 m.

352-48. Empalmes y derivaciones. En las canalizaciones de columna se permite hacer empalmes y derivaciones que sean accesibles después de su instalación a través de una tapa desmontable. Los conductores, incluidos los empalmes y derivaciones, no deben ocupar más del 75% de la superficie de la canalización en ese punto. Todos los empalmes y derivaciones se deben hacer por métodos aprobados.

352-49. Generalidades. Las canalizaciones de columna deben estar construidas de modo que se distingan de otras canalizaciones. Estas canalizaciones y sus codos, acoplamientos y accesorios similares deben estar diseñados de modo que sus partes se puedan conectar eléctrica y mecánicamente e instalar sin que sus cables estén expuestos a la abrasión. Cuando en canalizaciones de columna metálicas se usen bandas de sujeción y accesorios de material no metálico, deben estar certificados e identificados para dicho uso.

352-50. Puesta a tierra. Los encerramientos de canalizaciones de columna metálicas que sirvan como paso a otro tipo de instalación, deben tener un medio para conectar un conductor de puesta a tierra de equipos. Se

permite usar las canalizaciones de columna como conductor de puesta a tierra de los equipos de acuerdo con el Artículo 250-91(b)(11). Cuando se utilice una tapa metálica a presión en una canalización de columna para conseguir la continuidad eléctrica de acuerdo con sus valores certificados, no se permite usar esa tapa como medio de continuidad eléctrica de cualquier tomacorriente montada en la misma.

352-51. Rótulos. Todos los tramos de las canalizaciones de columna se deben rotular de modo claro y duradero, según requiere la primera frase de el Artículo 110-21.

Sección 353 - CONJUNTO DE SALIDAS MÚLTIPLES

353-1. Otras Secciones. Un conjunto de salidas múltiples debe cumplir las disposiciones aplicables de la Sección 300.

NOTA : Véase la definición en la Sección 100.

353-2. Uso. Se permite el uso de conjuntos de varias tomas de corriente en lugares secos. No se deben instalar : (1) ocultos, pero se permite rodear la parte posterior y los laterales de un conjunto metálico de salidas múltiples por el acabado de la edificación o meter un conjunto no metálico de salidas múltiples en un zócalo; (2) cuando estén expuestos a daños físicos graves; (3) cuando la tensión entre conductores sea de 300 V o más, excepto si el conjunto es de metal y tiene un grosor no inferior a 1,02 mm; (4) si están expuestos a vapores corrosivos; (5) en los huecos de los ascensores, ni (6) en lugares peligrosos (clasificados) excepto los de Clase I División 2, como permite el Artículo 501-4(b) Excepción.

353-3. Conjuntos metálicos de salidas múltiples a través de tabiques de mampostería. Se permite prolongar un conjunto metálico de salidas múltiples a través de tabiques de mampostería (pero no tenderlos por el interior de los mismos), si se instalan de modo que se puedan quitar la tapa o tapas de todas las partes expuestas y no se instala ninguna salida en el interior de los tabiques.

Sección 354 - CANALIZACIONES BAJO EL PISO

354-1. Otras Secciones. Las canalizaciones bajo el piso deben cumplir las disposiciones aplicables de la Sección 300.

354-2. Uso. Se permite instalar canalizaciones bajo el piso debajo de la superficie de concreto u otro material del piso en edificios de oficinas, siempre que queden a nivel con el piso de concreto y cubiertas por linóleo u otro revestimiento equivalente. No se deben instalar canalizaciones bajo el piso (1) donde puedan estar expuestas a vapores corrosivos ni (2) en lugares peligrosos (clasificados), excepto lo permitido en el Artículo 504-20 y en los lugares de Clase I División 2, como permite el Artículo 501-4(b) Excepción. Si no están hechas de un material que se estime adecuado para esas condiciones o si no están protegidas contra la corrosión a un nivel aprobado para esas condiciones, las canalizaciones de metales férreos o no férreos, cajas de corte y accesorios no se deben instalar en concreto ni en zonas expuestas a la influencia de factores corrosivos severos.

354-3. Tapas. Las tapas de las canalizaciones deben cumplir los apartados (a) hasta (d).

(a) Canalizaciones de no más de 100 mm de ancho. Las canalizaciones semicirculares y con la parte superior plana, de no más de 100 mm de ancho, deben tener encima concreto o madera de un espesor no inferior a 20 mm.

Excepción : Lo permitido en los siguientes apartados (c) y (d) para canalizaciones con la parte superior plana.

(b) Canalizaciones de más de 100 mm pero de no más de 200 mm de ancho. Las canalizaciones con la parte superior plana, de más de 100 mm de ancho pero no más de 200 mm, con una separación mínima entre canalizaciones de 25 mm, se deben tapar con concreto de un espesor no inferior a 25 mm. Las canalizaciones con una separación inferior a 25 mm se deben tapar con concreto de un espesor no inferior a 40 mm.

(c) Canalizaciones de tipo zanja a nivel con el concreto. Se permite que las canalizaciones de tipo zanja con tapas removibles queden a nivel de la superficie del piso. Dichas canalizaciones aprobadas deben estar diseñadas de modo que las láminas de tapa les proporcionen una protección mecánica y una rigidez adecuadas y equivalentes a las tapas de las cajas de uniones.

(d) Otras canalizaciones a nivel con el concreto. En edificios de oficinas se permite instalar canalizaciones aprobadas con parte superior metálica plana, de no más de 100 mm de ancho, a nivel con la superficie del piso de concreto, siempre que estén tapadas con una capa importante de linóleo o similar, de espesor no inferior a 1,6 mm. Cuando se instalen a nivel con el concreto más de una canalización pero no más de tres, deben situarse una al lado de otra y unirse de modo que formen un conjunto rígido.

354-4. Sección transversal de los conductores. En las canalizaciones subterráneas no se deben instalar conductores de sección transversal mayor para la que está diseñada la canalización.

354-5. Número máximo de conductores en una canalización. La suma de las secciones transversales de todos los conductores o cables en una canalización no debe superar el 40% de la sección transversal interior de dicha canalización.

354-6. Empalmes y derivaciones. Los empalmes y derivaciones se deben hacer únicamente en cajas de corte. Para los fines de esta sección, se debe considerar que los llamados bucles de cables (conductores continuos que conectan las salidas individuales) no son ni empalmes ni derivaciones.

Excepción : Se permiten los empalmes y derivaciones en canalizaciones de tipo zanja a nivel con el piso, que tengan tapa removible y sean accesibles después de la instalación. Los conductores, incluidos los empalmes y derivaciones, no deben ocupar más del 75% de la sección transversal interior de la canalización en ese punto.

354-7. Salidas abandonadas. Cuando una salida se abandone, se elimine o se deje de utilizar, los conductores del circuito que suministraban corriente a la salida se deben quitar de la canalización. No se permite que en las canalizaciones haya empalmes o conductores aislados con cinta, como sería el caso de las salidas abandonadas en los bucles de cables.

354-8. Tendidos en línea recta. Las canalizaciones subterráneas deben hacerse de modo que, si se traza una línea recta que una el centro de una caja de corte con el centro de la siguiente caja de corte, coincida con el eje central de la canalización. Las canalizaciones se deben sujetar bien para que no pierdan la alineación durante la construcción.

354-9. Marcadores en los extremos. En el extremo de cada tramo recto de una canalización o lo más cerca posible del mismo, se debe instalar un marcador adecuado que permita localizar la última inserción.

354-10. Extremos muertos. Los extremos muertos de las canalizaciones se deben cerrar.

354-13. Cajas de uniones. Las cajas de uniones se deben instalar a nivel con el piso del suelo y sellar para evitar la entrada de agua u concreto. Las cajas de uniones que se utilicen con canalizaciones metálicas deben ser metálicas y no perder la continuidad eléctrica con la canalización.

354-14. Inserciones. Las inserciones se deben nivelar y sellar para evitar la entrada de concreto. Las inserciones utilizadas en canalizaciones metálicas deben ser metálicas y mantener la continuidad eléctrica con la canalización. Las inserciones colocadas en o sobre canalizaciones de fibra antes de tapar el piso, deben sujetarse

mecánicamente a la canalización. Las inserciones colocadas en canalizaciones de fibra después de tapar el piso, se deben atornillar a la canalización. Cuando se corten las paredes de la canalización y las inserciones, hay que evitar que las partículas y la suciedad no queden dentro de la canalización y hay que procurar utilizar herramientas diseñadas de modo que no entren en la canalización, para que no afecten a los conductores que pudiera haber instalados.

354-15. Conexiones con armarios y salidas de pared. Las conexiones de las canalizaciones con los centros de distribución y salidas de pared, se deben hacer por medio de tubos metálicos flexibles cuando no estén instaladas en concreto y de tubos metálicos rígidos, tubos metálicos intermedios y tuberías metálicas eléctricas o accesorios aprobados. Cuando un sistema de canalizaciones metálicas subterráneas lleve terminaciones para los conductores de puesta a tierra de equipos, se permite utilizar tubos rígidos no metálicos, tuberías eléctricas no metálicas o tubos no metálicos flexibles y herméticos a los líquidos, siempre que no estén instalados en concreto.

Sección 356 - CANALIZACIONES EN PISOS METÁLICOS CELULARES

356-1. Definiciones. Para los fines de esta Sección, se definen :
Canalización en piso metálico celular : espacios huecos de los pisos metálicos celulares, junto con los accesorios adecuados, que se puedan aprobar como encerramientos de conductores eléctricos.

Celda : espacio único, tubular y cerrado en una sección de un piso metálico celular, cuyo eje es paralelo al de la sección del piso metálico.

Colector : canalización transversal para conductores eléctricos que da acceso a determinadas celdas de un piso metálico celular, permitiendo así el tendido de conductores eléctricos desde un centro de distribución hasta las celdas.

356-2. Usos no permitidos. No se deben instalar conductores eléctricos en canalizaciones en pisos metálicos celulares (1) si están expuestos a vapores corrosivos; (2) en lugares peligrosos (clasificados) excepto lo permitido por el Artículo 504-20 y en lugares de Clase I División 2, como permite el Artículo 501-4(b) Excepción, ni (3) en garajes públicos, excepto para salidas en el techo o extensiones hasta debajo del piso, pero no por encima.

NOTA : Para la instalación de conductores con otros sistemas, véase el Artículo 300-8.

356-3. Otras Secciones. Las canalizaciones en pisos metálicos celulares deben cumplir las disposiciones aplicables de la Sección 300.

A. Instalación

356-4. Sección transversal de los conductores. No se deben instalar conductores de sección transversal superior al nº. 1/0, excepto con permiso especial.

356-5. Número máximo de conductores en una canalización. La suma de las secciones transversales de todos los conductores o cables en una canalización no debe superar el 40% de la sección transversal interior de la celda o colector.

356-6. Empalmes y derivaciones. Los empalmes y derivaciones sólo se deben hacer en las unidades de acceso a los colectores o cajas de corte. Para los fines de esta sección, se debe considerar que los llamados bucles de cables (conductores continuos que conectan las salidas individuales) no son ni empalmes ni derivaciones.

356-7. Salidas abandonadas. Cuando una salida se abandone, se elimine o se deje de utilizar, los conductores del circuito que suministraban corriente a la salida se deben quitar de la canalización. No se permite que en las canalizaciones haya empalmes o conductores aislados con cinta, como sería el caso de las salidas abandonadas en los bucles de cables.

356-8. Marcadores. Para la localización de las celdas, se deben instalar marcadores en número adecuado.

356-9. Cajas de uniones. Las cajas de uniones se deben instalar a nivel con el piso y sellar para evitar la entrada de agua u concreto. Las cajas de uniones que se utilicen con canalizaciones metálicas deben ser metálicas y no perder la continuidad eléctrica con la canalización.

356-10. Inserciones. Las inserciones se deben situar a nivel con el piso y sellar para evitar la entrada de concreto. Las inserciones utilizadas en canalizaciones metálicas deben ser metálicas y mantener la continuidad eléctrica con la canalización. Cuando se corten las paredes de la canalización y las inserciones, hay que evitar que las partículas y la suciedad no queden dentro de la canalización y hay que procurar utilizar herramientas diseñadas de modo que no entren en la canalización, para que no afecten a los conductores que pudiera haber instalados.

356-11. Conexiones desde las celdas hasta armarios y extensiones. Las conexiones de las canalizaciones con los centros de distribución y salidas de pared, se deben hacer por medio de tubos metálicos flexibles cuando no estén instaladas en concreto y de tubos metálicos rígidos, tubos metálicos intermedios y tuberías metálicas eléctricas o accesorios aprobados. Cuando las canalizaciones lleven terminaciones para los conductores de puesta a tierra de equipos, se permite utilizar tubos rígidos no metálicos, tuberías eléctricas no metálicas o tubos no metálicos flexibles y herméticos a los líquidos, siempre que no estén instalados en concreto.

B. Especificaciones de construcción

356-12. Generalidades. Las canalizaciones en pisos metálicos celulares deben estar construidas de modo que se asegure la adecuada continuidad eléctrica y mecánica de todo el sistema. Sus superficies interiores deben estar libres de rebabas y bordes cortantes y las superficies sobre las que se tiendan los conductores deben ser lisas. Cuando los conductores atraviesen la canalización, se deben instalar pasacables o accesorios adecuados con bordes lisos redondeados.

Sección 358 - CANALIZACIONES EN PISOS CELULARES DE CONCRETO

358-1. Alcance. Esta Sección trata de las canalizaciones en pisos celulares de concreto, en los espacios huecos de los pisos construidos con baldosas prefabricadas de concreto celular y sus accesorios diseñados para permitir el acceso a las celdas del piso.

358-2. Definiciones.

Celda : espacio independiente, cerrado y tubular en un piso hecho de baldosas prefabricadas de concreto celular, cuyo eje es paralelo a la dirección del miembro del piso.

Colector : canalización transversal para conductores eléctricos que da acceso a determinadas celdas de un piso de concreto celular, permitiendo así el tendido de conductores eléctricos desde un centro de distribución hasta las celdas.

358-3. Otras Secciones. Las canalizaciones en pisos de concreto celulares deben cumplir las disposiciones aplicables de la Sección 300.

358-4. Usos no permitidos. No se deben instalar conductores eléctricos en canalizaciones en pisos celulares de concreto (1) si están expuestos a vapores corrosivos; (2) en lugares peligrosos (clasificados) excepto lo permitido por el Artículo 504-20 y en lugares de Clase I División 2, como permite el Artículo 501-4(b) Excepción, ni (3) en garajes públicos, excepto para salidas en el techo o extensiones hasta debajo del piso, pero no por encima.

NOTA : Para la instalación de conductores con otros sistemas, véase el Artículo 300-8.

358-5. Colectores. Los colectores se deben instalar en línea recta y perpendiculares a las celdas. Los colectores se deben sujetar mecánicamente a la parte superior del piso celular prefabricado de concreto. Las juntas de los extremos se deben cerrar con un cierre metálico y sellar para impedir la entrada de concreto. El colector debe ser eléctricamente continuo y estar equipotencialmente conectado al armario del centro de distribución.

358-6. Conexión con armarios y otros encerramientos. La conexión de los colectores con los armarios y otros encerramientos se debe hacer por medio de canalizaciones metálicas certificadas y accesorios certificados.

358-7. Cajas de unión. Las cajas de unión se deben instalar a nivel con el piso y sellar para evitar la entrada de agua u concreto. Las cajas de unión deben ser de metal y tener continuidad mecánica y eléctrica con los colectores.

358-8. Marcadores. Para la localización de las celdas, se deben instalar marcadores en número adecuado.

358-9. Inserciones. Las inserciones se deben situar a nivel con el piso y sellar para evitar la entrada de concreto. Las inserciones deben ser metálicas y estar dotadas de tomacorrientes de tipo con puesta a tierra. Un conductor de puesta a tierra debe conectar los tomacorrientes a la conexión de puesta a tierra del colector. Cuando se corten las paredes de la canalización, por ejemplo para hacer las inserciones y para otros casos (por ejemplo, para acceder a las aberturas entre el colector y las celdas), hay que evitar que las partículas y la suciedad queden dentro de la canalización y hay que procurar utilizar herramientas diseñadas de modo que no entren en la canalización, para que no afecten a los conductores que pudiera haber instalados.

358-10. Sección transversal de los conductores. No se deben instalar conductores de sección transversal superior al nº. 1/0 AWG, excepto con permiso especial.

358-11. Número máximo de conductores en una canalización. La suma de las secciones transversales de todos los conductores o cables en una canalización no debe superar el 40% de la sección transversal interior de la celda o colector.

358-12. Empalmes y derivaciones. Los empalmes y derivaciones sólo se deben hacer en las unidades de acceso a los colectores o cajas de corte. Para los fines de esta sección, se debe considerar que los llamados bucles de cables (conductores continuos que conectan las salidas individuales) no son ni empalmes ni derivaciones.

358-13. Salidas abandonadas. Cuando una salida se abandone, se elimine o se deje de utilizar, los conductores del circuito que suministraban corriente a la salida se deben quitar de la canalización. No se permite que en las canalizaciones haya empalmes o conductores aislados con cinta, como sería el caso de las salidas abandonadas en los bucles de cables.

Sección 362 - CANALETAS METÁLICAS Y NO METÁLICAS PARA CABLES

A. Canaletas metálicas para cables

362-1. Definición. Las canaletas metálicas para cables son cajas de lámina metálica con tapa abisagrada o removible, para albergar y proteger cables eléctricos y en las cuales se instalan los conductores después de instalada la canaleta, como un sistema completo.

362-2. Uso. Sólo se permite usar las canaletas metálicas en instalaciones expuestas. Las canaletas metálicas instaladas en lugares mojados deben ser estancas a la lluvia. No se deben instalar canaletas metálicas : (1) cuando estén expuestas a daños físicos graves o vapores corrosivos ni (2) en ningún lugar peligroso (clasificado), excepto lo permitido en los Artículos 501-4(b), 502-4(b) y 504-20.

Excepción : Se permite instalar canaletas para cables en espacios ocultos según lo establecido en el Artículo 640-4, Excepción, c.

362-3. Otras Secciones. Las instalaciones de canaletas de cables deben cumplir las disposiciones aplicables de la Sección 300.

362-4. Sección transversal de los conductores. En una canaleta de cables no se debe instalar ningún conductor de mayor sección transversal que el diseñado para la canaleta.

362-5. Número de conductores. Las canaletas de cables no deben contener más de 30 conductores portadores de corriente en ningún sitio. No se consideran conductores portadores de corriente los de los circuitos de señalización o los de control entre un motor y su arrancador, utilizados únicamente para el arranque del motor.

La suma de las secciones transversales de todos los conductores contenidos en cualquier lugar de la canaleta no debe superar el 20% de la sección transversal interior de la misma.

A los 30 conductores portadores de corriente que ocupen el 20% del espacio, como se acaba de indicar, no se les deben aplicar los factores de corrección de la Sección 310 Nota 8(a) ni las notas a las Tablas de capacidad de corriente de 0 a 2000 V.

Excepción nº. 1 : Cuando se apliquen los factores de corrección especificados en la Sección 310 Nota 8(a) o en las notas a las Tablas de Capacidad de corriente de 0 a 2000 V, no se debe limitar el número de conductores portadores de corriente, pero la suma de las secciones de todos los conductores contenidos en cualquier lugar de la canaleta no debe superar el 20% de la sección interior de la misma.

Excepción nº. 2 : Como se establece en el Artículo 520-6, la limitación a 30 conductores no se debe aplicar en teatros ni locales similares.

Excepción nº. 3 : Como se establece en el Artículo 620-32, la limitación del 20% de ocupación no se debe aplicar a los ascensores y montacargas.

362-6. Conductores aislados doblados. Cuando en una canaleta se doblen conductores aislados, bien en sus extremos o donde los tubos, accesorios u otras canalizaciones o cables entren o salgan de la canaleta, o cuando la dirección de la canaleta varíe más de 30°, se de ben aplicar las dimensiones correspondientes de el Artículo 373-6.

362-7. Empalmes y derivaciones. En las canaletas para cables se permite hacer derivaciones que sean accesibles. Los conductores, incluidos los empalmes y derivaciones, no deben ocupar más del 75% de la sección transversal de la canalización en ese punto.

362-8. Soportes. Las canaletas para cables se deben apoyar de acuerdo con lo siguiente:

(a) **Soporte horizontal.** Cuando discurran horizontalmente, las canaletas para cables se deben apoyar a intervalos que no superen los 1,5 m o tramos que no superen los 1,5 m, en cada extremo o unión, excepto si están certificadas para otros intervalos. La distancia entre los soportes no debe superar los 3,0 m.

(b) **Soporte vertical.** Los tramos verticales de canaletas para cables se deben sujetar bien a intervalos que no superen los 4,5 m y no debe haber más de una unión entre dos soportes. Las secciones unidas de las canaletas para cables se deben sujetar bien de modo que constituyan un conjunto rígido.

362-9. Extensión a través de paredes. Se permite que las canaletas metálicas para cables pasen a través de paredes si el tramo que pasa por la pared es continuo. Se debe mantener el acceso a los conductores por ambos lados de la pared.

362-10. Extremos finales. Los extremos finales de las canaletas para cables se deben cerrar.

362-11. Extensiones desde las canaletas para cables. Las extensiones desde las canaletas para cables se deben hacer mediante cordones colgantes o cualquier método de alambrado del Capítulo 3 que incluya un medio de puesta a tierra de los equipos. Cuando se utilice un conductor independiente de puesta a tierra de los equipos, la conexión de los conductores de puesta a tierra de la instalación con la canaleta debe cumplir lo establecido en los Artículos 250-113 y 250-118. Cuando se empleen tubos rígidos no metálicos, tuberías eléctricas no metálicas o tubos no metálicos flexibles y herméticos a los líquidos, la conexión del conductor de puesta a tierra de los equipos desde el tubo no metálico hasta la canaleta de cables metálica debe cumplir lo establecido en los Artículos 250-113 y 250-118.

362-12. Rótulos. Las canaletas para cables se deben rotular de modo que después de su instalación quede claramente visible el nombre del fabricante o su marca comercial.

362-13. Puesta a tierra. La puesta a tierra debe cumplir las disposiciones de la Sección 250.

B. Canaletas no metálicas para cables

362-14. Definición. Las canaletas no metálicas para cables son cajas de material no metálico retardante de la llama, con tapa abisagrada o removible, para albergar y proteger cables eléctricos y en las cuales se instalan los conductores después de instalada la canaleta, como un sistema completo.

362-15. Usos permitidos. Se permite el uso de canaletas certificadas no metálicas para cables:

(1) Sólo en instalaciones expuestas.

Excepción : Se permite instalar canaletas para cables en espacios ocultos según lo establecido en el Artículo 640-4, Excepción, c.

(2) Cuando estén expuestas a vapores corrosivos.

(3) En lugares mojados, cuando estén certificadas para ese fin.

NOTA : Las temperaturas muy bajas pueden hacer que las canaletas no metálicas para cables se vuelvan frágiles y por tanto sean más susceptibles de daños por contactos físicos.

362-16. Usos no permitidos. No se deben utilizar canaletas no metálicas para cables:

(1) Cuando estén expuestas a daños físicos.

(2) En lugares peligrosos (clasificados).

Excepción : Lo permitido en el Artículo 504-20.

(3) Cuando estén expuestas a la luz del sol, excepto si están rotuladas como adecuadas para ese uso.

(4) Cuando estén expuestas a temperaturas ambientes distintas a las que está certificada la canaleta no metálica.

(5) Con conductores cuyos límites de temperatura de aislamiento superen aquéllos para los que está certificada la canaleta no metálica.

362-17. Otras Secciones. Las instalaciones de canaletas no metálicas para cables deben cumplir las disposiciones aplicables de la Sección 300. Cuando la Sección 250 exija la puesta a tierra de los equipos, en la canaleta no metálica se debe instalar un conductor independiente de puesta a tierra de equipos.

362-18. Sección transversal de los conductores. En una canaleta no metálica de cables no se debe instalar ningún conductor de mayor sección transversal que el diseñado para la canaleta.

362-19. Número de conductores. La suma de las secciones transversales de todos los conductores contenidos en cualquier lugar de una canaleta no metálica para cables no debe superar el 20% de la sección transversal interior de la misma. No se consideran conductores portadores de corriente los de los circuitos de señalización o los de control entre un motor y su arrancador, utilizados únicamente para el arranque del motor. A los conductores portadores de corriente que ocupen el 20% del espacio, como se acaba de indicar, se les deben aplicar los factores de corrección de la Sección 310, Nota 8(a) de las notas a las Tablas de Capacidad de corriente de 0 a 2000 V.

362-20. Conductores aislados doblados. Cuando en una canaleta se doblen conductores aislados, bien en sus extremos o donde los tubos, accesorios u otras canalizaciones o cables entren o salgan de la canaleta, o cuando la dirección de la canaleta varíe más de 30°, se de ben aplicar las dimensiones correspondientes de el Artículo 373-6.

362-21. Empalmes y derivaciones. En las canaletas para cables se permite hacer derivaciones que sean accesibles. Los conductores, incluidos los empalmes y derivaciones, no deben ocupar más del 75% de la sección transversal de la canalización en ese punto.

362-22. 362-8. Soportes. Las canaletas para cables se deben apoyar así :

(a) Soporte horizontal. Cuando discurran horizontalmente, las canaletas para cables se deben apoyar a intervalos que no superen los 0,9 m o tramos que no superen los 1,5 m, en cada extremo o unión, excepto si están certificadas para otros intervalos. La distancia entre los soportes no debe superar los 3,0 m.

(b) Soporte vertical. Los tramos verticales de canaletas para cables se deben sujetar bien a intervalos que no superen los 1,2 m y no debe haber más de una unión entre dos soportes. Las secciones unidas de las canaletas para cables se deben sujetar bien de modo que constituyan un conjunto rígido.

362-23. Dispositivos de dilatación. Cuando en una canaleta no metálica para cables se esperen variaciones de longitud en un tramo recto de 6,4 mm o más, se deben montar dispositivos de dilatación que compensen la dilatación y contracción térmica.

NOTA : Para las características de dilatación de los tubos de PVC rígido, véase la Tabla 10, Capítulo 9. Las características de dilatación de las canaletas de PVC para cables son las mismas.

362-24. Extensión a través de paredes. Se permite que las canaletas no metálicas para cables pasen a través de paredes si el tramo que pasa por la pared es continuo. Se debe mantener el acceso a los conductores por ambos lados de la pared.

362-25. Extremos finales. Los extremos finales de las canaletas para cables se deben cerrar.

362-26. Extensiones de las canaletas para cables. Las extensiones de las canaletas para cables se deben hacer mediante cordones colgantes o cualquier método de alambrado del Capítulo 3. Se debe instalar un conductor independiente de puesta a tierra de los equipos por cualquiera de los métodos aplicados al alambrado de la extensión.

362-27. Rótulos. Las canaletas no metálicas para cables deben ir rotuladas de modo que, después de su instalación, se vea claramente el nombre del fabricante o su marca comercial y su sección interior en centímetros cuadrados. Se permite identificar con el sufijo LS las canaletas no metálicas para cables con producción limitada de humo.

Sección 363 - CONJUNTOS DE CABLES PLANOS
Tipo FC (Flat Cable)

363-1. Definición. Un conjunto de cables planos de tipo FC consiste en varios conductores paralelos, fabricados integralmente con un tejido de material aislante, específicamente diseñado para su instalación en canalizaciones metálicas superficiales.

363-2. Otras Secciones. Además de las disposiciones de esta Sección, las instalaciones de cables de tipo FC deben cumplir las disposiciones aplicables de las Secciones 210, 220, 250, 300, 310 y 352.

363-3. Usos permitidos. Se permite utilizar conjuntos de cables planos únicamente como circuitos ramales que alimenten dispositivos de derivación adecuados para iluminación, pequeños artefactos o pequeñas cargas de fuerza. Los conjuntos de cables planos sólo se deben utilizar en instalaciones expuestas. Los conjuntos de cables planos sólo se deben instalar en lugares donde no estén expuestos a daños físicos severos.

363-4. Usos no permitidos. No se deben instalar conjuntos de cables planos : (1) si están sometidos a vapores corrosivos, excepto si son adecuados para esa aplicación; (2) en huecos de ascensores; (3) en lugares peligrosos (clasificados) o (4) en exteriores o en lugares húmedos o mojados, excepto si están identificados para su uso en lugares mojados.

363-5. Instalación. Los conjuntos de cables planos se deben instalar en obra sólo en canalizaciones metálicas superficiales identificadas para ese uso. La parte acanalada de la canalización metálica superficial se debe instalar como un sistema completo antes de introducir en su interior los conjuntos de cables planos.

363-6. Número de conductores. Los conjuntos de cables planos constan de 2, 3 ó 4 conductores.

363-7. Sección transversal de los conductores. Los conjuntos de cables planos deben tener conductores con hilos de cobre trenzados especiales con sección transversal de 5,25 mm^2 (10 AWG).

363-8. Aislamiento de los conductores. Todo el conjunto de cables planos debe estar formado de modo que ofrezca una cobertura aislante adecuada de todos sus conductores, por medio de uno de los materiales recogidos en la Tabla 310-13 para alambrado general de circuitos ramales.

363-9. Empalmes. Los empalmes se deben hacer en cajas de unión certificadas.

363-10. Derivaciones. Las derivaciones se deben hacer entre cualquier fase y el conductor puesto a tierra o cualquier otro conductor de fase, por medio de dispositivos y accesorios identificados para ese uso. Los dispositivos de derivación deben tener una corriente máxima admisible no inferior a 15 A o más de 300 V a tierra y deben tener un código de color de acuerdo con los requisitos que exige el Artículo 363-20.

363-11. Extremos finales. Los extremos finales de los conjuntos de cables planos deben terminarse con una tapa identificada para ese uso. El accesorio del extremo de las canalizaciones metálicas superficiales debe estar también identificado para ese uso.

363-12. Colgantes para artefactos. Los colgantes para artefactos instalados con los conjuntos de cables planos deben estar identificados para ese uso.

363-13. Accesorios. Los accesorios que se instalen con los conjuntos de cables planos deben estar diseñados e instalados de modo que protejan a los cables contra daños físicos.

363-14. Extensiones. Todas las extensiones desde los conjuntos de cables planos se deben hacer por métodos de instalación aprobados, dentro de las cajas de unión instaladas en cualquier extremo del tramo de cables.

363-15. Soportes. Los conjuntos de cables planos se deben sujetar en las canalizaciones metálicas de superficie por medios adecuados a su diseño especial. Las canalizaciones metálicas de superficie se deben apoyar según lo requerido a ese tipo de canalizaciones.

363-13. Capacidad de corriente nominal. La capacidad de corriente nominal de un circuito ramal no debe superar los 30 A.

363-17. Rótulos. Además de lo establecido en el Artículo 310-11, los cables de tipo FC deben llevar rotulada de modo duradero en su superficie su temperatura nominal, a intervalos no superiores a 0,6 m.

363-18. Cubiertas protectoras. Cuando un conjunto de cables planos se instale a menos de 2,4 m sobre el piso o plataforma fija de trabajo, se debe proteger con una cubierta metálica identificada para ese uso.

363-19. Identificación. El conductor puesto a tierra se debe identificar en toda su longitud por medio de una marca clara y duradera de color blanco o gris natural.

363-20. Identificación de las regletas de bornes. Las regletas de bornes identificadas para este uso deben tener rótulos claros y duraderos con código de color o letras. La parte del conductor puesto a tierra debe llevar una marca blanca o una designación adecuada. La siguiente sección adyacente de la regleta debe llevar una marca negra o una designación adecuada. La siguiente sección debe llevar una marca roja o una designación adecuada. La sección última o externa (opuesta al conductor puesto a tierra), debe llevar una marca azul o una designación adecuada.

Sección 364 - CANALIZACIONES O BUSES DE BARRAS

A. Generalidades

364-1. Alcance. Esta Sección trata de las canalizaciones de barras de acometida, de los alimentadores y los circuitos ramales y sus correspondientes accesorios.

364-2. Definición. Para los fines de esta Sección, se considera que una canalización o bus de barras es un encerramiento metálico puesto a tierra que contiene conductores desnudos o aislados montados en fábrica, que generalmente suelen ser barras, varillas o tubos de cobre o aluminio.

NOTA : Para los buses de cables, véase la Sección 365.

364-3. Otras Secciones. Las instalaciones de canalizaciones de barras deben cumplir las disposiciones aplicables de la Sección 300.

364-4. Uso.

(a) Usos permitidos. Las canalizaciones de barras se deben instalar sólo cuando estén situadas en lugares a la vista.

Excepción : Se permite instalar canalizaciones de barras no ventiladas, totalmente cerradas, de modo que las juntas entre las distintas partes y accesorios sean accesibles para mantenimiento, detrás de paneles siempre que haya medios de acceso y además:

a. El espacio detrás de los paneles de acceso no se utilice para ventilación, o

b. El espacio detrás de los paneles de acceso se utilice para ventilación, excepto en conductos y cámaras de aire, en cuyo caso no deben existir conexiones para enchufar y los conductores deben ir aislados.

(b) Usos no permitidos. No se deben instalar canalizaciones de barras (1) cuando estén expuestas a daños físicos severos o vapores corrosivos; (2) en huecos de ascensores; (3) en lugares peligrosos (clasificados),

excepto si están específicamente aprobadas para ese uso según el Artículo 501-4(b), ni (4) en exteriores o en lugares húmedos o mojados, excepto si están identificadas para ese uso.

Las canalizaciones de barras para iluminación y para troles no se deben instalar a menos de 2,40 m sobre el piso o la plataforma de trabajo, excepto si están dotadas con una cubierta identificada para ese fin.

364-5. Soportes. Las canalizaciones de barras se deben sujetar bien a intervalos no superiores a 1,5 m, excepto si están diseñadas y rotuladas para otras distancias.

364-6. A través de paredes y pisos. Se permite pasar tramos continuos de canalizaciones de barras a través de paredes y pisos de mampostería. Se permite pasar verticalmente canalizaciones de barras a través de pisos de mampostería si están totalmente cerradas (sin ventilar) al pasar por el piso hasta una distancia mínima de 1,80 m sobre el piso, para que queden debidamente protegidas contra daños físicos.

NOTA : Véase el Artículo 300-21, Propagación del fuego o de los productos de la combustión.

364-7. Extremos finales. Los extremos finales de las canalizaciones de barras deben ir cerrados.

364-8. Circuitos ramales desde canalizaciones de barras. Se permite instalar circuitos ramales a partir de canalizaciones de barras, siempre que se cumplan los siguientes requisitos:

(a) Los circuitos ramales a partir de canalizaciones de barras deben cumplir lo establecido en las Secciones 341, 334, 345, 346, 347, 348, 350, 351, 352 y 364. Cuando se instale una canalización no metálica, las conexiones de los conductores de puesta a tierra de los equipos de la canalización no metálica con la canalización de barras, deben cumplir lo establecido en los Artículos 250-113 y 250-118.

(b) Para la conexión de equipos portátiles o equipos fijos, de modo que se puedan intercambiar, se permite usar cordones y conjuntos adecuados de cables aprobados para trabajo pesado y de cables aéreos certificados, de acuerdo con los Artículos 400-7 y 400-8 y en las siguientes condiciones:

(1) El cordón o el cable deben ir sujetos a la pared por medios aprobados.

(2) La longitud del cordón o cable desde el dispositivo de conexión enchufable del conjunto de barras hasta el dispositivo de soporte de toma de tensión, no debe superar los 1,80 m.

Excepción : Sólo en instalaciones industriales, si las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguran que sólo atienden la instalación personas calificadas, se permite utilizar cables de más de 1,80 m entre la conexión del conjunto de barras y el dispositivo de soporte de toma tensión, si el cordón o cable está apoyado a intervalos no superiores a 2,4 m.

(3) El cordón o cable se deben instalar como ducto vertical desde el dispositivo de soporte de toma tensión hasta el equipo correspondiente.

(4) En las terminaciones del cordón o cable, tanto en el extremo de la canalización de barras como en el del equipo, se deben instalar abrazaderas que eviten la tensión sobre el cable.

364-9. Protección contra sobrecorriente. Se deben proporcionar dispositivos de protección contra sobrecorriente, según lo establecido en los Artículos 364-10 a 364-13.

364-10. Corriente nominal de los dispositivos de protección. Alimentadores. Una canalización de barras debe ir protegida contra sobrecorriente, según la corriente nominal admisible de la canalización. Cuando esa capacidad de corriente no corresponda a la corriente nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente, se permite utilizar el dispositivo de protección de la siguiente capacidad de corriente únicamente si esa corriente no supera los 800 A.

364-11. Reducción de la capacidad de corriente de la canalización de Barras. Se requiere de protección contra sobrecorriente cuando las canalizaciones de barra se reducen en capacidad de corriente.

Excepción : Sólo en establecimientos industriales se permite suprimir la protección contra sobrecorriente en los puntos en los que las canalizaciones de barras se reducen en capacidad de corriente, siempre y cuando la longitud de la canalización de barras con menor capacidad de corriente no supere los 15 m y esa capacidad de corriente sea como mínimo igual a la tercera parte de la capacidad de corriente o ajuste del dispositivo de protección contra sobrecorriente que haya instalado inmediatamente antes y si además la canalización de barras no está en contacto con material combustible.

364-12. Alimentadores y circuitos ramales. Cuando se utilice una canalización de barras como alimentador, los dispositivos o conexiones enchufables para las derivaciones de el alimentador o los circuitos ramales alimentados desde la canalización de barras, deben contener los dispositivos de protección contra sobrecorriente necesarios para la protección de esos circuitos. La clavija debe consistir en un interruptor automático de circuitos accionable desde el exterior o un interruptor-seccionador accionable desde el exterior. Cuando estos dispositivos se monten sin ser accesibles y contengan medios de desconexión, se deben instalar medios adecuados como cuerdas, cadenas o pértigas que permitan accionar el medio de desconexión desde el piso.

Excepción nº. 1 : Lo que permite el Artículo 240-21(b), (c), (d), (e), (f), (h), (i), (j), (m) o (n).

Excepción nº. 2 : En elementos de iluminación fijos o semifijos, cuando el dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito ramal forme parte de la cordón con clavija del artefacto, en los artefactos conectados a través de cordón.

Excepción nº. 3 : Cuando los artefactos con cordón vayan directamente conectados al canalización de barras y el artefacto lleve dispositivo de protección contra sobrecorriente.

364-13. Capacidad de la protección contra sobrecorriente. En circuitos ramales. Se permite utilizar una canalización de barras como circuito ramal de cualquiera de los tipos descritos en la Sección 210. Cuando se utilice así, la capacidad de corriente o el ajuste de disparo del dispositivo de protección contra sobrecorriente de la canalización de barras debe determinar la capacidad de corriente del circuito ramal y éste debe cumplir en todos los casos los requisitos de la Sección 210 relativos a los circuitos ramales de esa capacidad.

364-15. Rótulos. Las canalizaciones de barras deben ir rotuladas con la corriente y tensión nominales para las que están diseñadas, con el nombre del fabricante y su marca comercial, todos estos datos bien visibles después de su instalación.

B. Requisitos para tensiones superiores a 600 V nominales

364.21. Identificación. Cada tramo de una canalización de barras debe llevar una placa de características permanente en la que se ofrezca la siguiente información: (1) tensión nominal; (2) corriente permanente nominal; si la canalización está enfriada por ventilación forzada, también se debe indicar tanto la ventilación forzada como la no forzada para el mismo incremento de temperatura; (3) su frecuencia nominal; (4) la tensión nominal instantánea no disruptiva; (5) la tensión nominal no disruptiva a 60 Hz (en seco); (6) la corriente nominal instantánea y (7) el nombre del fabricante o la marca comercial.

NOTA : En cuanto a los requisitos de construcción y ensayos de los buses en encerramientos metálicos, véanse : *NTC 3283 Requisitos particulares para sistemas de barrajes canalizados y Switchgear Assemblies,* ANSI C37.20-1969 (R-1982).

364-22. Puesta a tierra. Los buses en encerramiento metálico se deben poner a tierra, según lo establecido en la Sección 250.

364-23. Estructuras adyacentes y de soporte. Las canalizaciones o buses de barras en encerramientos metálicos se deben instalar de modo que el aumento de temperatura producido por corrientes inducidas en cualquier elemento metálico adyacente, no sea peligroso para las personas ni provoque peligro de incendio.

364-24. Neutro. El neutro de un bus de barras, cuando lo lleve, se debe dimensionar para que lleve toda la corriente de carga del neutro, incluidas las corrientes de armónicos y tener la capacidad nominal adecuada para soportar corrientes instantáneas y de cortocircuito según las necesidades del sistema.

364-25. Barreras y sellantes. Los tramos de las canalizaciones de barras que discurran por el interior y el exterior de un edificio, deben llevar en la pared del edificio un sellante que evite el paso de aire de una parte a otra.

Excepción : No se requiere sellante cuando la canalización esté enfriada por ventilación forzada.

Cuando las canalizaciones atraviesen paredes, pisos o techos cortafuegos, deben instalarse barreras cortafuegos.

NOTA : Para la propagación del fuego o los productos de la combustión, véase el Artículo 300-21.

364-26. Facilidades para drenaje. Para eliminar la humedad que se condense en las partes bajas de una canalización de barras, se deben instalar los tapones, filtros de drenaje o dispositivos similares adecuados.

364-27. Encerramientos ventilados para buses de cables. Los encerramientos ventilados para buses de cables se deben instalar de acuerdo con lo establecido en la Sección 710 Parte D, excepto si están diseñados y construidos de modo que cualquier objeto extraño que entre por las aberturas no pueda tocar las partes energizadas.

364-28. Terminaciones y conexiones. Cuando las canalizaciones de barras terminen en máquinas enfriadas por gases inflamables, se deben instalar casquillos sellantes, deflectores u otros medios que eviten la acumulación de gases inflamables dentro de las canalizaciones. En los tramos largos y rectos de las canalizaciones o cuando los tramos de una canalización atraviesen las juntas antivibraciones de un edificio, se deben instalar juntas flexibles o de dilatación que compensen la dilatación o contracción debida a la temperatura. Todas las terminaciones de los conductores y los equipos de conexión deben ser accesibles para su instalación, conexión y mantenimiento.

364-29. Interruptores. Los interruptores o medios de desconexión instalados en los tramos de barras, deben tener la misma corriente nominal momentánea que las barras. Los medios de desconexión deben estar claramente rotulados para que sólo se puedan quitar cuando las barras estén desenergizadas. Los dispositivos de desconexión que no actúen por sobrecarga deben estar enclavados entre sí para evitar que funcionen en carga y los encerramientos de los medios de desconexión se deben sellar para evitar el acceso a partes energizadas.

364-30. Instalaciones de 600 V nominales o menos. Los dispositivos de control y las instalaciones secundarias que formen parte de un bus en una canalización metálica, se deben aislar de todos los elementos del circuito primario mediante barreras cortafuegos, exceptuando los tramos cortos de cable, como los terminales de los transformadores de instrumentos.

Sección 365 - BUS DE CABLES

365-1. Definición. Un bus de cables es un conjunto de conductores aislados con accesorios y terminaciones, todo ello dentro de una caja metálica protectora, totalmente cerrada y ventilada. El bus de cables se suele montar en su punto de instalación a partir de componentes suministrados o especificados por el fabricante y de acuerdo con las instrucciones para cada trabajo específico. Este conjunto está diseñado para transportar una corriente de falla y soportar las fuerzas magnéticas que crea dicha corriente.

365-2. Uso

(a) **A 600 V o menos.** Se permite utilizar buses de cables aprobados a cualquier tensión o corriente para las que estén certificados los conductores y sólo en instalaciones expuestas. Los buses de cables instalados en exteriores o en lugares corrosivos, húmedos o mojados deben estar identificados para dicho uso. No se deben instalar buses de cables en huecos de ascensores ni en lugares peligrosos (clasificados) si no están específicamente aprobados para esos usos. Se permite utilizar buses de cables en alimentadores, circuitos ramales y acometidas. Se permite utilizar el armazón de un bus de cables como conductor de puesta a tierra de equipos en alimentadores y circuitos ramales, siempre que esté bien conectado equipotencialmente.

(b) **A más de 600 V.** Se permite utilizar buses de cables aprobados en instalaciones de más de 600 V nominales. Véase el Artículo 710-4(a).

365-3. Conductores.

(a) **Tipos de conductores.** Los conductores portadores de corriente de los buses de cables deben tener un aislamiento nominal de 75℃ o mayor, ser de un tipo aprobado y adecuados para la aplicación correspondiente, de acuerdo con las Secciones 310 y 710.

(b) **Capacidad de corriente de los conductores.** La capacidad de corriente de los conductores en buses de cables debe estar de acuerdo con las Tablas 310-17 y 310-19.

(c) **Sección transversal y número de conductores.** La sección transversal y número de los conductores deben corresponder a los valores de diseño del bus de cables y en ningún caso deben ser inferiores a 53,5 mm^2 (1/0 AWG).

(d) **Soportes de los conductores.** Los conductores aislados deben ir apoyados en bloques u otros medios de montaje diseñados para ese uso. Los conductores individuales de un bus de cables deben ir apoyados a intervalos no superiores a 0,9 m en tramos horizontales y 0,5 m en tramos verticales. La separación horizontal y vertical entre los conductores así apoyados no debe ser inferior al diámetro de un conductor en los puntos de soporte.

365-5. Protección contra sobrecorriente. Los buses de cables deben estar protegidos contra sobrecorriente, de acuerdo con la capacidad de corriente de los conductores según el Artículo 240-3. Cuando la capacidad de corriente de los conductores del bus no corresponda a la corriente nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente, se permite instalar un dispositivo con la corriente nominal inmediata superior siempre que no supere los 800 A.

Excepción : Se permite instalar dispositivos de protección contra sobrecorriente de acuerdo con el Artículo 240-100 para más de 600 V nominales.

365-6. Soportes y extensiones a través de paredes y pisos.

(a) **Soportes.** Los buses de cables deben ir bien sujetos a intervalos no superiores a 3,6 m.

Excepción : Cuando haya que instalar tramos de más de 3,6 m, la estructura debe estar específicamente diseñada para esa longitud.

(b) **Tramos transversales.** Se permite prolongar los buses de cables transversalmente a través de paredes o tabiques que no sean cortafuegos, siempre que la sección del bus dentro de la pared sea continua, esté protegida contra daños físicos y no esté ventilada.

(c) **A través de pisos y plataformas secas.** Excepto cuando se requieran cortafuegos, se permite prolongar verticalmente los buses de cables a través de pisos y plataformas secas siempre que el bus quede totalmente encerrado al atravesar el piso o plataforma, hasta una distancia de 1,80 m por encima de los mismos.

(d) A través de pisos y plataformas en lugares mojados. Excepto cuando se requieran cortafuegos, se permite prolongar verticalmente los buses de cables a través de pisos y plataformas en lugares mojados siempre que : (1) haya curvas u otros medios adecuados para evitar que el agua pase a través de la abertura en el piso o plataforma y (2) siempre que el bus quede totalmente encerrado al atravesar el piso o plataforma, hasta una distancia de 1,80 m por encima de los mismos.

365-7. Accesorios. Una instalación con buses de cables debe incluir accesorios aprobados para : (1) los cambios de dirección horizontal o vertical del bus; (2) los extremos finales; (3) las terminaciones en o dentro de artefactos o equipos conectados o en los armarios de dichos equipos y (4) otra protección física como protectores, cuando sea necesario porque estén expuestos a daños físicos graves.

365-8. Terminación de los conductores. Las conexiones de los conductores de los buses de cables tienen que llevar terminaciones aprobadas.

365-9. Puesta a tierra. Una instalación con buses de cables se debe poner a tierra y conectar equipotencialmente, según la Sección 250 y excepto lo establecido en el Artículo 250-33 Excepción nº. 2.

365-10. Rótulos. Cada tramo de un bus de cables debe ir rotulado con el nombre del fabricante o marca comercial y el diámetro máximo, número, tensión y corriente nominal de los conductores que se pueden instalar en el bus. Las rótulos deben estar situados de modo que queden bien visibles después de la instalación.

Sección 370 - CAJAS DE SALIDA, DE DISPOSITIVOS, DE PASO Y DE EMPALMES, CONDULETAS Y SUS ACCESORIOS

A. Generalidades

370-1. Alcance. Esta Sección trata de la instalación y uso de todas las cajas y conduletas utilizadas para salidas, uniones o cajas de paso, dependiendo de su uso. No se consideran conduletas las cajas de metal fundido, de lámina metálica, las no metálicas y otras como las FS, FD y más grandes. Esta Sección trata además de los requisitos de instalación de los accesorios utilizados para conectar las canalizaciones entre sí y las canalizaciones y cables con las cajas y conduletas.

NOTA : Para sistemas de más de 600 V nominales, véase la Parte D de esta Sección.

370-2. Cajas redondas. No se deben usar cajas redondas cuando los tubos o conectores que requieran tuercas o pasacables, se tengan que conectar a un lado de la caja.

370-3. Cajas no metálicas. Sólo se permite utilizar cajas no metálicas con cables a la vista en aisladores, en instalaciones ocultas sobre tubos con aisladores de pared, con cables de recubrimiento no metálico y con canalizaciones no metálicas.

Excepción nº. 1 : Cuando todas las entradas estén conectadas equipotencialmente, se permite utilizar cajas no metálicas con canalizaciones metálicas o con cables con recubrimiento metálico.

Excepción nº. 2 : Se permite utilizar cajas no metálicas con canalizaciones metálicas o cables con recubrimiento metálico cuando exista un medio integral de conexión equipotencial con posibilidad de conectar un puente de puesta a tierra de los equipos dentro de la caja entre todas las entradas a rosca de las cajas no metálicas certificadas para este uso.

370-4. Cajas metálicas. Todas las cajas metálicas deben estar puestas a tierra, de acuerdo con lo establecido en la Sección 250.

370-5. Conduletas de radio reducido. Las conduletas como los codos con tapas y los codos de acometidas dentro de los cuales se instalen conductores del nº. 6 o menores, y que sólo estén previstos para completar la instalación de la canalización y los conductores contenidos en ella, no deben tener empalmes, derivaciones ni dispositivos y deben ser de tamaño suficiente como para dejar espacio libre para todos los conductores incluidos en ellos.

B. Instalación

370-15. En lugares húmedos, mojados o peligrosos (clasificados).

(a) En lugares húmedos o mojados. En los lugares húmedos o mojados, las cajas, conduletas y los accesorios deben estar instalados o equipados de modo que eviten que entre o se acumule humedad dentro de la caja, registro o accesorios. Las cajas, conduletas y accesorios instalados en lugares mojados deben estar certificados para usarlos en esos lugares.

NOTA 1: Para las cajas instaladas en el piso, véase el Artículo 370-27(b).

NOTA 2: Para la protección contra la corrosión, véase el Artículo 300-6.

(b) En lugares peligrosos (clasificados). Las instalaciones en lugares peligrosos (clasificados) deben cumplir lo establecido en las Secciones 500 a 517.

370-16. Número de conductores en las cajas de salida, de dispositivos y de empalmes y en Las conduletas. Las cajas y conduletas deben ser de tamaño suficiente para que quede espacio libre para todos los conductores instalados. En ningún caso el volumen de la caja, calculado como se especifica en el siguiente apartado (a), debe ser menor que el volumen ocupado calculado en el siguiente apartado (b). El volumen mínimo de Las conduletas se calculará según el siguiente apartado (c). Las disposiciones de esta sección no se aplican a los terminales que se suministran con los motores. Véase el Artículo 430-12. Las cajas y conduletas en los que se instalen conductores del nº. 4 AWG o mayores deben cumplir también lo establecido en el Artículo 370-28.

(a) Cálculo del volumen de la caja. El volumen de un encerramiento de cables (caja) debe ser el volumen total de todas las secciones juntas y, cuando se utilicen, el espacio necesario para los marcos de escayola, tapas curvas, anillos de extensión, etc. que vayan rotulados con su volumen en pulgadas cúbicas o que se fabriquen con cajas cuyas dimensiones estén listadas en la Tabla 370-16(a).

Tabla 370-16(a) Cajas metálicas

Dimensiones de la caja, tamaño comercial en mm, pulgadas o tipo	**Capacidad mínima en cm³**	**Número máximo de conductores***						
		0,82 mm²	**1,31 mm²**	**2,08 mm²**	**3,3 mm²**	**5,25 mm²**	**8,36 mm²**	**13,29 mm²**
		18 AWG	**16 AWG**	**14 AWG**	**12 AWG**	**10 AWG**	**8 AWG**	**6 AWG**
101,6 x 31,8 mm 4 x 1 ¼ " redonda u octogonal	205	8	7	6	5	5	4	2
101,6 x 38,1 mm 4 x 1 ½ " - redonda u octogonal	254	10	8	7	6	6	5	3
101,6 x 53,9 mm 4 x 2 1/8 " - redonda u octogonal	353	14	12	10	9	8	7	4
101,6 x 31,9 mm	295	12	10	9	8	7	6	3

Dimensiones de la caja, tamaño comercial en mm, pulgadas o tipo	Capacidad mínima en cm^3	Número máximo de conductores*						
		0,82 mm^2	1,31 mm^2	2,08 mm^2	3,3 mm^2	5,25 mm^2	8,36 mm^2	13,29 mm^2
		18 AWG	16 AWG	14 AWG	12 AWG	10 AWG	8 AWG	6 AWG
4 x 1 ¼ " - cuadrada								
101,6 x 38,1 mm 4 x 1 ½ " - cuadrada	344	14	12	10	9	8	7	4
101,6 x 53,9 mm 4 x 2 1/8 " - cuadrada	497	20	17	15	13	12	10	6
119,1 x 31,8 mm 4 11/16 x 1 ¼ " - cuadrada	418	17	14	12	11	10	8	5
119,1 x 38,1 mm 4 11/16 x 1 ½ " - cuadrada	484	19	16	14	13	11	9	5
119,1 x 53,9 mm 4 11/16 x 2 1/8 " - cuadrada	689	28	24	21	18	16	14	8
76,2 x 50,8 x 38,1 mm 3 x 2 x 1 ½ " - de dispositivos	123	5	4	3	3	3	2	1
76,2 x 50,8 x 50,8 mm 3 x 2 x 2 " - de dispositivos	164	6	5	5	4	4	3	2
76,2 x 50,8 x 57,2 mm 3 x 2 x 2 ¼ " - de dispositivos	172	7	6	5	4	4	3	2
76,2 x 50,8 x 63,5 mm 3 x 2 x 2 ½ " - de dispositivos	205	8	7	6	5	5	4	2
76,2 x 50,8 x 69,9 mm 3 x 2 x 2 ¾ " - de dispositivos	230	9	8	7	6	5	4	2
76,2 x 50,8 x 88,9 mm 3 x 2 x 3 ½ " - de dispositivos	295	12	10	9	8	7	6	3
101,6 x 53,9 x 38,1 mm 4 x 2 1/8 x 1 ½ " - de dispositivos	169	6	5	5	4	4	3	2
101,6 x 53,9 x 47,6 mm 4 x 2 1/8 x 1 7/8 " - de dispositivo.	213	8	7	6	5	5	4	2
101,6 x 53,9 x 53,9 mm 4 x 2 1/8 x 2 1/8 " - de dispositivo.	238	9	8	7	6	5	4	2
95,3 x 50,8 x 63,5 mm 3 ¾ x 2 x 2 ½ " - caja/hueco de ladrillo	230	9	8	7	6	5	4	2
95,3 x 50,8 x 88,9 mm 3 ¾ x 2 x 3 ½ " - caja/hueco de mampostería ladrillo	344	14	12	10	9	8	7	4
FS - de prof. mínima 44,5 mm (1 ¾"), con tapa/hueco sencilla	221	9	7	6	6	5	4	2

Dimensiones de la caja, tamaño comercial en mm, pulgadas o tipo	Capacidad mínima en cm^3	Número máximo de conductores*						
		0,82 mm^2	1,31 mm^2	2,08 mm^2	3,3 mm^2	5,25 mm^2	8,36 mm^2	13,29 mm^2
		18 AWG	16 AWG	14 AWG	12 AWG	10 AWG	8 AWG	6 AWG
FD - de prof. mínima 60,3 mm (2 3/8"), con tapa/hueco sencilla	295	12	10	9	8	7	6	3
FS - de prof. mínima 44,5 mm (1 ¾"), con varias tapa/huecos	295	12	10	9	8	7	6	3
FD - de prof. mínima 60,3 mm (2 3/8"), con varias tapas/huecos	394	16	13	12	10	9	8	4

* Cuando en los Artículos 370-16(b)(2) a (5) no se exijan tolerancias de volumen.

(1) Cajas normalizadas. El volumen de las cajas normalizadas que no estén rotuladas con una capacidad en centímetros cúbicos, debe ser el de la Tabla 370-16(a).

(2) Otras cajas. Las cajas de 1.640 cm^3 o menos, distintas de las descritas en la Tabla 370-16(a) y las cajas no metálicas, deben ir rotuladas por el fabricante de modo legible y duradero con su capacidad en centímetros cúbicos. Las cajas descritas en la Tabla 370-16(a) que tengan mayor capacidad de la indicada en la Tabla, podrán tener su capacidad en centímetros cúbicos rotulada como lo exige esta Sección.

(b) Cálculo del volumen ocupado. Se deben sumar los volúmenes de los siguientes párrafos (1) a (5). No se exigen tolerancias de volumen para pequeños accesorios, como tuercas y pasacables.

(1) Volumen ocupado por los conductores. Cada conductor que proceda de fuera de la caja y termine o esté empalmado dentro de la caja, se debe contar una vez; cada conductor que pase a través de la caja sin empalmes ni terminaciones, se debe contar una vez. El volumen ocupado por los conductores en centímetros cúbicos se debe calcular a partir de la Tabla 370-16(b). No se deben contar los conductores que no salgan de la caja.

Excepción : Se permite omitir de los cálculos los conductores de puesta a tierra de equipos o no más de cuatro conductores de equipos de sección transversal inferior al nº. 14 AWG, o ambos, cuando entren en una caja procedentes de un artefacto bajo una cúpula, marquesina o similar y que terminen en la caja.

Tabla 370-16(b) Volumen de las cajas por cada conductor

Sección transversal del conductor		Espacio libre en la caja para cada conductor
mm^2	**AWG**	**(cm^3)**
0,82	18	25
1,31	16	29
2,08	14	33
3,30	12	37
5,25	10	41
8,36	8	49
13,29	6	82

(2) Volumen ocupado por las abrazaderas. Cuando haya una o más abrazaderas internas para cables, suministradas de fábrica o instaladas en obra, se debe dejar un volumen tal como el que se indica en la Tabla 370-16(b) para el conductor de mayor sección transversal que haya en la caja. No se deben dejar tolerancias de volumen para conectores cuyo mecanismo de sujeción quede fuera de la caja.

(3) Volumen ocupado por los accesorios de soporte. Cuando haya en la caja uno o más accesorios o casquillos para artefactos, se debe dejar un volumen tal como el que se indica en la Tabla 370-16(b) para el conductor de mayor sección transversal que haya en la caja por cada accesorio.

(4) Volumen ocupado por equipos o dispositivos. Para cada abrazadera o platina que contenga uno o más equipos o dispositivos, se debe dejar un volumen doble del que se indica en la Tabla 370-16(b) para el conductor de mayor sección transversal que haya en la caja por cada equipo o dispositivo soportado por esa abrazadera o platina.

(5) Volumen ocupado por conductores de puesta a tierra de los equipos. Cuando entre en una caja uno o más conductores de puesta a tierra de equipos, se debe dejar un volumen tal como el que se indica en la Tabla 370-16(b) para el conductor de puesta a tierra de mayor sección transversal que haya en la caja. Cuando haya en la caja otros conductores de puesta a tierra de equipos, como permite el Artículo 250-74 Excepción nº. 4, se debe calcular un volumen adicional equivalente al del conductor adicional de puesta a tierra de mayor sección transversal.

(c) Conduletas. Las conduletas que contengan conductores de 13,29 mm^2 (6 AWG) o más pequeños y que sean distintos a Las conduletas de radio reducido descritos en el Artículo 370-5, deben tener una sección transversal no inferior al doble de la sección transversal del mayor tubo o tubería a la que estén unidos. El número máximo de conductores permitidos debe corresponder al número máximo permitido por la Tabla 1 del Capítulo 9 para el tubo unido al registro. Las conduletas no deben contener empalmes, derivaciones ni dispositivos excepto si están rotulados por el fabricante de modo legible y duradero con su capacidad cúbica en pulgadas. El número máximo de conductores se debe calcular mediante el mismo procedimiento para conductores similares en cajas distintas a las normalizadas. Las conduletas se deben sujetar de modo que queden rígidos y seguros.

370-17. Conductores que entran en cajas, conduletas o accesorios. Los conductores que entren en cajas, conduletas o accesorios deben ir protegidos contra la abrasión y cumplir las siguientes disposiciones (a) a (d):

(a) Aberturas que se deben cerrar. Las aberturas por las que entren los conductores se deben cerrar adecuadamente.

(b) Cajas y conduletas metálicas. Cuando se instalen cajas o conduletas metálicas con cables a la vista o con cables ocultos en tubos y aisladores con soportes de pared, los conductores deben entrar a través de pasacables aislantes o, en los lugares secos, a través de tubos flexibles que se prolonguen desde el último

soporte aislante y que estén bien sujetos a la caja o registro. Cuando haya una tubería o cable instalados con cajas o conduletas metálicas, la tubería o el cable deben ir bien sujetos a dichas cajas o conduletas.

(c) Cajas no metálicas. Las cajas no metálicas deben ser adecuadas para el conductor de temperatura nominal más baja que entre en las mismas. Cuando se utilicen cajas no metálicas con cables a la vista o con cables en tubos con soportes de pared, los conductores deben entrar en la caja por agujeros independientes. Cuando se utilicen tubos flexibles para empotrar los conductores, los tubos deben sobresalir desde el último soporte aislante hasta no menos de 6,4 mm dentro de la caja. Cuando se utilicen cables con recubrimiento no metálico, el conjunto del cable, incluido el recubrimiento, debe prolongarse dentro de la caja no menos de 6,4 mm a través de una abertura en la tapa de la caja. En todos los casos, los cables deben ir sujetos a la caja por medios adecuados.

Excepción : No será necesario sujetar el cable a la caja cuando se utilicen cables con recubrimiento no metálico en cajas de tamaño comercial no superior a 57,2 x 101,6 mm (2 ¼ x 4 pulgadas) montadas en paredes o techos y si el cable está sujeto a menos de 200 mm de la caja, medidas a lo largo de su recubrimiento y si este recubrimiento se prolonga a través de una tapa en una longitud no inferior a 6,4 mm. Se permite que pasen varios cables por una sola abertura de la tapa.

(d) Conductores con sección transversal de 21,14 mm^2 (4 AWG) o mayor. La instalación debe cumplir lo establecido en el Artículo 300-4(f).

370-18. Aberturas sin utilizar. Las aberturas para cables o canalizaciones en las cajas y conduletas que no se utilicen, se deben cerrar eficazmente de modo que ofrezcan una protección prácticamente igual a la de la pared de la caja o registro. Si se utilizan tapones o tapas metálicas en cajas o conduletas no metálicas, se deben introducir como mínimo 6,4 mm por debajo de su superficie externa.

370-19. Cajas con dispositivos montados a ras. En las cajas utilizadas para contener dispositivos montados a ras, su diseño debe ser tal que los dispositivos queden perfectamente encerrados por detrás y por los lados y bien sujetos. Los tornillos de sujeción de las cajas no se deben utilizar para sujetar los dispositivos instalados dentro de las mismas.

370-20. En paredes o techos. En las paredes o techos de concreto, azulejo o de material no combustible, las cajas se deben instalar de modo que su borde delantero no quede más de 6,4 mm por debajo de la superficie acabada. En las paredes y techos de madera o de otro material combustible, las cajas deben quedar a ras o sobresalir de la superficie acabada.

370-21. Reparación de las paredes de yeso, ladrillo o panel de yeso. Las superficies de paredes de yeso, ladrillo o panel de yeso que estén rotas o incompletas, se deben reparar para que no queden huecos ni espacios abiertos de más de 3,2 mm alrededor del borde de las cajas o accesorios.

370-22. Extensiones superficiales expuestas. Las extensiones superficiales de una caja de una instalación oculta se deben hacer montando y sujetando mecánicamente otra caja o anillo de extensión sobre la caja oculta. Cuando sea necesario se deben poner a tierra los equipos, de acuerdo con la Sección 630.

Excepción : Se permite hacer una extensión superficial desde la tapa de una caja oculta cuando la tapa esté diseñada de modo que no sea probable que se caiga o la quiten si se afloja. La instalación debe ser flexible y estar hecha de modo que, si fuera necesaria la continuidad de la puesta a tierra, fuera independiente de la conexión entre la caja y la tapa.

370-23. Soportes. Los encerramientos a los que se refiere la Sección 370 deben estar rígidamente sujetos, de acuerdo con los siguientes apartados (a) a (g).

(a) **Montaje en superficie.** Los encerramientos deben ir bien sujetos a la superficie sobre la que van montados, a no ser que dicha superficie no ofrezca un soporte adecuado, en cuyo caso se deben sujetar según lo establecido en (b).

(b) **Montaje sujeto a la estructura.** Los encerramientos se deben sujetar rígidamente a un miembro de la estructura del edificio, directamente en el suelo o mediante abrazaderas de metal, polímeros o madera. No se permite utilizar como único soporte los cables de soporte que no ofrezcan un soporte rígido.

(1) Si se utilizan clavos como medios de sujeción, se debe permitir que pasen a través del interior del encerramiento si están situados a menos de 6,4 mm de la parte posterior o los extremos del encerramiento.

(2) Las abrazaderas metálicas deben estar protegidas contra la corrosión y tener un espesor no inferior a 500 micras sin recubrir. Las abrazaderas de madera deben tener una sección nominal no inferior a 25 mm x 50 mm. Las abrazaderas de madera en locales húmedos se deben tratar de acuerdo con esa circunstancia. Las abrazaderas de polímeros deben estar identificadas para utilizarlas en ese uso.

(c) **Montaje no estructural.** Se permite instalarlas a nivel de las superficies cubiertas existentes cuando ofrezcan soporte adecuado por medio de abrazaderas, anclajes o accesorios. Se permite utilizar los miembros del armazón de los techos suspendidos como soporte, si esos miembros están adecuadamente soportados y bien sujetos entre sí y a la estructura del edificio. Los encerramientos así apoyados se deben sujetar al armazón por medios mecánicos como pernos, tornillos o remaches. También se permite usar sujetadores identificados para su uso con ese tipo de armazón de techo y encerramiento.

(d) **Encerramiento(s) sujeto(s) a canalizaciones, sin artefactos ni dispositivos.** Los encerramientos que no tengan más de 1640 cm³ de tamaño y tengan entradas a rosca o conectores identificados para ese uso y que no contengan dispositivos ni artefactos de soporte, se deben considerar adecuadamente apoyados cuando lleven conectados al cerramiento a las entradas dos o más tubos roscados bien apretados con llave y cuando cada uno de los tubos esté apoyado a menos de 910 mm del encerramiento a dos o más lados, de modo que presente un conjunto rígido y seguro como establece esta sección del *Código*.

Excepción : Se permite utilizar como soporte de Las conduletas tubos metálicos rígidos, tubos metálicos intermedios o no metálicos rígidos o tuberías eléctricas metálicas, siempre que Las conduletas no sean de mayor sección transversal que la del tubo o tubería eléctrica metálica de mayor sección.

Se debe considerar que dichos encerramientos están adecuadamente apoyados si cumplen con lo establecido en el Artículo 370-23(e).

(e) **Encerramientos sujetos a canalizaciones con artefactos o dispositivos.** Los encerramientos que no tengan más de 1640 cm³ de tamaño y tengan conectores a rosca o identificados para ese uso y que contengan dispositivos, artefactos o ambos, se deben considerar adecuadamente apoyadas cuando lleven conectadas al encerramiento o a los conectores dos o más tubos roscados bien apretados con llave y cuando cada uno de los tubos esté apoyado a menos de 0,5 m del encerramiento a dos o más lados, de modo que presente un conjunto rígido y seguro como establece esta Sección del *Código*.

Excepción nº. 1 : Se permite utilizar como soporte de Las conduletas tubos metálicos rígidos o intermedios, siempre que Las conduletas no sean de mayor sección transversal que la del tubo o tubería eléctrica metálica de mayor sección.

Excepción nº. 2 : Se permite utilizar como soporte de las cajas utilizadas a su vez como soporte de artefactos, un tramo continuo de tubo metálico rígido o semirrígido o apoyar un encerramiento de cables en un artefacto en vez de una caja, de acuerdo con el Artículo 300-15(d), cuando se cumplan todas las condiciones siguientes:

a. Que el tubo esté bien sujeto a un punto de modo que la longitud del tubo después del último punto de soporte del mismo, no sea superior a 0,9 m.
b. Que la longitud del tubo antes del último punto de soporte sea de 0,3 m o mayor.
c. Que, cuando sea accesible a personas no calificadas, el artefacto esté como mínimo a 2,4 m por encima del suelo o zona de paso, medidos hasta su punto más bajo, y como mínimo a 0,9 m, medidos en horizontal, de la elevación de 2,4 m desde las ventanas, puertas, porches, salidas de incendios o elementos similares.
d. Que un artefacto soportado por un solo tubo no tenga más de 0,3 m en cualquier dirección desde el punto de entrada del tubo.
e. Que el peso soportado por cualquier tubo aislado no supere las 9 kg.
f. Que el tubo o tubos estén atornillados y apretados con llave por sus extremos a la caja o encerramiento de los cables o a los conectores identificados para ese fin.

(f) Encerramientos sobre concreto o mampostería. Se permite apoyar los encerramientos empotrándolos.

(g) Cajas colgantes. Se permite que las cajas estén apoyadas en colgantes, de acuerdo con las siguientes condiciones:

(1) Cable flexible. Se permite que las cajas estén apoyadas en un cable o cordón flexible de varios conductores, de manera aprobada y que proteja a los conductores contra esfuerzos, por ejemplo mediante una abrazadera roscada a la caja y sujeta con una tuerca.

(2) Tubos. Se permite que las cajas que soporten portabombillas o elementos de iluminación o los encerramientos con artefactos utilizados en lugar de cajas de acuerdo con el Artículo 300-15(d), estén soportadas por tubos conduit metálicos rígidos o intermedios en tramos superiores a 450 mm, si los tramos están conectados a la instalación mediante accesorios flexibles adecuados para el lugar en cuestión. En el extremo del artefacto, el tubo o tubos deben estar sujetos a rosca y apretados con llave al encerramiento o a conectores identificados para ese uso. Cuando estén soportadas por un solo tubo, hay que evitar que las juntas a rosca se aflojen utilizando tornillos pasantes u otro medio eficaz o el artefacto debe estar en cualquier punto a un mínimo de 2,4 m sobre el suelo o zona de paso y a un mínimo de 0,9 m medidos horizontalmente de la elevación de 2,4 m de las ventanas, puertas, porches, salidas de incendios o elementos similares. Un artefacto apoyado en un solo tubo no debe estar a más de 0,3 m en cualquier dirección horizontal del punto de entrada del tubo.

370-24. Profundidad de las cajas de salida. Ninguna caja debe tener una profundidad interior superior a 13 mm. Las cajas diseñadas para contener dispositivos que queden a nivel deben tener una profundidad interior no inferior a 24 mm.

370-25. Tapas y cubiertas. En las instalaciones una vez terminadas, todas las cajas deben tener una tapa, una placa de cierre o una cubierta.

(a) Tapas y placas metálicas o no metálicas. Se permite utilizar con las cajas no metálicas, tapas metálicas o no metálicas. Cuando se utilicen tapas o placas metálicas, deben cumplir los requisitos de puesta a tierra de el Artículo 250-42.

NOTA : Para más requisitos sobre puesta a tierra, véase el Artículo 410-18(a) sobre saledizos metálicos y los Artículos 380-12 y 410-56(d) para placas metálicas.

(b) Acabados de paredes o techos combustibles y expuestos. Cuando se utilice una cubierta o placa de cierre, todas las paredes o techos con acabados combustibles que estén expuestos y queden entre el borde de la cubierta o placa y la caja de salida, se deben tapar con material no combustible.

(c) Colgantes de cable flexible. Las tapas de cajas de salida y conduletas que tengan agujeros a través de los cuales pasen cables flexibles colgantes, deben estar dotadas de pasacables diseñados para ese uso o tener

una superficie suave y bien redondeada en la que se puedan apoyar los cables. No se deben utilizar pasacables de los llamados de caucho duro o mixtos.

370-27. Cajas de salida.

(a) Cajas en las salidas para artefactos de iluminación. Las cajas utilizadas en las salidas para artefactos de iluminación deben estar diseñadas para ese fin. En todas las salidas utilizadas únicamente para iluminación, la caja debe estar diseñada o instalada de modo que se le pueda conectar el artefacto de iluminación.

(b) Cajas en el piso. Para tomacorrientes situadas en el piso se deben utilizar cajas certificadas específicamente para esa aplicación.

Excepción : Las cajas situadas en pisos elevados de vitrinas y lugares similares, cuando la autoridad competente estime que no están expuestas a daños físicos, humedad y suciedad.

(c) Cajas en salidas para ventiladores. Las cajas de salida para ventiladores no se deben utilizar como único soporte para los ventiladores de techo (de paletas).

Excepción : Se permite utilizar como único medio de soporte las cajas certificadas para esta aplicación.

370-28. Cajas de paso y de unión. Las cajas y conduletas utilizadas como cajas de paso o de unión deben cumplir los siguientes apartados (a) a (d)

Excepción : Las cajas terminales suministradas con los motores deben cumplir lo establecido en el Artículo 430-12.

(a) Tamaño mínimo. En canalizaciones que contengan conductores del nº. 4 AWG o mayores y para los cables que contengan conductores del nº. 4 AWG o mayores, las dimensiones mínimas de las cajas de paso o de unión instaladas en la canalización o en el tramo del cable, deben cumplir lo siguiente:

(1) Tendidos rectos. En los tramos rectos, la longitud de la caja no debe ser inferior a ocho veces el diámetro comercial de la canalización más ancha.

(2) Tendidos en L o en U. Cuando se hagan dobleces en L o en U, la distancia entre la entrada de cada canalización a la caja y la pared opuesta de la misma, no debe ser inferior a seis veces el mayor diámetro comercial de la canalización de mayor sección transversal de una fila. Si se añaden nuevas entradas, esta distancia se debe aumentar en una cantidad que sea la suma de los diámetros de todas las demás canalizaciones que entran en la misma fila o por la misma pared de la caja. Cada fila se debe calcular por separado y tomar la que suponga la máxima distancia.

Excepción : Cuando la entrada de una canalización o de un cable esté en la pared de una caja o registro opuesta a la tapa removible y cuando la distancia desde esa pared hasta la tapa cumpla lo establecido en la columna de un cable por terminal de la Tabla 373-6(a).

La distancia entre las entradas de la canalización que contenga el mismo cable no debe ser inferior a seis veces el diámetro de la canalización más ancha. Si en vez del tamaño de la canalización en los anteriores apartados (a)(1) y (a)(2) se toma la sección del cable, se debe utilizar la diámetro comercial mínima de la canalización para el número y sección de los conductores del cable.

(3) Se permite utilizar cajas o conduletas de dimensiones inferiores a las establecidas en los anteriores (a)(1) y (a)(2) en instalaciones con varios conductores que ocupen menos del máximo permitido en cada tubo o tubería (de los que se utilicen en la instalación), según permite la Tabla 1 del Capítulo 9, siempre que la caja o registro hayan sido aprobados para ese uso y estén permanentemente rotulados con el número máximo y sección transversal máximo permitidos de conductores.

(b) Conductores en cajas de empalmes o de derivación. En cajas de empalmes o de derivación en las que cualquiera de sus dimensiones sea superior a 1,80 m, todos los conductores deben estar instalados o sujetos de manera aprobada.

(c) Tapas. Todas las cajas de empalmes y de derivación y Las conduletas deben estar dotados de tapas compatibles que sean adecuadas para sus condiciones de uso. Si se utilizan tapas metálicas, deben cumplir los requisitos de puesta a tierra de el Artículo 250-42. Cualquier extensión de la tapa de una caja expuesta debe cumplir lo establecido en el Artículo 370-22, Excepción.

(d) Barreras permanentes. Cuando se instalen barreras permanentes en una caja, cada sección de la misma se debe considerar como una caja independiente.

370-29. Conduletas, cajas de empalmes, de paso y de salida que deben ser accesibles. Las conduletas y las cajas de empalmes, de paso y de salida se deben instalar de tal manera que los cables contenidos dentro de las mismas sean accesibles sin tener que quitar ninguna parte del edificio o, en las instalaciones subterráneas, sin tener que excavar las aceras, el pavimento, la tierra o material que constituya el acabado de la superficie.

Excepción : Se permite utilizar cajas certificadas cuando estén cubiertas por gravilla, agregados ligeros o granulados no cohesivos si están perfectamente identificadas y son accesibles para excavaciones.

C. Especificaciones de construcción

370-40. Cajas, conduletas y accesorios metálicos.

(a) Resistentes a la corrosión. Las cajas, conduletas y accesorios metálicos deben ser resistentes a la corrosión o estar galvanizados, esmaltados o recubiertos de un modo adecuado, por dentro y por fuera, para evitar la corrosión.

NOTA : Sobre las limitaciones de uso de las cajas y accesorios protegidos contra la corrosión sólo por esmalte, véase el Artículo 300-6.

(b) Espesor del metal. Las cajas de lámina de acero no deben tener más de 1640 cm³ de tamaño y estar hechas de acero de no menos de 1,6 mm de espesor. La pared de una caja o registro y de una caja o registro de aluminio fundido o estampado permanente, no debe tener menos de 2,4 mm de espesor. Las cajas o conduletas de otros metales deben tener una pared de espesor no inferior a 3,2 mm.

Excepción nº. 1 : Las cajas y conduletas certificadas que demuestren tener una resistencia y características equivalentes, podrán estar hechos más delgados o de otros metales.

Excepción nº. 2 : Se permite que las paredes de conduletas de radio reducido, de los que trata el Artículo 370-5, estén hechas de metal más delgado.

(c) Cajas metálicas de más de 1640 cm³. Las cajas metálicas de tamaño superior a 1640 cm³, deben estar construidas de modo que sean muy resistentes y rígidas. Si son de lámina de acero, el espesor de la lámina no debe ser inferior a 1,4 mm sin recubrir.

(d) Puesta a tierra. En todas las cajas metálicas debe estar previsto el medio de conexión de un conductor de puesta a tierra de equipos. Se permite que esa conexión se haga en un agujero horadado o equivalente.

370-41. Tapas. Las tapas metálicas deben ser del mismo material que la caja o el registro en el que vayan instaladas o deben ir forradas de un material aislante bien pegado de un espesor no inferior a 0,8 mm o estar certificadas para ese uso. Las tapas metálicas deben ser del mismo espesor que las cajas o conduletas en las que

se utilicen o deben estar certificadas para ese uso. Se permiten tapas de porcelana u otro material aislante aprobado si tienen un espesor y forma que proporcione la misma resistencia y protección.

370-42. Pasacables. Las tapas de las cajas de salida y conduletas que tengan agujeros a través de los cuales puedan pasar cables flexibles, deben estar tener pasacables aprobados o tener una superficie lisa y bien redondeada sobre la que discurra el cable. Cuando conductores individuales pasen por una tapa metálica, cada conductor debe pasar por un agujero independiente equipado con un pasacables de material aislante adecuado. Dichos agujeros separados deben estar conectados por ranuras, como exige el Artículo 300-20.

370-43. Cajas no metálicas. Los elementos de soporte u otros medios de montaje de las cajas no metálicas deben estar situados fuera de la caja o estar ésta construida de manera que se evite el contacto entre los conductores que haya dentro de la caja y los tornillos de sujeción.

370-44. Rótulos. Todas las cajas y conduletas, tapas, anillos de extensión, cercos de yeso y similares, deberán estar rotulados de manera legible y duradera con el nombre del fabricante o marca comercial.

D. Cajas de empalmes y de paso para uso en sistemas de más de 600 V nominales

370-70. Generalidades. Además de las disposiciones generales de la Sección 370, se deben aplicar las normas de los Artículos 370-71 y 370-72.

370-71. Tamaño de las cajas de empalmes y de paso. Las cajas de empalmes y de paso deben tener dimensiones y espacio suficiente para la instalación de los conductores y deben cumplir los requisitos específicos de esta Sección.

Excepción : Los encerramientos terminales suministrados con los motores deben cumplir lo establecido en el Artículo 430-12.

(a) **Para tendido rectos.** La longitud de la caja no debe ser inferior a 48 veces el diámetro exterior total (sobre el recubrimiento) del mayor conductor blindado o recubierto de plomo o del mayor cable que entre en la caja. En el caso de conductores o cables no blindados, la longitud de la caja no debe ser inferior a 32 veces el diámetro exterior del mayor de ellos.

(b) **Para tendidos en ángulo o en U.**

(1) La distancia entre la entrada de cada cable o conductor a la caja y la pared opuesta de la misma, no debe ser inferior a 36 veces el diámetro exterior sobre el recubrimiento del mayor de los cables o conductores. Si hay otras entradas, esta distancia se debe aumentar en la suma de los diámetros exteriores sobre el revestimiento de todos los cables o conductores que entren a la caja por la misma pared.

Excepción nº. 1 : Si la entrada de un conductor o cable en una caja está en la pared opuesta a la tapa removible, se permite que la distancia desde esa pared hasta la tapa no sea inferior al radio de curvatura de los conductores, como establece el Artículo 300-34.

Excepción nº. 2 : Si los cables son no blindados y no recubiertos de plomo, se permite que la distancia de 36 veces su diámetro exterior se reduzca a 24 veces dicho diámetro.

(2) La distancia entre la entrada de un cable o conductor a la caja y su salida de la misma no debe ser inferior a 36 veces el diámetro exterior sobre el recubrimiento de ese cable o conductor.

Excepción : Si los cables son no blindados y no recubiertos de plomo, se permite que la distancia de 36 veces su diámetro exterior se reduzca a 24 veces dicho diámetro.

(c) Laterales removibles. Uno o más laterales de las cajas de derivación deben ser removibles.

370-72. Requisitos de construcción e instalación.

(a) Protección contra la corrosión. Las cajas deben estar hechas de material intrínsecamente resistente a la corrosión o estar debidamente protegidas, tanto por dentro como por fuera, por esmalte, galvanización, chapado u otro medio.

(b) Paso a través de tabiques. Cuando sea necesario que los conductores o cables pasen a través de tabiques u otros elementos, se deberán instalar pasacables, casquillos o accesorios adecuados con bordes lisos y redondeados.

(c) Encerramiento completo. Una caja debe ser un encerramiento completo de los conductores o cables que contenga.

(d) Alambrado accesible. Las cajas deben estar instaladas de manera que los cables sean accesibles sin tener que quitar ninguna parte del edificio. Debe haber espacio de trabajo suficiente según lo establecido en el Artículo 110-34.

(e) Tapas adecuadas. Las cajas deben estar cerradas mediante tapas adecuadas bien sujetas. Las tapas de las cajas subterráneas que pesen más de 45,4 kg. (100 libras) deben estar rotuladas de modo permanente con la inscripción "PELIGRO - ALTA TENSIÓN - MANTENERSE ALEJADOS" ("DANGER - HIGH VOLTAGE - KEEP OUT"). Las rótulos deben estar en el exterior de la tapa de la caja y ser fácilmente visibles. Las letras deben ser mayúsculas y tener como mínimo 13 mm de altura.

(f) Adecuadas para soportar el trato esperado. Las cajas y sus tapas deben ser capaces de soportar el trato al que se espere que puedan estar sometidas.

Sección 373 - ARMARIOS, CAJAS DE CORTE Y TABLEROS DE MEDIDORES ENCHUFABLES

373-1. Alcance. Esta Sección trata de los requisitos de instalación y construcción de los armarios, cajas de corte y tableros de medidores enchufables.

A. Instalación

373-2. En lugares húmedos, mojados o peligrosos (clasificados).

(a) En lugares húmedos y mojados. En los lugares húmedos o mojados, los encerramientos montados en superficie a que hace referencia esta Sección deberán estar colocados o equipados de modo que se evite que el agua o la humedad entren y se acumulen dentro de la caja o armario y deben ir montados de modo que quede por lo menos 6,4 mm de espacio libre entre el encerramiento y la pared u otra superficie de soporte. Los armarios o cajas de corte instalados en lugares mojados, deben ser de tipo a prueba de intemperie.

Excepción : Se permite instalar armarios y cajas de corte no metálicos sin espacio libre cuando estén sobre una pared de concreto, ladrillo, azulejo o similar.

NOTA : Para la protección contra la corrosión, véase el Artículo 300-6.

(b) En lugares peligrosos (clasificados). La instalación de cajas de corte o armarios en lugares peligrosos (clasificados) debe ajustarse a las Secciones 500 a 517.

373-3. Posición en las paredes. En las paredes de concreto, azulejo u otro material no combustible, los armarios deben instalarse de modo que el borde delantero del mismo no quede metido más de 6 mm por debajo de la superficie de la pared. En las paredes de madera u otro material combustible, los armarios deben quedar a nivel con la superficie o sobresalir de la misma.

373-4. Aberturas no utilizadas. Las aberturas no utilizadas de los armarios o cajas de corte deben cerrarse eficazmente de modo que ofrezcan una protección prácticamente igual a la de la pared del armario o caja. Si se utilizan tapones o placas metálicas en armarios o cajas de corte no metálicos, deben quedar como mínimo 6 mm por debajo de su superficie exterior.

373-5. Conductores que entren en los armarios o cajas de corte. Los conductores que entren en los armarios o cajas de corte deben estar protegidos contra la abrasión y cumplir con lo establecido en los siguientes apartados (a) hasta (c).

(a) Aberturas que se deben cerrar. Las aberturas a través de las que entren conductores, se deben cerrar adecuadamente.

(b) Armarios y cajas de corte metálicos. Cuando se instalen armarios o cajas de corte metálicos con cables a la vista o cables sobre tubos con aisladores de pared, los conductores deben entrar en ellos a través de pasacables aislantes o, en los lugares secos, a través de tuberías flexibles que vayan desde el último soporte aislante y estén bien sujetas al armario o caja.

(c) Cables. Cuando se instalen cables, cada uno de ellos debe ir bien sujeto al armario o caja de corte.

373-6. Curvatura de los conductores. Los conductores de los terminales o los que entren o salgan de armarios, cajas de corte y similares, deben cumplir lo establecido en los siguientes apartados (a) a (c).

Excepción : El espacio que se debe dejar para curvatura de los cables en encerramientos de controladores de motores que tengan previstas una o dos fases por cada terminal, debe cumplir lo establecido en el Artículo 430-10(b).

(a) Ancho de las canaletas para cables. No se deben doblar los conductores dentro de un armario o caja de corte a no ser que exista una canaleta con una anchura según la Tabla 373-6(a). Los conductores en paralelo según el Artículo 310-4 se calcularán sobre la base del número de conductores en paralelo.

Tabla 373-6(a) Espacio mínimo para la curvatura de los cables en los terminales y anchura mínima de las canaletas auxiliares para cables (en cm)

Sección transversal del cable		Alambres por terminal				
mm^2	AWG o kcmil	1	2	3	4	5
2,08-5,25	14-10	No	---	---	---	---
8,36-13,29	8-6	procede	---	---	---	---
21,14-26,66	4-3	3,8	---	---	---	---
33,62	2	5	---	---	---	---
42,20	1	6,4	---	---	---	---
53,5-67,44	1/0-2/0	7,6	12,7	17,8	---	---
85,02-107,21	3/0-4/0	8,9	15,2	20,3	---	---
126,67	250 kcmil	10,2	15,2	20,3	25,4	---
152,01-177,34	300-350 kcmil	11,4	20,3	25,4	30,5	---
202,68-253,35	400-500 kcmil	12,7	20,3	25,4	30,5	35,6
304,02-354,69	600-700 kcmil	15,2	25,4	30,5	35,6	40,6
380.02-456,03	750-900 kcmil	20,3	30,5	35,6	40,6	45,7
506,7-633,38	1000-1250	20,3	---	---	---	---
760,05-1013,4	kcmil	25,4	---	---	---	---
	1500-2000 kcmil	30,5				

El espacio para la curvatura de los cables en los terminales se debe medir en línea recta desde el extremo de la lengüeta o conector del terminal (en la dirección en que sale el cable del terminal) hasta la pared, barrera u obstáculo.

(b) Espacio para la curvatura de los cables en los terminales. En cada terminal se debe dejar un espacio para la curvatura de los cables, de acuerdo con los siguientes apartados (1) o (2):

(1) Cuando el conductor no entre o salga del encerramiento a través de la pared opuesta al terminal, se debe aplicar la Tabla 373-6(a).

Excepción nº. 1 : Se permite que un conductor entre o salga de un armario a través de la pared opuesta a su terminal, siempre que el conductor entre o salga por donde la canaleta se una a otra canaleta adyacente que tenga una anchura de acuerdo con la Tabla 373-6(b) para ese conductor.

Excepción nº. 2 : Se permite que un conductor de sección transversal no superior a 177,34 mm^2 (350 kcmil) entre o salga de un encerramiento que contenga sólo un conector para contador, a través de la pared opuesta a su terminal, siempre que ese terminal esté instalado en el fondo, cuando:

a. El terminal señale hacia la abertura del encerramiento y forme un ángulo inferior a 45° con la pared de enfrente, o

b. El terminal señale directamente hacia la pared del encerramiento y esté desplazado no más del 50% del espacio para curvatura especificado en la Tabla 373-6(a).

NOTA : El desplazamiento es la distancia desde el eje central del terminal hasta una línea que pase por el centro de la abertura del encerramiento, medida a lo largo de la pared de dicho encerramiento.

(2) Cuando el conductor entre o salga del encerramiento a través de la pared opuesta a su terminal, se debe aplicar la Tabla 373-6(b).

(c) Conductores de 21,14 mm^2 (4 AWG) o mayores. Su instalación debe cumplir lo establecido en el Artículo 300-4(f).

Tabla 373-6(b) Espacio mínimo para curvatura de los cables en los terminales según el Artículo 373-6(b)(2) (en cm)

Sección transversal del cable		Cables por cada terminal			
mm^2	AWG o kcmils	1	2	3	4 o más
2,08-5,25	14-10	No aplica	---	---	---
8,36	8	3,8	---	---	---
13,29	6	5,1	---	---	---
21,14	4	7,6	---	---	---
26,66	3	7,6	---	---	---
33,62	2	8,9	---	---	---
42,20	1	11,4	---	---	---
53,50	1/0	14	14	17,8	---
67,44	2/0	15,2	15,2	19,1	---
85,02	3/0	15,5 (1,3)	15,5 (1,3)	20,3	
107,21	4/0	17,8 (2,5)	19,1 (3,8)	21,6 (1,3)	---
126,67	250	21,6 (5,1)	21,6 (5,1)	22.9 (2,5)	25,4
152,01	300	25,4 (7,6)	25,4 (5,1)	27,9 (2,5)	30,5
177,34	350	30,5 (7,6)	30,5 (7,6)	33 (7,6)	35,6 (5,1)
202,68	400	33 (7,6)	33 (7,6)	35,6 (7,6)	38,1 (7,6)
253,35	500	35,6 (7,6)	35,6 (7,6)	38,1 (7,6)	40,6 (7,6)
304,02	600	38,1 (7,6)	40,6 (7,6)	45,7 (7,6)	48,3 (7,6)
354,69	700	40,6 (7,6)	45,7 (7,6)	50,8 (7,6)	55,9 (7,6)
380,02	750	43,2 (7,6)	48,3 (7,6)	55,9 (7,6)	61 (7,6)
405,36	800	45,7	50,8	55,9	61
546,03	900	48,3	55,9	61	61
506,70	1000	50,8	---	---	---
633,38	1250	55,9	---	---	---
760,05	1500	61	---	---	---
886,73	1750	61	---	---	---
1013,40	2000	61	---	---	---

El espacio para la curvatura de los cables en los terminales se debe medir en línea recta desde el extremo de la lengüeta o conector del terminal en dirección perpendicular a la pared del encerramiento.
Para terminales removibles y de fondo destinados para un solo cable, se permite que el espacio para la curvatura se reduzca en la cantidad de centímetros que aparece entre paréntesis.

373-7. Espacio dentro de los armarios. Los armarios y cajas de corte deben tener espacio suficiente para que quepan holgadamente todos los conductores instalados en ellos.

373-8. Encerramientos para interruptores o dispositivos de protección contra sobrecorriente. Los encerramientos para interruptores o dispositivos de sobrecorriente no se deben utilizar como cajas de empalmes, canaletas auxiliares o canalizaciones de conductores que vayan hasta o estén conectados con otros interruptores o dispositivos de sobrecorriente, excepto si queda espacio suficiente para ello. Los conductores no deben ocupar más del 40% de la sección transversal del armario en cualquier punto y los conductores, empalmes y derivaciones no deben ocupar más del 75% del área de la sección transversal del armario en cualquier punto.

373-9. Espacio lateral, posterior o canaletas para cables. Los armarios y cajas de corte deben tener espacio posterior para cables, canaletas o compartimientos para cables, según establece el Artículo 373-11(c) y (d).

B. Especificaciones de construcción

373-10. Materiales. Los armarios y cajas de corte deben cumplir lo establecido en los siguientes apartados (a) a (c).

(a) Armarios y cajas de corte metálicos. Los armarios y las cajas de corte hechos de metal, deben protegerse por dentro y por fuera contra la corrosión.

NOTA : Para la protección contra la corrosión, véase el Artículo 300-6.

(b) Resistencia mecánica. Los armarios y las cajas de corte deben estar construidos de modo que sean muy resistentes y rígidos. Si son de lámina de acero, el espesor de la lámina no debe ser inferior a 1,4 mm sin recubrir.

(c) Armarios no metálicos. Los armarios no metálicos deben estar certificados o presentarse a su aprobación antes de instalarlos.

373-11. Espacio. El espacio dentro de los armarios y cajas de corte debe cumplir lo establecido en los siguientes apartados (a) a (d):

(a) Generalidades. El espacio dentro de los armarios y cajas de corte debe ser suficiente para que permita instalar holgadamente los cables que haya en su interior y para que quede una separación entre las partes metálicas de los dispositivos y artefactos montados dentro de ellos, como sigue:

(1) Base. Además del espacio en los puntos de soporte, debe quedar un espacio libre de 1,6 mm como mínimo entre la base del dispositivo y la pared metálica de cualquier armario o caja en el que dicho dispositivo vaya montado.

(2) Puertas. Entre cualquier parte metálica energizada, incluidas las de los fusibles instalados en el interior de las cajas, y la puerta de éstas, debe quedar un espacio libre de 25 mm como mínimo.

Excepción : Cuando la puerta esté forrada de un material aislante aprobado o el espesor de la lámina metálica no sea inferior a 2,4 mm sin recubrir, el espacio libre no debe ser inferior a 12,7 mm.

(3) Partes energizadas. Entre las paredes, parte posterior, entrada de canaletas o la puerta metálica de cualquier armario o caja de corte y la parte expuesta energizada más próxima de los dispositivos o artefactos montados dentro del armario, si su tensión no supera los 250 V, debe haber una distancia libre de 13 mm como mínimo. Para tensiones nominales de 251 a 600, esta distancia debe ser como mínimo de 25 mm.

Excepción : Cuando se cumplan las condiciones de el Artículo 373-11(a)(2) Excepción, se permite que el espacio para tensiones nominales de 251 a 600 no sea inferior a 12,7 mm.

(b) Espacio para los interruptores. Los armarios y cajas de corte deben ser de profundidad suficiente para que se puedan cerrar las puertas estando los interruptores de los paneles de distribución de 30 A de los circuitos ramales en cualquier posición, o cuando los cortacircuitos mixtos estén en cualquier posición, o cuando otros interruptores de acción simple se abran, en la medida en que lo permita la construcción.

(c) Espacio para los cables. Los armarios y cajas de corte que contengan en su interior dispositivos o artefactos conectados a más de 8 conductores, incluidos los de los circuitos ramales, medidores, circuitos de alimentación, circuitos de fuerza y similares pero no los del alimentador o cualquier extensión del mismo, deben tener un espacio posterior o uno o más espacios laterales, canaletas laterales o compartimientos para cables.

(d) Espacio para los cables en los encerramientos. Los espacios posteriores o laterales, las canaletas laterales o los compartimientos laterales de los armarios y cajas de corte para cables, deben ser herméticos por medio de tapas, barreras o separadores que vayan desde la base de los dispositivos instalados en el armario hasta la puerta, armazón o laterales del armario.

Excepción : Los espacios posteriores o laterales, las canaletas laterales o los compartimientos laterales de los armarios y cajas e corte para cables podrán no ser herméticos cuando esos espacios laterales contengan únicamente conductores que entren en el armario directamente por la parte de enfrente donde están instalados los dispositivos a los que vayan conectados.

Los espacios posteriores para cables parcialmente cerrados deberán llevar tapas que completen el encerramiento. Los espacios para cables exigidos por el anterior apartado (c) y que queden expuestos cuando se abran las puertas, deberán llevar tapas que completen el encerramiento. Cuando exista espacio suficiente para los conductores pasantes y para empalmes, como exige el Artículo 373-8, no será necesario instalar separaciones adicionales.

Sección 374 - CANALETAS AUXILIARES

374-1. Uso. Se permite instalar canaletas auxiliares que complementen los espacios para cables en los centros de medidores, centros de distribución, tableros de interruptores y puntos similares en sistemas de alambrado; en las canaletas puede haber conductores o barras, pero no debe haber interruptores, conmutadores, dispositivos de protección contra sobrecorriente, artefactos u otros equipos similares.

374-2. Extensión más allá de los equipos. Una canaleta auxiliar no se debe prolongar más de 9,0 m más allá de los equipos a los cuales complementa.

Excepción : Lo establecido en el Artículo 620-35 para los ascensores.

NOTA : Para las canalizaciones de cables, véase la Sección 362. Para embarrados, véase la Sección 364.

374-3. Soportes.

(a) Canaletas auxiliares de lámina metálica. Las canaletas auxiliares de lámina metálica deben ir apoyadas en toda su longitud a intervalos no superiores a 1,5 m.

(b) Canaletas auxiliares no metálicas. Las canaletas auxiliares no metálicas deben ir apoyadas a intervalos no superiores a 0,9 m y en cada extremo o unión, excepto si están certificadas para otros intervalos. En ningún caso la distancia entre los soportes debe ser superior a los 3,0 m.

374-4. Tapas. Las tapas deben ir bien sujetas a las canaletas.

374-5. Número de conductores.

(a) Canaletas auxiliares de lámina metálica. Las canaletas auxiliares de lámina metálica no deben contener más de 30 conductores portadores de corriente en cualquier punto. La suma de las secciones transversales de todos los conductores instalados en cualquier punto de una canaleta auxiliar de lámina metálica, no debe superar el 20% de la sección transversal interior de la canaleta en ese punto.

Excepción nº. 1 : Lo establecido en el Artículo 620-35 para los ascensores.

Excepción nº. 2 : Los conductores de los circuitos de señalización o los de controladores entre un motor y su motor de arranque, utilizados sólo para el arranque del motor, no se consideran como conductores energizados.

Excepción nº. 3 : Cuando se apliquen los factores correctores de la Sección 310, Nota 8(a) de las Notas a las tablas de capacidad de corriente de 0 a 2000 V, no debe haber límite al número de conductores portadores de corriente, pero la suma de las secciones transversales de todos los conductores contenidos en cualquier punto de la canaleta auxiliar de lámina metálica no debe superar el 20 % de la sección transversal interior de la canaleta en ese punto.

(b) Canaletas auxiliares no metálicas. La suma de las secciones transversales de todos los conductores instalados en cualquier punto de una canaleta auxiliar de lámina metálica no debe superar el 20% de la sección transversal interior de la canaleta en ese punto.

374-6. Capacidad de corriente de los conductores.

(a) Canaletas auxiliares de lámina metálica. Cuando el número de conductores energizados contenidos en una canaleta auxiliar de lámina metálica sea de 30 o menos, no se aplicarán los factores correctores de la Sección 310, Nota 8(a) de las Notas a las Tablas de capacidad de corriente de 0 a 2000 V. La capacidad de corriente continua de las barras de cobre desnudas en canaletas auxiliares de lámina metálica, no debe superar los 1,5 A / mm² de sección del conductor. Si las barras son de aluminio, la capacidad de corriente continua no debe superar los 1,1 A / mm² de sección del conductor.

(b) Canaletas auxiliares no metálicas. A los conductores energizados en las canaletas auxiliares no metálicas les son aplicables los factores correctores de la Sección 310, Nota 8(a) de las Notas a las Tablas de capacidad de corriente de 0 a 2000 V.

374-7. Distancia a las partes desnudas energizadas. Los conductores desnudos deben sujetarse rígida y fuertemente, de modo que la distancia mínima entre partes metálicas desnudas energizadas de distinta polaridad montadas sobre la misma superficie no sea inferior a 50 mm, ni inferior a 25 mm si esas partes están al aire libre. Entre cualquier parte metálica energizada y cualquier superficie metálica debe haber una distancia no inferior a 25 mm. Hay que dejar espacio suficiente para la dilatación y contracción de las barras colectoras.

374-8. Empalmes y derivaciones. Los empalmes y derivaciones deben cumplir lo establecido en los siguientes apartados (a) a (d).

(a) Dentro de las canaletas. Se permite hacer empalmes y derivaciones dentro de las canaletas si son accesibles por medio de tapas o puertas removibles. Los conductores, incluidos los empalmes y derivaciones, no deben ocupar más del 75% de la sección transversal de la canaleta.

(b) Conductores desnudos. Las derivaciones desde conductores desnudos deben salir de la canaleta por el lado opuesto a los terminales y los conductores no deben estar en contacto con partes energizadas sin aislar de distinto potencial.

(c) Identificación adecuada. Todas las derivaciones hechas en las canaletas deben estar perfectamente identificadas en cuanto a los circuitos o equipos a los que suministran corriente.

(d) Protección contra sobrecorriente. Las conexiones de derivación desde conductores en canaletas auxiliares, deben tener la protección contra sobrecorriente como exige el Artículo 240-21.

374-9. Construcción e instalación. Las canaletas auxiliares deben cumplir lo establecido en los siguientes apartados (a) a (f).

(a) Continuidad eléctrica y metálica. Las canaletas deben estar construidas e instaladas de modo que se asegure la adecuada continuidad eléctrica y mecánica de toda la instalación.

(b) Construcción sólida. Las canaletas deben estar sólidamente construidas y ofrecer un encerramiento completo a los conductores contenidos en ellas. Todas sus superficies, tanto internas como externas, deben estar adecuadamente protegidas contra la corrosión. Las juntas de las esquinas deben ser herméticas y, cuando el conjunto se sujete mediante pernos, tornillos o remaches, dichos elementos deben estar colocados a una distancia no superior a 0,3 m.

(c) Bordes lisos y redondeados. Cuando los conductores pasen entre canaletas, a través de tabiques, alrededor de esquinas, entre canaletas y armarios o canaletas y cajas de corte y en otros lugares cuando fuera necesario para evitar la abrasión de su aislante, se deben instalar pasacables, tubos o accesorios adecuados con bordes lisos y redondeados.

(d) Conductores aislados doblados. Cuando los conductores aislados se doblen dentro de una canaleta auxiliar, bien en sus extremos o donde las canalizaciones, accesorios u otras canalizaciones de cables entren o salgan de la canaleta o cuando la dirección de la canaleta varíe más de 30°, se deben aplicar las dimensiones establecidas en el Artículo 373-6.

(e) Uso en interiores y exteriores.

(1) Canaletas auxiliares de lámina metálica. Las canaletas auxiliares de lámina metálica instaladas en lugares mojados deben ser adecuadas para esos lugares.

(2) Canaletas auxiliares no metálicas.

a. Las canaletas auxiliares no metálicas instaladas en exteriores deben:

1. Estar certificadas y rotuladas como adecuadas para su exposición a la luz del sol, y
2. Estar certificadas y rotuladas como adecuadas para su uso en lugares mojados, y
3. Estar certificadas para la máxima temperatura ambiente de la instalación y rotuladas con la temperatura máxima de aislamiento de los conductores.
4. Llevar instaladas juntas de dilatación cuando la variación esperada de longitud debido a la dilatación y contracción térmica sea superior a 6,4 mm.

b. Las canaletas auxiliares no metálicas instaladas en interiores deben:

1. Estar certificadas para la temperatura ambiente máxima de la instalación y rotuladas con la temperatura máxima de aislamiento de los conductores.
2. Llevar instaladas juntas de dilatación cuando la variación esperada de longitud debido a la dilatación y contracción térmica sea superior a 6,4 mm.

NOTA : Las temperaturas muy bajas pueden hacer que las canaletas auxiliares no metálicas se hagan más frágiles y, por tanto, más susceptibles a daños por contactos físicos.

(f) Puesta a tierra. Para la puesta a tierra se debe estar de acuerdo con lo establecido en la Sección 250.

Sección 380 - INTERRUPTORES

A. Instalación

380-1. Alcance. Las disposiciones de esta Sección se aplican a todos los interruptores y a los dispositivos de interrupción e interruptores automáticos que se utilicen como interruptores.

380-2. Conexiones de los interruptores.

(a) Interruptores de tres y de cuatro vías. Los interruptores de tres y de cuatro vías deben estar alambrados de modo que la interrupción de la corriente se haga sólo en el conductor del circuito no puesto a tierra. Cuando estén instalados en canalizaciones metálicas o con cables con recubrimiento metálico, el alambrado entre los interruptores y las salidas debe cumplir lo establecido en el Artículo 300-20(a).

Excepción : Los bucles de interruptores no requieren un conductor puesto a tierra.

(b) Conductores puestos a tierra. Los interruptores o interruptores automáticos no deben desconectar el conductor puesto a tierra de un circuito.

Excepción nº. 1 : Se permite que un interruptor o un interruptor automático desconecte el conductor puesto a tierra de un circuito cuando se desconecten simultáneamente todos los conductores del circuito.

Excepción nº. 2 : Se permite que un interruptor o un interruptor automático desconecte el conductor puesto a tierra de un circuito cuando el interruptor esté instalado de manera que no se pueda desconectar el conductor puesto a tierra hasta que antes se hayan desconectado todos los conductores del circuito sin poner a tierra.

380-3. Encerramientos. Los interruptores e interruptores automáticos deben ser de tipo accionable desde el exterior e ir montados en un encerramiento certificado para el uso previsto. El espacio mínimo para los cables en los terminales y el espacio mínimo en las canaletas de los encerramientos de interruptores deben ser los exigidos en el Artículo 373-6.

Excepción nº. 1 : Se permite que estén fuera de encerramientos los interruptores de acción rápida y de cuchilla, tanto de tipo colgante como montados en superficie en un tablero de interruptores o de distribución abierto.

Excepción nº. 2 : Se permite que estén fuera de encerramientos los interruptores e interruptores automáticos instalados de acuerdo con el Artículo 110-17(a)(1), (2), (3) o (4).

380-4. En lugares mojados. Un interruptor o interruptor automático instalado en un lugar mojado o fuera de un edificio, debe estar dentro de un encerramiento o armario de intemperie que cumpla lo establecido en el Artículo 373-2(a). No se deben instalar interruptores en lugares mojados, en los espacios para bañeras o duchas, excepto si están instalados como parte de un conjunto certificado para bañeras o duchas.

380-5. Interruptores temporizados, de destellos y similares. Los interruptores temporizados, de destellos y similares deben ser de tipo cerrado o ir montados en armarios, cajas o encerramientos de equipos. Sus partes energizadas deben estar aisladas tras una barrera para evitar que el operador las toque cuando accione o ajuste manualmente los interruptores.

Excepción : Se permite montar sin barreras los dispositivos accesibles únicamente a personas calificadas, siempre que estén situados dentro de un encerramiento de modo que cualquier parte energizada que quede a menos de 150 mm de la zona de accionamiento o ajuste manual, esté protegida por una barrera adecuada.

380-6. Posición de los interruptores de cuchilla (de tipo cerrado y abierto).

(a) Interruptores de cuchilla de un sólo paso. Los interruptores de cuchilla de un sólo paso deben estar colocados de modo que no se puedan cerrar por la acción de la gravedad. Los interruptores de cuchilla de un

solo paso aprobados para ser utilizados en posición invertida, deben estar dotados de un dispositivo de bloqueo que asegure que las cuchillas permanecen en posición abierta cuando así se requiera.

(b) Interruptores de cuchilla de doble paso. Se permite montar los interruptores de cuchilla de doble paso de modo que dicho movimiento sea horizontal o vertical. Cuando el movimiento sea vertical, se debe instalar un mecanismo de bloqueo que sujete las cuchillas en posición abierta cuando así se requiera.

(c) Conexión de los interruptores de cuchilla. Los interruptores de cuchilla de un sólo paso se deben conectar de modo que no pase corriente por las cuchillas cuando el interruptor esté en posición de abierto.

Excepción : Cuando el interruptor esté conectado por el lado de la carga a circuitos o equipos, cuya naturaleza intrínseca proporcione una corriente de retroalimentación. En tales instalaciones, en el encerramiento de los interruptores o inmediatamente al lado de los interruptores abiertos, se debe poner una inscripción que diga : PRECAUCIÓN: EL LADO DE LA CARGA DEL INTERRUPTOR SE PUEDE ACTIVAR POR RETROALIMENTACIÓN ("WARNING-LOAD SIDE OF SWITCH MAY BE ENERGIZED BY BACKFEED").

380-7. Indicaciones. Los interruptores de uso general y de circuitos de motores y los interruptores automáticos, cuando vayan montados en un encerramiento como se describe en el Artículo 380-3, deben llevar una indicación clara que diga cuándo están en posición de abierto (desconectado) y de cerrado (conectado). Cuando las palancas de estos interruptores o interruptores automáticos se accionen verticalmente y no horizontalmente o mediante giro, la posición superior de la palanca siempre será la de cerrado (conectado).

Excepción : Los interruptores de dos movimientos.

380-8. Acceso y agrupación.

(a) Situación. Todos los interruptores y los interruptores automáticos utilizados como interruptores deben estar situados de modo que se puedan accionar desde un lugar fácilmente accesible. Deben estar instalados de modo que el centro de la palanca del interruptor o interruptor automático, cuando esté en su posición más alta, no esté a más de y 2,0 m sobre el piso o la plataforma de trabajo.

Excepción nº. 1 : En las instalaciones de barras colectoras, se permite que los interruptores con fusibles e interruptores automáticos estén situados al mismo nivel que la canalización de barras. Se debe instalar un medio adecuado para accionar la palanca del interruptor desde el piso.

Excepción nº. 2 : Se permite que los interruptores instalados al lado de motores, artefactos u otros equipos a los que suministren corriente estén situados más altos de lo especificado en los párrafos anteriores y que sean accesibles por medios portátiles.

Excepción nº. 3 : Se permite que los interruptores y seccionadores accionados mediante pértigas estén situados a mayor altura.

(b) Tensión entre interruptores adyacentes. Los interruptores de acción rápida no se deben agrupar o colocar seguidos en encerramientos, excepto si están dispuestos de manera que la tensión entre dos interruptores adyacentes no supere los 300 V o si están instalados en encerramientos equipadas con barreras permanentes entre los interruptores adyacentes.

380-9. Placas protectoras de interruptores rápidos montados a nivel. Los interruptores rápidos montados en cajas metálicas sin puesta a tierra y que se puedan accionar desde pisos conductores u otras superficies conductoras, deben estar dotados de placas protectoras de material no conductor y no combustible. Las placas protectoras metálicas deben ser de metal ferroso y de un espesor no inferior a 0,8 mm o de metal no ferroso y de espesor no inferior a 1,02 mm. Las placas protectoras de metal aislante deben ser de material no combustible y de espesor no inferior a 2,5 mm, pero se permite que sean de espesor inferior a 2,5 mm si están hechas o reforzadas

de modo que tengan la suficiente resistencia mecánica. Las placas protectoras se deben instalar de modo que cubran completamente el hueco de la pared, asentando sobre la misma.

380-10. Montaje de los interruptores de acción rápida.

(a) Tipo de superficie. Los interruptores de acción rápida usados en alambrado a la vista sobre aisladores, se deben montar sobre material aislante que separe los conductores de la superficie de la instalación 12,7 mm como mínimo.

(b) En cajas. Los interruptores de acción rápida montados en cajas a nivel de la superficie de la pared, tal como permite el Artículo 370-20, se deben instalar de modo que los bordes de la placa sobre la cual están montados queden sobre la superficie de la pared. Los interruptores de acción rápida montados en cajas que queden a nivel de la superficie de la pared o sobresalgan de la misma, se deben instalar de modo que la horquilla o platina de montaje del interruptor quede apoyada sobre la caja.

380-11. Interruptores automáticos utilizados como interruptores. Se permite utilizar como interruptor un interruptor automático manual equipado con una palanca o empuñadura o un interruptor automático accionado por la corriente, siempre que tenga el número de polos adecuado.

NOTA : Véase lo establecido en los Artículos 240-81 y 240-83.

380-12. Puesta a tierra de los encerramientos de interruptores. Los encerramientos metálicos de interruptores o interruptores automáticos se deben poner a tierra como especifica la Sección 250. Cuando se utilicen encerramientos no metálicos con canalizaciones metálicas o cables con recubrimiento metálico, se deben tomar las medidas necesarias para la continuidad de la puesta a tierra. Las placas metálicas protectoras de los interruptores de acción rápida se deben poner a tierra eficazmente si se utilizan en instalaciones que incluyan o tengan prevista puesta a tierra.

380-13. Interruptores de cuchilla.

(a) Interruptores-seccionadores. Los interruptores de cuchilla de más de 1200 A nominales a 250 V o menos y de más de 600 A entre 251 y 600 V, se deben utilizar únicamente como interruptores-seccionadores y no se deben abrir bajo carga.

(b) Para interrumpir corrientes. Para interrumpir corrientes de más de 1200 A a 250 V nominales o menos, o de más de 600 A entre 251 y 600 V nominales, se debe utilizar un interruptor automático o un interruptor de diseño especial certificado para ese fin.

(c) Interruptores de uso general. Los interruptores de cuchilla de valores nominales inferiores a los especificados en los anteriores apartados (a) y (b) se deben considerar interruptores de uso general.

NOTA : Véase la definición de Interruptor de uso general en la Sección 100.

(d) Interruptores de circuitos de motores. Se permite que los interruptores de circuitos de motores sean de tipo cuchilla.

NOTA : Véase la definición de Interruptor de circuitos de motores en la Sección 100.

380-14. Capacidad de corriente y uso de los interruptores de acción rápida. Los interruptores de acción rápida se deben usar dentro de su capacidad de corriente y según se indica en los siguientes apartados (a) a (d).

(NOTA 1): Para los interruptores en circuitos de señales y de iluminación de contorno, véase el Artículo 600-6.

(NOTA 2): Para los interruptores de circuitos de motores, véanse los Artículos 430-83, 430-109 y 430-110.

(a) **Interruptor de acción rápida y uso general para c.a.** Interruptor de acción rápida y uso general adecuado sólo para usar en instalaciones de corriente alterna para controlar lo siguiente:

(1) Cargas resistivas e inductivas como bombillas de descarga, que no superen la capacidad de corriente del interruptor a la tensión de la instalación.

(2) Bombillas con filamento de tungsteno que no superen la capacidad de corriente del interruptor a 120 V.

(3) Cargas de motores que no superen el 80% de la capacidad de corriente del interruptor a su tensión nominal.

(b) **Interruptor de acción rápida y uso general para c.a.-c.c.** Interruptor de acción rápida y uso general adecuado para usar en instalaciones de corriente alterna o continua para controlar lo siguiente:

(1) Cargas resistivas que no superen la capacidad de corriente del interruptor a la tensión aplicada.

(2) Cargas inductivas que no superen el 50% de la capacidad de corriente del interruptor a la tensión aplicada. Los interruptores clasificados por caballos de fuerza (HP) son adecuados para controlar cargas de motores a su capacidad de corriente y tensión aplicada.

(3) Bombillas con filamento de tungsteno que no superen la capacidad de corriente del interruptor a la tensión aplicada, si son de clase T.

(c) **Interruptores de acción rápida CO/ALR.** Los interruptores de acción rápida de 20 A nominales o menos, conectados directamente a conductores de aluminio, deben estar certificados como CO/ALR e ir así rotulados.

(d) **Interruptores de acción rápida de 347 V nominales c.a. para usos específicos.** Los interruptores de acción rápida de 347 V nominales c.a. deben estar certificados y ser utilizados únicamente para lo siguiente:

(1) Para cargas no inductivas distintas de las bombillas con filamento de tungsteno, que no superen la corriente y tensión máximas admisibles del interruptor.

(2) Para cargas inductivas que no superen la corriente y tensión máximas admisibles del interruptor. Cuando en la lista se establezcan condiciones o límites particulares de carga, se deben observar esas limitaciones con independencia de la capacidad de corriente de la carga.

B. Especificaciones de construcción

380-15. Rótulos. Los interruptores deben ir rotulados con su corriente y tensión máximas y, si son para motores, con los caballos de fuerza (HP) para los que están diseñados.

380-16. Interruptores de cuchilla de 600 V. Todos los interruptores de cuchilla de 600 V nominales para corrientes de más de 200 A, deben ir dotados de contactos auxiliares de tipo desmontable o de corte rápido.

380-17. Interruptores con fusibles. Un interruptor con fusibles no debe llevar los fusibles en paralelo, excepto lo que permite el Artículo 240-8 Excepción.

380-18. Espacio para bucles de cables. El espacio para bucles de cables que exige el Artículo 380-3, debe cumplir las especificaciones de espacio de la Tabla 376-6(b) en cuanto a la distancia entre la pared del encerramiento opuesta a la que van montados los terminales de entrada y salida.

Sección 384 - CUADROS DE DISTRIBUCIÓN Y PANELES DE DISTRIBUCIÓN

A. Generalidades

384-1. Alcance. Esta Sección se refiere a : (1) todos los cuadros de distribución y paneles de distribución instalados para el control de circuitos de iluminación y potencia, y (2) los tableros para carga de baterías alimentados desde circuitos de iluminación o potencia.

Excepción : Los cuadros de distribución, paneles de distribución o partes de los mismos utilizados exclusivamente para controlar circuitos de señales alimentados por baterías, no entran dentro de esta Sección.

384-2. Otras Secciones. Los interruptores, interruptores automáticos y dispositivos de protección contra sobrecorriente utilizados en los cuadros de distribución, paneles de distribución y sus encerramientos, deben cumplir lo establecido en esta Sección y además los requisitos de las Secciones 240, 250, 370, 373, 380 y otros aplicables. Los cuadros de distribución y los paneles de distribución instalados en lugares peligrosos (clasificados) deben cumplir los requisitos de las Secciones 500 a 517.

384-3. Soportes e instalación de las barras colectoras y los conductores.

(a) Conductores y barras colectoras en un cuadro de distribución o en un panel de distribución. Los conductores y las barras colectoras en un cuadro de distribución o en un panel de distribución deben estar instalados de manera que no queden expuestos a daños físicos y estén bien sujetos. En una sección vertical sólo deben instalarse los conductores cuya terminación esté en la sección vertical del cuadro de distribución, además de las conexiones y cables de control necesarios. En todos los cuadros de distribución de acometida se deben instalar barreras que aíslen las barras colectoras y los terminales de la acometida del resto del cuadro de distribución.

Excepción : Se permite que haya conductores que atraviesen horizontalmente las secciones verticales de los cuadros de distribución cuando esos conductores estén aislados por una barrera de las barras colectoras.

(b) Efectos de sobrecalentamiento e inductivos. La disposición de los conductores y las barras colectoras debe ser tal que evite el sobrecalentamiento debido a efectos inductivos.

(c) Uso como equipo de la acometida. Cada cuadro de distribución o cada panel de distribución que se utilice como equipo de acometida, debe tener un puente de conexión equipotencial dimensionado de acuerdo con el Artículo 250-79(d) o equivalente, situado dentro del panel de distribución o en una de las secciones del cuadro de distribución para conectar el conductor puesto a tierra de la acometida, por el lado del suministro, con el marco del cuadro de distribución o del panel de distribución. Todas las secciones de los cuadros de distribución se deben conectar equipotencialmente mediante un conductor de puesta a tierra de los equipos de sección transversal acorde con la Tabla 250-95.

Excepción : No se exige puente de conexión equipotencial en los cuadros de distribución y paneles de distribución utilizados como equipos de la acometida, en sistemas de alta impedancia con neutro puesto a tierra, según lo que establece el Artículo 250-27.

(d) Terminales. Los terminales de los cuadros de distribución y paneles de distribución deben estar situados de modo que, para hacer las conexiones, no sea necesario atravesar o cruzar por atrás los conductores o barras sin poner a tierra.

(e) Rótulos en los conductores energizados. En los cuadros de distribución o en los paneles de distribución que reciben corriente de una instalación tetrafilar conectada en delta, cuando el punto medio de una fase esté puesto a tierra, la barra o conductor de mayor tensión a tierra de esa fase debe ir rotulado de modo permanente y duradero en su cubierta exterior, con color naranja u otro medio eficaz.

(f) Distribución de las fases. La distribución de las fases en las instalaciones trifásicas debe ser A, B y C desde el frente hacia atrás, de arriba a abajo o de izquierda a derecha vistas desde la parte delantera del cuadro o panel de distribución. En las instalaciones trifásicas tetrafilares conectadas en delta, la fase B debe ser la que tenga mayor tensión a tierra. Si se hacen adiciones a instalaciones ya existentes, se permiten otras distribuciones siempre que se marquen adecuadamente.

Excepción : Se permite que los equipos en la misma sección o sección múltiple de un cuadro de distribución o un panel de distribución, como el medidor en las instalaciones trifásicas tetrafilares conectadas en delta, tengan la misma configuración de fases que los medidores.

(g) Espacio mínimo para los bucles de cables. El espacio mínimo para los bucles de cables en los terminales y para las canaletas de los cuadros de distribución y paneles de distribución, debe ser el indicado en el Artículo 373-6.

384-4. Instalación. Los equipos de los que trata la Sección 384 y los centros de control de motores deben estar situados en lugares especiales y protegidos contra los daños de los que tratan los siguientes apartados (a) y (b) :

Excepción : Los equipos de control que por su naturaleza o por otras normas de este Código deban estar cerca o a la vista de la maquinaria que controlan, podrán estar en esos lugares..

(a) En interiores. En instalaciones interiores, el lugar destinado deberá tener las siguientes zonas:

(1) Anchura y profundidad. Se debe dedicar a la instalación eléctrica un espacio igual a la anchura y profundidad del equipo y con la menor de estas alturas: desde el piso hasta una altura de 7,6 m o hasta los elementos estructurales del techo. En esta zona no debe haber tuberías, ductos o equipos ajenos a la instalación eléctrica. No se considera elemento estructural del techo un techo colgante, suspendido o similar que no esté reforzado. Se permite la instalación de rociadores automáticos en este espacio, siempre que las tuberías cumplan lo establecido en esta Sección.

Excepción : En las zonas que no tengan el lugar especial descrito en esta regla, se permite que en plantas industriales haya instalados equipos separados de otros equipos ajenos por medio de elevación, por encerramientos físicos o por tapas que le proporcionen una protección mecánica adecuada contra el tráfico de vehículos, el contacto accidental por personas no autorizadas o las salpicaduras o fugas accidentales de tuberías.

(2) Espacio de trabajo. El espacio de trabajo debe incluir una zona como la descrita en el Artículo 110-16(a). En esta zona no debe haber elementos arquitectónicos ni otros equipos.

(b) En exteriores. Los equipos eléctricos en exteriores deben instalarse en encerramientos adecuados y estar protegidos contra el contacto accidental por personas no autorizadas, contra el tráfico de vehículos y contra las salpicaduras o fugas accidentales de sistemas de tuberías.

B. Cuadros de distribución

384-5. Ubicación de los cuadros de distribución. Los cuadros de distribución que tengan partes expuestas energizadas deben estar situados en lugares permanentemente secos, donde estén vigilados por personal competente y sólo sean accesibles a personas calificadas. Los cuadros de distribución deben instalarse de modo que la probabilidad de daños por equipos o procesos se reduzca al mínimo.

384-6. Cuadros de distribución en lugares húmedos o mojados. La instalación de los cuadros de distribución en lugares húmedos o mojados debe cumplir lo establecido en el Artículo 373-2(a).

384-7. Ubicación con relación a materiales fácilmente combustibles. Los cuadros de distribución se deben instalar de modo que la probabilidad de que transmitan el fuego a materiales combustibles adyacentes sea mínima. Cuando se instalen en un piso combustible, éste se debe proteger adecuadamente.

384-8. Distancias.

(a) Hasta el techo. En los cuadros de distribución que no estén totalmente encerrados, se debe dejar un espacio desde la parte superior del cuadro de distribución hasta cualquier techo combustible no inferior a 900 mm, excepto si se instala una cubierta no combustible entre el cuadro de distribución y el techo.

(b) Alrededor del cuadro de distribución. Las distancias alrededor de los cuadros de distribución deben cumplir lo establecido en el Artículo 110-16.

384-9. Aislamiento de los conductores. Cualquier conductor aislado que se utilice dentro de un cuadro de distribución debe estar certificado, ser retardante de la llama y tener una tensión nominal no inferior a la que vaya a soportar y no inferior a la tensión aplicada a otros conductores o barras colectoras con las que pueda estar en contacto.

384-10. Distancia de los conductores que entren en los encerramientos. Cuando en un cuadro de distribución, en un panel de distribución colocado sobre el piso o en otro encerramiento similar, entren por debajo tubos u otras canalizaciones, se debe dejar espacio suficiente para permitir la instalación de los conductores en el encerramiento. Cuando los tubos o canalizaciones entren o salgan del encerramiento por debajo de las barras colectoras, de sus soportes o de otros obstáculos, el espacio para los cables no debe ser inferior al de la siguiente Tabla. Los tubos o canalizaciones, incluidos sus accesorios de terminación, no deben subir más de 75 mm sobre la parte inferior del encerramiento.

Tipo de conductor	Distancia mínima entre la parte inferior del encerramiento y las barras, sus soportes u otros obstáculos (en cm)
Barras colectoras aisladas, sus soportes u otros obstáculos	20
Barras colectoras no aisladas	25

384-11. Puesta a tierra de los marcos o armazones de los cuadros de distribución. Los marcos de los cuadros de distribución y las estructuras que soporten los elementos de conmutación, deben estar puestos a tierra.

Excepción : No se exige poner a tierra los marcos de cuadros de distribución de c.c. bifilares si están aislados eficazmente de la tierra.

384-12. Puesta a tierra de los instrumentos, relés, medidores y transformadores de instrumentos de los cuadros de distribución. Los instrumentos, relés, medidores y transformadores de instrumentos instalados en los cuadros de distribución se deben poner a tierra como se especifica en los Artículos 250-121 a 250-125.

C. Paneles de distribución

384-13. Generalidades. Todos los paneles de distribución deben tener unos parámetros nominales no inferiores a los mínimos del alimentador según la carga calculada, de acuerdo con lo establecido en la Sección 220. Los paneles de distribución deben estar rotulados de forma duradera por el fabricante con su corriente y tensión nominales, el número de fases para los que están diseñados y el nombre del fabricante o marca comercial, de manera visible aún después de su instalación y sin que las rótulos estorben la distribución o alambrado interior.

Todos los circuitos de un panel de distribución y sus modificaciones se deben identificar de manera legible en cuanto a su finalidad o uso, en un directorio situado en la puerta del panel o en su interior.

NOTA : Para otros requisitos, véase el Artículo 110-22.

384-14. Panel de distribución de circuito ramal de iluminación y artefactos. A los fines de esta Sección, un panel de distribución de un circuito ramal de iluminación y artefactos es el que tiene más de un 10% de sus dispositivos de protección contra sobrecorriente de 30 A nominales o menos, con conexiones para el neutro.

384-15. Número de dispositivos de protección contra sobrecorriente en un panel de distribución. En un armario o caja de corte no se deben instalar más de 42 dispositivos de sobrecorriente (además de los del alimentador) para circuitos ramales de iluminación y artefactos. Todos los paneles de distribución de circuitos ramales de iluminación y artefactos deben estar dotados de medios físicos que eviten la instalación de más dispositivos de sobrecorriente que aquéllos para los que el panel de distribución está diseñado, dimensionado y aprobado. A los fines de esta Sección, se considera que un interruptor automático de dos polos equivale a dos dispositivos de sobrecorriente y un interruptor automático de tres polos equivale a tres dispositivos de sobrecorriente.

384-16. Protección contra sobrecorriente.

(a) Panel de distribución para circuito ramal de iluminación y artefactos protegido individualmente. Cada panel de distribución para un circuito ramal de iluminación y artefactos se debe proteger individualmente en el lado del suministro por no más de dos interruptores automáticos o dos juegos de fusibles cuya capacidad de corriente combinada no sea superior a la del panel de distribución.

Excepción nº. 1 : No es necesario proteger individualmente un panel de distribución de iluminación y artefactos si el alimentador del panel de distribución tiene una protección contra sobrecorriente no superior a la capacidad de corriente nominal del panel de distribución.

Excepción nº. 2 : En instalaciones existentes, no es necesario proteger individualmente un panel de distribución de un circuito de iluminación y artefactos si dicho panel de distribución se utiliza como equipo de acometida en una ocupación residencial individual..

(b) Interruptores de acción rápida de 30 A nominales o menos. Los paneles de distribución equipados con interruptores de acción rápida de 30 A nominales o menos deben tener un dispositivo de protección contra sobrecorriente que no supere los 200 A.

(c) Carga continua. La carga continua de cualquier dispositivo de sobrecorriente situado en un panel de distribución no debe superar el 80% de su capacidad de corriente nominal cuando, en condiciones normales, la carga se mantenga durante tres horas o más.

Excepción : Se permite que un conjunto que incluya un dispositivo de sobrecorriente se pueda utilizar continuamente al 100% de su capacidad de corriente nominal cuando esté certificado para ese uso.

(d) Panel de distribución alimentado a través de un transformador. Cuando un panel de distribución se alimente a través de un transformador, la protección contra sobrecorriente que exigen los anteriores apartados (a) y (b) deberá estar situada en el lado del secundario del transformador.

Excepción : Se considera que un panel de distribución alimentado desde el secundario de un transformador monofásico con secundario bifilar (una sola tensión) está protegido contra sobrecorriente por el dispositivo de protección del primario (lado del suministro) del transformador, si esa protección cumple lo establecido en el Artículo 450-3(b)(1) y no supera el valor obtenido al multiplicar la capacidad de corriente del panel de distribución por la relación de tensión primario/secundario.

(e) Interruptores automáticos en delta. Un dispositivo trifásico de corte o protección contra sobrecorriente no se debe conectar al bus de un panel de distribución que tenga menos de tres buses de fase. No se deben instalar en los paneles de distribución interruptores automáticos en delta.

(f) Dispositivos de retroalimentación. Los dispositivos de protección contra sobrecorriente de tipo presión o los interruptores del alimentador de tipo presión que puedan recibir retroalimentación, se deben sujetar con un medio adicional que exija algo más que un simple tirón para sacar el dispositivo de su medio de montaje en el panel.

384-17. Paneles de distribución en lugares húmedos o mojados. La instalación de paneles de distribución en lugares húmedos o mojados debe cumplir lo establecido en el Artículo 373-2(a).

384-18. Encerramientos. Los paneles de distribución se deben montar en armarios, cajas de corte o encerramientos diseñados para ese uso, y deben ser de frente muerto.

Excepción : Se permite instalar otros paneles de distribución que no sean de frente muerto ni accionables desde el exterior cuando sean accesibles únicamente a personal calificado.

384-19. Posición relativa de los fusibles e interruptores. En los paneles de distribución, los fusibles de cualquier tipo se deben instalar en el lado de la carga de cualquier interruptor.

Excepción : Lo que se establece en el Artículo 230-94 para uso como equipo de acometida.

384-20. Puesta a tierra de los paneles de distribución. Los armarios y marcos de los paneles de distribución, si son metálicos, deben estar en contacto físico entre sí y ponerse a tierra según lo que establece la Sección 250 o el Artículo 384-3(c). Si se utiliza el panel de distribución con canalizaciones o cables no metálicos o si existen conductores de puesta a tierra independientes, se debe instalar dentro del armario una regleta terminal para esos conductores. La regleta se debe conectar equipotencialmente con el armario y el marco del panel de distribución, si son metálicos. Si no, se debe conectar al conductor de puesta a tierra que discurre junto con los conductores de suministro del panel de distribución.

Excepción : Cuando exista un conductor aislado de puesta a tierra de los equipos como permite el Artículo 250-74 Excepción nº. 4, se permite que este conductor de puesta a tierra que discurra junto con los conductores del circuito, pase por el panel de distribución sin conectarlo a la regleta terminal de puesta a tierra de los equipos.

Los conductores de puesta a tierra no se deben conectar a la regleta terminal instalada para los conductores puestos a tierra (o el neutro), excepto si está identificada para ese uso e instalada en un lugar en el que la interconexión entre los conductores de puesta a tierra de los equipos y los conductores del circuito conectados a tierra esté permitida o exigida por la Sección 250.

D. Especificaciones de construcción

384-30. Paneles. Los paneles de los cuadros de distribución deben ser de material no combustible y resistente a la humedad.

NOTA : Ver la norma *NTC 3475, Electrotecnia. Tableros Eléctricos,* para los requisitos de los paneles de distribución (panelboards) y la norma *NTC 3278, Electrotecnia. Paneles de maniobra y control de baja tensión. Requisitos para paneles tipo ensayado y tipo ensayado parcialmente*, para los cuadros de distribución (switchboards).

384-31. Barras colectoras (barrajes). Las barras colectoras aisladas o desnudas deben estar rígidamente montadas.

384-32. Protección de los circuitos de instrumentos. Los instrumentos, luces piloto, transformadores de potencial y otros dispositivos de los cuadros de distribución que puedan tener bobinados, deben estar alimentados por un circuito que esté protegido por dispositivos estándar de sobrecorriente de 15 A nominales o menos.
Excepción nº. 1 : Se permite instalar dispositivos de sobrecorriente de más de 15 A cuando la interrupción del circuito pudiera crear riesgos. En ese caso se debe instalar protección contra cortocircuitos.
Excepción nº. 2 : Para corrientes nominales de 2 A o menos se permiten tipos especiales de fusibles encapsulados.

384-33. Partes componentes. Los interruptores, fusibles y portafusibles utilizados en los paneles de distribución deben cumplir los requisitos aplicables de las Secciones 240 y 380.

384-34. Interruptores de cuchilla. Las hojas expuestas de los interruptores de cuchilla deben quedar sin tensión cuando se abran.

NOTA : Para su instalación, véase el Artículo 380-6(c) Excepción.

384-35. Espacio para bucles de cables en los paneles de distribución. El encerramiento de un panel de distribución debe tener un espacio arriba y otro abajo para los bucles de cables, de dimensiones según la Tabla 373-6(b) para el mayor conductor que entre o salga del encerramiento. También se debe dejar un espacio lateral para bucles de cables de acuerdo con la Tabla 373-6(a) para el conductor de mayor sección que termine en ese espacio.
Excepción nº. 1 : Para paneles de distribución para circuitos ramales de iluminación y artefactos de 225 A nominales o menos, se permite que tanto el espacio superior como el inferior del panel de distribución se calculen de acuerdo con la Tabla 373-6(a).
Excepción nº. 2 : Cuando exista al menos un espacio lateral para bucles de cables de dimensiones según la Tabla 373-6(b) para el mayor conductor que termine en cualquiera de los lados del encerramiento, se permite que tanto el espacio superior como el inferior del panel de distribución se calculen de acuerdo con la Tabla 373-6(a).
Excepción nº. 3 : Si el panel de distribución está diseñado y construido de manera que sólo exista una doblez de 90° en cada conductor, incluido el neutro, y el diagrama de alambrado muestra y especifica el método de instalación que se debe utilizar, se permite que el espacio superior y el inferior del panel de distribución se calculen de acuerdo con la Tabla 373-6(a).
Excepción nº. 4 : Cuando no termine ningún conductor en el espacio superior o en el inferior (pero no en ambos) dejado para los bucles de cables, se permite que sus dimensiones estén de acuerdo con la Tabla 373-6(a).

384-36. Distancias mínimas. La distancia mínima entre las partes metálicas desnudas, barras colectoras, etc., no debe ser inferior a lo especificado en la Tabla 384-36. Cuando la proximidad no dé lugar a un calentamiento excesivo, se permite que partes con la misma polaridad como interruptores, fusibles en portafusibles, etc., estén instaladas lo más cerca posible para que se permita un correcto manejo.

Tabla 384-36 Separación mínima entre piezas de metal desnudas en cm

	Polaridad opuesta montadas en la misma superficie	**Polaridad opuesta cuando están al aire libre**	**Entre las partes energizadas y tierra***
No más de 125 V nominales	1,9	1,3	1,3
No más de 250 V nominales	3,2	1,9	1,3
No más de 600 V nominales	5,1	2,5	2,5

* Para la distancia entre las partes energizadas y las puertas de los armarios, véase el Artículo 373-11(a)(1), (2) y (3).

Tabla 300-5 Requisitos mínimos de enterramiento en instalaciones de 0 a 600 voltios nominales (distancia en centímetros). (Enterramiento se define como la distancia más corta medida entre un punto de la superficie superior de cualquier conductor, cable, conducto u otra canalización directamente enterrado y la superficie superior de la tierra, cubierta de hormigón u otra cobertura similar)

Tipo de Método de Cableado o circuito					
Ubicación del método de cableado o circuito	**1 Cables o conductores directamente enterrados**	**2 Tubo metálico rígido o intermedio**	**3 Canalizaciones no metálicas aprobadas para enterramiento directo sin cajón de hormigón u otras canalizaciones aprobadas**	**4 Circuitos ramales para viviendas de 120 voltios nominales o menos con protección contra fallas a tierra y protección contra sobrecorriente máxima de 20 amperios**	**5 Circuitos de control de riego e iluminación de parques, limitados a no más de 30 voltios e instalados con cables tipo UF o en otros cables o canalizaciones identificados**
Todas los lugares no identificados a continuación	60	15	45	30	15
En zanjas por debajo de 5 cm. Hormigón grueso o equivalente	45	15	30	15	15
Bajo una edificación	0 (sólo en canalizaciones)	0	0	0 (sólo en canalizaciones)	0 (sólo en canalizaciones)
Bajo un mínimo de 10 cm. de espesor de baldosas de hormigón para exteriores sin tráfico de vehículos y baldosas que no sobrepasen en más de 15 cm la instalación subterránea.	45	10	10	15(directamente enterrado) ó 10(en canalizaciones)	15(directamente enterrado) ó 10(en canalizaciones)
Bajo calles, carreteras, autopistas, avenidas, accesos vehiculares y aparcamientos	60	60	60	60	60
Accesos vehiculares y aparcamientos exteriores a viviendas uni y bifamiliares y utilizados sólo por sus habitantes	45	45	45	30	45
Sobre o bajo pistas de carreteo de los aeropuertos, incluídas las zonas adyacentes cuando esté prohibido el paso	45	45	45	45	45

Nota 1: Las canalizaciones aprobadas para enterrarlas sólo en cajas de hormigón, requieren una cubierta de concreto de no menos de 5 cm de espesor.
Nota 2: Se permite menor profundidad cuando los cables y conductores suben para terminaciones o empalmes o cuando hay que acceder a ellos.
Nota 3: Cuando se usa uno de los métodos de alambrado listados en las columnas 1-3 para alguno de los circuitos de las columnas 4 y 5, se permite enterrar los cables a la menor de las dos profundidades.
Nota 4: Si se encuentra roca sólida, todos los cables se deben instalar en canalizaciones metálicas o no metálicas permitidas para enterramiento directo. La canalización se debe cubrir con un mínimo de 5 cm de concretyo que llegue hasta la roca.

Tabla 310-13 Aplicaciones y aislamiento de los conductores

Nombre comercial	Letras de tipo	Temp. máx. de funcionamiento	Aplicaciones previstas	Aislamiento	Espesor del aislamiento AWG o kcmil / en mm	Recubrimiento externo(1)
Etileno-propileno fluorado	FEP o FEPB	90℃ 200℃	Lugares secos y húmedos Lugares secos en aplicaciones especiales(3)	Etileno-propileno fluorado Etileno-propileno fluorado	14-10 0,51 8-2 0,76 14-8 0,36 6-2 0,36	Ninguno Trenza de cristal Trenza de asbesto u otro material adecuado
Aislamiento mineral (con recubrimiento metálico)	MI	90℃ 250℃	Lugares secos y mojados Para aplicaciones especiales(3)	Oxido de magnesio	18-16(2) 0,58 16-18 0,91 9-4 1,27 3-500 1,4	De cobre o aleación de acero
Termoplástico resistente a la humedad, al calor y al aceite	MTW	60℃ 90℃	Instalaciones de máquinas herramientas en lugares mojados. Instalaciones de máquinas herramientas en lugares secos.	Termoplástico retardante de la llama y resistente a la humedad, al calor y al aceite	A B 22-12 0,76 0,38 10 0,76 0,51 8 1,14 0,76 6 1,52 0,76 4-2 1,52 1,02 1-4/0 2,03 1,27 213-500 2,41 1,52 501-1000 2,79 1,78	A = Ninguno B = Forro de nylon o equivalente
Papel		85℃	Para conductores subterráneos de acometida o con permiso especial	Papel		Forro de plomo
Perfluoroalcoxi	PFA	90℃ 200°	Lugares secos y húmedos Lugares secos, aplicaciones especiales(3)	Perfluoroalcoxi	14-10 0,51 8-2 0,76 1-4/0 1,14	Ninguno
Perfluoroalcoxi	PFAH	250℃	Sólo para lugares secos. Sólo para cables dentro de aparatos o de conductos conectados a aparatos (sólo de níquel o de cobre recubiertos de níquel)	Perfluoroalcoxi	14-10 0,51 8-2 0,76 1-4/0 1,14	Ninguno
Plástico termoendurecible	RH RHH	75℃ 90℃	Lugares secos y húmedos Lugares secos y húmedos	Plástico termoendurecible retardante de la llama	4-12 ** 0,76 10 1,14 8-2 1,52 1-4/0 2,03 213-500 2,41 501-1000 2,80 1001-2000 3,18 Para 601-2000 V, ver Cuadro 310-62	Recubrimiento no metálico, resistente a la humedad y retardante de la llama(4)
Plástico termoendurecible resistente a la humedad	RHW(6)	75℃	Lugares secos y mojados. Si el aislante es de más de 2000 voltios, debe ser resistente al ozono	Plástico termoendurecible resistente a la humedad y retardante de la llama	14-10 1,14 8-2 1,52 1-4/0 2,03 213-500 2,41 501-1000 2,80 1001-2000 3,18 Para 601-2000 V, ver Cuadro 310-62	Recubrimiento no metálico, resistente a la humedad y retardante de la llama(4)
Plástico	RHW-2	90℃	Lugares secos y mojados	Plástic o	14-10 1,14	Recubrimiento no metálico, resistente a la humedad

Nombre comercial	Letras de tipo	Temp. máx. de funcionamiento	Aplicaciones previstas	Aislamiento	Espesor del aislamiento AWG o kcmil — en mm	Recubrimiento externo(1)
termoendurecible resistente a la humedad				termoendurecible resistente a la humedad y retardante de la llama	8-2 — 1,52 1-4/0 — 2,03 213-500 — 2,41 501-1000 — 2,80 1001-2000 — 3,18 Para 601-2000 V, ver Cuadro 310-62	y retardante de la llama(4)
Silicona	SA	90℃ 200℃	Lugares secos y húmedos Para aplicaciones especiales(3)	Caucho de silicona	14-10 — 1,14 8-2 — 1,52 1-4/0 — 2,03 213-500 — 2,41 501-1000 — 2,80 1001-2000 — 3,18	Malla de cristal u otro material adecuado
Plástico termoendurecible	SIS	90℃	Sólo para cableado de tableros	Plástico termoendurecible retardante de la llama	14-10 — 0,76 8-2 — 1,14 6-2 — 1,52 1-4/0 — 1,40	Ninguno
Termoplástico y mallas externas fibrosas	TBS	90℃	Sólo para cableado de tableros	Termoplástico	14-10 — 0,76 8-2 — 1,14 6-2 — 1,52 1-4/0 — 2,03	Recubrimiento no metálico retardante de la llama
Politetrafluoroetileno extendido	TFE	250℃	Sólo lugares secos. Sólo para cables dentro de aparatos o dentro de canalizaciones conectadas a aparatos, o como cableado a la vista (sólo de níquel o níquel recubierto de cobre)	Politetrafluoroetileno extruido	14-10 — 0,76 8-2 — 0,76 1-4/0 — 1,14	Ninguno
Termoplástico resistente al calor	THHN	90℃	Lugares secos y húmedos	Termoplástico re sistente al calor y retardante de la llama	14-12 — 0,38 10 — 0,76 8-6 — 0,76 4-2 — 1,02 1-4/0 — 1,27 250-500 — 1,52 501-1000 — 1,78	Forro de nylon o equivalente
Termoplástico resistente a la humedad y al calor	THHW	75℃ 90℃	Lugares mojados Lugares secos	Termoplástico retardante de la llama y resistente a la humedad y al calor	14-10 — 1,14 8-2 — 1,52 1-4/0 — 2,03 213-500 — 2,41 501-1000 — 2,80	Ninguno
Termoplástico resistente a la humedad y al calor	THW(6)	75℃ 90℃	Lugares secos y mojados Aplicaciones especiales en equipos de iluminación por descarga. Limitado a 1000 voltios en circuito abierto o menos (sólo cables de los números 14-8, como permite la Sección 410-13)	Termoplástico retardante de la llama y resistente a la humedad y al calor	14-10 — 1,14 8-2 — 1,52 1-4/0 — 2,03 213-500 — 2,41 501-1000 — 2,80 1001-2000 — 3,18	Ninguno
Termoplástico	THWN(6)	75℃	Lugares secos y mojados	Termoplástico retardante	14-12 — 0,38	Forro de nylon o equivalente

Nombre comercial	Letras de tipo	Temp. máx. de funcionamiento	Aplicaciones previstas	Aislamiento	Espesor del aislamiento AWG o kcmil / en mm	Recubrimiento externo(1)
resistente a la humedad y al calor				de la llama y resistente a la humedad y al calor	10 0,76 8-6 0,76 4-2 1,02 1-4/0 1,27 250-500 1,52 501-1000 1,78	
Termoplástico resistente a la humedad	TW	60℃	Lugares secos y mojados	Termoplástico retar dante de la llama y resistente a la humedad y al calor	14-10 0,76 8 1,14 6-2 1,52 1-4/0 2,03 213-500 2,41 501-1000 2,80 1001-2000 3,18	Ninguno
Cable de alimentadores y circuitos ramales de un solo conductor (para cables de tipo UF con más de un conductor, ver el Artículo 339)	UF	60℃ 75℃	Ver Artículo 339	Resistente a la humedad Resistente al calor y a la humedad	14-10 1,52(8) 8-2 2,03(8) 1-4/0 2,41(8)	Integrado con el aislante
Cable subterráneo de acometida, de un solo conductor (para cables de tipo USE con más de un conductor, ver el Artículo 338)	USE(6)	75℃	Ver Artículo 338	Resistente al calor y a la humedad	12-10 1,14 8-2 1,52 1-4/0 2,03 213-500 2,41(9) 501-1000 2,80 1001-2000 3,18	Recubrimiento no metálico resistente a la humedad. Ver Sección 338-1(b)
Plástico termoendurecible	XHH	90℃	Lugares secos y húmedos	Plástico termoendurecible retardante de la llama	14-10 0,76 8-2 1,14 1-4/0 1,40 213-500 1,65 501-1000 2,03 1001-2000 2,41	Ninguno
Plástico termoendurecible resistente a la humedad	XHHW(6)	90℃ 75℃	Lugares secos y húmedos Lugares mojados	Plástico termoendurecible retardante de la llama y resistente a la humedad	14-10 0,76 8-2 1,14 1-4/0 1,40 213-500 1,65 501-1000 2,03 1001-2000 2,41	Ninguno
Plástico termoendurecible resistente a la humedad	XHHW-2	90℃	Lugares secos y mojados	Plástico termoendurecible retardante de la llama y resistente a la humedad	14-10 0,76 8-2 1,14 1-4/0 1,40 213-500 1,65 501-1000 2,03 1001-2000 2,41	Ninguno
Etileno-tetrafluoroetileno	Z	90℃ 150℃	Lugares secos y húmedos Lugares secos, aplicaciones	Etileno-tetrafluoroetileno modificado	14-12 0,38 10 0,76	Ninguno

Nombre comercial	Letras de tipo	Temp. máx. de funcionamiento	Aplicaciones previstas	Aislamiento	Espesor del aislamiento AWG o kcmil	Espesor del aislamiento en mm	Recubrimiento externo(1)
modificado			especiales(3)		8-4 3-1 1/0-4/0	0,64 0,89 1,14	
Etileno-tetrafluoroetileno modificado	ZW(6)	75℃ 90℃ 150℃	Lugares mojados Lugares secos y húmedos Lugares secos, aplicaciones especiales(3)	Etileno-tetrafluoroetileno modificado	14-10 8-2	0,76 1,14	Ninguno

NOTAS A LA TABLA 310-13

(1) Algunos aislamientos de no requieren recubrimiento externo.
(2) Para circuitos de señales que permiten un aislamiento de 300 voltios.
(3) Cuando las condiciones de diseño requieren que la temperatura máxima de funcionamiento del conductor sea superior a 90℃.
(4) Algunos aislantes de goma no requieren recubrimiento externo.
(5) Para calibres número 14-12, el cable RHH debe tener un aislamiento de 1.14 mm de espesor.
(6) Los cables listados con sufijo "-2", como RHW-2, se pueden utilizar a temperatura de funcionamiento continua de 90℃ en lugares secos o húmedos.
(7) En cuanto a la limitación de la capacidad, ver la Sección 339-5.
(8) Incluye forro integral.
(9) En los conductores de tipo USE que hayan sido sometidos a investigación especial, se permite que el aislamiento sea de 2,03 mm de espesor. No se requiere que el recubrimiento no metálico de conductores aislados cubiertos de caucho o cables con recubrimiento de aluminio y los cables forrados de plomo o de varios conductores, sea retardante de la llama. Para los cables de tipo MC, ver la Sección 334-20. Para los cables de forro no metálico, ver la Sección 336-25. Para los cables de tipo UF, ver la Sección 339-1.

Tabla 310-63 Espesor del aislante y del forro de conductores con aislante dieléctrico sólido no blindados para 2001 a 8000 V (en mm)

Calibre del conductor		2001-5000 V						5001-8000 V, nivel de aislamiento 100% para lugares mojados o secos		
		Conductor sencillo para lugares secos			Para lugares secos o mojados			Conductor sencillo		Multiconductor *
		Sin forro	Con forro		Conductor sencillo		Multiconductor *			
mm^2	AWG o kcmil	Aislante	Aislante	Forro	Aislante	Forro	Aislante	Aislante	Forro	Aislante
8,4	8	2,79	2,29	0,76	3,18	2,03	2,29	4,57	2,03	4,57
13,3	6	2,79	2,29	0,76	3,18	2,03	2,29	4,57	2,03	4,57
21,2-33,6	4-2	2,79	2,29	1,14	3,18	2,03	2,29	4,57	2,41	4,57
42,4-67,4	1-2/0	2,79	2,29	1,14	3,18	2,03	2,29	4,57	2,41	4,57
85,0-107,2	3/0-4/0	2,79	2,29	1,65	3,18	2,41	2,29	4,57	2,79	4,57
127-253	213-500	3,05	2,29	1,65	11,02	2,79	2,29	5,33	2,79	5,33
304-380	501-750	3,30	2,29	1,65	3,94	3,18	2,29	5,97	3,18	5,97
380-506	751-1000	3,30	2,29	1,65	3,94	3,18	2,29	6,35	11,02	6,35

* Bajo una cubierta común general, tal como forro, revestimiento o blindaje.

Capítulo 4. Equipos para uso general

Sección 400 - CORDONES Y CABLES FLEXIBLES

A. Generalidades

400-1. Alcance. Esta Sección trata de los requisitos generales, aplicaciones y especificaciones de construcción de los cordones flexibles y de los cables flexibles.

400-2. Otras Secciones. Los cordones y cables flexibles deben cumplir lo establecido en esta Sección y las disposiciones aplicables de las demás Secciones de este *Código.*

400-3. Uso Adecuado. Los cables y cordones flexibles y sus accesorios deben ser adecuados para las condiciones de uso e instalación.

400-4. Tipos. Los cables y cordones flexibles deben cumplir con lo especificado en la Tabla 400-4. Los tipos de cables y cordones flexibles que no aparezcan listados en esa Tabla, deben someterse a investigación especial.

TABLA 400-4 Cordones y Cables Flexibles (Ver archivo 4tnt2050.doc)

Notas a la Tabla 400-4

1. Excepto para los tipos HPN, SP-1, SP-2, SP-3, SPE-1, SPE-2, SPE-3, SPT-1, SPT-2, STP-3, TPT y las versiones de cables paralelos de tres conductores de los cables SRD, SRDE y SRDT, los conductores individuales deben ir trenzados.

2. Se permiten cables de tipo TPT, TS y TST cuya longitud no supere los 2,40 m cuando vayan unidos directamente o mediante un conector especial a artefactos portátiles de 50 W nominales o menos y de tal naturaleza que resulte esencial una gran flexibilidad del cordón.

3. En sustitución del trenzado interno se permite utilizar cintas rellenas de goma o de tela barnizada.

4. En los escenarios de los teatros, en los garajes y en otros lugares donde este *Código* lo autorice, se permite usar cordones flexibles, es apropiado el uso de cables de tipo G, S, SC, SCE, SCT, SE, SEO, SEOO, SO, SOO, ST, STO, STOO, PPE y W.

5. Los cables móviles de los ascensores para los circuitos de control y señalización, deben contener los rellenos no metálicos necesarios para mantener su forma concéntrica. Los cables deben tener miembros de soporte en acero como exige el Artículo 620-41. En lugares expuestos a excesiva humedad o vapores o gases corrosivos, se permite utilizar miembros de soporte en otros materiales. Cuando se utilicen miembros de soporte en acero, deben ir rectos a través del centro del conjunto del cable y no se deben trenzar con los hilos de cobre de los conductores.

Además de los conductores utilizados para los circuitos de control y señalización, se permite que los cables de ascensores de tipos E, EO, ET, ETLB, ETP y ETT lleven incorporados uno o más pares telefónicos con sección transversal de 0,51 mm^2 (20 AWG), uno o más cables coaxiales y/o uno o más cables de fibra óptica. Se permite que los pares con sección transversal de 0,51 mm^2 (20 AWG) vayan cubiertos con una pantalla adecuada para circuitos de comunicaciones telefónicos, de audio o de alta frecuencia; los cables coaxiales consisten en un conductor central, un aislante y una pantalla (blindaje) para usar en circuitos de comunicaciones para vídeo o radiofrecuencia. Los cables de fibra óptica deben ir recubiertos adecuadamente con un termoplástico retardante de la llama. El aislante de los conductores debe ser de goma o termoplástico, de un espesor no menor al especificado para los demás conductores de ese tipo de cable. Las pantallas metálicas deben tener su propio recubrimiento protector. Cuando se utilicen, se permite que estos componentes vayan incorporados en cualquier capa del conjunto del cable, pero no deben ir en línea recta a través del centro del conjunto.

6. El tercer conductor de estos cables sólo se debe utilizar para puesta a tierra de los equipos.

7. Los conductores individuales de todos los cordones, excepto los de los cordones resistentes al calor, deben llevar aislante de termoplástico o termoendurecido, excepto el conductor de puesta a tierra de los equipos, cuando se utilice, que debe cumplir lo establecido en el Artículo 400-23(b).

8. Cuando la tensión entre dos conductores cualesquiera sea mayor de 300 V pero no supere los 600V, los cables flexibles con sección transversal de 5,25 mm^2 (10 AWG) e inferiores deben tener sus conductores individuales con aislamiento termoplástico o termoendurecido de 1,14 mm de espesor como mínimo, excepto si se utilizan cordones de tipo S, SE, SEO, SEOO, SO, SOO, ST, STO o STOO.

9. Se permite utilizar el sufijo LS, después de las letras tipo de Código, para designar los aislantes y recubrimientos exteriores que cumplan los requisitos de retardante de la llama, producción limitada de humo y que estén así certificados.

10. Los cables de ascensores con sección transversal de 0,51 a 2,08 mm^2 (20 a 14 AWG) son de 300 V nominales y con sección transversal de 5,25 a 33,62 mm^2 (10 a 2 AWG) son de 600 V nominales. Los de sección transversal de 3,30 mm^2 (12 AWG) son de 300 V nominales con un aislante de 0,76 mm de espesor y los de 600 V con un aislante de 1,14 mm de espesor.

11. Las secciones transversales de los conductores de los cables tipo EV, EVJ, EVE, EVJE, EVT y EVJT son sólo para circuitos de potencia no limitada. Los conductores para circuitos de potencia limitada (de datos, señales o comunicaciones) pueden superar la sección transversal (calibre AWG) establecida. Todos los conductores deben estar aislados para la misma tensión nominal del cable.

12. Entre paréntesis se indica el espesor del aislamiento de los cables de nylon de tipo EV, EVJ, EVE, EVJE, EVT y EVJT.

400-5. Capacidad nominal de los cables y cordones flexibles. En las Tablas 400-5(a) y 400-5(b) se recoge la capacidad nominal de los cables y cordones flexibles con más de tres conductores portadores de corriente. Estas Tablas se deben utilizar, junto con las normas aplicables de los productos finales, para elegir los cables con sección transversal y tipo adecuados. Si hubiera más de tres conductores en portadores de corriente, la capacidad nominal de corriente para cada conductor se debe reducir a partir de la de cables de tres conductores, en la proporción que se indica en la siguiente Tabla :

Número de conductores	**Porcentaje a aplicar a los valores de las Tablas 400-5(a) y 400-5(b) (%)**
De 4 a 6	80
De 7 a 9	70
De 10 a 20	50
De 21 a 30	45
De 31 a 40	40
De 41 en adelante	35

Temperatura máxima admisible de aislamiento. En ningún caso se deben asociar los conductores de modo que, teniendo en cuenta el tipo de circuito, el método de alambrado usado o el número de conductores, se superen los límites de temperatura de los mismos.

El conductor de neutro que sólo transporte la corriente de desequilibrio de otros conductores del mismo circuito, no se debe considerar como portador de corriente.

En un circuito trifilar, con dos alambres de fase y el neutro, de un sistema trifásico de cuatro hilos conectado en estrella, un conductor común transporta aproximadamente la misma corriente que la de línea a neutro de los otros conductores, por lo que se debe considerar como conductor portador de corriente.

En un circuito trifásico tetrafilar conectado en estrella, en el que la mayor parte de la carga sea no lineal, como las de bombillas de descarga, computadores o equipos electrónicos de procesos de datos o equipos similares, en el conductor neutro se producen corrientes con alto contenido de armónicos, por lo que sed debe considerar como conductor portador de corriente.

No se considera conductor portador de corriente un conductor de puesta a tierra de equipos.

Cuando se utilice un solo conductor tanto para puesta a tierra de los equipos como para transportar la corriente de desequilibrio de otros conductores, como se establece en el Artículo 250-60 para cocinas y secadoras eléctricas de ropa, no se debe considerar como conductor portador de corriente.

Excepción: Para otras condiciones de carga, se permite calcular los factores de ajuste de acuerdo con el Artículo 310-15(b) .

Nota: Véase el Apéndice B Tabla B-310-11, para los factores de ajuste cuando hay más de tres conductores portadores de corriente en una canalización o cable con diversidad de cargas,

Tabla 400-5(a) Capacidad de corriente para cables y cordones flexibles (A temperatura ambiente de 30℃. Véanse el Artículo 400-13 y la Tabla 400-4)

Sección Transversal		**Termoendurecidos Tipo TS**	**Termoendurecidos Tipos C, E, EO, PD, S, SJ, SJO, SJOO, SO, SOO, SP-1, SP-2, SP-3, SRD, SV, SVO y SVOO**	**Tipos AFS, AFSJ, HPD, HPN, HS, HSJ, HSJO, HSJOO, HSO y HSOO**
mm^2	**AWG**	**Termoplásticos Tipos TPT y TST**	**Termoplásticos Tipos ET, ETLB, ETP, ETT, SE, SEO, SJE, SJEO, SJT, SJTO, SJTOO, SP-1, SP-2, SP-3, SPT-1, SPT-2, SPT-3, ST, SRDE, SRDT, STO, STOO, SVE, SVEO, SVT, SVTO y STVOO**	
			A# B#	
0,10	27 *	0,5	--- ---	---
0,51	20	---	5 ** ***	---
0,82	18	---	7 10	10
1,04	17	---	--- 12	---
1,31	16	---	10 13	15
1,65	15	---	--- ---	17
2,08	14	---	15 18	20
3,30	12	---	20 25	30
5,25	10	---	25 30	35
8,36	8	---	35 40	---
13,29	6	---	45 55	---
21,14	4	---	60 70	---
33,62	2	---	80 95	---

* Cordón de Tinsel.

** Sólo cables de ascensores.
*** 7 A sólo para cables de ascensores y 2 A para los demás.
# Los valores de corriente bajo la columna A son para cordones de tres conductores y otros cordones multiconductores conectados a equipos de utilización de modo que sólo tres conductores son portadores de corriente. Los valores de corriente bajo la columna B son para cordones de 2 conductores y otros cordones multiconductores conectados a equipos de utilización de modo que sólo dos conductores son portadores de corriente.

Tabla 400-5(b) Capacidad de corriente para los cables de tipo SC, SCE, SCT, PPE, G y W (A temperatura ambiente de 30℃. Véase la Tabla 400-4)

		Temperatura nominal del cable								
Sección Transversal		**60℃**			**75℃**			**90℃**		
mm^2	**AWG o kcmil**	**D**	**E**	**F**	**D**	**E**	**F**	**D**	**E**	**F**
8,36	8	60	55	48	70	65	57	80	74	65
13,29	6	80	72	63	95	88	77	105	99	87
21,14	4	105	96	84	125	115	101	140	130	114
26,66	3	120	113	99	145	135	118	165	152	133
33,62	2	140	128	112	170	152	133	190	174	152
42,20	1	165	150	131	195	178	256	220	202	177
53,50	1/0	195	173	151	230	207	181	260	234	205
67,44	2/0	225	199	174	265	238	208	300	271	237
85,02	3/0	260	230	201	310	275	241	350	313	274
107,21	4/0	300	265	232	360	317	277	405	361	316
126,67	250	340	296	259	405	354	310	455	402	352
152,01	300	375	330	289	445	395	346	505	449	393
177,37	350	420	363	318	505	435	381	570	495	433
202,68	400	455	392	343	545	469	410	615	535	468
253,35	500	515	448	392	620	537	470	700	613	536

Nota: Las capacidades de corriente bajo la columna D se permiten para conductores sencillos de tipo SC, SCE, SCT, PPE y cable W cuando los conductores individuales no estén instalados en canalizaciones ni estén en contacto físico unos con otros, excepto en tramos no superiores a 0,60 m cuando atraviesen la pared de un encerramiento.

Las capacidades de corriente bajo la columna E se aplican para cables de 2 conductores y otros multifilares conectados a equipos de utilización de modo que sólo dos conductores sean portadores de corriente. Las capacidades de corriente bajo la columna F se aplican para cables de tres conductores y otros multifilares conectados a equipos de utilización de modo que sólo tres conductores sean portadores de corriente.

400-6. Rotulados.

(a) Rótulos estándar. Los cables y cordones flexibles se deben rotular por medio de una etiqueta impresa sujeta al carrete o a la caja. La etiqueta debe contener la información que exige el Artículo 310-11(a).

Los cordones flexibles de tipo S, SC, SCE, SCT, SE, SEO, SEOO, SJ, SJEO, SJEOO, SJO, SJT, SJTO, SJTOO, SO, SOO, ST, STO y STOO y los cables flexibles de tipo G, PPE y W deben ir rotulados de modo duradero en su superficie a intervalos no superiores a 0,60 m con la designación del tipo, sección transversal o calibre y número de conductores.

(b) Rótulos opcionales. Se permite que los cables y cordones flexibles listados en la Tabla 400-4 vayan rotulados en su superficie indicando las características especiales de los materiales del cable.

Nota: Estos rótulos pueden ser, entre otros, "LS" para los cables con producción limitada de humo (limited smoke); "resistente a la luz del sol", etc.

400-7. Usos permitidos.

(a) Usos. Los cables y cordones flexibles se deben utilizar sólo para (1) colgantes; (2) alambrado de aparatos; (3) conexión de bombillas o artefactos portátiles; (4) cables de ascensores; (5) alambrado de grúas y elevadores; (6) conexión de equipos fijos para facilitar sus cambios frecuentes; (7) evitar la transmisión de ruido o vibraciones; (8) artefactos cuyos medios de sujeción y conexiones mecánicas estén diseñados específicamente para permitir fácil desmonte para su mantenimiento y reparación y el artefacto esté destinado o identificado para conexión con cordón flexible; (9) proceso de datos, según permite el Artículo 645-5; (10) conexión de partes móviles u (11) alambrados temporales como se permite en los Artículos 305-4(b) y 305-4(c).

(b) Clavijas. Cuando se utilicen como permite en 400-7(a)(3), (6) y (8), los cordones flexibles deben estar equipados con una clavija y conectarse a una salida para tomacorriente.

Excepción: Lo permitido en el Artículo 364-8.

400-8. Usos no permitidos. A menos que se permita específicamente en el Artículo 400-7, no se deben utilizar cables y cordones flexibles : (1) en sustitución del alambrado fijo de una estructura; (2) cuando atraviesen agujeros en paredes, pisos o techos; (3) cuando atraviesen puertas, ventanas o aberturas similares; (4) cuando vayan unidos a la superficie de un edificio; (5) cuando vayan ocultos tras las paredes, pisos o techos de una edificación o (6) cuando vayan instalados en canalizaciones, excepto si se permite en otros lugares de este *Código*.

Excepción: Se permite que el cable e el cordón flexible tengan una conexión en la superficie de un edificio para una dispositivo adecuado de toma de tensión.. La longitud del cable o cordón desde la terminación del suministro hasta el dispositivo de toma no debe ser superior a 1,80 m.

400-9. Empalmes. Cuando inicialmente estén instalados en las aplicaciones permitidas en el Artículo 400-7(a), los cordones flexibles se deben utilizar sólo en tramos continuos sin empalmes ni derivaciones. Se permite la reparación de empalmes de cables y cordones de uso pesado y semipesado (ver columna 1 de la Tabla 400-4), de sección transversal 2,08 mm^2 (14 AWG) y superior, si los conductores están empalmados según lo establecido en el Artículo 110-14(b) y el empalme mantiene el aislamiento y las propiedades del blindaje exterior y las características de uso del cordón empalmado.

400-10. Tracción en uniones y terminales. Los cordones flexibles deben ir conectados a los dispositivos y accesorios de modo que la tracción ejercida sobre ellos no se transmita a las uniones ni terminales.

Nota: Algunos métodos para evitar que la tracción ejercida sobre un cordón se transmita a las uniones o terminales son: (1) anudarlo; (2) sujetarlo con cinta aislante y (3) utilizar accesorios diseñados para ese propósito.

400-11. Vitrinas y vidrieras. Los cordones flexibles utilizados en las vitrinas y vidrieras deben ser de tipo AFS, S, SE, SEO, SEOO, SJ, SJE, SJEO, SJEOO, SJO, SJOO, SJT, SJTO, SJTOO, SO, SOO, ST, STO o STOO.

Excepción nº. 1: En alambrado para artefactos de alumbrado colgados de una cadena.

Excepción nº. 2: Como cordones de suministro de bombillas portátiles u otras mercancías expuestas o exhibidas para la venta.

400-12. Sección Transversal mínima. Los conductores de un cable o cordón flexible deben tener una sección transversal no menor a lo establecido en la Tabla 400-4.

400-13. Protección contra sobrecorriente. Los cordones flexibles de sección transversal no menor a 0,82 mm^2 (18 AWG), los de Tinsel o los que tengan características equivalentes, de sección transversal menor a la aprobada para su utilización con determinados aparatos, se deben considerar protegidos contra sobrecorriente por los dispositivos de protección descritos en el Artículo 240-4.

400-14. Protección contra daños. Cuando pasen a través de agujeros en las tapas, cajas de salidas o encerramientos similares, los cables y cordones flexibles se deben proteger con accesorios o pasacables adecuados.

B. Especificaciones de construcción

400-20. Etiquetas. Los cables y cordones flexibles deben ser examinados y ensayados en fábrica y etiquetados antes de ser despachados.

400-21. Espesor nominal del aislamiento. El espesor nominal del aislamiento de los conductores de cables y cordones flexibles no debe ser menor al especificado en la Tabla 400-4.

400-22. Identificación del conductor puesto a tierra. El conductor de un cable o cordón flexible que esté destinado como conductor puesto a tierra del circuito, debe llevar una marca continua que le distinga claramente de los demás conductores. La identificación se hará por alguno de los métodos especificados en los siguientes apartados (a) a (f).

(a) **Trenzado de color.** Un trenzado de color blanco o gris natural y el trenzado de los demás conductores de colores fuertes fácilmente distinguibles.

(b) **Hebra de color en el trenzado.** Una hebra en el trenzado de un color que contraste con el del trenzado y ninguna hebra en el trenzado de los demás conductores. No se debe emplear ninguna hebra en el trenzado de cualquier conductor de un cordón flexible que contenga un conductor con un trenzado de color blanco o gris natural.

Excepción: En el caso de los cordones de tipo C y PD y los que tengan el trenzado de los conductores individuales en color blanco o gris natural. En tales cordones se permite que el rótulo identificativo sea el acabado blanco continuo o gris natural de un conductor, siempre que el trenzado de los demás conductores lleve una hebra de color.

(c) **Aislante de color.** En los cordones que no lleven trenzado en sus conductores individuales, un aislante blanco o gris natural en un conductor y en los otros aislantes de colores fácilmente distinguibles.

En los cordones forrados que se suministran con los aparatos, un conductor con el aislante azul claro y los demás conductores con sus aislantes de colores claramente distinguibles, que no sean ni blanco ni gris natural.

Excepción: Los cordones cuyo aislante de los conductores venga integrado en el forro.

Se permite cubrir el aislante con un acabado exterior para dar el color deseado.

(d) **Separador de color.** En los cordones cuyo aislante de los conductores individuales esté integrado con el forro, un separador blanco o gris natural en un conductor y otro de un color continuo fácilmente distinguible en los demás conductores.

(e) **Conductores estañados.** En los cordones con aislante de los conductores individuales integrado en el forro, un conductor que tenga los hilos estañados y los demás con los hilos sin estañar.

(f) Rotulado en la superficie. En los cordones con aislante de los conductores individuales integrado en el forro, una o más bandas, pestañas o ranuras ubicadas en el exterior del cordón para identificar un conductor.

400-23. Identificación del conductor de puesta a tierra de equipos. Un conductor que esté destinado para utilizarlo como conductor de puesta a tierra de equipos, debe llevar una marca identificativa continua que lo distinga claramente de los demás conductores. Los conductores con un forro continuo verde o de franjas verdes y amarillas, no se deben utilizar para otros fines que para puesta a tierra de equipos. La marca identificativa debe ser alguna de las especificadas en los siguientes apartados (a) o (b):

(a) Trenzado de color. Un trenzado de color verde continuo o de color verde con una o más franjas amarillas.

(b) Aislamiento o cubierta con color. En los cordones que no tengan sus conductores individuales trenzados, un aislante de color verde continuo o de color verde con una o más franjas amarillas.

400-24. Clavijas. Cuando un cordón flexible lleve conductor de puesta a tierra de equipos y esté equipado con clavija de conexión, esta clavija debe cumplir lo establecido en los Artículos 250-59(a) y (b).

C. Cables portátiles de más de 600 V nominales

400-30. Alcance. Esta parte se aplica a los cables multiconductores portátiles utilizados para conectar equipos y maquinaria móviles.

400-31. Construcción.

(a) Conductores. Los conductores deben ser de cobre con sección transversal de 8,36 mm^2 (8 AWG) o mayor y formar un trenzado flexible.

(b) Blindaje. Los cables que funcionen a más de 2000 V deben ir blindados. El blindaje tiene por finalidad limitar los esfuerzos de tensión dentro del aislamiento.

(c) Conductor(es) de puesta a tierra de equipos. Deben llevar un conductor o conductores de puesta a tierra de equipos. Su sección transversal total no debe ser menor a la del conductor de puesta a tierra de equipos que se establece en el Artículo 250-95.

400-32. Blindaje. Todos los blindajes deben estar puestas a tierra.

400-33. Puesta a tierra. Los conductores de puesta a tierra se deben conectar según lo establecido en la Sección 250, Parte K.

400-34. Radio mínimo de curvatura. Los radios mínimos de curvatura de los cables portátiles durante su instalación y manipulación en servicio deben ser los adecuados para evitarles daños.

400-35. Accesorios. Los conectores que se utilicen para conectar tramos de cable, deben ser de un tipo de enganche que los mantenga firmemente unidos. Debe evitarse que estos conectores se abran o se cierren mientras estén energizados. También se deben emplear medios adecuados para evitar tensiones mecánicas en los conectores y terminaciones.

400-36. Empalmes y terminaciones. Los cables portátiles no deben contener empalmes, excepto si son de tipo permanente, moldeado o vulcanizado, según lo que establece el Artículo 110-14(d). Las terminaciones de los cables portátiles de más de 600 V nominales sólo deben ser accesibles a personal calificado y autorizado.

Sección 402 - ALAMBRES PARA APARATOS

402-1. Alcance. Esta Sección se refiere a los requisitos generales y las especificaciones de construcción de los alambres para aparatos.

402-2. Otras Secciones. Los alambres de aparatos deben cumplir lo establecido en esta Sección y en las disposiciones aplicables de otras Secciones de este *Código.*

Nota: Para aplicaciones a aparatos de alumbrado, véase la Sección 410.

402-3. Tipos. Los alambres de aparatos deben ser de un tipo listado en la Tabla 402-3 y cumplir con los demás requisitos de esa Tabla. Si no se indica otra cosa, los alambres de aparatos de la Tabla 402-3 se pueden utilizar a 600 V nominales.

Nota: Los aislantes termoplásticos se ponen rígidos a temperaturas menores a -10°C (14°F), por lo que hay que tener el máximo cuidado cuando se instalen a esas temperaturas. Los aislantes termoplásticos se pueden deformar a temperaturas normales si están sometidos a presión, por lo que hay que tener cuidado al instalarlos y en los puntos de soporte.

TABLA 402-3 (Ver archivo 4tnt2050.doc)

402-5. Capacidad nominal de los alambres de aparatos . En la Tabla 402-5 se recoge la capacidad de corriente de los alambres de aparatos.

No se debe utilizar ningún conductor en condiciones tales que su temperatura supere la especificada en la Tabla 402-3 para el tipo de aislamiento indicado.

Nota: Para los límites de temperatura de los conductores, véase el Artículo 310-10.

Tabla 402-5 Capacidad de Corriente para alambres de aparatos

Sección transversal		Capacidad de corriente
mm^2	AWG	(A)
0,82	18	6
1,31	16	8
2,08	14	17
3,30	12	23
5,25	10	28

402-6. Sección transversal mínima. Los alambres de aparatos no deben tener una sección transversal menor a 0,82 mm^2 (18 AWG).

402-7. Números de conductores en conduit o tubería. El número de alambres de aparatos permitidos en un solo conduit o tubería no debe superar el porcentaje de ocupación de la Tabla 1, Capítulo 9.

402-8. Identificación del conductor puesto a tierra. Un conductor de un alambre de aparatos que esté destinado para utilizarlo como conductor de puesta a tierra, se debe identificar mediante franjas o por los medios descritos en el Artículo 400-22(a) a (e).

402-9. Rotulado.

(a) Información requerida. Todos los alambres de aparatos deben ir rotulados con la información exigida en el Artículo 310-11(a).

(b) Método de rotulado. Los alambres de aparatos con aislamiento termoplástico se deben rotular de modo duradero en su superficie a intervalos no superiores a 0, 60 m. Todos los demás alambres de aparatos se deben rotular por medio de una etiqueta impresa unida al rollo, al carrete o a su caja.

(c) Rótulos opcionales. Se permite que los cables y cordones flexibles listados en la Tabla 400-4 vayan rotulados en su superficie indicando las características especiales de los materiales del cable.

Nota: Ejemplos de estos rótulos pueden ser, entre otros, "LS" para los cables con producción limitada de humo; "resistente a la luz del sol", etc.

402-10. Usos permitidos. Se permite usar los alambres de aparatos : (1) en instalaciones de aparatos de alumbrado y equipos similares cuando estén encerrados o protegidos y no sometidos a dobleces o retorcimientos durante su uso, o (2) para conectar los aparatos de alumbrado a los conductores del circuito ramal que alimenta los aparatos.

402-11. Usos no permitidos. Los alambres de aparatos no se deben usar como conductores de los circuitos ramales.

Excepción: Lo que permite el Artículo 352-27 para circuitos de Clase 1 y el Artículo 760-27 para circuitos de alarma contra incendios.

402-12. Protección contra sobrecorriente. Los alambres de aparatos deben estar protegidos contra sobrecorriente, según lo especificado en el Artículo 240-4.

Sección 410 - APARATOS DE ALUMBRADO, PORTABOMBILLAS, BOMBILLAS Y TOMACORRIENTES

A. Generalidades

410-1. Alcance. Esta Sección trata de los aparatos de alumbrado, portabombillas, colgantes, tomacorrientes, bombillas incandescentes de filamento, bombillas de arco, bombillas de descarga y del alambrado y equipos que forman parte de dichas bombillas, aparatos e instalaciones de alumbrado.

Nota: El término internacional de un aparato de alumbrado es "luminaria", que se define como una unidad completa de alumbrado consistente en una o varias bombillas junto con las piezas diseñadas para distribuir la luz, para colocar y proteger las bombillas y para conectarlas a la fuente de alimentación.

410-2. Otras Secciones aplicables Los equipos que se utilicen en lugares peligrosos (clasificados) deben cumplir lo establecido en las Secciones 500 a 517. Los sistemas de alumbrado que funcionen a 30 V o menos deben cumplir con lo establecido en la Sección 411. Las bombillas de arco utilizadas en los teatros deben cumplir el Artículo 520-61 y las utilizadas en máquinas de proyección deben cumplir el Artículo 540-20. Las bombillas de arco utilizadas en sistemas de corriente constante deben cumplir los requisitos generales de la Sección 710.

410-3. Partes energizadas. Los aparatos de alumbrado, portabombillas, bombillas y tomacorrientes no deben tener partes energizadas expuestas normalmente al contacto. Los terminales expuestos accesibles de los portabombillas, tomacorrientes e interruptores no se deben instalar en aparatos con protector metálico ni en las bases abiertas de bombillas portátiles de mesa o de piso.

Excepción: Se permite que los portabombillas y tomacorrientes del tipo de pinzas ubicados como mínimo a 2,40 m sobre el piso, tengan sus terminales expuestos.

B. Ubicación de los aparatos

410-4. Aparatos en lugares específicos.

(a) En lugares húmedos y mojados. La instalación de aparatos de alumbrado en lugares húmedos o mojados debe hacerse de modo que no entre ni se acumule el agua en los compartimientos de los alambres, portabombillas ni en otras partes eléctricas. Todos los aparatos instalados en lugares mojados deben llevar la inscripción "Adecuado para lugares mojados" ("Suitable for Wet Locations"). Todos los artefactos instalados en lugares húmedos deben llevar la inscripción "Adecuado para lugares mojados" o "Adecuado para lugares húmedos" ("Suitable for Wet Locations" o "Suitable for Damp Locations").

Respecto al requisito anterior, se consideran lugares mojados las instalaciones subterráneas o de baldosas de hormigón o mampostería en contacto directo con la tierra y los lugares expuestos a saturación de agua u otros líquidos, como los expuestos a la intemperie y desprotegidos, las zonas de lavado de vehículos y otros lugares similares.

Respecto al requisito anterior, se consideran lugares húmedos los locales protegidos de la intemperie pero expuestos a un grado moderado de humedad, como algunos sótanos, algunos depósitos, algunos depósitos frigoríficos y similares, lo mismo que las partes parcialmente protegidas bajo toldos, marquesinas, porches techados abiertos y similares.

Nota: Respecto a las instalaciones de alumbrado en piscinas, fuentes de agua y similares véase la Sección 680.

(b) Lugares corrosivos. Los aparatos instalados en lugares corrosivos deben ser de un tipo adecuado para dichos lugares.

(c) En conductos o campanas. Se permite instalar aparatos en campanas de cocina de edificaciones no residenciales siempre que se cumplan todas las condiciones siguientes:

(1) El aparato debe estar identificado para usarlo en campanas de cocinas comerciales e instalado de modo que no se superen los límites de temperatura de los materiales utilizados.

(2) El aparato debe estar construido de modo que los vapores de escape, grasa, aceite y vapores de cocina estén por fuera de los compartimientos de las bombillas y del alambrado. Los difusores deben ser resistentes al choque térmico.

(3) Las partes del aparato expuestas dentro de la campana deben ser resistentes a la corrosión o estar protegidas contra la corrosión y su superficie debe ser lisa de modo que no se acumulen depósitos y se facilite la limpieza.

(4) Los métodos de alambrado y los materiales que den el suministro al aparato o aparatos, no deben quedar expuestos dentro de la campana.

Nota: Para los conductores y equipos expuestos a agentes deteriorantes, véase el Artículo 110-11.

(d) Encima de las tinas (bañeras). Ninguna parte de aparatos conectados mediante cordón, aparatos colgantes, rieles de alumbrado, colgantes o ventiladores de techo, se debe ubicar dentro de una zona de 0,90 m medidos horizontalmente y de 2,40 m medidos verticalmente, desde la parte superior del borde de las bañeras. Esta zona incluye todo el espacio ubicado directamente sobre la bañera.

410-5. Aparatos cerca de materiales combustibles. Los aparatos deben estar construidos, instalados o equipados con deflectores o protectores de modo que los materiales combustibles no se vean expuestos a temperaturas superiores a 90℃.

410-6. Artefactos sobre materiales combustibles. Los portabombillas instalados sobre materiales altamente combustibles deben ser del tipo sin interruptor incorporado. Si no existe un interruptor individual para cada aparato, los portabombillas deben estar ubicados como mínimo a 2,40 m sobre el piso o ubicados y protegidos de modo que las bombillas no se puedan quitar o estropear fácilmente.

410-7. Aparatos de alumbrado en vitrinas. En las vitrinas no se deben emplear aparatos con alambrado externo.

Excepción: Se permite el alambrado externo de los artefactos colgados de una cadena.

410-8. Aparatos de alumbrado en roperos.

(a) Definición.

Espacio de ropero. Se define el espacio de ropero como el volumen limitado por las paredes laterales y trasera del armario y por los planos que van desde el piso del armario verticalmente hasta una altura de 1,80 m o a la barra más alta para los ganchos de ropa y paralelos a las paredes, a una distancia horizontal de 0,60 m desde las paredes laterales y trasera del armario, respectivamente, que continúa verticalmente paralelo a las paredes hasta el techo del armario, a la mayor de las siguientes distancias: 0,30 m en horizontal o a la anchura del anaquel.

Nota: Véase la Figura 410-8.

En los armarios en los que se pueda acceder por los dos lados a la barra de ganchos de ropa, el espacio del armario incluye el volumen ubicado bajo la barra más alta que se prolongue 0,30 m a cada lado de la misma, en un plano horizontal, hasta el piso que rodea toda la longitud de la barra.

(b) Tipos de aparatos permitidos. En un ropero se permite instalar los aparatos certificados de los siguientes tipos:

(1) Un aparato incandescente de sobreponer o empotrado y con la bombilla completamente encerrada.

(2) Un aparato fluorescente de sobreponer o empotrado.

(c) Tipos de aparatos no permitidos. En los roperos no se permite instalar aparatos de alumbrado incandescentes con bombillas a la vista o parcialmente encerradas ni aparatos o portabombillas colgantes.

(d) Ubicación. En los roperos se permite instalar aparatos de alumbrado del siguiente modo:

(1) Aparatos incandescentes de sobreponer instalados en la pared arriba de la puerta o en el techo, siempre y cuando quede una separación mínima de 0,30 m entre el aparato y el punto más cercano del espacio de ropero.

(2) Aparatos para tubos fluorescentes de sobreponer, instalados en la pared arriba de la puerta o en el techo, siempre y cuando quede una separación mínima de 0,15 m entre el aparato y el punto más cercano del espacio de ropero.

(3) Aparatos incandescentes empotrados con una bombilla completamente encerrada, instalados en la pared o en el techo, siempre y cuando quede una separación mínima de 15 cm entre el aparato y el punto más cercano del espacio de ropero.

(4) Aparatos fluorescentes empotrados, instalados en la pared o en el techo, siempre y cuando quede una separación mínima de 15 cm entre el aparato y el punto más cercano del espacio de ropero.

12 pulgadas o la anchura
del anaquel

12 pulgadas o la anchura
del anaquel

12 pulgadas o la anchura
del anaquel

Altura de la barra de
los ganchos de ropa o 6 pies

Figura 410-8. Espacio de ropero

410-9. Espacio para alumbrado en molduras. Las molduras deben tener un espacio adecuado y estar ubicadas de modo que las bombillas y los equipos de alumbrado se puedan instalar y mantener adecuadamente.

C. Disposiciones sobre cajas de salida para aparatos, tapas ornamentales y con bordes

410-10. Espacio para los conductores. En conjunto, las tapas ornamentales y las cajas de salida deben dejar un espacio adecuado para instalar adecuadamente los conductores de los aparatos y sus dispositivos de conexión.

410-11. Límites de temperatura de los conductores en las cajas de salida. Los aparatos de alumbrado deben estar construidos e instalados de manera que los conductores de las cajas de salida no estén expuestos a temperaturas superiores a la nominal.

El alambrado de un circuito ramal no debe pasar a través de una caja de salida que forme parte integrante de un aparato incandescente de alumbrado, excepto si el aparato está identificado para que pasen cables a través del mismo.

410-12. Cajas de salida que se deben tapar. En una instalación terminada, todas las cajas de salida deben tener tapa, excepto si están cubiertas por una tapa ornamental, portabombillas, tomacorriente o dispositivo similar.

Excepción: Lo que establece el Artículo 410-14(b).

410-13. Recubrimiento del material combustible en las cajas de salida. Toda pared o techo acabado en material combustible expuesto, que se halle entre el borde de una tapa de acabado o tapa con borde y una caja de salida, se debe recubrir con material no combustible.

410-14. Conexión de los aparatos de alumbrado de descarga.

(a) Independientemente de la caja de salida. Cuando los aparatos de alumbrado de descarga estén apoyados independientemente de la caja de salida, se deben conectar a través de canalizaciones metálicas, canalizaciones no metálicas, cables de tipo MC, AC o MI o cables con blindaje no metálico.

Excepción: Se permiten aparatos conectados mediante cordón, como se establece en el Artículo 410-30(b) y (c).

(b) Acceso a las cajas. Los aparatos de alumbrado de descarga montados en la superficie sobre salidas, cajas de unión o cajas de paso ocultas, se deben instalar con unas aberturas adecuadas en la parte posterior del aparato para permitir el acceso a las cajas.

D. Soportes de aparatos

410-15. Soportes.

(a) Generalidades. Los aparatos, portabombillas y tomacorrientes deben estar fijados firmemente. Un aparato que pese más de 2,72 kg. o supere 0,40 m en cualquiera de sus dimensiones, no se debe soportar únicamente en el casquillo roscado de un portalámparas.

(b) Postes metálicos como soporte de aparatos de alumbrado. Se permite utilizar postes metálicos para soportar aparatos de alumbrado y llevar por dentro los conductores de suministro, siempre que cumplan las siguientes condiciones :

(1) En el poste o en su base debe haber un orificio de inspección accesible de dimensiones no menores 50 mm x 100 mm con una tapa hermética a la lluvia, que dé acceso a la canalización o terminación del cable de suministro. Cuando el ducto vertical de la canalización o el cable no esté instalado dentro del poste, a este se le debe soldar o cobresoldar un accesorio o pasacables roscado, en la parte opuesta al orificio para la conexión del cable de suministro. Se permite soldar, cobresoldar o aterrajar en obra otros postes, que se deben tapar o cubrir.

Excepción: Se permite prescindir del orificio exigido en el anterior apartado (b)(1) en postes metálicos de 6,10 m de altura o menos sobre el nivel del piso, si el poste lleva una base con bisagra. El terminal de puesta a tierra debe ser accesible y estar dentro de la base. Las dos partes del poste con bisagra se deben conectar equipotencialmente.

(2) Debe existir un terminal para poner a tierra el poste, que sea accesible desde el orificio de inspección.

Excepción: Se permite prescindir del orificio de inspección y del terminal de tierra requeridos en los anteriores (b)(1) y (b)(2), cuando los conductores de suministro continúen sin empalmes ni conexiones hasta un aparato montado en un poste metálico de 2,40 m de altura o menos sobre el piso y cuando el interior del poste la columna y cualquier empalme sean accesibles desmontando el artefacto.

(3) Las canalizaciones metálicas o los conductores de puesta a tierra de los equipos se deben conectar equipotencialmente al poste mediante un conductor de puesta a tierra de equipos de los descritos en el Artículo 250-91(b) y de dimensiones según el Artículo 250-95.

(4) Los conductores instalados en postes verticales metálicos utilizados como canalizaciones se deben soportar según se establece en el Artículo 300-19.

410-16. Medios de soporte.

(a) Cajas de salida. Cuando la caja de salida o accesorio ofrezca un medio de soporte adecuado, se puede sujetar a ellos el aparato de alumbrado o soportarse según exige el Artículo 370-23 para cajas. Un aparato de alumbrado que pese más de 22,7 kg. se debe apoyar independientemente de la caja de salida.

(b) Inspección. Los aparatos se deben instalar de manera que las conexiones entre los conductores del aparato y los del circuito se puedan inspeccionar sin tener que desconectar ninguna parte del alambrado.

Excepción: Los aparatos conectados con clavija y tomacorriente.

(c) Techos suspendidos (cielo rasos). Se permite utilizar los miembros del armazón de los techos suspendidos como soporte, si esos miembros están adecuadamente soportados y bien sujetos entre sí y a la estructura del edificio, para soportar aparatos de alumbrado. Los aparatos así apoyados se deben sujetar al armazón por medios mecánicos como pernos, tornillos o remaches. También se permite usar abrazaderas identificadas para su uso con el tipo de miembros armazón del techo y de aparatos.

(d) Accesorios de sujeción. Los accesorios de sujeción de los aparatos que no formen parte de las cajas de salida, tirantes, trípodes y patas de gallo, deben ser de acero, hierro maleable u otro material adecuado para esa aplicación.

(e) Juntas aislantes. Las juntas aislantes que no estén diseñadas para montarlas con tornillos o pernos, deben llevar una carcasa exterior metálica aislada de las dos conexiones a dichos tornillos.

(f) Accesorios de las canalizaciones. Los accesorios de las canalizaciones que se utilicen como soportes de aparatos de alumbrado, deben ser capaces de soportar el peso de todo el aparato con su(s) bombilla(s).

(g) Canalizaciones de barras. Se permite conectar aparatos de alumbrado a canalizaciones de barras, como se establece en el Artículo 364-12.

(h) Árboles. Se permite que los aparatos de alumbrado de exteriores y sus accesorios estén apoyados en los árboles.

Nota 1: Respecto a las limitaciones para apoyar conductores aéreos, véase el Artículo 225-26.
Nota 2: Respecto a la protección de los conductores, véase el Artículo 300-5(d).

E. Puesta a tierra

410-17. Generalidades. Los aparatos y equipos de alumbrado se deben poner a tierra de acuerdo con lo que establece la parte E de esta Sección.

410-18. Partes expuestas del aparato.

(a) Con partes conductivas expuestas. Se deben poner a tierra las partes conductivas expuestas de los aparatos y equipos de alumbrado directamente sujetos o alambrados a salidas alimentadas por un método de alambrado que proporcione una puesta a tierra de equipos.

(b) Hechos de material aislante. Los aparatos de alumbrado directamente sujetos o alambrados a salidas por un método de alambrado que no ofrezca un medio sencillo de puesta a tierra, deben estar hechos de material aislante y no presentar partes conductivas expuestas.

410-19. Equipos para más de 150 V a tierra.

(a) Aparatos metálicos, transformadores y encerramientos de transformadores. Se deben poner a tierra los aparatos metálicos, los transformadores y encerramientos de transformadores de los circuitos que funcionen a más de 150 V a tierra.

(b) Otras partes metálicas expuestas. Se deben poner a tierra otras partes metálicas expuestas o aislarse de tierra o de otras superficies conductoras e inaccesibles a personal no calificado.

Excepción: No es necesario poner a tierra los alambres de sujeción, tornillos de montaje, ganchos de presión y bandas decorativas de las lámparas de cristal que estén separados a una distancia no menor a 38 mm de los terminales de las lámparas.

410-20. Sujeción del conductor de puesta a tierra de equipos. Los aparatos de alumbrado con partes metálicas expuestas deben estar dotados de un medio para conexión de un conductor de puesta a tierra de equipos para esos aparatos.

410-21. Métodos de puesta a tierra. Se considerará que los aparatos y equipos de alumbrado están puestos a tierra cuando estén mecánicamente conectados a un conductor de puesta a tierra de equipos, tal como lo especifica el Artículo 250-91(b), dimensionado de acuerdo con lo establecido en el Artículo 250-95.

F. Alambrado de aparatos

410-22. Generalidades. El alambrado sobre o dentro de los aparatos de alumbrado debe ser ordenado y no estar expuesto a daños físicos. Se debe evitar el alambrado excesivo. Los conductores deben estar dispuestos de manera que no estén sujetos a temperaturas superiores a su temperatura nominal de funcionamiento.

410-23. Polarización de los aparatos. Los aparatos de alumbrado deben estar instalados de manera que los casquillos roscados de los portabombillas estén conectados al mismo conductor del circuito o terminal del aparato. Cuando esté conectado al casquillo de un portabombilla, el conductor de puesta a tierra se debe conectar a la parte roscada del casquillo.

410-24. Conductores.

(a) Aislamiento. Los aparatos de alumbrado deben llevar conductores con un aislamiento adecuado para la corriente, tensión, temperatura y condiciones ambientales a las que vayan a estar expuestos.

(b) Sección transversal de los conductores. Los conductores para aparatos de alumbrado no deben tener una sección transversal menor a 0,82 mm^2 (18 AWG).

Nota 1: Para la capacidad de corriente de los alambres para aparatos , véase el Artículo 402-5.
Nota 2: Para los límites de tensión y temperatura máxima de funcionamiento de alambres para aparatos, véase el Artículo 402-3.

410-25. Conductores para determinadas condiciones.

(a) Portabombillas con casquillo de tipo Mogul. Los aparatos de alumbrado dotados con portabombillas de casquillo roscado de tipo Mogul y cuya tensión no supere los 300 V entre conductores, deben instalarse con alambres para aparatos de tipos AF, SF-1, SF-2, SFF-1, SFF-2, PF, PGF, PFF, PGFF, PTF, PTFF, PAF, PAFF, XF, XFF, ZF o ZFF.

(b) Portabombillas con casquillo roscado de otro tipo. Los aparatos de alumbrado dotados con portabombillas de casquillo roscado de cualquier otro tipo diferente al Mogul y cuya tensión no supere los 300 V entre conductores, deben instalarse con alambres para aparatos de tipos AF, SF-1, SF-2, PF, PGF, PFF, PGFF, PTF, PTFF, PAF, PAFF, XF, XFF, ZF o ZFF o con cordones flexibles de tipo AFC o AFPD.

Excepción nº. 1: Se permite utilizar alambres para aparatos de tipos TFN y TFFN cuando la temperatura no supere los 90°C.

Excepción nº. 2: Se permite utilizar cables con cubierta de goma de tipo RH y RHW y alambres para aparatos de tipos RFH-1, RFH-2, y FFH-2, cuando la temperatura sea mayor de 60°C pero no mayor de 75°C.

Excepción nº. 3: Cuando la temperatura no sea mayor de 60°C, se permite utilizar alambre con recubrimiento termoplástico de tipo TW y alambres para aparatos de tipos TF y TFF, incluidos los aparatos de alumbrado de tipo decorativo en los que se utilicen bombillas de no más de 60 W junto con bombillas de tipo vela.

Nota: Para los alambres y conductores de aparatos, véase el Artículo 402-3 y la Tabla 402-3. Para los cordones flexibles, véase la Tabla 400-5(a).

410-27. Conductores colgantes para bombillas incandescentes.

(a) Soporte. Los portabombillas colgantes con terminales sujetos permanentemente, cuando se utilicen para aplicaciones distintas de las guirnaldas, deben ir colgados de conductores independientes trenzados recubiertos de goma que vayan soldados directamente a los conductores del circuito, pero soportados independientemente de estos.

(b) Sección transversal. Estos conductores colgantes no deben ser de sección transversal menor a 2,08 mm^2 (14 AWG) cuando vayan conectados a portabombillas con casquillo roscado medio o de tipo Mogul; ni menores a 0,82 mm^2 (18 AWG) para portabombillas con casquillo de tipo intermedio o tipo candelabro.

Excepción: Se permite que los conductores certificados para árboles de Navidad y aparatos de alumbrado para decoración, sean de sección transversal menor a 0,82 mm^2 (18 AWG).

(c) Entorchados o cableados. Los conductores colgantes de más de 0,90 m de largo, si no están instalados en un conjunto certificado, se deben entorchar.

410-28. Protección de los conductores y los aislamientos.

(a) Bien sujetos. Los conductores deben estar sujetos de modo que no se produzcan cortaduras ni abrasión del aislamiento.

(b) Protección al pasar por metales. Cuando los conductores pasen a través de metales, se debe proteger su aislamiento contra la abrasión.

(c) Brazos de los aparatos. En los brazos o mangos de los aparatos de alumbrado no debe haber empalmes o conexiones.

(d) Empalmes y conexiones. Dentro de un aparato de alumbrado no se deben hacer empalmes o derivaciones innecesarias.

Nota: Para los métodos aprobados de hacer conexiones, véase el Artículo 110-14.

(e) Trenzado. Para el alambrado de cadenas de artefactos y otras partes móviles o flexibles, se deben utilizar conductores trenzados.

(f) Tensión mecánica. Los conductores se deben instalar de modo que el peso del aparato de alumbrado o sus partes móviles no los someta a tensión mecánica.

410-29. Vitrinas conectadas mediante cordón. Se permite conectar las vitrinas individuales, que no sean fijas, mediante un cordón flexible a tomacorrientes instalados permanentemente. Se permite conectar juntas las vitrinas en grupos de no más de seis, mediante cordón flexible y conectores separables de seguridad, estando una de las vitrinas del grupo conectada mediante cordón flexible a un tomacorriente permanentemente instalado.

Esta instalación debe cumplir las siguientes condiciones (a) hasta (e):

(a) Requisitos del cordón. El cordón flexible deben ser del tipo "uso pesado", con conductores de sección transversal no menor a la de los conductores del circuito ramal y capacidad de corriente como mínimo igual a la del dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito ramal y que tenga conductor de puesta a tierra de equipos.

Nota: Para la sección transversal del conductor de puesta a tierra de equipos, véase la Tabla 250-95.

(b) Tomacorrientes, conectores y clavijas. Los tomacorrientes, los conectores y las clavijas deben ser de un tipo certificado con puesta a tierra y de 15 ó 20 A nominales.

(c) Soportes. Los cordones flexibles se deben sujetar a la parte inferior de las vitrinas, de modo que : (1) el alambrado no esté expuesto a daños físicos; (2) permitan una separación entre vitrinas no superior a 50 mm y una separación no superior 0,30 m entre la primera vitrina y el tomacorriente de suministro, y (3) el terminal libre al final del grupo de vitrinas lleve un accesorio hembra que no sobresalga de la vitrina.

(d) Sin otros equipos. A las vitrinas no se deben conectar eléctricamente otros tipos de equipos.

(e) Circuito(s) secundarios. Cuando las vitrinas se conecten con un cordón, el(los) circuito(s) secundario(s) de cada balasto para bombillas de descarga debe(n) limitarse sólo para una vitrina.

410-30. Portabombillas y aparatos de alumbrado conectados mediante cordón.

(a) Portabombillas. Cuando se conecte un portabombillas metálico a un cordón flexible, la entrada debe estar equipada con un pasacables aislante que, si es a rosca, debe tener un tamaño menor que el de un tubo de 9,5 mm nominales (3/8 pulgadas). El orificio debe ser de una sección transversal adecuada para el cordón y eliminarse todas las rebabas y elementos cortantes que pudiera tener, de modo que la superficie por la que pase el cable quede lisa.

Se permite utilizar pasacables de 7,14 mm de diámetro (9/32 pulgadas) para cordones colgantes planos y de 10,3 mm de diámetro (13/32 pulgadas) para cordones reforzados.

(b) Aparatos de alumbrado ajustables. No es necesario que los aparatos de alumbrado que haya que ajustar o manipular después de su instalación vayan equipados con una clavija o conector, siempre que el cordón que quede expuesto sea de uso pesado o extrapesado y no más largo de lo necesario para hacer el ajuste máximo. El cordón no debe estar expuesto a esfuerzos o daños físicos.

(c) Artefactos eléctricos de descarga.

(1) Se permite que un aparato o conjunto de aparatos certificados, estén conectados por cordón si están ubicados directamente bajo la caja de salida o bajo canalizaciones de barras y el cordón visible de modo continuo en toda su longitud fuera del aparato y no está expuesto a esfuerzos ni a daños físicos. Dichos aparatos equipados con cordón deben terminar en el extremo exterior del cordón con un conector (clavija) con polo a tierra o clavija para canalización de barras.

Excepción: No es necesario que un aparato o conjunto de aparatos certificados que lleven cordón y una bandeja, termine en el extremo del cable en una clavija o conector para canalización de barras..

(2) Se permite conectar los aparatos de alumbrado de descarga dotados de portabombillas con casquillo roscado de tipo Mogul, a circuitos ramales de 50 A o menos mediante cordones que cumplan lo establecido en el Artículo 240-4. Se permite que los tomacorrientes y las clavijas sean de una capacidad de corriente menor a la del circuito ramal, pero no menor al 125% de la corriente del aparato a plena carga.

(3) Se permite que los aparatos de alumbrado de descarga equipados con una entrada superficial con pestaña, se alimenten mediante cordones colgantes equipados con conectores. Se permite que las entradas y los conectores sean de menor capacidad de corriente que la del circuito ramal, pero no menor al 125% de la corriente del aparato a plena carga.

410-31. Aparatos como canalizaciones. Los aparatos de alumbrado no se deben usar como canalizaciones de los conductores de circuito.

Excepción nº. 1: Los aparatos certificados para usarlos como canalizaciones.

Excepción nº. 2: Se permite que los aparatos diseñados para ensamblaje de un extremo a otro de forma que constituyan una canalización continua o los aparatos conectados mediante métodos de alambrado reconocidos, se utilicen para el paso de conductores de circuitos ramales bifilares o multiconductores que alimenten a dichos aparatos.

Excepción nº. 3: Se permite pasar a través de los aparatos un circuito adicional bifilar que alimente a uno o más de los aparatos conectados como se describe en la Excepción nº. 2.

Nota: Para la definición de Circuito ramal multiconductor, véase la Sección 100.

Los conductores del circuito ramal que estén ubicados a menos de 76 mm del balasto de un aparato de descarga, deben tener una temperatura nominal de aislamiento no menor a 90℃, como los conductores de tipo RHH, THW, THHN, THHW, FEP, FEPB, SA y XHHW.

G. Construcción de los aparatos de alumbrado

410-34. Pantallas y encerramientos combustibles. Entre las bombillas y las pantallas y otros encerramientos de material combustible, debe quedar un espacio de aire adecuado.

410-35. Valores nominales de los aparatos.

(a) Rotulado. Todos los aparatos de alumbrado que funcionen con balastos o transformadores deben estar claramente rotulados con sus parámetros eléctricos nominales y el nombre del fabricante, marca comercial u otro medio adecuado de identificación. Un aparato que requiera alambre de suministro para una temperatura nominal superior a 90℃, debe estar así rotulado, con letras de 6,4 mm de alto, ubicadas en lugar prominente tanto en el aparato como en su embalaje o equivalente.

(b) Valores eléctricos nominales. Los valores eléctricos nominales deben incluir la tensión y la frecuencia así como la capacidad de corriente nominal de la unidad, incluido el balasto, transformador o autotransformador.

410-36. Diseño y materiales. Los aparatos de alumbrado deben estar construidos de metal, madera u otro material adecuado para la aplicación y deben estar diseñados y montados de modo que aseguren la resistencia y la rigidez mecánica necesarias. Los compartimientos para el alambrado, incluidas las entradas, deben ser tales que se puedan meter y sacar los conductores sin que se produzcan daños físicos.

410-37. Aparatos no metálicos. En todos los aparatos de alumbrado no construidos completamente de metal o material no combustible, los compartimientos de los cables deben estar revestidos de metal.

Excepción: Cuando se utilicen cables blindados o recubiertos de plomo con accesorios adecuados.

410-38. Resistencia mecánica.

(a) Tubos para los brazos. Los tubos utilizados como brazos y ejes que lleven rosca, no deben tener un espesor menor a 1 mm y si están dotados de roscas grabadas, ni menor a 0,64 mm cuando las roscas son prensadas. Los brazos y otras partes deben estar bien sujetos para que no giren.

(b) Tapas ornamentales metálicas. Las tapas ornamentales metálicas que soportan portabombillas, pantallas, etc. de más de 3,6 kg. o que incorporan tomacorrientes para clavijas, deben tener un espesor no menor a 0,5 mm. Las demás tapas ornamentales, si son de acero deben tener un espesor no menor a 0,4 mm y si son de otros metales no menor a 0,5 mm.

(c) Interruptores en las tapas ornamentales. No se deben instalar interruptores de tipo tirador (de cadena) en los bordes de las tapas ornamentales metálicas de un espesor menor a 0,7 mm, excepto si los bordes están reforzados por un doblez que forme una pestaña o equivalente. Si se montan interruptores de tipo tirador (cadena) en los bordes u otro lugar de la lámina metálica de las tapas ornamentales, no deben estar

ubicados a más de 90 mm del centro de la tapa ornamental. Cuando en la tapa ornamental se instale un interruptor de tipo tirador (cadena) o un tomacorriente colgante, estos se deben sujetar por doble tornillo pasante, dobles anillos de fijación, un anillo roscado u otro método equivalente.

Las medidas anteriores se refieren a tapas ornamentales ya acabadas (formadas).

410-39. Espacio para los cables. Los cuerpos de aparatos de alumbrado, incluidas las bombillas portátiles, deben tener un espacio amplio para empalmes y conexiones y para la instalación de dispositivos, si los hay. Los compartimientos de los empalmes deben ser de material no absorbente y no combustible.

410-42. Bombillas portátiles.

(a) Generalidades. Las bombillas portátiles se deben instalar con cordones flexibles como los reconocidos en el Artículo 400-4 y con una clavija con polaridad o con polo a tierra. Cuando se utilicen con portabombillas de casquillo roscado tipo Edison, el conductor puesto a tierra se debe identificar, conectar a la carcasa del casquillo y al terminal identificado de la clavija.

(b) Bombillas portátiles de mano. Además de lo establecido en el Artículo 410-42(a), las bombillas portátiles de mano deben cumplir las siguientes condiciones : (1) no se deben usar portalámparas de casquillo metálico recubierto de papel; (2) deben estar equipadas con una empuñadura de un compuesto moldeado o de otro material aislante; (3) deben estar equipadas con un protector adecuado, sujeto al portabombillas o a la empuñadura; (4) si el protector fuera metálico, se debe poner a tierra a través de un conductor de puesta a tierra de equipos que discurra junto con los conductores del circuito por el cordón de alimentación.

410-44. Pasacables para cordones. Cuando un cordón flexible entre por la base o el fuste de una bombilla portátil, se debe instalar un pasacables o equivalente. El pasacables debe ser de material aislante, a no ser que se utilice un cordón forrado.

410-45. Ensayos. Todo el alambrado debe estar libre de cortocircuitos y contactos a tierra. Antes de conectar el circuito, se debe comprobar si se cumplen estos requisitos.

410-46. Partes energizadas. Las partes energizadas expuestas en los aparatos de alumbrado de porcelana, deben estar debidamente ocultas y ubicadas de modo que no sea probable que los alambres entren en contacto con ellas. Entre las partes energizadas y el plano de montaje del aparato debe quedar un espacio de 13 mm como mínimo.

H. Instalación de las portabombillas

410-47. Portabombillas de casquillo roscado. Los portabombillas de casquillo roscado se deben utilizar exclusivamente como portabombillas. Cuando estén alimentados por un circuito que tenga un conductor puesto a tierra, este conductor se debe conectar al casquillo roscado.

410-48. Portabombillas con interruptor de dos polos. Cuando estén alimentados por los conductores sin poner a tierra (activos) de un circuito, los interruptores de los portabombillas deben desconectar simultáneamente los dos conductores del circuito.

410-49. Portabombillas en lugares húmedos o mojados. Los portabombillas instalados en lugares húmedos o mojados deben ser del tipo a prueba de intemperie.

J. Construcción de los portabombillas

410-50. Aislamiento. La carcasa metálica exterior y la tapa de los portabombillas deben estar recubiertas de material aislante que evite que esas piezas lleguen a formar parte del circuito. La cubierta no debe sobresalir más

de 3,2 mm de la parte metálica, pero debe evitar que cualquier parte portadora de corriente de la base de la bombilla quede expuesta cuando la bombilla esté instalada en el dispositivo de portabombillas.

410-51. Alambres Terminales. Los alambres terminales suministrados como parte de portabombillas a prueba de intemperie y que estén destinados para quedar expuestos después de la instalación, deben llevar conductores trenzados, recubiertos de goma y aprobados de sección transversal no menor a 2,08 mm^2 (14 AWG) y deben sellarse durante la instalación o hacerlos estancos a la lluvia por cualquier otro medio.

Excepción: Se permite utilizar conductores con sección transversal de 0,82 mm^2 (18 AWG) recubiertos de goma para las bases de candelabros.

410-52. Portabombillas con interruptores. Los portabombillas con interruptores deben estar construidos de manera que el mecanismo interruptor corte la conexión eléctrica con el contacto central. El mecanismo interruptor debe permitir además interrumpir la conexión eléctrica al casquillo si se interrumpe simultáneamente al contacto central.

K. Bombillas y equipos auxiliares

410-53. Casquillos de las bombillas incandescentes. Las bombillas incandescentes de uso general en circuitos ramales de alumbrado, no deben ir equipadas con un casquillo normal si son de más de 300 W ni con un casquillo de tipo Mogul si son de más de 1500 W. Para bombillas de más de 1500 W se deben utilizar casquillos especiales u otros dispositivos.

410-54. Equipos auxiliares de las bombillas de descarga.

(a) Encerramientos. Los equipos auxiliares para las bombillas de descarga deben ir encerrados en cajas no combustibles y se deben considerar como fuentes de calor.

(b) Interruptores. Cuando estén alimentados por conductores sin poner a tierra de un circuito, el interruptor de los equipos auxiliares de las bombillas de descarga debe desconectar simultáneamente todos los conductores.

L. Tomacorrientes, conectores de cordón y clavijas de conexión

410-56. Capacidad nominal y tipo.

(a) Tomacorrientes. Los tomacorrientes instalados para conectar cordones de artefactos portátiles, deben tener una capacidad nominal no menor a 15 A y 125 V ó 15 A y 250 V y deben ser de un tipo que no permita utilizarlos como portabombillas.

Excepción: Se permite el uso de tomacorrientes a 10 A y 250 V en edificios no residenciales para la conexión de equipos que no sean bombillas de mano portátiles, herramientas portátiles y cordones de extensión.

(b) Tomacorrientes de tipo CO/ALR. Los tomacorrientes de un máximo de 20 A nominales y conectados directamente a conductores de aluminio, deben llevar el rótulo CO/ALR.

(c) Tomacorrientes con puesta a tierra aislada. Los tomacorrientes previstos para la reducción del ruido eléctrico (interferencias electromagnéticas), como permite el Artículo 250-74 Excepción nº. 4, se deben identificar mediante un triángulo naranja ubicado en su cara frontal. Los tomacorrientes con este rótulo se deben utilizar sólo con conductores de puesta a tierra aislados, de acuerdo con el Artículo 250-74 Excepción nº. 4. Los tomacorrientes con puesta a tierra aislada, instalados en cajas no metálicas, deben ir cubiertos por una tapa frontal no metálica.

(d) **Tapas frontales.** Las tapas frontales metálicas deben ser de metal ferroso y tener un espesor no menor a 0,76 mm o de metal no ferroso y espesor no menor a 1 mm. Las tapas frontales metálicas se deben poner a tierra. Las de material aislante deben ser no combustibles y tener un espesor no menor a 2,5 mm, pero se permite que sean de menos de 2,5 mm de espesor si están estampadas o reforzadas, de modo que ofrezcan una resistencia mecánica adecuada.

(e) **Posición de las caras de los tomacorrientes.** Después de instalarlos, las caras de los tomacorrientes deben quedar a nivel con las tapas frontales de material aislante o sobresalir de ellas, y sobresalir de las tapas frontales metálicas un mínimo de 0,38 mm. Las tapas frontales se deben instalar de modo que cubran completamente la abertura y asienten perfectamente sobre la superficie en la que vayan montadas. Los tomacorrientes montados en cajas empotradas en la pared, como permite el Artículo 370-20, se deben instalar de modo que la culata o banda de montaje quede rígidamente sujeta contra la superficie de la pared. Los tomacorrientes montados en cajas que queden a nivel con la superficie de la pared o sobresalgan de la misma, deben instalarse de modo que la culata o banda de montaje quede sujeta contra la caja o contra la tapa que sobresalga de la caja.

(f) **Clavijas.** Todas las clavijas y conectores de 15 y 20 A deben estar construidos de modo que no queden expuestas partes portadoras de corriente que no sean los terminales cilíndricos o planos de la clavija. La cubierta para las terminaciones de los alambres debe ser una parte esencial para el funcionamiento de una clavija o conector (construcción de frente muerto).

(g) **Mecanismos de eyección de las clavijas.** Los mecanismos de eyección de las clavijas no deben afectar negativamente a la conexión de los terminales de la clavija con los contactos del tomacorriente.

(h) **No intercambiables.** Los tomacorrientes, conectores y clavijas de conexión deben estar construidos de modo que el tomacorriente o el conector de cordón no admita una clavija con distinta tensión o corriente nominal para las que está destinado el dispositivo. Los tomacorrientes y conectores del tipo sin polo a tierra no deben permitir la conexión de clavijas con polo a tierra.

Excepción: Se permite que a un tomacorriente o conector de cordón en T de 20 A se pueda conectar una clavija de 15 A y la misma tensión nominales.

(i) **Tomacorrientes en cubiertas que sobresalen.** Los tomacorrientes instalados en cubiertas que sobresalgan no se deben sujetar únicamente con un tornillo.

Excepción: Los dispositivos, conjuntos o tapas de cajas certificados e identificados para ese uso.

410-57. Tomacorrientes en lugares húmedos o mojados.

(a) **Lugares húmedos.** Un tomacorriente instalado al exterior en un lugar protegido de la intemperie o en otros lugares húmedos, debe ir en un encerramiento que sea a prueba de intemperie cuando el tomacorriente esté cubierto (sin meter la clavija y con su tapa cerrada).

Una instalación adecuada para lugares mojados se debe considerar también apta para lugares húmedos.

Se debe considerar que un tomacorriente está en un lugar protegido de la intemperie, cuando esté ubicado bajo porches abiertos, doseles, marquesinas, cornisas y similares y no está expuesto a la lluvia batiente o a la entrada de agua.

(b) **Lugares mojados.** Un tomacorriente instalado en un lugar mojado debe estar en un encerramiento a prueba de intemperie cuya integridad no se vea afectada cuando la clavija esté insertada.

Excepción: Se permite que haya encerramientos que no sean a prueba de intemperie, cuando la clavija esté insertada, en el caso de tomacorrientes instalados en lugares mojados para usar con herramientas eléctricas u otros equipos portátiles que se conectan normalmente para utilizarlos sólo cuando están atendidos.

(c) En bañeras y duchas. No se deben instalar tomacorrientes en los espacios próximos a las bañeras y duchas.

(d) Protección de tomacorrientes en el piso. Las cajas de tomacorrientes en el piso deben permitir limpiar el piso con los equipos adecuados sin que se dañen los tomacorrientes.

(e) Montaje a nivel con tapa frontal. El encerramiento para tomacorrientes instaladas en una caja de salida montada a nivel con la superficie de la pared, se debe hacer a prueba de intemperie por medio de una tapa frontal a prueba de intemperie que constituya una junta hermética al agua entre la tapa y la superficie de la pared.

(f) Instalación. Una salida de tomacorriente instalada al exterior debe estar ubicada de modo que no sea probable que la acumulación del agua toque la tapa o cubierta de la salida.

410-58. Tomacorrientes, adaptadores, conectores y clavijas del tipo con polo a tierra.

(a) Polos de puesta a tierra. Los tomacorrientes, conectores y clavijas con polo a tierra, deben llevar un polo de tierra fijo, además de los polos normales del circuito.

(b) Identificación del polo a tierra. Los tomacorrientes, adaptadores, conectores y clavijas con polo a tierra deben disponer de un medio para conectar al polo de tierra un conductor de puesta a tierra. El terminal para conexión para el polo de tierra debe designarse por alguno de los siguientes métodos :

(1) Un tornillo de cabeza hexagonal o tuerca hexagonal de color verde, que no se quite fácilmente.

(2) Un conector a presión para alambre, de color verde.

(3) En el caso de los adaptadores, un conector similar de color verde. El terminal de puesta a tierra del adaptador debe ser una lengüeta rígida, terminal de ojo de color verde o un dispositivo similar. La conexión de puesta a tierra debe estar diseñada de modo que no pueda hacer contacto con otras partes portadoras de corriente del tomacorriente, adaptador o clavija. El adaptador debe tener polaridad.

(4) Si no es visible el terminal del conductor de puesta a tierra de los equipos, hay que rotular el orificio por donde entre el conductor con la palabra "verde" ("green"), "tierra" ("ground") o las letras correspondientes, o el símbolo de puesta a tierra mostrado en la Figura 410-58(b)(4), o de algún otro modo para que el color verde quede bien visible. Si el terminal para el conductor de puesta a tierra de los equipos se puede desmontar fácilmente, hay que rotular del mismo modo la zona adyacente.

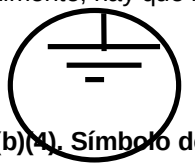


Figura 410-58(b)(4). Símbolo de puesta a tierra.

(c) Uso del terminal de puesta a tierra. Un terminal de puesta a tierra o un dispositivo del tipo con polo a tierra no se debe utilizar para otros fines.

(d) Requisitos para los polos a tierra. Las clavijas, conectores de cordón y tomacorrientes del tipo con polo a tierra, deben estar diseñados de modo que la conexión con la puesta a tierra se haga antes que el resto de las conexiones. Los dispositivos del tipo con polo a tierra deben estar diseñados de modo que los polos de puesta a tierra de las clavijas no puedan entrar en contacto con las partes portadoras de corriente energizadas de los tomacorrientes o de los conectores de cordón.

(e) Uso. Las clavijas del tipo con polo a tierra sólo se deben utilizar con cordones que tengan conductor de puesta a tierra de equipos.

M. Disposiciones especiales para los aparatos montados a nivel de la superficie o empotrados

410-64. Generalidades. Los aparatos en cavidades empotradas en techos o paredes, deben cumplir con lo establecido en los Artículos 410-65 a 410-72.

410-65. Temperatura.

(a) Materiales combustibles. Los aparatos se deben instalar de modo que los materiales combustibles adyacentes a los mismos no estén expuestos a temperaturas superiores a 90℃.

(b) Construcción resistente al fuego. Cuando un aparato se empotre en un material resistente al fuego en una edificación o en una construcción resistente al fuego, se debe considerar que una temperatura superior a 90℃, pero no superior a 150℃, es aceptable si el aparato está claramente rotulado como certificado para esa aplicación.

(c) Aparatos incandescentes empotrados. Los aparatos incandescentes deben tener protección térmica y estar identificados como protegidos térmicamente.

Excepción nº. 1: Los aparatos incandescentes empotrados identificados para ese uso e instalados en concreto vertido

.

Excepción nº. 2: Los aparatos incandescentes empotrados listados que, por su diseño y construcción, ofrezcan un comportamiento equivalente al de aparatos térmicamente protegidos y estén así identificados.

410-66. Separación e instalación.

(a) Separación. Las partes empotradas de los encerramientos para aparatos de alumbrado que no estén en los puntos de soporte, deben tener una separación mínima de 13 mm de los materiales combustibles.

Excepción: Los aparatos de alumbrado empotrados identificados como adecuados para que su material aislante esté en contacto directo con el aparato.

(b) Instalación. No se debe instalar el aislante térmico a menos de 76 mm del encerramiento del aparato empotrado, del compartimento del alambrado o del balasto y no se debe instalar encima del aparato de alumbrado de modo que atrape el calor y evite la circulación de aire.

Excepción: Los aparatos de alumbrado empotrados identificados como adecuados para que su material aislante esté en contacto directo con el aparato.

410-67. Alambrado.

(a) Generalidades. Se deben utilizar conductores con un aislamiento adecuado para las temperaturas que se vayan a producir.

(b) Conductores de circuitos. Se permite que terminen dentro del aparato de alumbrado los conductores del circuito ramal que tengan un aislamiento adecuado para las temperaturas que se vayan a producir.

(c) Conductores de conexiones. Se permite que los conductores de derivación de un tipo adecuado para las temperaturas que se vayan a producir, pasen desde la conexión terminal del aparato hasta una caja de salida ubicada como mínimo a 30 cm del aparato. Dichos conductores de derivación deben ir en una canalización adecuada o ser un cable del tipo AC o MC de al menos 1,20 m de longitud y máximo 1,80 m.

N. Construcción de aparatos montados a nivel de la superficie o empotrados

410-68. Temperatura. Los aparatos deben estar construidos de modo que los materiales combustibles adyacentes no estén expuestos a temperaturas superiores a 90℃.

410-69. Cubierta. Las cubiertas metálicas de los aparatos de alumbrado montados a nivel o empotrados deben estar protegidas contra la corrosión y ser de un espesor no menor a 0,759 mm (22 MSG).

Excepción: Se permite que la cubierta del compartimento del alambrado sea de material más delgado, siempre y cuando esté instalada dentro de la cubierta de 0,759 mm (22 MSG) y no sirva de soporte a componentes portadores de corriente de la instalación.

410-70. Rotulado de la potencia de las bombillas. Los aparatos de alumbrado para bombillas incandescentes deben ir rotulados con la potencia máxima permisible de las bombillas, en vatios (W). Los rótulos deben estar permanentemente instalados con letras y números de 6,4 mm de altura como mínimo y estar ubicados de modo que sean visibles cuando se cambie la bombilla.

410-71. No se permite soldadura. No se debe utilizar soldadura en la construcción de cajas de aparatos de alumbrado.

410-72. Portabombillas. Los portabombillas con casquillo roscado deben ser de porcelana u otro material aislante adecuado. Si se utiliza cemento, debe ser del tipo de alta resistencia térmica.

P. Disposiciones especiales para sistemas de alumbrado de descarga a 1000 V o menos

410-73. Generalidades.

(a) Tensión de 1000 V o menos en circuito abierto. Los equipos que se utilicen con sistemas eléctricos de descarga y diseñados para tensiones de 1000 V o menos en circuito abierto, deben ser de un tipo aprobado para ese uso.

(b) Considerados como energizados. Los terminales de las bombillas de descarga se deben considerar energizados cuando haya un terminal de la bombilla conectado a un circuito de más de 300 V.

(c) Transformadores del tipo en aceite. No se deben utilizar transformadores sumergidos en aceite.

(d) Requisitos adicionales. Además de cumplir los requisitos generales para aparatos de alumbrado, los equipos de descarga deben cumplir también con la parte P de esta Sección.

(e) Protección térmica. Cuando los aparatos fluorescentes estén instalados en interiores, los balastos deben llevar protección térmica integral. Los balastos de repuesto para todos los aparatos fluorescentes instalados en interiores deben llevar también protección térmica integral.

Excepción nº. 1: Los aparatos fluorescentes que utilicen bombillas tubulares rectas con balastos de reactancia sencillos.

Excepción nº. 2: Los balastos para uso en aparatos indicadores de salidas e identificados para ello.

Excepción nº. 3: Las luces indicadoras de salidas que se enciendan únicamente en caso de emergencia.

(f) Aparatos de descarga de alta intensidad. Los aparatos de alumbrado de descarga de alta intensidad que se instalen empotrados, deben estar protegidos térmicamente y estar así identificados. Cuando estos aparatos estén operados por un balasto a distancia, tanto si están empotrados como si no lo están, el balasto también debe estar térmicamente protegido.

Excepción. Los aparatos de descarga de alta intensidad empotrados, identificados para ese uso e instalados en concreto vertido.

Nota: La protección térmica que exige el Artículo 410-73 se puede lograr por medios distintos a protectores térmicos.

410-74. Equipos de corriente continua. Los aparatos de alumbrado instalados en circuitos de c.c. deben ir dotados de equipos auxiliares y resistencias especialmente diseñadas para funcionar con corriente continua y deben estar así rotulados.

410-75. Equipos con tensión superior a 300 V en circuito abierto. Los equipos con una tensión en circuito abierto superior a 300 V no se deben instalar en unidades de vivienda, excepto si están diseñados para ello y no presentan partes expuestas energizadas cuando las bombillas se instalen, estén instaladas o se quiten.

410-76. Montaje de los aparatos.

(a) Con balastos expuestos. Los aparatos de alumbrado que tengan balastos o transformadores expuestos se deben instalar de manera que dichos balastos o transformadores no estén en contacto con materiales combustibles.

(b) Tableros combustibles de fibra de celulosa de baja densidad. Cuando un aparato de alumbrado con balastos se instale en la superficie de un tablero combustible de fibra de celulosa de baja densidad, debe estar certificado para ello o montarse a una distancia no menor a 38 mm de la superficie del tablero. Cuando dichos aparatos de alumbrado vayan empotrados parcial o totalmente, se deben aplicar las disposiciones de los Artículos 410-64 hasta 410-72.

Nota: Los tableros combustibles de fibra de celulosa de baja densidad pueden ser hojas, paneles y baldosines con una densidad de 320,36 kg./m³ o menor y están formados por fibras vegetales aglomeradas, pero no incluyen los tableros sólidos o laminados de madera ni de fibra de madera con densidad superior a 320,36 kg./m³, ni los materiales tratados en masa con productos químicos retardantes del fuego hasta el grado en que la velocidad de propagación de la llama en cualquier plano del material sea igual o menor a 25, establecida de acuerdo con los ensayos de combustión de materiales de construcción. Véanse las normas *NTC 1447 Materiales de Combustión, Ensayos de incombustibilidad, NTC 1480 Elementos de Construcción, Ensayos de resistencia al fuego* y *Test Method for Surface Burning Characteristics of Building Materials,* ANSI/ASTM E84-1991.

410-77. Equipos no integrados con el aparato.

(a) Armarios metálicos. Los equipos auxiliares como reactancias, resistencias, condensadores y similares, cuando no formen parte del conjunto o aparato de alumbrado, deben ir encerrados en armarios metálicos permanentes y accesibles.

(b) Montaje separado. No es necesario que los balastos montados separadamente que estén destinados para conexión directa a un sistema de alambrado vayan en un armario separado.

(c) Alambrado de las partes de aparatos. Las secciones alambradas de los aparatos de alumbrado van en parejas, con uno o varios balastos que alimentan la bombilla o las bombillas instaladas en ambas. Para la interconexión de las partes pareadas se permite utilizar un tubo de metal flexible de 9,5 mm (3/8 de pulgada) y una longitud no superior a 7,6 m, según lo establecido en la Sección 350. Se permite que los alambres de aparatos que funcionan a la tensión de suministro y alimentan sólo al balasto o balastos de una de las partes pareadas, vayan en la misma canalización que los alambres de alimentación de las bombillas de las partes pareadas.

410-78. Autotransformadores. Un autotransformador que se utilice para aumentar la tensión a más de 300 V como parte de un balasto para alimentar unidades de alumbrado, se debe alimentar únicamente por un sistema puesto a tierra.

410-79. Interruptores. Los interruptores de acción rápida deben cumplir lo establecido en el Artículo 380-14.

Q. Disposiciones especiales para sistemas de alumbrado de descarga a más de 1000 V

410-80. Generalidades.

(a) Tensión de más de 1000 V en circuito abierto. Los equipos que se utilicen con sistemas de alumbrado de descarga y diseñados para tensiones de más de 1000 V en circuito abierto, deben ser de un tipo aprobado para ese uso.

(b) En unidades de vivienda. Los equipos con tensión de más de 1000 V en circuito abierto no se deben instalar dentro o sobre unidades de vivienda.

(c) Partes energizadas. Los terminales de las bombillas de descarga se deben considerar energizados cuando haya alguno de los terminales de la bombilla conectado a un circuito de más de 300 V.

(d) Requisitos adicionales. Además de cumplir los requisitos generales para aparatos de alumbrado, los equipos de descarga deben cumplir también con la parte Q de esta Sección.

Nota. Para los circuitos de rótulos e iluminación de contorno, véase la Sección 600.

410-81. Control.

(a) Desconexión. Las instalaciones de aparatos o bombillas de alumbrado deben estar controladas individualmente o en grupos mediante un interruptor o interruptor automático accionable desde el exterior, que abra simultáneamente todos los conductores primarios no puestos a tierra.

(b) A la vista o de tipo de bloqueo. El interruptor o interruptor automático deben estar ubicados a la vista de los aparatos o bombillas, o puede colocarse en otra parte, si esta dotado de los medios para bloquearse en la posición de abierto.

410-82. Terminales de bombillas y portabombillas. Las partes que haya que quitar para cambiar las bombillas deben ser fijas o abisagradas. Las bombillas y portabombillas deben estar diseñados de modo que no dejen partes energizadas expuestas al poner o quitar las bombillas.

410-83. Capacidad nominal de los transformadores. Los transformadores y balastos deben tener una tensión del secundario en circuito abierto no superior a 15 000 V, con una tolerancia en ensayo de 1 000 V. La corriente nominal del secundario no debe ser superior a 120 mA si la tensión en circuito abierto es de más de 7 500 V y no superior a 240 mA si la tensión en circuito abierto es de 7 500 V o menos.

410-84. Tipos de transformadores. Los transformadores deben estar encerrados y certificados.

410-85. Conexiones del secundario de los transformadores. El devanado de alta tensión de los transformadores no se debe conectar ni en serie ni en paralelo.

Excepción: Se permite que dos transformadores, que tengan cada uno un extremo de su devanado de alta tensión puesto a tierra y conectado al encerramiento, tengan conectados en serie sus devanados de alta tensión para formar el equivalente a un transformador puesto a tierra en su punto medio. Los extremos puestos a tierra deben estar conectados por conductores aislados de sección transversal no menor a 2,08 mm^2 (14 AWG).

410-86. Ubicación de los transformadores.

(a) Accesibles. Los transformadores deben quedar accesibles después de instalarlos.

(b) Conductores del secundario. Los transformadores deben instalarse lo más cerca posible de las bombillas, para que la longitud de los conductores del secundario sea lo más corta posible.

(c) Al lado de materiales combustibles. Los transformadores deben instalarse de modo que los materiales combustibles que tengan al lado no estén expuestos a temperaturas superiores a 90℃.

410-87. Carga de los transformadores. Las bombillas conectadas a cualquier transformador deben ser de longitud y características tales que no causen una condición de sobrecarga continua del transformador.

410-88. Método de alambrado de los conductores del secundario. Los conductores del secundario se deben instalar de acuerdo con lo establecido en el Artículo 600-32.

410-89. Soportes de bombillas. Las bombillas deben estar adecuadamente apoyadas, como exige el Artículo 600-41.

410-90. Protegidas contra daños. No se deben instalar las bombillas donde puedan estar expuestas normalmente a daños físicos.

410-91. Rotulado. Todos los aparatos o circuitos secundarios de tubos con tensión de más de 1000 V en circuito abierto, deben llevar un rótulo bien legible con letras de tamaño no menor a 6,4 mm de alto, que indique: "Precaución, ... V". La tensión indicada debe ser la nominal en circuito abierto.

410-92. Interruptores. Los interruptores de acción rápida deben cumplir lo establecido en el Artículo 380-14.

R. Rieles de alumbrado (lighting truck)

410-100. Definición. Un riel de alumbrado es un conjunto fabricado, diseñado para soportar y suministrar corriente a aparatos de alumbrado que se pueden desplazar fácilmente a lo largo del riel. Su longitud se puede alterar poniendo o quitando secciones de riel.

410-101. Instalación.

(a) Rieles. Los rieles de alumbrado deben estar instalados permanentemente y conectados permanentemente a un circuito ramal. En los rieles sólo se deben instalar accesorios especiales para rieles, que no deben ir equipados con tomacorrientes de uso general.

(b) Carga conectada. La carga conectada a los rieles de alumbrado no debe superar la capacidad nominal del riel. Un riel de alumbrado debe estar alimentado por un circuito ramal de una corriente nominal no superior a la del riel.

(c) Lugares no permitidos. No se deben instalar rieles de alumbrado : (1) donde sea probable que puedan sufrir daños físicos; (2) en lugares húmedos o mojados; (3) donde estén expuestos a vapores corrosivos; (4) en cuartos de almacenamiento de baterías; (5) en lugares peligrosos (clasificados); (6) donde estén ocultos; (7) atravesando paredes o tabiques; (8) a menos de 1,50 m sobre el terminado del piso, excepto cuando están protegidos contra daños físicos o funcionan a una tensión de menos de 30 V RMS en circuito abierto.

(d) Soportes. Los accesorios identificados para usarlos con rieles de alumbrado deben estar diseñados específicamente para el tipo de riel con el que van a ir instalados. Deben ir bien sujetos al riel, mantener la polaridad y la puesta a tierra y estar diseñados para suspenderlos directamente del riel.

410-102. Carga de riel. Para los cálculos de cargas, se considera que un riel de alumbrado de 1 m de longitud equivale a 246 VA (610 mm o fracción equivalen a 150 VA). Cuando se instale riel con varios circuitos, los requisitos de carga de esta sección se deben considerar divididos equitativamente entre los circuitos.

Excepción: Los rieles instalados en unidades de vivienda o en las habitaciones de huéspedes de hoteles o moteles.

Nota: Esta cifra de 246 VA por metro (150 VA por cada 610 mm) de riel, es únicamente para efectos de cálculo de la carga y no limita la longitud del riel que se vaya a instalar ni el número de aparatos de alumbrado permitidos.

410-103. Riel de alumbrado de servicio pesado. Un riel de alumbrado de servicio pesado es el identificado para usar a más de 20 A. Cada accesorio sujeto a un riel de alumbrado de servicio pesado debe estar protegido individualmente contra sobrecorriente.

410-104. Sujeciones. Los rieles de alumbrado deben estar bien sujetos, de modo que cada sujeción sea adecuada para soportar el máximo peso de los aparatos que se puedan instalar. Un tramo de 1,20 m o más corto, debe tener dos soportes, si no está identificado para intervalos mayores; cuando se instalen en un tramo continuo, cada sección individual no superior a 1,20 m debe llevar un soporte adicional.

410-105. Requisitos de construcción.

(a) Construcción. La carcasa para los sistemas de rieles de alumbrado debe ser lo suficientemente resistente como para mantener la rigidez. Los conductores deben ir instalados dentro de la carcasa del riel, permitiendo la inserción de los artefactos y diseñados para evitar la manipulación y el contacto accidental con partes energizadas. No se deben intercalar rieles de sistemas con distintas tensiones. Los conductores instalados en los rieles deben tener una sección transversal de 3,30 mm^2 (12 AWG) en cobre. Los extremos de los rieles deben estar aislados y protegidos con tapas (o topes).

Excepción: Los accesorios que lleven un dispositivo incorporado para reducir la tensión de la red para una bombilla de menor tensión.

(b) Puesta a tierra. Los rieles de alumbrado se deben poner a tierra cumpliendo lo establecido en la Sección 250. Las distintas secciones del riel deben estar bien acopladas de modo que mantengan la continuidad, polaridad y puesta a tierra de todo el circuito.

Sección 411 - SISTEMAS DE ALUMBRADO OPERANDO A 30 V O MENOS

411-1. Alcance. Esta Sección trata de los sistemas de alumbrado que funcionan a 30 V o menos y de sus componentes asociados.

411-2. Sistemas de alumbrado operando a 30 V o menos. Un sistema de alumbrado que funciona a 30 V o menos consiste en una fuente de alimentación aislada (separada), a 30 V (42,4 V pico a pico) o menos en cualquier estado de carga, con uno o más circuitos secundarios de 25 A nominales máximo, para dar suministro a aparatos de alumbrado y equipos asociados identificados para ese uso.

411-3. Certificado requerido. Los sistemas de alumbrado de 30 V o menos deben estar certificados para ese uso.

411-4. Lugares no permitidos. No se deben instalar sistemas de alumbrado que funcionen a 30 V o menos: (1) ni ocultos ni atravesando paredes, excepto si se utiliza un método de alambrado especificado en el Capítulo 3, (2) a

menos de 3,0 m de piscinas, piscinas de hidromasajes, fuentes o lugares similares, excepto lo permitido en la Sección 680.

411-5. Circuitos secundarios.

(a) Puesta a tierra. Los circuitos secundarios no se deben poner a tierra.

(b) Aislamiento. El circuito secundario debe estar aislado de otros circuitos ramales por medio de un transformador de aislamiento.

(c) Conductores desnudos. Están permitidos los conductores desnudos y las partes portadoras de corriente expuestas. Los conductores desnudos no deben estar instalados a menos de 2,2 m sobre el acabado del piso, excepto si están específicamente certificados para instalarlos a menor altura.

411-6. Circuitos ramales. Los sistemas de alumbrado que funcionen a 30 V o menos deben estar alimentados por un circuito ramal de máximo 20 A.

411-7. Lugares peligrosos (clasificados). Además de las disposiciones de esta Sección, cuando estén instalados en lugares peligrosos (clasificados), estos sistemas deben cumplir lo establecido en las Secciones 500 a 517.

Sección 422 - ARTEFACTOS ELÉCTRICOS

A. Generalidades

422-1. Alcance. Esta Sección trata de los artefactos eléctricos (electrodomésticos) utilizados en cualquier tipo de ocupación.

422-2. Partes energizadas. Los artefactos eléctricos no deben tener normalmente partes energizadas expuestas al contacto.

Excepción: Los tostadores, parrillas y otros artefactos en los que las partes portadoras de corriente a alta temperatura tienen que estar necesariamente expuestas.

422-3. Otras Secciones. Son de aplicación a los artefactos eléctricos todos los requisitos de este *Código,* cuando sea el caso. Cuando se usen en lugares peligrosos (clasificados), deben cumplir también lo establecido en las Secciones 500 a 517.

A la instalación de artefactos eléctricos operados a motor se le aplican las disposiciones de la Sección 430. La Sección 440 se debe aplicar a la instalación de artefactos que contengan grupo(s) motocompresor(es) con circuito hermético de refrigerante, excepto cuando está especialmente indicado lo contrario en esta Sección.

B. Requisitos para circuitos ramales

422-4. Capacidad nominal de circuitos ramales. Esta sección especifica los tamaños de los circuitos ramales capaces de dar suministro a los artefactos eléctricos sin sobrecalentarse en las condiciones especificadas. Esta sección no se aplica a los conductores que forman parte integral de los artefactos.

(a) Circuitos individuales. La capacidad nominal de cada circuito ramal individual no debe ser menor a la capacidad nominal rotulada en el artefacto o la capacidad nominal de un artefacto con cargas combinadas, como se dispone en el Artículo 422-32.

Excepción nº. 1: Para artefactos operados a motor que no lleven rotulada la capacidad, la capacidad nominal del circuito ramal debe estar de acuerdo con la Parte D de la Sección 430.

Excepción nº. 2: Para artefactos eléctricos sin motor y con carga continua, la capacidad nominal del circuito ramal no debe ser menor al 125% de la rotulada ni menor al 100% si el dispositivo del circuito ramal y su conjunto está certificado para carga continua al 100% su capacidad nominal.

Excepción nº. 3: Se permite que los circuitos ramales de artefactos eléctricos domésticos de cocina cumplan lo establecido en la Tabla 220-19.

(b) Circuitos que dan suministro a dos o más cargas. La capacidad nominal de los circuitos ramales que dan suministro a artefactos y otras cargas, se debe determinar de acuerdo con el Artículo 210-23.

422-5. Protección contra sobrecorriente de circuitos ramales. Los circuitos ramales se deben proteger de acuerdo con lo establecido en el Artículo 240-3.

Si en el artefacto está rotulada la capacidad nominal del dispositivo de protección, la capacidad nominal del dispositivo de protección del circuito ramal contra sobrecorriente no debe ser superior a la rotulada en el artefacto.

C. Instalación de los artefactos eléctricos

422-6. Generalidades. Todos los artefactos eléctricos deben instalarse de una manera aprobada.

422-7. Equipo de calefacción central. Los equipos de calefacción central distintos de los equipos de calefacción fija de ambiente deben estar alimentados por un solo circuito ramal.

Excepción: Se permite que los equipos auxiliares directamente asociados con los de calefacción, como las bombas, válvulas, humidificadores o limpiadores electrostáticos de aire, vayan conectados al mismo circuito ramal.

422-8. Cordones flexibles.

(a) Cordones de calentadores. Todas las planchas y artefactos eléctricos de calefacción conectados con un cordón y clavija, de más de 50 W nominales y que puedan producir temperaturas superiores a 121℃ sobre las superficies que puedan estar en contacto con el cordón, deberán llevar uno de los tipos de cordones aprobados para calentadores listados en la Tabla 400-4.

(b) Otros artefactos de calefacción. Todos los demás artefactos de calefacción eléctricos con cordón y clavija, se deben conectar mediante uno de los tipos de cordones listados en la Tabla 400-4, seleccionado de acuerdo con el uso especificado en esa Tabla.

(c) Otros artefactos eléctricos. Se permite utilizar cordón flexible: (1) para la conexión de artefactos que se cambien frecuentemente o para evitar la transmisión de ruidos y vibraciones, o (2) para facilitar el cambio o desconexión de artefactos fijos, cuando sus medios de sujeción y sus conexiones mecánicas estén específicamente diseñados para permitir su desmontaje fácil para mantenimiento o reparación y el artefacto esté diseñado o identificado para conectarlo mediante cordón flexible.

(d) Artefactos específicos.

(1) Se permite que los trituradores domésticos de basura accionados eléctricamente estén conectados mediante cordón flexible y clavija identificados para ese uso, terminado en una clavija con polo a tierra, siempre que se cumplan todas las condiciones siguientes:

a. La longitud del cable no debe ser menor de 0,45 m ni mayor de 0,90 m.
b. Los tomacorrientes deben estar ubicados de modo que eviten daños físicos al cordón flexible.
c. El tomacorriente debe ser accesible.

(2) Se permite que los lavavajillas y los compactadores domésticos de basura accionados eléctricamente estén conectados mediante cordón flexible y clavija identificados para ese uso, terminado en una clavija con polo a tierra, siempre que se cumplan todas las condiciones siguientes:

a. La longitud del cable no debe ser menor de 0,90 m ni mayor de 1,2 m.
b. Los tomacorrientes deben estar instalados de modo que eviten daños físicos al cordón flexible.
c. El tomacorriente debe estar ubicado en el espacio ocupado por el artefacto o al lado del mismo.
d. El tomacorriente debe ser accesible.

Excepción: No es necesario que los trituradores y compactadores domésticos de basura y los lavavajillas, que estén protegidos por un sistema de doble aislamiento o equivalente, estén puestos a tierra. Si se utiliza dicho sistema, los equipos deben estar claramente rotulados.

(3) Las máquinas de lavado por rociado a alta presión, conectadas mediante cordón y clavija, deben estar dotadas de fábrica con un interruptor de circuito contra falla a tierra para protección personal. El interruptor de circuito contra falla a tierra debe formar parte integral de la clavija de conexión o estar ubicado en el cordón de suministro, a menos de 0,30 m de la clavija.

Excepción nº. 1: Las máquinas trifásicas de lavado por rociado a alta presión.

.

Excepción nº. 2: Las máquinas de lavado por rociado a alta presión, de más de 250 V.

422-09. Calentadores por inmersión conectados mediante cordón y clavija. Los calentadores eléctricos por inmersión conectados mediante cordón y clavija deben estar fabricados e instalados de manera que las partes energizadas queden aisladas eficazmente de contactos eléctricos con la sustancia en la que se sumergen.

422-10. Protección de materiales combustibles. Todos los artefactos calentados eléctricamente que por su tamaño, peso o servicio estén destinados a funcionar como fijos, deben estar ubicados de modo que ofrezcan una amplia protección entre el artefacto y los materiales combustibles que lo rodeen.

422-11. Soporte de artefactos eléctricos conectados mediante cordón y clavija. Todas las planchas y demás artefactos eléctricos de calefacción conectados mediante cordón y clavija y destinados para aplicarse a materiales combustibles, deben ir equipados con un soporte aprobado que puede ser una parte independiente del equipo o puede formar parte del artefacto.

422-12. Luces de señalización para artefactos de calefacción. Todos los artefactos o grupos de artefactos eléctricos de calefacción utilizados en edificios no destinados a vivienda y que se puedan aplicar a materiales combustibles, deben llevar una luz de señalización.

Excepción: Si el artefacto lleva integrado un dispositivo limitador de temperatura.

422-13. Planchas eléctricas. Las planchas eléctricas deben ir equipadas con un medio identificado de limitación de temperatura.

422-14. Calentadores de agua.

(a) Con tanque de almacenamiento e instantáneos. Todos los calentadores de agua con tanque de almacenamiento o de tipo instantáneo deben ir equipados con un medio para limitar la temperatura, además de su termostato de control, que permita desconectar todos los conductores no puestos a tierra. Dicho medio cumplirá las siguientes condiciones : (1) debe ir instalado de modo que sense la temperatura máxima del agua, (2) debe ser de disparo libre, de reposición manual o del tipo con elemento de recambio. Tales calentadores de agua deben llevar un rótulo que indique que es necesario instalar una válvula de temperatura y de alivio de presión.

Nota: Véanse las normas *NTC 3424, Válvulas de alivio y dispositivos automáticos de corte de gas para sistemas de suministro de agua caliente* y *Relief Valves and Automatic Gas Shutoff Devices for Hot Water Supply Systems,* ANSI Z21.22-1990.

Excepción: Los calentadores de agua para temperatura del agua de 82℃ en adelante y de 60 kW de potencia en adelante, identificados para ese uso, y los calentadores de agua con capacidad de 3,785 L o menos identificados para ese uso.

(b) Calentadores de agua con tanque de almacenamiento. Un circuito ramal que de suministro a un calentador de agua fijo con tanque de almacenamiento, con capacidad de 454,2 L o menos, debe tener una capacidad nominal no menor al 125% de la capacidad nominal que figure en la placa de características del calentador.

Nota: Para el dimensionamiento de los circuitos ramales, véase el Artículo 422-4(a) Excepción nº. 2.

422-15. Artefactos de calentamiento industrial por bombilla de infrarrojos.

(a) De 300 W o menos. Las bombillas de calentamiento por infrarrojos de 300 W o menos se pueden utilizar con portabombillas del tipo de base media, de porcelana sin interruptores o de otros tipos similares identificados para usarlos con bombillas de calentamiento por infrarrojos de 300 W o menos.

(b) De más de 300 W. Las bombillas de infrarrojos de más de 300 W nominales no se deben poner en portabombillas con casquillo roscado.

Excepción: Los portabombillas identificados como adecuados para usarlos con bombillas de calentamiento por infrarrojos de potencia nominal superior a 300 W.

(c) Portabombillas. Se permite conectar portabombillas a cualquiera de los circuitos ramales descritos en la Sección 210 y, en ocupaciones industriales, se permite operarlos en serie en circuitos de más de 150 V a tierra, siempre que la tensión nominal del portabombillas no sea menor que la del circuito.

Cada sección, panel o regleta que tenga instalados portabombillas de infrarrojos (incluido su alambrado interno) se debe considerar como un artefacto eléctrico. El bloque terminal conexiones de cada conjunto se debe considerar como una salida individual.

422-16. Puesta a tierra. Los artefactos que deben estar puestos a tierra de acuerdo con lo exigido la Sección 250, deben tener sus partes metálicas no portadoras de corriente puestas a tierra de la manera especificada en dicha Sección.

Nota: Para la puesta a tierra de equipos para frigoríficos y congeladores, véanse los Artículos 250-42, 250-43 y 250-45. Para la puesta a tierra de equipos para cocinas eléctricas, hornos de pared, cocinas montadas en mostradores y secadoras de ropa, véanse los Artículos 250-57 y 250-60.

422-17. Hornos de pared y cocinas montadas en mostradores.

(a) Se permiten conexiones mediante cordón y clavija o permanente. Se permite que los hornos de pared y las cocinas montadas en mostradores, completos con sus accesorios para montarlos y para hacer las conexiones eléctricas, estén permanentemente conectados o sólo con cordón y clavija, para facilitar su instalación o servicio.

(b) Conector separable o una combinación de clavija y tomacorriente. Un conector separable o una clavija y tomacorriente en la red de suministro a un horno o unidad de cocción, deben:

(1) No instalarse como si fuera el medio de desconexión que exige el Artículo 422-20.

(2) Estar aprobados para la temperatura de funcionamiento del espacio donde estén ubicados.

422-18. Soporte de los ventiladores de techo.

(a) Ventiladores de máximo 15,88 kg. de peso. Se permite que los ventiladores de techos certificados que no pesen más de 15,88 kg., con o sin accesorios, estén soportados por cajas de salida identificadas para ese uso y soportadas según lo establecido en los Artículos 370-23 y 370-27.

(b) Ventiladores de techo de más de 15,88 kg. Los ventiladores de techo certificados que pesen más de 15,88 kg., con o sin accesorios, deben ir soportados independientes de la caja de salida. Véase el Artículo 370-23.

422-19. Otros métodos de instalación. Los artefactos con métodos de instalación distintos a los recogidos en esta Sección, sólo se pueden utilizar bajo permiso especial.

D. Control y protección de los artefactos eléctricos

422-20. Medios de desconexión. Los artefactos eléctricos deben llevar un medio que desconecte el artefacto de todos los conductores no puestos a tierra, de acuerdo con los siguientes Artículos de la Parte D. Si un artefacto está alimentado por más de una fuente, los medios de desconexión se deben agrupar e identificar.

422-21. Desconexión de artefactos conectados permanentemente.

(a) Para potencia nominal no mayor de 300 VA nominales o 93,2 W (1/8 HP). En los artefactos conectados permanentemente que no tengan más de 300 VA o 93,2 W (1/8 HP), se permite utilizar como medio de desconexión el dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito ramal.

(b) Para potencia nominal mayor de 300 VA o 93,2 W (1/8 HP). En los artefactos conectados permanentemente que tengan más de 300 VA o 93,2 W (1/8 HP), se permite utilizar el interruptor o interruptor automático del circuito como medio de desconexión cuando dicho interruptor o interruptor automático esté a la vista desde el artefacto o se pueda bloquear en posición de abierto.

Nota 1: Para artefactos accionados por motor de más de 93,2 W (1/8 HP), véase el Artículo 422-27.

Nota 2: Para artefactos con interruptores incorporados, véase el Artículo 422-25.

422-22. Desconexión de los artefactos conectados mediante cordón y clavija.

(a) Conector separable o tomacorriente y clavija. En los artefactos eléctricos conectados mediante cordón y clavija se permite que un conector separable accesible o un tomacorriente y clavija accesibles, sirvan como medios de desconexión. Cuando el conector o el tomacorriente y la clavija no sean accesibles, los artefactos de este tipo deben ir dotados con medios de desconexión de acuerdo con el Artículo 422-21.

(b) Conexión en el zócalo posterior de una estufa. En las estufas eléctricas domésticas conectadas mediante cordón y clavija, se considera que una clavija y un tomacorriente en el zócalo posterior de la estufa cumplen los requisitos de el Artículo 422-22(a) si son accesibles desde la parte delantera retirando alguna gaveta.

(c) Capacidad nominal. La capacidad nominal de un tomacorriente o de un conector separable, no debe ser menor que la capacidad nominal de cualquier artefacto conectado a los mismos.

Excepción: Se permite aplicar los factores de demanda autorizados en otras partes de este Código.

(d) Requisitos para conectores y clavijas. Los conectores y las clavijas deben cumplir las siguientes disposiciones:

(1) Partes energizadas. Deben estar construidos e instalados de modo que no se produzcan contactos accidentales con partes energizadas.

(2) Capacidad de Interrupción. Deben ser capaces de interrumpir su corriente nominal sin riesgo para el operador.

(3) Intercambiabilidad. Deben estar diseñados de tal manera que sea imposible enchufarlos a tomacorrientes de menor capacidad nominal.

422-23. Polaridad de los artefactos conectados mediante cordón y clavija. Si el artefacto está dotado de un interruptor monopolar manual conectado a la red para ponerlo en marcha y detenerlo, de un portabombillas con casquillo roscado o de un tomacorriente de 15 o 20 A, la clavija debe ser del tipo polarizado o con polo a tierra.

Excepción: Una maquina de afeitar eléctrica con doble aislamiento y clavija de dos hilos sin polaridad, si no está dotada de un portabombillas con casquillo roscado o un tomacorriente de 15-20 A.

Nota: Para la polaridad de los portabombillas con casquillo roscado tipo Edison, véase el Artículo 410-42(a).

422-24. Artefactos sumergibles conectados mediante cordón y clavija. Los artefactos independientes portátiles de hidromasaje y los secadores de pelo manuales deben estar construidos de modo que tengan protección para las personas contra electrocución si caen al agua, tanto si están encendidos como apagados.

422-25. Interruptor(es) incorporado(s) como medios de desconexión. Se permite que los interruptores incorporados que formen parte de un artefacto, con su posición de apagado ("off") rotulada y que desconecte todos los conductores no puestos a tierra del artefacto, se pueda utilizar como medio de desconexión según lo exigido por esta Sección, cuando se proporcionen otros medios de desconexión en las siguientes ocupaciones :

(a) Viviendas multifamiliares. En las viviendas multifamiliares, los otros medios de desconexión deben estar dentro de la unidad de vivienda o en el mismo piso de la unidad de vivienda en la que esté instalado el artefacto; estos medios se permiten para controlar bombillas y otros artefactos.

(b) Viviendas bifamiliares. En las viviendas bifamiliares, se permite que el otro medio de desconexión esté dentro o fuera de la unidad de vivienda en la que esté instalado el artefacto. En este caso se permite instalar un interruptor individual o un interruptor automático en la unidad de vivienda, que puede controlar también bombillas y otros artefactos.

(c) Viviendas unifamiliares. En viviendas unifamiliares se permite que el otro medio de desconexión sea el de la acometida.

(d) Otras ocupaciones. En otras ocupaciones se permite que el otro medio de desconexión sea el interruptor o interruptor automático del circuito ramal, cuando sea fácilmente accesible para el mantenimiento del artefacto.

422-26. Interruptores e interruptores automáticos indicadores. Los interruptores e interruptores automáticos usados como medio de desconexión, deben ser de tipo indicador.

422-27. Medios de desconexión para artefactos accionados por motor. Si se utiliza un interruptor o interruptor automático como medio de desconexión de un artefacto eléctrico accionado por motor permanentemente conectado de más de 93,2 W (1/8 HP), debe estar ubicado a la vista desde el controlador del motor y debe cumplir con la Parte I de la Sección 430.

Excepción: Se permite que un interruptor o interruptor automático que actúe como los otros medios de desconexión exigidos en el Artículo 422-25(a), (b), (c) o (d), no esté a la vista desde el controlador del motor de un artefacto provisto de un interruptor con su posición de apagado ("off") rotulada y que desconecte todos los conductores no puestos a tierra.

422-28. Protección contra sobrecorriente.

(a) Artefactos eléctricos. Los artefactos eléctricos deben estar protegidos contra sobrecorriente de acuerdo con los siguientes apartados (b) a (f) y con los Artículos 422-4 y 422-5.

Excepción: Los motores de los artefactos eléctricos accionados por motor deben estar dotados de mecanismo de protección contra sobrecarga según la Parte C de la Sección 430. Los motocompresores de equipos de refrigeración o aire acondicionado con circuito hermético del refrigerante, deben estar dotados de protección contra sobrecarga de acuerdo con la Parte F de la Sección 440. Cuando se exija que un artefacto lleve un dispositivo de protección contra sobrecorriente independiente del mismo, el artefacto debe llevar rótulos con datos para la selección de dichos dispositivos. Los datos mínimos rotulados deben ser las especificados en los Artículos 430-7 y 440-4.

(b) Artefactos electrodomésticos con elementos de calentamiento de superficies. Un artefacto electrodoméstico con elementos de calentamiento de superficies, con una demanda máxima de más de 60 A calculada de acuerdo con la Tabla 220-19, debe tener su fuente de alimentación dividida en dos o más circuitos, cada uno de los cuales debe estar dotado de dispositivo de protección contra sobrecorriente con capacidad nominal no mayor a 50 A.

(c) Artefactos de calentamiento comerciales e industriales por bombilla de infrarrojos. Los artefactos de calentamiento por bombilla de infrarrojos, comerciales e industriales, deben estar protegidos por dispositivos de sobrecorriente no mayores de 50 A.

(d) Elementos de calentamiento de bobina abierta o bobina blindada expuesta en artefactos de calentamiento de superficie, tipo comercial. Los elementos de calentamiento de superficies consistentes en bobinas abiertas o bobinas blindadas expuestas en artefactos de calentamiento de tipo comercial deben estar protegidos por dispositivos de sobrecorriente no mayores de 50 A.

(e) Artefactos eléctricos sencillos no accionados por motor. Si el circuito ramal suministra corriente a un artefacto eléctrico sencillo no accionado por motor, la capacidad nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente : (1) no debe superar la capacidad nominal rotulada en el artefacto; (2) si no está rotulada esa capacidad nominal del dispositivo de sobrecorriente y el artefacto tiene una capacidad nominal de más de 13,3 A, no debe ser mayor del 150% de la capacidad nominal del artefacto; o (3) si en el artefacto no está rotulada la capacidad nominal de protección contra sobrecorriente y el artefacto es de 13,3 A nominales o menos, no debe ser mayor de 20 A.

Excepción: Cuando el 150% de la capacidad nominal del artefacto no corresponda con la capacidad nominal de un dispositivo estándar de protección contra sobrecorriente, se permite tomar el valor inmediatamente superior.

(f) Artefactos eléctricos de calefacción con elementos tipo resistencia, de más de 48 A nominales. Los artefactos de calefacción eléctrica con elementos de tipo resistencia de más de 48 A nominales, deben tener sus elementos de calentamiento divididos. La carga de cada subdivisión no debe superar los 48 A y debe estar protegida para una corriente no mayor a 60 A.

Estos dispositivos suplementarios de protección contra sobrecorriente deben : (1) estar instalados en fábrica dentro o sobre el encerramiento del calentador o el fabricante debe suministrarlos como un conjunto independiente; (2) ser accesibles, pero no necesariamente con facilidad, y (3) ser adecuados para la protección de circuitos ramales.

Los conductores principales que dan el suministro a estos dispositivos de protección contra sobrecorriente, se deben considerar como conductores del circuito ramal.

Excepción nº. 1: Los electrodomésticos con elementos de calentamiento de superficie, de los que trata el Artículo 422-28(b), y los artefactos de calefacción de tipo comercial de los que trata el Artículo 422-28(d).

Excepción nº. 2: Se permite dividir en circuitos las cocinas comerciales y artefactos de cocina con elementos calentadores de tipo blindado no cubiertos en el Artículo 422-28(d), siempre que no superen los 120 A y estén protegidos a no más de 150 A, cuando se cumpla una de las siguientes condiciones:

a. Que los elementos estén integrados con y encerrados dentro de una superficie de cocción.
b. Que los elementos estén totalmente contenidos dentro de un encerramiento identificado como adecuado para ese uso.
c. Que los elementos estén contenidos en un tanque estampado con clasificación ASME o equivalente.

Excepción nº. 3: Se permite que los calentadores de agua y calderas de vapor con elementos calentadores eléctricos de tipo inmersión, en un recipiente estampado con clasificación ASME o equivalente, estén subdivididos en circuitos de menos de 120 A y protegidos a no más de 150 A.

E. Rótulos en los artefactos eléctricos

422-29. Conjuntos para calentamiento de tuberías conectados mediante cordón y clavija. Los conjuntos para calentamiento destinados a evitar que se congelen las tuberías y conectados mediante cordón y clavija, deben estar certificados.

422-30. Placa de características.

(a) Rotulado de la placa de características. Todos los artefactos eléctricos deberán llevar una placa de características en la que aparezca el nombre de identificación y sus valores nominales en voltios (V) y amperios (A) o en voltios (V) y vatios (W). Si el artefacto se debe utilizar a una frecuencia o frecuencias específicas, también deben aparecer en la placa.

Cuando se exija una protección externa de un motor contra sobrecargas, también debe aparecer este dato en la placa de características.

Nota: Para los requisitos de protección contra sobrecorriente, véase el Artículo 422-28(a), Excepción.

(b) Visibles. Los rótulos deben estar ubicados de modo que sean visibles o fácilmente accesibles después de su instalación.

422-31. Rotulado de los elementos calentadores. Todos los elementos calentadores de más de 1 A nominal, reemplazables en terreno y que formen parte de un artefacto, deben estar rotulados claramente con sus valores nominales en voltios (V) y amperios (A), o en voltios (V) y vatios (W) o con el número de la pieza asignado por el fabricante.

422-32. Artefactos eléctricos consistentes de motores y otras cargas. Estos artefactos deben ir rotulados de acuerdo con los siguientes apartados (a) o (b):

(a) Rotulado. Además del rotulado exigidos en el Artículo 422-30, el rótulo de un artefacto eléctrico consistente en uno o más motores con otra(s) carga(s) o motores sin otra(s) carga(s), debe especificar la capacidad de corriente mínima del conductor del circuito de suministro y la capacidad nominal máxima del dispositivo de protección del circuito contra sobrecorriente.

Excepción nº. 1: Los artefactos que vienen de fábrica con cordón y clavija y cumplan lo exigido en el Artículo 422-30.

Excepción nº. 2: Los artefactos en los que la capacidad de corriente mínima del conductor del circuito de suministro y la capacidad nominal máxima del dispositivo de protección del circuito contra sobrecorriente, no sean superiores a 15 A y cumplan lo exigido en el Artículo 422-30.

(b) Otros rótulos alternativos. Se permite un método alternativo de rotulado que especifique los valores nominales del mayor motor en voltios y amperios (V y A) y la carga o cargas adicionales en voltios y amperios (V y A) o en voltios y vatios (V y W), además de los rótulos exigidos por el Artículo 422-30.

Excepción nº. 1: Los artefactos que vienen de fábrica con cordón y clavija y cumplan lo exigido en el Artículo 422-30.

Excepción nº. 2: Se permite omitir la capacidad nominal de un motor de 93,2 W (1/8 HP) o menos o de una carga sin motor de un amperio (1 A) o menos, siempre que esas cargas no constituyan la carga principal.

Sección 424 - EQUIPOS ELÉCTRICOS FIJOS PARA CALEFACCIÓN DE AMBIENTE

A. Generalidades

424-1. Alcance. Esta Sección trata de los equipos eléctricos fijos utilizados para calefacción de ambiente. A los efectos de esta Sección, estos equipos de calefacción deben incluir cables calentadores, unidades calentadoras, calderas, los sistemas centrales y otros equipos fijos aprobados de calefacción de ambiente. Esta Sección no se aplica a procesos industriales de calefacción ni al aire acondicionado de cuartos (individual).

424-2. Otras Secciones. Son de aplicación a los equipos para calefacción de ambiente todos los requisitos aplicables de este *Código*. Cuando se usen en lugares peligrosos (clasificados), deben cumplir también lo establecido en las Secciones 500 a 517. La Sección 440 se debe aplicar a la instalación de equipos de calefacción que contengan grupos motocompresores con circuito hermético de refrigerante.

424-3. Circuitos ramales.

(a) Requisitos de los circuitos ramales. Se permiten circuitos ramales para alimentar equipos eléctricos fijos para calefacción de ambiente de cualquier tamaño.

Los circuitos ramales que den suministro a dos o más salidas de equipos eléctricos fijos para calefacción de ambiente, deben ser de 15, 20 o 30 A nominales.

Excepción: En ocupaciones no residenciales, se permite que los equipos de calefacción fijos por infrarrojos estén alimentados por circuitos ramales de 50 A como máximo.

(b) Capacidad nominal de los circuitos ramales. La capacidad de corriente de los conductores de los circuitos ramales y la capacidad nominal o valor de disparo de los dispositivos de protección contra sobrecorriente que alimentan a equipos eléctricos fijos de calefacción de ambiente, consistentes en resistencias con o sin motor, no debe ser menor al 125 % de la carga total de los motores y elementos calentadores. Se permite que la capacidad nominal o valor de disparo de los dispositivos de protección contra sobrecorriente cumpla lo establecido en el Artículo 240-3(b). Se permite suministrar corriente a plena carga a través de un contactor, termostato, relé o dispositivo similar certificado para funcionar continuamente al 100% de su carga nominal, como establece el Artículo 210-22(c) Excepción.

El tamaño de los conductores del circuito ramal y de los dispositivos de protección contra sobrecorriente que dan el suministro a los equipos eléctricos fijos de calefacción de ambiente incluyendo un motocompresor con circuito hermético del refrigerante, con o sin resistencias, se deben calcular según lo establecido en los Artículos 440-34 y 440-35. Las disposiciones de esta Sección no se aplican a los conductores que formen parte integral del equipo eléctrico fijo aprobado de calefacción de ambiente.

B. Instalación

424-9. Generalidades. Todos los equipos eléctricos fijos de calefacción de ambiente deben estar instalados de manera aprobada.

Se permite utilizar calentadores eléctricos de pared de instalación permanente y equipados con salidas para tomacorrientes instaladas en fábrica o salidas instaladas como conjunto certificado independiente, en lugar de la(s) salida(s) de tomacorriente exigidas por el Artículo 210-50(b). Dichas salidas de tomacorriente no deben estar conectadas a los circuitos de los calentadores.

Nota: Los calentadores de pared certificados incluyen instrucciones que pueden prohibir instalarlos bajo salidas para tomacorrientes.

424-10. Permiso especial. Los equipos y sistemas eléctricos fijos de calefacción de ambiente instalados por métodos diferentes a los cubiertos por esta Sección, solamente se permiten mediante permiso especial.

424-11. Conductores de suministro. Los equipos eléctricos fijos de calefacción de ambiente que requieran conductores de suministro con aislamiento de más de 60℃, deben estar así rotulados de modo claro y permanente. Estos rótulos deben ser claramente visibles después de la instalación y se permite que estén adyacentes a la caja de conexiones.

424-12. Lugares de instalación.

(a) Expuesto a daños físicos graves. No se deben utilizar equipos eléctricos fijos de calefacción de ambiente si están expuestos a daños físicos graves, a no ser que estén protegidos adecuadamente.

(b) En lugares húmedos o mojados. Los calentadores y equipos relacionados instalados en lugares húmedos o mojados deben estar aprobados para esos lugares y estar construidos e instalados de modo que el agua u otros líquidos no entren ni se acumulen dentro o sobre las secciones con alambrado, en componentes eléctricos o en canalizaciones.

Nota 1: Para los equipos expuestos a agentes deteriorantes, véase el Artículo 110-11.
Nota 2: Para equipos en áreas alrededor de piscinas, véase el Artículo 680-27.

424-13. Separación de materiales combustibles. Los equipos eléctricos fijos de calefacción de ambiente deben instalarse dejando espacio suficiente entre los equipos y los materiales combustibles adyacentes, a menos que se haya encontrado que son adecuados para instalar en contacto directo con material combustible.

424-14. Puesta a tierra. Todas las partes metálicas no portadoras de corriente y expuestas de los equipos eléctricos fijos de calefacción de ambiente que se puedan llegar a energizar, se deben poner a tierra según lo establecido en la Sección 250.

C. Control y protección de los equipos eléctricos fijos de calefacción de ambiente

424-19. Medios de desconexión. En todos los equipos eléctricos fijos de calefacción de ambiente, se deben instalar medios para desconectar el calentador, controlador(es) de motor y demás dispositivos suplementarios de protección contra sobrecorriente en todos los conductores no puestos a tierra. Cuando el equipo de calefacción esté alimentado por más de un circuito, los medios de desconexión se deben agrupar y rotular.

(a) Equipo de calefacción con protección suplementaria contra sobrecorriente. El medio de desconexión del equipo eléctrico fijo de calefacción de ambiente con protección suplementaria contra sobrecorriente debe estar a la vista del dispositivo o dispositivos suplementarios de protección contra sobrecorriente, en el lado del suministro de dichos dispositivos si fueran fusibles y, además, debe cumplir con lo establecido en los siguientes apartados (1) o (2).

(1) Calentador que no tenga motor de más de 93,2 W (1/8 HP). Se permite que los anteriores medios de desconexión o interruptores incorporados que cumplan lo establecido en el Artículo 424-19(c), sirvan como medios de desconexión tanto para el controlador o controladores de motores como para el calentador, en las siguientes condiciones a. o b.:

a. Si el medio de desconexión proporcionado está también a la vista del controlador o controladores de motores y del calentador.
b. Si el medio de desconexión proporcionado se puede bloquear en posición de abierto.

(2) Calentador con motor o motores de más de 93.2 W (1/8 HP). Se permite que el anterior medio de desconexión sirva tanto para el controlador o controladores de motores como para el calentador, por alguno de los siguientes medios especificados en los siguientes apartados a. hasta d.:

a. Cuando el medio de desconexión está también a la vista del controlador o controladores de motor y del calentador.
b. Cuando el medio de desconexión no está a la vista desde el calentador, se debe instalar un medio de desconexión independiente, el medio de desconexión se pueda bloquear en posición de abierto o se permita utilizar interruptores incorporados que cumplan lo establecido en el Artículo 424-19(c).
c. Si el medio de desconexión no está a la vista desde la ubicación del controlador o controladores, se debe instalar un medio de desconexión que cumpla lo establecido en el Artículo 430-102.
d. Si el motor no está a la vista desde el controlador, se debe aplicar lo establecido en el Artículo 430-102(b).

(b) Equipo de calefacción sin protección suplementaria contra sobrecorriente.

(1) Sin motor o con motor no mayor de 93,2 W (1/8 HP). En los equipos eléctricos fijos de calefacción de ambiente sin motor de más de 93,2 W (1/8 HP) nominales, se permite que el interruptor o interruptor automático del circuito ramal sirva como medio de desconexión si dicho interruptor o interruptor automático está a la vista desde el calentador o se puede bloquear en posición de abierto.

(2) Con motor mayor de 93,2 W (1/8 HP). En los equipos de calefacción eléctrica de habitaciones con motor de más de 93,2 W (1/8 HP), debe haber un medio de desconexión ubicado a la vista del controlador del motor.

Excepción: Lo permitido en el Artículo 424-19(a)(2).

(c) Interruptor(es) incorporado(s) como medios de desconexión. Se permite utilizar, como medios de desconexión exigido por esta Sección, interruptor(es) incorporado(s) que tenga(n) rotulada la posición de "apagado" ("off"), formen parte del calentador fijo y desconecten todos los conductores no puestos a tierra, cuando en las distintas ocupaciones haya instalado alguno de los siguientes medios de desconexión:

(1) Viviendas multifamiliares. En las viviendas multifamiliares, los demás medios de desconexión deben estar dentro de la unidad de vivienda o en el mismo piso que la unidad de vivienda en la cual esté instalado el calentador fijo y se permite que también sirva para controlar las bombillas y artefactos.

(2) Viviendas bifamiliares. En las viviendas bifamiliares se permite que el otro medio de desconexión esté dentro o fuera de la unidad de vivienda en la que esté instalado el calentador fijo. En este caso se permite instalar un interruptor o interruptor automático individual para la vivienda, que también puede servir para controlar las bombillas y artefactos.

(3) Viviendas unifamiliares. En las viviendas unifamiliares se permite que el otro medio de desconexión sea el de la acometida.

(4) Otras ocupaciones. En otras ocupaciones se permite que el medio de desconexión sea el interruptor o interruptor automático del circuito ramal, siempre que sea accesible cuando haya que dar mantenimiento al calentador fijo.

424-20. Dispositivos de interrupción controlados por termostato.

(a) Sirviendo como controladores y medios de desconexión. Se permite que los dispositivos de interrupción controlados por termostato y las combinaciones de termostatos con interruptores accionados manualmente, sirvan al mismo tiempo como controladores y como medios de desconexión, siempre que se cumplan todas las condiciones siguientes:

(1) Que tengan rotulada su posición de "apagado" ("off").

(2) Que, cuando se pongan manualmente en posición de "apagado" ("off"), abran directamente todos los conductores no puestos a tierra.

(3) Que estén diseñados de modo que no se puedan energizar automáticamente una vez puesto el interruptor manualmente en posición de "apagado" ("off").

(4) Que estén ubicados como se indica en el Artículo 424-19.

(b) Termostatos que no interrumpen directamente todos los conductores no puestos a tierra. No se exige que cumplan los requisitos del anterior apartado (a) los termostatos que no abran directamente todos los conductores no puestos a tierra y los que accionen circuitos a control remoto. Estos termostatos no están permitidos como medios de desconexión.

424-21. Interruptores e interruptores automáticos indicadores. Los interruptores e interruptores automáticos usados como medios de desconexión, deben ser del tipo indicador.

424-22. Protección contra sobrecorriente.

(a) Dispositivos para circuitos ramales. Se permite que los equipos eléctricos fijos de calefacción de ambiente que no estén accionados por motor según exigen las Secciones 430 y 440 y que tengan protección adicional contra sobrecorriente, estén protegidos contra sobrecorriente cuando estén alimentados por uno de los circuitos ramales referidos en la Sección 210.

(b) Elementos de resistencia. Los elementos calentadores tipo resistencia de los equipos eléctricos de calefacción de ambiente, deben estar protegidos a no más de 60 A. Los equipos de más de 48 A nominales que utilicen ese tipo de resistencias, deben tener los elementos calentadores subdivididos, de modo que cada carga parcial no supere los 48 A. Cuando las cargas subdivididas sean menores a 48 A, la capacidad nominal del dispositivo suplementario de protección contra sobrecorriente debe cumplir lo establecido en el Artículo 424-3(b).

Excepción: Lo que establece el Artículo 424-72(a).

(c) Dispositivos de protección contra sobrecorriente. Los dispositivos suplementarios de protección contra sobrecorriente para las cargas divididas que se especifican en el anterior apartado (b), deben : (1) estar instalados en fábrica dentro o sobre el encerramiento del calentador o suministrarse por el fabricante para usar con el calentador como un conjunto independiente; (2) ser accesibles, aunque no necesariamente con facilidad; y (3) ser adecuados para la protección del circuito ramal.

Nota: Véase el Artículo 240-10.

Cuando esta protección contra sobrecorriente se realice mediante fusibles de cartucho, se permite utilizar un solo medio de desconexión para las distintas cargas subdivididas.

Nota 1: Para la protección suplementaria contra sobrecorriente, véase el Artículo 240-10.
Nota 2: Para los medios de desconexión para fusibles de cartuchos en circuitos de cualquier tensión, véase el Artículo 240-40.

(d) Conductores del circuito ramal. Los conductores que dan el suministro a los dispositivos suplementarios de protección contra sobrecorriente, se deben considerar conductores del circuito ramal.

Excepción: Para calentadores de 50 kW nominales o más, se permite que los conductores que alimentan a los dispositivos de protección especificados en el anterior apartado (c), se dimensionen a no menos del 100% de la capacidad nominal del calentador indicada en su placa de características, siempre que se cumplan todas las siguientes condiciones:

a. Que el calentador esté rotulado con el tamaño mínimo del conductor.
b. Que los conductores no sean de sección transversal menor a la mínima rotulada.
c. Que el ciclo de funcionamiento del equipo esté controlado por un dispositivo activado por temperatura.

(e) Conductores para las cargas subdivididas. Los conductores alambrados en sitio entre el calentador y los dispositivos suplementarios de protección contra sobrecorriente, deben dimensionarse a no menos del 125% de las cargas servidas. Los dispositivos suplementarios de protección contra sobrecorriente especificados en el anterior (c) deben proteger a estos conductores, según lo que establece el Artículo 240-3.

Excepción: En calentadores de 50 kW nominales o más, se permite que la capacidad de corriente de los conductores instalados entre el calentador y los dispositivos suplementarios de protección contra sobrecorriente, no sea menor al 100% de la carga de sus respectivos circuitos subdivididos, siempre que se cumplan todas las condiciones siguientes:

a. Que el calentador esté rotulado con el tamaño mínimo del conductor.
b. Que los conductores no sean de sección transversal menor a la mínima rotulada.
c. Que el ciclo de funcionamiento del equipo esté controlado por un dispositivo activado por temperatura.

D. Rotulado de los equipos de calefacción

424-28. Placa de características.

(a) Rotulado requerido. Cada unidad del equipo eléctrico fijo de calefacción de ambiente debe llevar una placa de características con un nombre identificativo y sus valores nominales en voltios y vatios (V y W) o en voltios y amperios (V y A).

Los equipos eléctricos de calefacción de ambiente destinados para conectarlos únicamente a corriente continua o únicamente a corriente alterna, deben ir así rotulados. En los equipos que incorporen motores de más de 93,2 W (1/8 HP) y otras cargas, los rótulos deben especificar los valores nominales del motor de tensión, corriente y frecuencia, en V, A y Hz respectivamente, y la carga de calefacción en voltios y vatios (V y W) o en voltios y amperios (V y A).

(b) Ubicación. Las placas de características deben estar ubicadas de modo que sean visibles o fácilmente accesibles después de la instalación.

424-29. Rotulado de los elementos de calentamiento. Todos los elementos de calentamiento que se puedan sustituir en sitio y formen parte del equipo de calefacción eléctrica, deben llevar rótulos bien visibles con sus valores nominales en voltios y vatios (V y W) o en voltios y amperios (V y A).

E. Cables para calefacción eléctrica de ambiente

424-34. Construcción de los cables calentadores. Los cables calentadores se deben suministrar completos con los conductores terminales no calentadores ensamblados en fábrica de por lo menos 2,10 m de largo.

424-35. Rotulado de los cables calentadores. Cada cable calentador debe ir rotulado con el nombre o símbolo que lo identifique, el número de catálogo y sus valores nominales en voltios y vatios (V y W) o en voltios y amperios (V y A).

Cada tramo de cable calentador debe tener un rótulo permanente y legible en cada terminal no calentador, a menos de 76 mm de su extremo. El alambre terminal debe ir identificado en los siguientes colores, para indicar la tensión nominal de la instalación en la que se puede utilizar : 120 V, amarillo; 280 V, azul; 240 V, rojo; 277 V, marrón y 480 V, naranja.

424-36. Separación del alambrado en cielo rasos. El alambrado ubicado encima de cielo rasos con calefacción, debe estar a una distancia por encima del cielo raso no menor a 50,8 mm y se debe considerar que opera a una temperatura ambiente de 50℃. La capacidad de corri ente de los conductores se debe calcular sobre la base de los factores de corrección aplicables según las tablas de capacidad de corriente de 0 a 2.000 V de la Sección 310.

Excepción: No es necesario aplicar los factores de corrección por temperatura al alambrado por encima de cielo rasos con calefacción y colocados sobre un aislante térmico que tenga un espesor mínimo de 50,8 mm.

424-37. Ubicación del alambrado de alimentadores y circuitos ramales en paredes exteriores. Los métodos de alambrado deben cumplir lo establecido en la Sección 300 y en el Artículo 310-10.

424-38. Restricciones de área.

(a) No deben extenderse más allá del cuarto o área. Los cables calentadores no deben salirse del cuarto o área en el que comiencen.

(b) Usos no permitidos. No se permite instalar cables calentadores en armarios de ropa, sobre paredes o tabiques que sobresalgan por encima del cielo raso o sobre gabinetes cuya distancia hasta el cielo raso sea menor a la distancia mínima horizontal del gabinete hasta el borde más próximo del gabinete que esté abierto hacia el cuarto o área.

Excepción: Se permite que pasen tramos sencillos separados de cable calentador sobre tabiques cuando vayan empotrados.

(c) En los cielo rasos de los armarios de ropa, como fuentes de calor a baja temperatura para reducir la humedad. Las disposiciones del anterior párrafo (b) no deben evitar el uso de cables en los cielo rasos de los armarios de ropa como fuentes de calefacción de baja temperatura para reducir la humedad, siempre que se utilicen sólo en las partes del cielo raso que estén libres hasta el piso de anaqueles o de otros aparatos permanentes.

424-39. Separación de otros objetos y aberturas. Los elementos calentadores de los cables deben estar separados por lo menos 0,20 m del borde de las cajas de salida y unión que se vayan a utilizar para montar aparatos de alumbrado en superficie. Se debe dejar una distancia no menor de 50,8 mm hasta los aparatos de alumbrado empotrados y sus guarniciones, aberturas de ventilación y otras aberturas similares en la superficie del cuarto. Debe dejarse espacio suficiente para que ningún cable calentador quede cubierto por cualquier unidad montada en superficie.

424-40. Empalmes. Los cables empotrados sólo se deben empalmar cuando sea necesario y exclusivamente por medios aprobados. En ningún caso se debe alterar la longitud del cable calentador.

424-41. Instalación de cables calentadores en paneles de madera enyesada, enlucidos o en cielo rasos de concreto.

(a) No se deben instalar en las paredes. Los cables calentadores no se deben instalar en las paredes.

Excepción: Se permite instalar tramos sencillos separados de cable sobre una superficie vertical hacia abajo hasta alcanzar un cielo raso suspendido (cielo raso).

(b) Tramos adyacentes. Los tramos adyacentes de cable que no superen los 9 W por metro (2,75 W por pie), se deben instalar a una distancia no menor a 38 mm entre sus centros.

(c) Superficies a ser aplicadas. Los cables calentadores sólo se deben aplicar sobre panel de yeso, enlucido de yeso u otros materiales resistentes al fuego. En las superficies metálicas o conductoras de la electricidad se debe aplicar una capa de yeso para separar completamente el cable de esas superficie.

Nota: Véase además el siguiente apartado (f).

(d) Empalmes. En todos los cables calentadores, el empalme entre el cable calentador y el terminal no calentador y, además, un tramo de 76 mm como mínimo del terminal no calentador, deben ir empotrados en el yeso o en el enlucido, al igual que el cable calentador.

(e) Superficie del cielo raso. Toda la superficie del cielo raso debe ir enlucida en mortero de yeso térmicamente no aislante, de un espesor nominal de 12,7 mm u otro material no aislante identificado como adecuado para este uso y aplicado según espesor e instrucciones especificadas.

(f) Sujeción de los cables. Los cables deben ir sujetos a intervalos no superiores a 0,40 m por medio de grapas, cinta, yeso, separadores no metálicos u otros medios aprobados. Las grapas o sujetadores metálicos que aseguren el cable no se deben utilizar sobre listones metálicos o de otras superficies conductoras de la electricidad.

Excepción: Los cables que estén identificados para poderlos sujetar a intervalos no mayores de 1,80 m.

(g) Instalación con madera enyesada. En las instalaciones con madera enyesada, todo el cielo raso bajo el cable calentador debe estar cubierto por un panel de yeso de máximo 12,7 mm de espesor. El espacio que quede entre la capa superior del panel de yeso, del enlucido de yeso u otro material resistente al fuego y la capa superficial del panel de yeso, se debe rellenar con material térmicamente conductivo, con yeso que no se contraiga o con otro material aprobado o de conductividad térmica equivalente.

(h) Libre de contacto con superficies conductivas. Los cables se deben mantener libres de contactos con superficies metálicas o con otras superficies conductoras de electricidad.

(i) Vigas. En instalaciones en cielos rasos de madera, el cable se debe colocar paralelo a las vigas, regularmente espaciados entre estas, dejando un espacio de 64 mm de ancho entre centros de tramos adyacentes de cables. Los revestimientos superficies o los paneles de yeso se deben montar de modo que no haya posibilidad de que los clavos u otros medios de fijación perforen el cable calentador.

(j) Cruces con vigas. Los cables sólo deben cruzar las vigas en los extremos del cuarto.

Excepción: Cuando se requiera que el cable cruce las vigas por otros sitios, siguiendo las instrucciones del fabricante para que se evite que el cable pase demasiado cerca de los huecos del cielo raso o de los artefactos de alumbrado.

424-42. Acabado de los cielo rasos. Los cielo rasos no se deben tapar con paneles o vigas decorativas hechos de materiales aislantes térmicamente, como madera, fibra o plástico. Se permite acabar los cielo rasos con pintura, papel pintado u otro material aprobado.

424-43. Instalación de los terminales no calentadores de los cables.

(a) Terminales no calentadores libres. Los tramos libres de los terminales no calentadores se deben instalar según los métodos de alambrado aprobados, desde la caja de unión hasta el lugar donde vayan en el cielo raso. Dichas instalaciones pueden ser de conductores sencillos en canalizaciones aprobadas, de conductores sencillos o múltiples de tipos UF, NMC o MI u otros conductores aprobados.

(b) Terminales en cajas de unión. Dentro de la caja de unión, el terminal no calentador debe tener una longitud no menor a 0,15 m. Los rótulos de los terminales deben ser visibles cuando estén en la caja.

(c) Terminales sobrantes. El terminal no calentador que sobre después de instalar el cable calentador, no se debe cortar, sino que se debe sujetar en la parte inferior del cielo raso y se debe cubrir con yeso u otro material aprobado, dejando sólo un tramo suficiente para que llegue a la caja de unión y con una longitud no menor 0,15 m dentro de ella.

424-44. Instalación de cables en pisos vertidos de concreto o mampostería.

(a) Vatios por metro lineal. Los cables calentadores de potencia constante no deben superar los 54 W por metro lineal de cable.

(b) Separación entre tramos adyacentes. La distancia entre el centro de tramos adyacentes de cable no debe ser menor a 25,4 mm.

(c) Asegurados en sitio. Los cables se deben fijar una vez instalados mediante bastidores o separadores no metálicos u otros medios aprobados, mientras se aplica el concreto u otro acabado.

No se deben instalar cables que hagan puente sobre juntas de dilatación, a no ser que estén protegidos de la dilatación y la contracción.

(d) Separación entre el cable calentador y partes metálicas empotradas en el piso. Se debe mantener una distancia suficiente entre el cable calentador y otras partes metálicas empotradas en el piso.

Excepción: Se permite que un cable con recubrimiento metálico puesto a tierra esté en contacto con objetos metálicos empotrados en el piso.

(e) Terminales protegidos. En los puntos donde salgan del piso, los terminales no calentadores deben ir protegidos por tubo metálico rígido, tubo metálico semirrígido, tubo rígidos no metálicos, tuberías eléctricas metálicas o por otros medios aprobados.

(f) Pasacables o accesorios aprobados. Cuando los terminales no calentadores salgan del piso a través de una baldosa, se deben utilizar pasacables o accesorios aprobados.

424-45. Inspección y ensayos. Las instalaciones de cables se deben hacer con el debido cuidado para evitar daños a los conjuntos de cables y se deben inspeccionar y aprobar antes de ocultar o cubrir los cables.

F. Calentadores en ductos de aire

424-57. Generalidades. La Parte F de esta Sección se aplica a cualquier elemento calentador montado en la corriente de aire de un sistema de ventilación forzada, cuando la unidad de movimiento del aire no forme parte integral del equipo.

424-58. Identificación. Los calentadores instalados en conductos de aire deben estar identificados como adecuados para ese tipo de instalación.

424-59. Flujo de aire. Se deben instalar medios adecuados que aseguren un flujo de aire suficiente y uniforme sobre el frente del calentador, siguiendo las instrucciones del fabricante.

Nota: Los calentadores instalados a menos de 1,20 m de la salida de un dispositivo de movimiento del aire, bomba de calor, aparato de aire acondicionado, curvas, deflectores u otros obstáculos que haya en los conductos de aire, pueden exigir paletas giratorias, placas de presión u otros dispositivos en el lado de la entrada del calentador del ducto para asegurar una distribución uniforme del aire sobre la cara del calentador.

424-60. Temperatura de entrada elevada. Los calentadores en conductos que estén destinados para usarse con aire de entrada a alta temperatura, deben estar identificados como adecuados para usarlos a esas temperaturas.

424-61. Instalación de calentadores en conductos con bombas de calor y artefactos de aire acondicionado. Las bombas de calor y artefactos de aire acondicionado que funcionen con calentadores de conductos ubicados a menos de 1,20 m de los mismos, deben estar identificados, tanto el calentador como la bomba y el acondicionador de aire, como adecuados para dicho tipo de instalaciones y estar así rotulados.

424-62. Condensación. Los calentadores en conductos utilizados con acondicionadores de aire u otros equipos de refrigeración que puedan producir condensación, deben estar identificados como adecuados para usar en esas condiciones.

424-63. Enclavamiento con el circuito del ventilador. Se deben instalar medios para asegurar que el circuito del ventilador se energice cuando el circuito de cualquier calentador también lo esté. No obstante, se permite instalar dispositivos de retardo para energización del motor del ventilador, controlados por tiempo o por temperatura.

424-64. Controles de límites. Todos los calentadores en conductos deben estar dotados de control(es) integrado(s) y aprobado(s) con limitación de temperatura con reposición automática para desenergizar el circuito o circuitos.

Además, todos los calentadores de conductos deben llevar uno o varios dispositivos de control integrados, independientes y suplementarios que desconecten el número suficiente de conductores para interrumpir el flujo de corriente eléctrica. Este dispositivo debe ser de reposición o reemplazo manual.

424-65. Ubicación de los medios de desconexión. El equipo de control de los calentadores de conductos debe ser accesible con un medio de desconexión instalado en el controlador o a la vista desde el mismo.

Excepción: Lo permitido en el Artículo 424-19(a).

424-66. Instalación. Los calentadores en conductos se deben instalar de acuerdo con las instrucciones del fabricante y de un modo que su funcionamiento no suponga un peligro para las personas o la propiedad. Además deben estar ubicados con respecto a los elementos constructivos del edificio y otros equipos, de modo que no impidan el acceso. Se debe dejar espacio suficiente para cambiar los elementos de control y calentadores, para ajustar y limpiar los controles y otras partes que requieran dicha atención. Véase el Artículo 110-16.

Nota: Para más información sobre la instalación, véanse las normas *NTC 3714, NTC 3292 Acondicionadores de aire para recintos, Standard for the Installation of Air Conditioning and Ventilating systems, ANSI/NFPA 90A-1993* y *Standard for the Installation of Warm, Air Heating and Air Conditioning Systems,* ANSI/NFPA 90B-1993.

G. Calderas del tipo con resistencia

424-70. Alcance. Las disposiciones de la Parte G de esta Sección se aplican a las calderas cuyos elementos de calentamiento sean resistencias. Las calderas del tipo con electrodos no se consideran calderas del tipo con resistencia. Véase la Parte H de esta Sección.

424-71. Identificación. Las calderas del tipo con resistencia deben estar identificadas como adecuadas para el tipo de instalación.

424-72. Protección contra sobrecorriente.

(a) Calderas con elementos calentadores de tipo resistencia por inmersión en recipientes clasificados y marcados ASME. Una caldera con elementos calentadores de tipo resistencia por inmersión en un recipiente clasificado y marcado ASME, debe tener los elementos calentadores protegidos a 150 A como máximo. Si esa caldera tiene una intensidad nominal superior a 120 A, debe tener los elementos calentadores subdivididos en cargas que no superen los 120 A.

Cuando una carga subdividida sea menor a 120 A, la capacidad del dispositivo de protección contra sobrecorriente debe cumplir lo establecido en el Artículo 424-3(b).

(b) Calderas con elementos calentadores de resistencia de más de 48 A y no contenidos en recipientes clasificados y marcados ASME. Una caldera con elementos calentadores de tipo resistencia no contenidos en un recipiente clasificado y marcado ASME, debe tener los elementos calentadores protegidos a 60 A como máximo. Si esa caldera tiene una intensidad nominal superior a 48 A, debe tener los elementos calentadores subdivididos en cargas que no superen los 48 A.

Cuando una carga subdividida sea menor a 48 A, la capacidad del dispositivo de protección contra sobrecorriente debe cumplir lo establecido en el Artículo 424-3(b).

(c) Dispositivos suplementarios de protección contra sobrecorriente. Los dispositivos suplementarios de protección contra sobrecorriente para las cargas subdivididas a las que hacen referencia los anteriores apartados (a) y (b), deben ser : (1) instalados en fábrica dentro o en un encerramiento de la caldera o suministrados como conjunto independiente por el fabricante de la caldera, (2) accesibles, aunque no sea fácilmente, y (3) adecuados para protección del circuito ramal.

Cuando esta protección contra sobrecorriente se haga por medio fusibles de cartucho, se permite instalar un solo medio de desconexión para todos los circuitos subdivididos. Véase el Artículo 240-40.

(d) Conductores que alimentan dispositivos suplementarios de protección contra sobrecorriente. Los conductores que alimenten a esos dispositivos suplementarios de protección contra sobrecorriente, se deben considerar conductores del circuito ramal.

Excepción: En calentadores de 50 kW nominales o más, se permite que la capacidad nominal de los conductores que alimenten al circuito del dispositivo complementario de protección contra sobrecorriente, sea no menor que el 100% de la capacidad nominal por placa de características del calentador, siempre que se cumplan toda las condiciones siguientes:

a. Que el calentador esté rotulado con el tamaño mínimo de los conductores.
b. Que los conductores no sean de un tamaño menor al mínimo rotulado, y
c. Que el ciclo de funcionamiento del equipo esté controlado por un dispositivo activado por temperatura.

(e) Conductores para las cargas subdivididas. Los conductores alambrados en sitio entre el calentador y los dispositivos suplementarios de protección contra sobrecorriente, deben ser de una capacidad no menor al 125% de las cargas conectadas. Los dispositivos suplementarios de protección contra sobrecorriente especificados en el apartado anterior (c) deben proteger a estos conductores, según lo que establece el Artículo 240-3.

Excepción: En calentadores de 50 kW o más, se permite que la capacidad de corriente de los conductores alambrados en sitio entre el calentador y los dispositivos suplementarios de protección contra sobrecorriente no sea menor que el 100% de la carga de los respectivos circuitos subdivididos, siempre y cuando se cumplan todas las condiciones siguientes:

a. Que el calentador esté rotulado con el tamaño mínimo de los conductores.

b. Que los conductores no sean de un tamaño menor al mínimo rotulado, y
c. Que el ciclo de funcionamiento del equipo esté controlado por un dispositivo activado por temperatura.

424-73. Control para el límite de temperatura. Todas las calderas diseñadas de modo que en funcionamiento normal no se produzca un cambio de estado del medio de transferencia de calor, deben ir equipadas con medios de limitación sensibles a la temperatura. Se deben instalar para que limiten la temperatura máxima del líquido y que desconecten directa o indirectamente todos los conductores no puestos a tierra de los elementos calentadores. Dichos medios deben ser adicionales al sistema regulador de la temperatura y a cualquier otro dispositivo que proteja al depósito contra presión excesiva.

424-74. Control para el límite de presión. Todas las calderas diseñadas de modo que en funcionamiento normal se produzca cambio de estado del medio de transferencia de calor, de líquido a vapor, deben ir equipadas con medios de limitación sensibles a la presión. Se deben instalar para limitar la presión máxima y deben desconectar directa o indirectamente todos los conductores no puestos a tierra de los elementos calentadores. Dichos medios deben ser adicionales al sistema de regulación de presión y a cualquier otro dispositivo que proteja al depósito contra presión excesiva.

424-75. Puesta a tierra. Todas las partes metálicas no portadoras de corriente de la caldera deben ponerse a tierra de acuerdo con la Sección 250. Se deben proporcionar medios para conexión del conductor o conductores de puesta a tierra de equipos, dimensionados de acuerdo con la Tabla 250-95.

H. Calderas del tipo con electrodos

424-80. Alcance. Las disposiciones de la Parte H de esta Sección se aplican a las calderas que funcionen a 600 V nominales o menos y en las que el calor se genera por el paso de corriente entre electrodos a través del líquido que se quiere calentar.

Nota: Para calderas de más de 600 V, véase la Parte G de la Sección 710.

424-81. Identificación. Las calderas del tipo con electrodos deben estar identificadas como adecuadas para su instalación.

424-82. Requisitos del circuito ramal. El tamaño de los conductores del circuito ramal y los dispositivos de protección contra sobrecorriente se deben calcular sobre la base del 125% de la carga total (sin incluir motores). Se permite instalar un contactor, relé u otro dispositivo aprobado para funcionamiento continuo al 100 % de su valor nominal para alimentar su plena carga. Véase el Artículo 210-22(c) Excepción. Las disposiciones de este artículo no se aplican a los conductores que formen parte integral de una caldera aprobada.

Excepción: En las calderas del tipo con electrodos de 50 kW o más, se permite que la capacidad nominal de los conductores que alimenten al circuito del dispositivo complementario de protección contra sobrecorriente no sea menor 100% de la capacidad nominal por placa de características de la caldera, siempre que se cumplan todas las condiciones siguientes:

a. Que la caldera esté rotulada con un tamaño mínimo de los conductores.
b. Que los conductores no sean de menor tamaño que el mínimo rotulado.
c. Que el ciclo de funcionamiento del equipo esté controlado por un dispositivo actuado por temperatura o por presión.

424-83. Control para el límite de temperatura. Todas las calderas diseñadas de modo que en funcionamiento normal no se produzca un cambio de estado del medio de transferencia de calor, deben ir equipadas con medios de limitación sensibles a la temperatura. Se deben instalar para que limiten la temperatura máxima del líquido y que interrumpan directa o indirectamente todo el flujo de corriente eléctrica a través de los electrodos. Dichos

medios deben ser adicionales al sistema regulador de la temperatura y a cualquier otro dispositivo que proteja al depósito contra presión excesiva.

424-84. Control para el límite de presión. Todas las calderas diseñadas de modo que en funcionamiento normal se produzca cambio de estado del medio de transferencia de calor, de líquido a vapor, deben ir equipadas con medios de limitación sensibles a la presión. Se deben instalar para limitar la presión máxima y deben interrumpir directa o indirectamente todos el flujo de corriente eléctrica a través de los electrodos. Dichos medios deben ser adicionales al sistema de regulación de presión y a cualquier otro dispositivo que proteja al depósito contra presión excesiva.

424-85. Puesta a tierra. En las calderas diseñadas de modo que las corrientes de falla no pasen por el recipiente a presión y que el recipiente a presión esté aislado eléctricamente de los electrodos, todas las partes metálicas expuestas no portadoras de corriente, incluido el recipiente a presión y las tuberías de suministro y de retorno, se deben poner a tierra de acuerdo con lo establecido en la Sección 250.

En todos los demás diseños, el recipiente a presión que contenga los electrodos debe estar separado y eléctricamente aislado de tierra.

424-86. Rotulados. Todas las calderas del tipo con electrodos deben llevar rótulos que indiquen : (1) el nombre del fabricante; (2) sus valores nominales en voltios, amperios y kilovatios (V, A y kW); (3) la frecuencia, número de fases y de alambres del suministro eléctrico requerido; (4) la inscripción "Caldera del tipo con electrodo" ("Electrode-Type Boiler"); y (5) una advertencia que indique: " ANTES DE REVISAR LA CALDERA, INCLUIDO EL RECIPIENTE A PRESIÓN, SE DEBEN DESCONECTAR TODAS SUS FUENTES DE ALIMENTACIÓN" ("ALL POWER SUPPLIES SHALL BE DISCONNECTED BEFORE SERVICING, INCLUDING SERVICING THE PRESSURE VESSEL").

La placa de características debe estar ubicada de modo que quede visible después de la instalación.

J. Paneles y conjuntos de paneles eléctricos radiadores para calefacción

424-90. Alcance. Las disposiciones de la Parte J de esta Sección se aplican a los paneles y conjuntos de paneles radiadores para calefacción.

424-91. Definiciones.

(a) **Panel radiante.** Un panel radiante es un conjunto completo dotado de caja de unión o un tramo de tubo flexible para conectarlo a un circuito ramal.

(b) **Conjunto de paneles radiadores.** Un conjunto de paneles radiadores es un conjunto rígido o no rígido dotado de terminales no calentadores o de un conjunto de unión terminal, identificado como adecuado para conectarlo a un sistema de alambrado.

424-92. Rotulados.

(1) Los rótulos deben ser permanentes y estar en un lugar de modo que queden visibles antes de aplicar a los paneles cualquier acabado.

(2) Todos los paneles deben identificarse como adecuados para la instalación.

(3) Cada panel debe ir rotulado con un nombre o símbolo identificativo, el número de catálogo y sus valores nominales en voltios y vatios (V y W) o en voltios y amperios (V y A).

(4) El fabricante de los paneles o conjuntos de paneles radiadores debe suministrar etiquetas rotuladas que indiquen que la instalación de calefacción de ambiente incorpora paneles o conjuntos de paneles radiadores

e instrucciones para fijar las etiquetas en los paneles de distribución de modo que identifiquen los circuitos que dan el suministro a los circuitos de las instalaciones de calefacción de ambiente.

Excepción: No es necesario que lleven etiquetas los paneles y conjuntos de paneles radiadores que queden visibles y se distingan después de su instalación.

424-93. Instalación.

(a) Generalidades.

(1) Los paneles radiadores y conjuntos de paneles radiadores se deben instalar siguiendo las instrucciones del fabricante.

(2) La parte radiante no debe:

a. Instalarse en o detrás de superficies en las que pueda estar sometida a daños físicos.
b. Instalarse a través o sobre paredes, tabiques, armarios, repisas o partes similares de estructuras que lleguen hasta el cielo raso.
c. Instalarse en o a través de aislantes térmicos; no obstante se permite que estén en contacto con la superficie de un aislante térmico.

(3) Los bordes de los paneles y conjuntos de paneles deben estar separados no menos de 0,20 m de los bordes de cualquier caja de unión y de salida que se utilice para montar aparatos de alumbrado en superficie. Se debe dejar un espacio no menor de 50,8 mm hasta los aparatos empotrados y sus bordes, aberturas de ventilación y otras aberturas similares en la superficie del cuarto. Se debe dejar espacio suficiente para que ningún panel o conjunto de paneles radiadores quede cubierto por cualquier unidad de sobreponer.

Excepción: Se permite que los paneles y conjuntos de paneles radiadores rotulados para instalarlos a menor distancia, se instalen a la distancia rotulada.

(4) Una vez instalados e inspeccionados los paneles o conjuntos de paneles radiadores, se permite instalar una superficie que esté identificada en las instrucciones del fabricante como adecuada para esa instalación. La superficie debe sujetarse de modo que los clavos u otros elementos de sujeción no perforen los paneles o conjuntos de paneles radiadores.

(5) Se permite que las superficies admitidas en el Artículo 424-93(a)(4) estén cubiertas con pintura, papel de colgadura u otro revestimiento identificado en las instrucciones del fabricante como adecuado.

(b) Conjuntos de paneles radiadores.

(1) Se permite sujetar los conjuntos de paneles radiadores a la cara inferior de las vigas o montarlos entre vigas, barras o listones claveteados.

(2) Los conjuntos de paneles radiadores se deben instalar paralelos a las vigas o a los listones claveteados.

(3) El claveteado o grapado de los conjuntos de paneles radiadores se debe hacer únicamente en las partes no calentadoras proporcionadas para ese fin. Los conjuntos de paneles radiadores no se deben cortar ni atravesar con clavos en ningún punto a menos de 6,5 mm del elemento calentador. No se deben usar clavos, grapas ni ningún otro elemento de sujeción que pueda penetrar las partes portadoras de corriente.

(4) Los conjuntos de paneles radiadores se deben instalar como unidad completa, excepto si están identificados para cortarlos en obra de una manera aprobada.

424-94. Separación del alambrado en los cielos rasos. Los cables instalados encima de cielos rasos calentados deben estar ubicados a no menos de 50,8 mm por encima del cielo raso calentado y se debe considerar que operan a una temperatura ambiente de 50℃. Su capacidad de corriente se debe calcular aplicando los factores de corrección dados en las Tablas de capacidad de corriente, de 0 a 2 000 V, de la Sección 310.

Excepción: No es necesario aplicar factores de corrección de temperatura al alambrado sobre cielos rasos calentados y ubicado sobre aislantes térmicos de un espesor mínimo de 50,8 mm.

424-95. Ubicación del alambrado de los alimentadores y circuitos ramales en paredes.

(a) Paredes exteriores. Los métodos de alambrado deben cumplir lo establecido en la Sección 300 y el Artículo 310-10.

(b) Paredes interiores. Se debe considerar que todo el alambrado instalado detrás de paneles o conjuntos de paneles radiadores ubicados en paredes o tabiques interiores operan a una temperatura ambiente de 40℃ y su capacidad de corriente se debe calcular aplicando los factores de corrección de las Tablas de capacidad de corriente de 0 a 2 000 V de la Sección 310.

424-96. Conexión a los conductores del circuito ramal.

(a) Generalidades. Los paneles o conjuntos de paneles radiadores ensamblados en obra de modo que formen una instalación de calefacción en una cuarto o área, se deben conectar siguiendo las instrucciones del fabricante.

(b) Paneles radiadores. Los paneles radiadores se deben conectar al alambrado del circuito ramal mediante un método aprobado.

(c) Conjuntos de paneles radiadores.

(1) Los conjuntos de paneles radiadores se deben conectar al alambrado del circuito ramal mediante un método identificado como adecuado para ese fin.

(2) Se permite que un conjunto de paneles radiadores dotado de un conjunto de uniones terminales tenga los terminales no calentadores asegurados en el momento de su instalación siguiendo las instrucciones del fabricante.

424-97. Terminales no calentadores. Se permite que los sobrantes de los terminales no calentadores de los paneles o conjuntos de paneles radiadores, se corten a la longitud necesaria. Deben cumplir los requisitos de instalación del método de alambrado empleado, de acuerdo con el Artículo 424-96. Los terminales no radiadores deben formar parte integrante de un panel o conjunto de paneles radiadores y no están sujetos a los requisitos de capacidad de corriente de los circuitos ramales, tal como establece el Artículo 424-3(b).

424-98. Instalación en concreto o mampostería vertida.

(a) Área máxima calentada. Los paneles o conjuntos de paneles radiadores no deben superar los 355 W por metro cuadrado de área calentada.

(b) Asegurados en sitio e identificados como adecuados. Los paneles o conjuntos de paneles radiadores se deben sujetar por los medios indicados en las instrucciones del fabricante e identificados como adecuados para la instalación.

(c) Juntas de dilatación. Los paneles o conjuntos de paneles radiadores no se deben instalar haciendo puente sobre juntas de dilatación, excepto si están protegidos contra la dilatación y la contracción.

(d) Separación. Se debe mantener una separación entre los paneles o conjuntos de paneles radiadores y los elementos metálicos empotrados en el piso.

(e) Protección de los terminales. Cuando los terminales salgan del piso, se deben proteger mediante tubo metálico rígido, tubo metálico intermedio, tubo rígido no metálico, tubería eléctrica metálica o cualquier otro medio aprobado.

(f) Pasacables y accesorios requeridos. Cuando los terminales salgan de las baldosas del piso, se deben utilizar pasacables o accesorios aprobados.

424-99. Instalación bajo el revestimiento del piso.

(a) Identificación. Los paneles o conjuntos de paneles radiadores para instalarlos bajo el revestimiento del piso, deben estar identificados como adecuados para instalar bajo el revestimiento del piso.

(b) Área máxima calentada. Los paneles o conjuntos de paneles radiadores instalados bajo el revestimiento del piso no deben superar los 160 W por metro cuadrado de superficie calentada.

(c) Instalación. Los paneles o conjuntos de paneles radiadores certificados como aptos para ser instalados bajo el revestimiento del piso, si se instalan así deben ir sobre superficies lisas y planas, siguiendo las instrucciones del fabricante y, además, deben cumplir los siguientes requisitos:

(1) Juntas de dilatación. Los paneles o conjuntos de paneles radiadores no se deben instalar haciendo puente sobre juntas de dilatación, excepto si están protegidos contra la dilatación y la contracción.

(2) Conexión a los conductores. Los paneles y conjuntos de paneles radiadores se deben conectar al circuito ramal y al de suministro mediante métodos de alambrado descritos en el Capítulo 3.

(3) Anclaje. Los paneles y conjuntos de paneles radiadores se deben anclar firmemente al piso mediante un adhesivo o un sistema de anclaje identificado para dicho uso.

(4) Cubiertas. Una vez instalados e inspeccionados los paneles o conjuntos de paneles radiadores, se permite cubrirlos mediante un revestimiento para piso que esté identificado por el fabricante como adecuado para la instalación. El revestimiento se debe sujetar al panel o conjunto de paneles radiadores mediante adhesivo de tipo removible o por otro medio identificado para ese uso.

(5) Protección contra falla a tierra. Un dispositivo que abra todos los conductores no puestos a tierra que alimentan a los paneles o conjuntos de paneles radiadores, suministrado por el fabricante, debe funcionar cuando se produzca una falla de alta o baja resistencia entre fases, entre fase y conductor de puesta tierra o entre fase y tierra, como resultado de una penetración del conjunto elemento/elemento.

Nota: Para esta protección puede ser necesario un blindaje integral de puesta a tierra.

Sección 426 - EQUIPOS ELÉCTRICOS FIJOS EXTERIORES PARA DESHIELO Y FUSIÓN DE LA NIEVE

A. Generalidades

426-1. Alcance. Los requisitos de esta Sección se aplican a sistemas de calentamiento eléctrico para deshielo y fusión de la nieve y su instalación.

(a) Empotrados. Empotrados en calles, aceras, escalones y otras áreas.

(b) Expuestos. Expuestos en sistemas de drenaje, puentes, tejados y otras estructuras.

426-2. Definiciones. A los fines de esta Sección:

Sistema de calentamiento. Sistema completo que consta de componentes tales como elementos calentadores, elementos de fijación, alambrado de circuito no calentadores, terminales, reguladores de temperatura, señales de seguridad, cajas de unión, canalizaciones y accesorios.

Elemento de calentamiento por resistencia. Elemento independiente específico para generar calor y que va empotrado o sujeto a la superficie que se va a calentar.

Nota: Ejemplos de elementos de calentamiento por resistencia son las resistencias tubulares, resistencias planas, cables calentadores, cinta calentadora y paneles radiadores de calefacción.

Sistema de calentamiento por impedancia. Sistema en el que el calor se genera en una barra o tubo o una combinación de barras y tubos, haciendo que pase corriente a través de la barra o tubo conectándolos directamente a una fuente de tensión de c.a. desde un transformador con devanado dual. Se permite que la barra o tubo estén empotrados en la superficie a calentar o formen el componente expuesto a calentar.

Sistema de calentamiento por efecto superficial. Sistema en el que el calor se genera en la superficie interior de un encerramiento ferromagnético empotrado o sujeto a la superficie a calentar.

Nota: Normalmente, se pasa un conductor eléctricamente aislado a través de la cubierta y se conecta al otro extremo. La cubierta y el conductor aislado eléctricamente se conectan a una fuente de tensión de c.a. desde un transformador con devanado dual.

426-3. Aplicación de otras Secciones. Son de aplicación todos los requisitos de este *Código*, excepto los específicamente modificados en esta Sección. Los equipos eléctricos fijos exteriores para deshielo y fusión de la nieve, conectados con cordón y clavija y destinados para este uso específico e identificados como tales, se deben instalar de acuerdo con la Sección 422. Los equipos eléctricos fijos exteriores de deshielo y fusión de la nieve que se utilicen en lugares peligrosos (clasificados), deben cumplir las Secciones 500 a 516.

426-4. Dimensionamiento del circuito ramal. La capacidad de corriente de los conductores del circuito ramal y la capacidad nominal o ajuste de disparo de los dispositivos de protección contra sobrecorriente que alimenten a los equipos eléctricos fijos exteriores de deshielo y fusión de la nieve, no debe ser menor al 125% de la carga total de los calentadores. La capacidad nominal o ajuste de disparo de los dispositivos de protección contra sobrecorriente pueden ser los establecidos en el Artículo 240-3(b).

B. Instalación

426-10. Generalidades. Los equipos eléctricos para deshielo y fusión de la nieve en exteriores deben estar identificados como adecuados para:

(1) El ambiente químico, térmico y físico.

(2) Su instalación de acuerdo con los planos e instrucciones del fabricante.

426-11. Uso. El equipo eléctrico de calentamiento se debe instalar de modo que esté protegido contra daños físicos.

426-12. Protección térmica. Las superficies externas de los equipos eléctricos de deshielo y fusión de la nieve para exteriores, que operen a temperaturas superiores a 60℃, deben estar físicamente resguardadas, se paradas o aisladas térmicamente para proteger al personal en el área del contacto con las mismas.

426-13. Identificación. La presencia de equipos eléctricos exteriores de deshielo y fusión de la nieve se debe advertir por la colocación de señales de precaución o rótulos adecuados en lugar claramente visible.

426-14. Permiso especial. Se permite instalar equipos eléctricos fijos de exteriores para deshielo y fusión de la nieve cuyo método de construcción o instalación sea distinto al cubierto en esta Sección, únicamente mediante permiso especial.

C. Elementos de calentamiento por resistencia

426-20. Equipos empotrados para deshielo y fusión de la nieve.

(a) Densidad de potencia. Los paneles o unidades no deben superar los 1 290 W por metro cuadrado de superficie calentada.

(b) Separación. La separación entre los tramos adyacentes de cables depende de la capacidad de los cables y no debe ser menor a 25 mm en sus centros.

(c) Cubierta. Las unidades, paneles o cables se deben instalar:

(1) Sobre una base firme de asfalto o mampostería de mínimo 50,8 mm de espesor y se debe aplicar una capa de asfalto o mampostería de mínimo 38 mm sobre las unidades, paneles o cables.

(2) Se permite instalarlos sobre otras bases aprobadas y empotrarlos en 89 mm de mampostería o asfalto, pero no a menos de 38 mm de la superficie superior.

(3) Los equipos que hayan sido investigados especialmente para otras formas de instalación, se deben instalar únicamente en la forma para la que se hayan hecho la investigación.

(d) Sujeción. Mientras se aplica la capa de acabado de asfalto o mampostería, los cables, unidades y paneles deben estar sujetos mediante bastidores, separadores u otros medios aprobados.

(e) Dilatación y contracción. Los cables, unidades y paneles no se deben instalar donde formen puente sobre juntas de dilatación, excepto si están protegidos contra la dilatación y la contracción.

426-21. Equipos expuestos para deshielo y fusión de la nieve.

(a) Sujeción. Los elementos de calentamiento se deben sujetar a la superficie a calentar por medios aprobados.

(b) Sobretemperatura. Cuando el elemento de calentamiento no esté en contacto directo con la superficie a calentar, el diseño del conjunto calentador debe ser tal que no se sobrepasen sus límites de temperatura.

(c) Dilatación y contracción. Los elementos y conjuntos de calefacción no se deben instalar haciendo puente sobre juntas de dilatación, excepto si están protegidos contra la dilatación y la contracción.

(d) Capacidad de flexión. Cuando se instalen en estructuras flexibles, los elementos y conjuntos de calentamiento deben tener una capacidad de flexión compatible con la de la estructura.

426-22. Instalación de terminales no calentadores para equipos empotrados.

(a) Pantalla o blindaje de puesta a tierra. Se permite que los terminales no calentadores que tengan una pantalla o blindaje de puesta a tierra estén empotrados en mampostería o asfalto del mismo modo que el cable calentador, sin necesidad de protección física adicional.

(b) Canalizaciones. Todos los terminales no calentadores, excepto los de tipo TW de 25 a 150 mm y otros tipos aprobados que no tengan blindaje de tierra, deben ir metidos en tubo rígido, tubería eléctrica metálica, tubo metálico intermedio u otra canalización empotrada en el asfalto o mampostería; la distancia del empalme de fábrica hasta la canalización no debe ser menor a 25 mm ni mayor de 150 mm.

(c) Pasacables. Cuando los terminales entren en los conductos o tuberías empotradas en el asfalto o mampostería se deben utilizar pasacables aislantes.

(d) Dilatación y contracción. Los terminales deben ir protegidos en juntas de dilatación y cuando salgan de la mampostería o asfalto a través de tubo rígido, tubería metálica eléctrica, tubo metálico intermedio, otras canalizaciones o medios aprobados.

(e) Terminales en cajas de unión. Los terminales no calentadores dentro de las cajas de unión se deben dejar con un tramo libre no menor a 150 mm.

426-23. Instalación de terminales no calentadores para equipos expuestos.

(a) Terminales no calentadores. Los terminales de suministro no calentadores (terminales fríos) para los elementos de resistencia, deben ser adecuados para las temperaturas a las que vayan a funcionar. Se permite acortar los terminales no calentadores premontados de calentadores aprobados, siempre que se conserven los rótulos indicados en el Artículo 426-25. En las cajas de unión debe dejarse un tramo de terminal no calentador no menor a 150 mm.

(b) Protección. Los terminales de suministro no calentadores (terminales fríos) deben estar metidos en tubo rígido, tubo metálico intermedio, tubería eléctrica metálica u otro medio aprobado.

426-24. Conexión eléctrica.

(a) Conexiones de los elementos calentadores. Las conexiones eléctricas distintas a las hechas en fábrica entre elementos calentadores y no calentadores empotrados en mampostería, asfalto o sobre superficies expuestas, se deben hacer con conectores aislados identificados para ese uso.

(b) Conexiones a los circuitos. Los empalmes y terminaciones en los extremos de los terminales fríos, distintos a los hechos con los extremos de los elementos calentadores, deben ir instalados en una caja o accesorio de acuerdo con los Artículos 110-14 y 300-15.

426-25. Rotulado. Todas las unidades calentadoras montadas en fábrica deben llevar bien visible, a menos de 76 mm de cada extremo de todos los terminales no calentadores, un símbolo de identificación permanente, el número de catálogo y sus valores nominales en voltios y vatios o en voltios y amperios.

426-26. Protección contra la corrosión. Se permite instalar canalizaciones, blindajes de cables, cables armado, cajas, accesorios, soportes y herrajes de soporte de metales ferrosos y no ferrosos en concreto o en contacto directo con la tierra, o en zonas expuestas a influencias corrosivas severas, cuando estén hechos de material adecuado para esas condiciones o estén dotados de una protección contra la corrosión identificada como adecuada para esas condiciones.

426-27. Puesta a tierra.

(a) Masas metálicas. Las partes metálicas expuestas no portadoras de corriente de los equipos por las cuales sea probable que pase corriente, se deben conectar equipotencialmente entre sí y poner a tierra de alguna manera especificada en la Sección 250.

(b) Pantalla o blindaje de puesta a tierra. Como parte de la sección calentadora de un cable, panel o unidad, se deben instalar medios de puesta a tierra tales como pantalla de cobre, blindaje metálico u otro medio aprobado.

426-28. Protección de los equipos. Para los circuitos ramales a los que se conecten equipos eléctricos exteriores fijos para deshielo y fusión de nieve, se debe proporcionar protección contra falla a tierra de equipos.

D. Calentamiento por impedancia

426-30. Protección personal. Los componentes expuestos de los sistemas de calentamiento por impedancia deben estar físicamente resguardados, separados o aislados térmicamente con un recubrimiento a prueba de intemperie para evitar el contacto con el personal en el área.

426-31. Límites de tensión. El devanado del secundario del transformador de aislamiento conectado a los elementos de calentamiento por impedancia, no debe tener una salida con tensión nominal superior a 30 V c.a. Véase el Artículo 426-32.

Excepción: Se permite que esa tensión sea superior a 30 V pero no superior a 80 V si se instala un interruptor de circuito por falla a tierra para la protección de las personas.

426-32. Transformador de aislamiento. Para aislar el sistema de distribución del sistema de calentamiento se debe instalar un transformador con devanado dual y con un blindaje puesto a tierra entre los devanados primario y secundario.

426-33. Corrientes inducidas. Todos los componentes portadores de corriente se deben instalar de acuerdo con el Artículo 300-20.

426-34. Puesta a tierra. Un sistema de calentamiento por impedancia que opere a una tensión de más de 30 V, pero no más de 80 V, se debe poner a tierra en el punto o puntos designados.

E. Calentamiento por efecto superficial

426-40. Capacidad nominal de los conductores. Se permite que la corriente que pase a través de los conductores aislados eléctricamente dentro de una cubierta ferromagnética, supere los valores de capacidad de corriente mostrados en la Sección 310, siempre que los conductores estén identificados como adecuados para ese uso.

426-41. Cajas de paso. Cuando haya instaladas cajas de paso, deben ser accesibles sin necesidad de excavar, ubicándolas en bóvedas adecuadas o sobre el suelo. Las cajas de paso en exteriores deben ser de construcción hermética al agua.

426-42. Conductor sencillo en un encerramiento. Las disposiciones del Artículo 300-20 no se deben aplicar a una instalación con un solo conductor en una cubierta ferromagnética (encerramiento metálico).

426-43. Protección contra corrosión. Se permite instalar cubiertas electromagnéticas, canalizaciones, cajas, accesorios, soportes y elementos de soporte de metales ferrosos o no ferrosos, en concreto, en contacto directo con la tierra o en zonas expuestas a influencias corrosivas severas, cuando estén hechos de material adecuado para esas condiciones o dotados de una protección contra la corrosión identificada como adecuada para esas condiciones. La protección contra la corrosión debe mantener el espesor original de las paredes de la cubierta ferromagnética.

426-44. Puesta a tierra. La cubierta ferromagnética se debe poner a tierra en ambos extremos y además se permite ponerla a tierra en otros puntos intermedios, si así lo exige su diseño.

A los sistemas de calentamiento por efecto superficial no se aplican las disposiciones de el Artículo 250-26.

Nota: Para los métodos de puesta a tierra, véase el Artículo 250-26(d)

F. Control y protección

426-50. Medios de desconexión.

(a) Desconexión. Todos los equipos eléctricos exteriores fijos para deshielo y fusión de la nieve deben estar dotados con un medio para desconexión de todos los conductores no puestos a tierra. Cuando sea fácilmente accesible al usuario del equipo, se permite que el interruptor o el interruptor automático del circuito ramal sirva como medio de desconexión. Los interruptores utilizados como medio de desconexión deben ser del tipo con indicador.

(b) Equipo conectado con cordón y clavija. Se permite utilizar como medio de desconexión la clavija instalada en fábrica de un equipo conectado con cordón y clavija de 20 A nominales o menos y 150 V o menos a tierra.

426-51. Controladores.

(a) Controlador de temperatura con posición de "Apagado" ("Off"). Los dispositivos de interrupción controlados por temperatura que llevan indicada un posición de "Apagado" e interrumpen la corriente de línea, deben abrir todos los conductores no puestos a tierra cuando el dispositivo controlador esté en esa posición. No se permite que estos dispositivos sirvan como medio de desconexión, excepto si se pueden bloquear en posición de desconexión.

(b) Controlador de temperatura sin posición de "Apagado" ("Off"). No es necesario que los dispositivos de interrupción controlados por temperatura que no tengan posición de "Apagado" abran todos los conductores no puestos a tierra y no se permite que este dispositivo se utilice como medio de desconexión.

(c) Controlador remoto de temperatura. No es necesario que los dispositivos remotos controlados por temperatura cumplan los requisitos de el Artículo 426-51(a). No se permite utilizar estos dispositivos como medio de desconexión.

(d) Dispositivos de interrupción combinados. Los dispositivos de interrupción combinados, consistentes en dispositivos accionados por la temperatura e interruptores controlados manualmente, que sirvan al mismo tiempo como controladores y medio de desconexión, deben cumplir todas las siguientes condiciones:

(1) Abrir todos los conductores no puestos a tierra cuando se pongan manualmente en posición de "Apagado".

(2) Estar diseñados de modo que, una vez puesto el interruptor manualmente en posición de "Apagado", el circuito no se pueda energizar automáticamente.

(3) Estar dotados de un dispositivo de bloqueo en posición de "Apagado".

426-52. Protección contra sobrecorriente. Se permite que los equipos eléctricos exteriores fijos para deshielo y fusión de la nieve estén protegidos contra sobrecorriente cuando estén alimentados desde un circuito ramal, como establece el Artículo 426-4.

426-54. Equipos para deshielo y fusión de la nieve conectados por cordón y clavija. Los equipos para deshielo y fusión de la nieve conectados por cordón y clavija deben estar certificados.

Sección 427 - EQUIPOS ELÉCTRICOS FIJOS DE CALENTAMIENTO PARA TUBERÍAS Y RECIPIENTES

A. Generalidades

427-1. Alcance. Los requisitos de esta Sección se aplican a sistemas de calentamiento eléctricos y a la instalación de esos sistemas cuando se emplean con tuberías, recipientes o ambos.

427-2. Definiciones. Para los fines de esta Sección:

Elemento de calentamiento por resistencia: Elemento específico independiente para generar el calor que se aplica interna o externamente a la tubería o recipiente.

Nota: Ejemplos de elementos de calentamiento por resistencia son los calentadores tubulares, calentadores planos, cables calentadores, cinta calentadora y mantas calentadoras.

Recipiente: Envase tal como un como barril, tambor o tanque para contener líquidos u otros materiales.

Sistema de calentamiento integrado: Sistema completo consistente en componentes como tuberías, recipientes, elementos de calentamiento, medio de transmisión de calor, aislamiento térmico, barreras antihumedad, terminales no calentadores, controladores de temperatura, señales de seguridad, cajas de unión, canalizaciones y accesorios.

Sistema de calentamiento por efecto superficial: Sistema en el que se genera calor en la superficie interior de una cubierta ferromagnética unida a una tubería y/o recipiente.

Nota: Normalmente se pasa un conductor eléctricamente aislado a través de la cubierta y se conecta a esta al otro extremo. La cubierta y el conductor aislado eléctricamente se conectan a una fuente de tensión de c.a. desde un transformador con devanado dual.

Sistema de calentamiento por impedancia: Sistema en el que se genera calor en la pared de una tubería o recipiente haciendo fluir una corriente a través de la pared de esa tubería o recipiente, conectándola directamente a una fuente de tensión de c.a. desde un transformador con devanado dual.

Sistema de calentamiento por inducción: Sistema en el cual se genera calor en la pared de una tubería o recipiente induciendo una corriente y del efecto histéresis que se produce en la pared de la tubería o recipiente conectada a una fuente externa aislada de campo en c.a.

Tubería: Tramo de tubos incluyendo bombas, válvulas, bridas, dispositivos de control, filtros y/o equipos similares para el transporte de fluidos.

427-3. Aplicación de otras Secciones. Son de aplicación todos los requisitos de este *Código*, excepto los específicamente modificados en esta Sección. Los equipos eléctricos de calentamiento de tuberías conectados con cordón, destinados para este uso específico e identificados como tales, se deben instalar de acuerdo con la Sección 422. Los equipos eléctricos fijos de calentamiento de tuberías y recipientes que se utilicen en lugares peligrosos (clasificados), deben cumplir las Secciones 500 a 516.

427-4. Dimensionamiento del circuito ramal. La capacidad de corriente de los conductores del circuito ramal y la capacidad nominal o ajuste de disparo de los dispositivos de protección contra sobrecorriente que alimenten a los equipos eléctricos fijos de calentamiento para tuberías y recipientes, no debe ser menor que el 125% de la carga total de los elementos de calentamiento. Se permite que la capacidad nominal o ajuste de disparo de los dispositivos de protección contra sobrecorriente esté de acuerdo con lo establecido en el Artículo 240-3(b).

B. Instalación

427-10. Generalidades. Los equipos eléctricos de calentamiento para tuberías y recipientes deben estar identificados como adecuados para : (1) el ambiente físico, químico y térmico y (2) instalarse siguiendo los planos e instrucciones del fabricante.

427-11. Uso. El equipo eléctrico de calentamiento se debe instalar de modo que esté protegido contra daños físicos.

427-12. Protección térmica. Las superficies externas de los equipos eléctricos de calentamiento para tuberías y recipientes que funcionen a temperaturas superiores a 60℃, deben estar físicamente resguardadas, sepa radas o aisladas térmicamente para proteger al personal en el área del contacto con las mismas.

427-13. Identificación. La presencia de equipos eléctricos de calentamiento de tuberías o recipientes o ambos, se debe advertir por la colocación de señales de precaución o rótulos adecuados visibles, a intervalos frecuentes a lo largo de la tubería o recipiente.

C. Elementos de calentamiento por resistencia

427-14. Fijación. Los conjuntos de elementos de calentamiento por resistencia se deben sujetar a la superficie que se quiera calentar por medios que no sean aislantes térmicos.

427-15. Sin contacto directo. Cuando el elemento de calentamiento no esté en contacto directo con la tubería o recipiente a calentar, se debe instalar un medio adecuado que evite la sobretemperatura del conjunto calentador, a no ser que el diseño del conjunto de calentamiento sea tal que sus límites de temperatura no sean excedidos.

427-16. Dilatación y contracción. Los elementos y conjuntos de calefacción no se deben instalar haciendo puente sobre juntas de dilatación, a menos que estén protegidos contra la dilatación y la contracción.

427-17. Capacidad de flexión. Cuando se instalen en tuberías flexibles, los elementos y conjuntos de calentamiento deben tener una capacidad de flexión compatible con la de la tubería.

427-18. Terminales de suministro.

(a) Terminales no calentadores. Los terminales de suministro no calentadores (terminales fríos) de los elementos de resistencia, deben ser adecuados para las temperaturas a las que vayan a funcionar. Se permite acortar los terminales no calentadores premontados de elementos de calentamiento aprobados, siempre que se conserven los rótulos indicados en el Artículo 426-25. En las cajas de unión deben dejarse tramos de terminales no calentadores no menores a 150 mm.

(b) Protección de los terminales de suministro. Cuando salgan de los equipos de calentamiento de tuberías o recipientes calentados eléctricamente, los terminales de suministro se deben proteger mediante tubo de metal rígido, tubo metálico intermedio, tuberías eléctricas metálicas u otras canalizaciones identificadas como adecuadas para esa aplicación.

(c) Terminales de interconexión. Se permite que los terminales no calentadores que interconectan diversas partes del sistema de calentamiento, estén cubiertos por un aislante térmico en la misma forma que los calentadores.

427-19. Conexiones eléctricas.

(a) Interconexiones no calentadoras. Las interconexiones no calentadoras, cuando deban estar bajo aislante térmico, se deben hacer con conectores aislados identificados como adecuados para ese uso.

(b) Conexiones de circuitos. Los empalmes y terminaciones en el exterior del aislante térmico, deben ir instalados en una caja o accesorio, de acuerdo con los Artículos 110-14 y 300-15.

427-20. Rotulado. Todas las unidades calentadoras montadas en fábrica deben llevar un rótulo legible, a menos de 76 mm de cada extremo de todos los terminales no calentadores, que incluya un símbolo de identificación permanente, el número de catálogo y sus valores nominales en voltios y vatios (V y W) o en voltios y amperios (V y A).

427-21. Puesta a tierra. Las partes metálicas expuestas no portadoras de corriente de los equipos que se puedan llegar a energizar, se deben poner a tierra como lo exige la Sección 250.

427-22. Protección de los equipos. Todos los circuitos ramales que alimenten equipos eléctricos de calentamiento, deben estar dotados de protección contra falla a tierra de equipos.

Excepción : En instalaciones industriales cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que sólo acceden a la instalación personas calificadas y sea necesario que los equipos funcionen continuamente para la seguridad de los equipos o procesos. En ese caso es necesaria una indicación de alarma por falla a tierra.

427-23. Cubierta metálica. Los equipos eléctricos de calentamiento deben tener una cubierta metálica puesta a tierra, que cumpla alguno de los siguientes apartados (a) o (b):

(a) Cables o alambres calentadores. Los cables o alambres calentadores deben tener una cubierta metálica puesta a tierra que rodee al elemento calentador y al bus de alambres, si los hubiera, así como su aislamiento eléctrico.

(b) Paneles calentadores. Los paneles calentadores deben tener una cubierta metálica puesta a tierra sobre el elemento calentador y su aislante eléctrico por el lado opuesto al que va unido a la superficie a calentar. La cubierta metálica debe tener una trayectoria de puesta a tierra eficaz.

D. Calentamiento por impedancia

427-25. Protección personal. Las superficies accesibles externas de las tuberías y recipientes a calentar deben estar físicamente resguardados, separados o aislados térmicamente (con un recubrimiento a prueba de intemperie en las instalaciones exteriores), para evitar el contacto con el personal en el área.

427-26. Límites de tensión. El devanado del secundario del transformador de aislamiento (Artículo 427-27) conectado a la tubería o recipiente a calentar, no debe tener una salida nominal superior a 30 V c.a.

Excepción: Se permite que esa tensión sea superior a 30 V, pero no superior a 80 V, si se proporciona protección personal mediante interruptor de circuito por falla a tierra.

427-27. Transformador de aislamiento. Para aislar el sistema de distribución del sistema de calentamiento se debe instalar un transformador de doble devanado (dual) con un blindaje puesto a tierra entre los devanados primario y secundario.

427-28. Corrientes inducidas. Todos los componentes portadores de corriente se deben instalar de acuerdo con el Artículo 300-20.

427-29. Puesta a tierra. La tubería, el recipiente o ambos, a ser calentados y que operen a más de 30 V y a no más de 80 V, se deben poner a tierra en el punto o puntos designados.

427-30. Dimensionamiento de los conductores del secundario. La capacidad de corriente de los conductores conectados al secundario del transformador debe ser como mínimo el 100 % de la carga total del calentador.

E. Calentamiento por inducción

427-35. Alcance. Esta parte trata de la instalación de equipos de calentamiento por inducción a la frecuencia de la red, para tuberías, recipientes y sus accesorios.

Nota: Para otras aplicaciones, véase la Sección 665.

427-36. Protección personal. Las bobinas de inducción que funcionan o puedan funcionar a tensiones superiores a 30 V c.a., deben ir alojadas en encerramientos no metálicos o metálicos divididos, en sitios separados o inaccesibles, para proteger al personal que pueda estar en el área.

427-37. Corriente inducida. Se debe evitar que las bobinas de inducción produzcan corrientes circulantes inducidas en equipos metálicos, soportes o estructuras próximas blindando o aislando física o eléctricamente a las trayectorias de corriente. Las partes donde se puedan producir corrientes parásitas se deben conectar equipotencialmente para evitar la formación de arcos.

F. Calentamiento por efecto superficial

427-45. Capacidad de corriente de los conductores. Se permite que la capacidad de corriente de un conductor aislado eléctricamente dentro de una cubierta ferromagnética, supere los valores dados en la Sección 310, siempre que el conductor esté identificado como adecuado para ese uso.

427-46. Cajas de paso. Cuando haya instaladas cajas de paso para halar el conductor aislado eléctricamente en una cubierta ferromagnética, se permite que estén enterradas bajo el aislante térmico, siempre que su posición esté indicada por rótulos permanentes en la superficie de la cubierta aislante y en los planos. Las cajas de paso instaladas en exteriores deben ser herméticas al agua.

427-47. Un solo conductor en un encerramiento. Lo establecido en el Artículo 300-20 no se debe aplicar a una instalación con un solo conductor en una cubierta ferromagnética (encerramiento metálico).

427-48. Puesta a tierra. La cubierta ferromagnética se debe poner a tierra en ambos extremos y además se permite ponerla a tierra en otros puntos intermedios, si así lo exige su diseño. Para asegurar la continuidad eléctrica, la cubierta ferromagnética se debe conectar equipotencialmente en todas sus uniones o juntas.

A los sistemas de calentamiento por efecto superficial no se aplican las disposiciones del Artículo 250-26.

Nota: Para los métodos de puesta a tierra, véase el Artículo 250-26(d)

G. Control y protección

427-55. Medios de desconexión.

(a) **Interruptor o interruptor automático.** Todos los equipos eléctricos fijos para calentamiento de tuberías y recipientes deben estar dotados con un medio de desconexión para todos los conductores no puestos a tierra. Cuando sea fácilmente accesible al usuario del equipo, se permite que el interruptor o interruptor automático del circuito ramal sirva como medio de desconexión. Los interruptores utilizados como medio de desconexión deben ser del tipo indicador e ir dotados de un dispositivo de bloqueo en su posición de "Apagado".

(b) **Equipo conectado con cordón y clavija.** Se permite utilizar como medio de desconexión la clavija instalada en fábrica de un equipo conectado con cordón y clavija de 20 A nominales o menos y 150 V o menos a tierra.

427-56. Controles.

(a) **Control de temperatura con posición de "Apagado".** Los dispositivos de interrupción controlados por la temperatura que llevan indicada la posición de "Apagado" e interrumpan la corriente de línea, deben abrir todos los conductores no puestos a tierra cuando el dispositivo de control esté en esa posición de "Apagado". No se permite que estos dispositivos sirvan como medio de desconexión, excepto si se pueden bloquear en posición de "Apagado".

(b) Control de temperatura sin posición de "Apagado". No es necesario que los dispositivos de interrupción controlados por temperatura, que no tengan posición de "Apagado" abran todos los conductores no puestos a tierra y no se permite que este dispositivo se utilice como medio de desconexión.

(c) Controlador remoto de temperatura. No es necesario que los dispositivos de control remoto accionados por la temperatura cumplan los requisitos de el Artículo 427-56(a) y (b). No se permite utilizar estos dispositivos como medio de desconexión.

(d) Dispositivos de interrupción combinados. Los dispositivos de interrupción combinados, consistentes en dispositivos accionados por la temperatura e interruptores controlados manualmente que sirvan al mismo tiempo como controladores y medio de desconexión, deben cumplir todas las siguientes condiciones:

(1) Abrir todos los conductores no puestos a tierra cuando se pongan manualmente en posición de "Apagado".

(2) Estar diseñados de modo que, una vez puesto el interruptor manualmente en posición de "Apagado", el circuito no se pueda energizar automáticamente.

(3) Estar dotados de un dispositivo de bloqueo en posición de "Apagado".

427-57. Protección contra sobrecorriente. Se considera que los equipos eléctricos de calentamiento están protegidos contra sobrecorriente cuando se alimentan desde un circuito ramal, como establece el Artículo 427-4.

Sección 430 - MOTORES, CIRCUITOS DE MOTORES Y CONTROLADORES

A. Generalidades

430-1. Alcance. Esta Sección trata de los motores, de los conductores de los alimentadores y circuitos ramales y de su protección, de la protección de los motores contra sobrecargas, de los circuitos de control de motores, de los controladores de motores y de los centros de control de motores.

Excepción nº. 1: Los requisitos de instalación de los centros de control de motores se tratan en el Artículo 384-4.

Excepción nº. 2: Los equipos de refrigeración y aire acondicionado se tratan en la Sección 440.

Nota: La Figura 430-1 es solamente para información.

Parte A. Generalidades, Artículos 430-1 a 430-18.
Parte B. Conductores del circuito del motor, Artículos 430-21 a 430-29.
Parte C. Protección del motor y del circuito ramal contra sobrecargas, Artículos 430-31 a 430-44.
Parte D. Protección del circuito ramal del motor contra cortocircuitos y falla a tierra, Artículos 430-51 a 430-58.
Parte E. Protección del alimentador del motor contra cortocircuitos y falla a tierra, Artículos 430-61 a 430-63.
Parte F. Circuitos de control del motor, Artículos 430-71 a 430-74.
Parte G. Controladores del motor, Artículos 430-81 a 430-91.
Parte H. Centro de control de motores, Artículos 430-92 a 430-98.
Parte I. Medios de desconexión, Artículos 430-101 a 430-113.
Parte J. Requisitos para tensiones mayores a 600 V nominales, Artículos 430-121 a 430-127.
Parte K. Protección de partes energizadas, en todas las tensiones, Artículos 430-131 a 430-133.
Parte L. Puesta a tierra, todas las tensiones, Artículos 430-141 a 430-145.
Parte M. Tablas, Tablas 430-17 a 430-152.

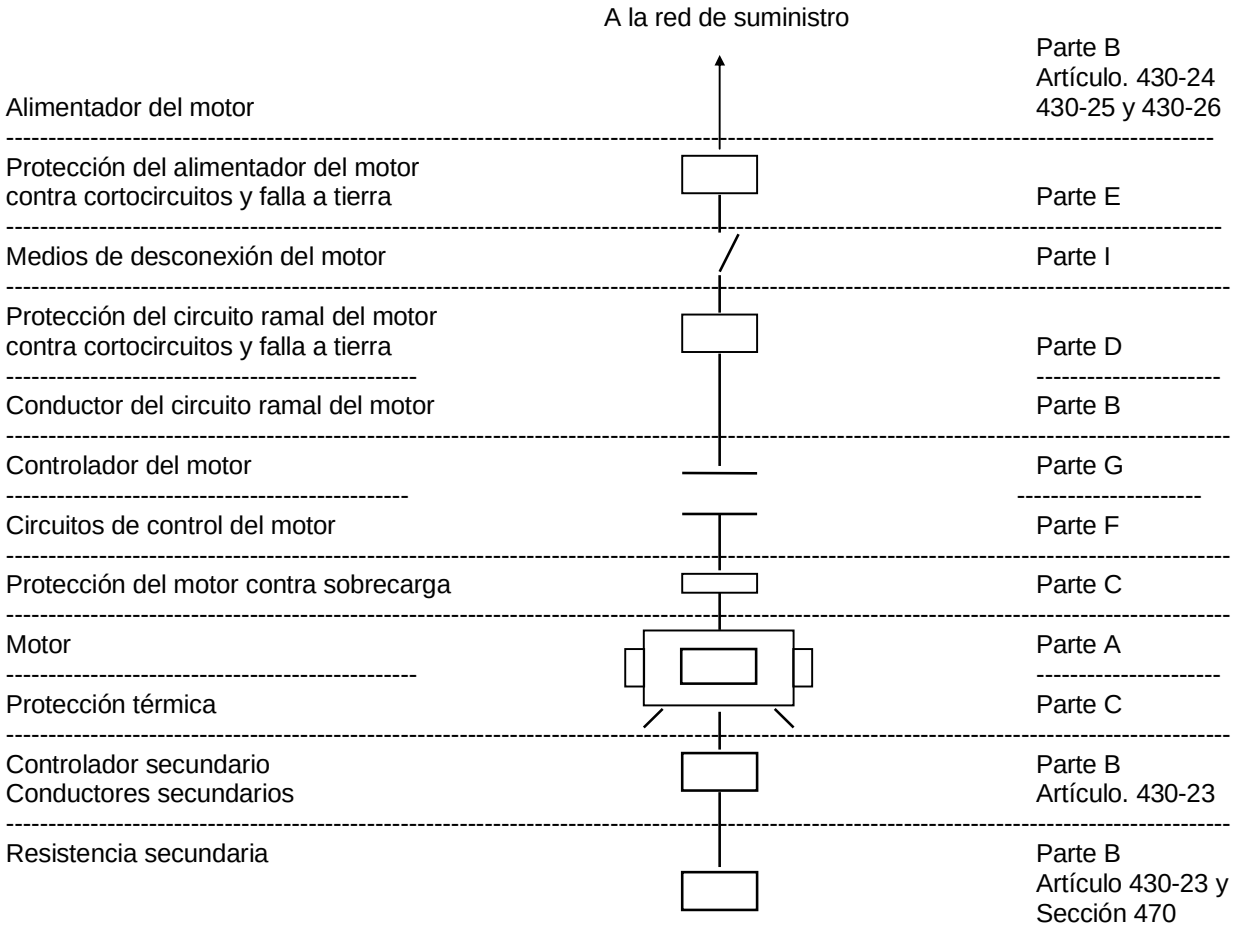


Figura 430-1.

430-2. Sistemas para manejo de velocidad variable. El circuito ramal de entrada o alimentador para equipos de conversión de potencia incluidos como parte de un sistema de para manejo de velocidad variable, deben basarse en capacidad nominal de entrada al equipo de conversión de potencia. Cuando el equipo de conversión de potencia esté rotulado indicando que incluye protección contra sobrecarga, no es necesaria protección adicional contra sobrecarga.

Se permite que el medio de desconexión esté en la línea de entrada al equipo de conversión y debe tener una capacidad nominal no menor al 115% de la corriente nominal de entrada del equipo de conversión.

Nota: La interacción de las corrientes no senoidales de este tipo de cargas con condensadores de corrección de factor de potencia puede dar lugar a resonancia eléctrica.

430-3. Motores con devanados divididos. Un motor de inducción o sincrónico con devanado de arranque dividido es un motor dispuesto para ponerse en marcha energizando primero parte del devanado primario (inducido o armadura) y energizando posteriormente el resto del devanado en uno o más pasos. Un motor de inducción con devanado de arranque dividido estándar es un motor dispuesto de modo que inicialmente se energiza la mitad de su devanado primario y posteriormente la otra mitad, en cuyo caso las dos mitades llevan

corrientes iguales. No se considera como motor de inducción con devanado de arranque dividido, el motor del compresor con circuito hermético del refrigerante.

Cuando se utilicen dispositivos de protección contra sobrecargas separados con un motor de inducción con devanado de arranque dividido estándar, cada mitad del devanado del motor debe estar protegida individualmente con un dispositivo cuya corriente de disparo sea la mitad de la especificada, de acuerdo con los Artículos 430-32 y 430-37.

Todas las conexiones del devanado del motor deben tener protección contra cortocircuitos y contra falla a tierra en el circuito ramal, de una capacidad nominal no mayor que la mitad de lo especificada en el Artículo 430-52.

Excepción: Se permite utilizar un solo dispositivo de protección contra cortocircuitos y contra falla a tierra para los dos devanados, si el dispositivo permite que el motor se ponga en marcha. Cuando se utilicen fusibles del tipo de retardo (elemento dual), deben tener una capacidad nominal que no supere el 150% de la corriente del motor a plena carga.

430-5. Otras Secciones. Los motores y controladores deben cumplir también con las disposiciones establecidas en las Secciones y los Artículos, relacionados a continuación :

	Sección	**Artículo**
Ascensores, montacargas, escaleras y pasillos mecánicos, elevadores de sillas de ruedas y escaleras para sillas	620	
Bombas contra incendios	695	
Condensadores		460-8 y 460-9
Equipos de refrigeración y aire acondicionado	440	
Estudios cinematográficos, de televisión y lugares similares	530	
Garajes comerciales, hangares de aviación, gasolineras y estaciones de servicio, plantas de distribución de combustibles, procesos de pintura por rociado, inmersión y recubrimiento, lugares de anestesia por inhalación	511, 513, 514, 515, 516 y 517 Parte D	
Grúas y elevadores	610	
Lugares peligrosos (clasificados)	500 hasta 503	
Maquinaria industrial	670	
Máquinas de riego accionadas o controladas eléctricamente	675	
Proyectores cinematográficos		540-11 y 540-20
Resistencias y reactancias	470	
Teatros, áreas de audiencia de estudios cinematográficos y de televisión y lugares similares		520-48
Transformadores y cuartos de transformadores	450	

430-6. Determinación de la capacidad nominal de corriente de los motores. La sección transversal de los conductores que alimentan los equipos de los que trata esta Sección, se debe elegir según las Tablas 310-16 hasta 310-19 o calcular de acuerdo con el Artículo 310-15(b). La capacidad de corriente nominal y otros parámetros nominales requeridos de los motores se deben determinar como se especifica en los siguientes apartados (a) hasta (c):

(a) Motores para aplicaciones generales. Para motores distintos de los de par (baja velocidad) especificados en el apartado (b) y los de tensión variable en c.a. del apartado (c), cuando se utilice la capacidad nominal de un motor para determinar la de los conductores o interruptores, dispositivos de protección del circuito ramal contra cortocircuitos y falla a tierra, etc., se deben utilizar los valores de las Tablas 430-147, 430-148, 430-149 y 430-150, incluidas las notas, en lugar de la corriente nominal rotulada en la placa de características del motor. La protección independiente del motor contra sobrecargas se debe calcular de acuerdo con la corriente nominal en la placa de características del motor. Cuando un motor esté rotulado en amperios (A) y

no en vatios o caballos (W o HP), se supone que su potencia en vatios o en caballos (W o HP) es la correspondiente a los valores dados en las Tablas 430-147, 430-148, 430-149 y 430-150, interpolando si fuera necesario.

Excepción nº. 1: Los motores de velocidades múltiples deben cumplir lo establecido en los Artículos 430-22(a) y 430-52.

Excepción nº. 2: Los equipos que utilicen un motor con polo sombreado o con condensador permanente dividido para ventilador o soplador, rotulado con el tipo de motor, para determinar la capacidad nominal u otros valores nominales del medio de desconexión, los conductores del circuito ramal, el controlador, el dispositivo de protección del circuito ramal contra cortocircuitos y falla a tierra y la protección independiente contra sobrecargas, se debe tomar la corriente a plena carga de dicho motor, rotulada en la placa de características del equipo con el que se utiliza el motor del ventilador o soplador, en lugar de los vatios nominales (W) o caballos (HP). Este valor rotulado en la placa de características de los equipos no debe ser menor que el de la corriente nominal rotulada en la placa de características del motor del ventilador o soplador.

(b) Motores de par (baja velocidad). Para los motores de par, la capacidad nominal debe ser la corriente con el rotor bloqueado; la corriente de la placa de características se debe tomar para determinar la capacidad de corriente de los conductores del circuito ramal, cubierta por los Artículos 430-22 y 430-24, la capacidad nominal del dispositivo de protección del motor contra sobrecarga y la del dispositivo de protección del circuito ramal contra cortocircuitos y falla a tierra, de acuerdo con el Artículo 430-52(b).

Nota: Para los controladores y medios de desconexión de los motores, véanse los Artículos 430-83 Excepción nº. 4 y 430-110.

(c) Motores con tensión variable en c.a. Para los motores utilizados en c.a., tensión variable y sistemas de tracción de par variable, la capacidad nominal de los conductores o de los interruptores y dispositivos de protección del circuito ramal contra cortocircuito y falla a tierra, etc., se debe basar en la capacidad máxima de funcionamiento rotulada en la placa de características del motor, del controlador o de ambos. Si dicha capacidad nominal no consta en la placa de características, el valor de la capacidad nominal debe ser el 150% de los valores dados en las Tablas 430-149 y 430-150.

430-7. Rotulado de motores y equipos con varios motores.

(a) Motores para uso normales. Un motor debe estar rotulado con la siguiente información:

(1) Nombre del fabricante.

(2) Voltios y Amperios nominales a plena carga. En los motores de velocidades múltiples, los Amperios nominales a plena carga para cada velocidad, excepto en los de polo sombreado o los de condensador permanentemente dividido, en los que los amperios deben ser únicamente los correspondientes a la velocidad máxima.

(3) Frecuencia nominal y número de fases en los motores de corriente alterna.

(4) Velocidad nominal a plena carga.

(5) Aumento nominal de temperatura o clase del sistema de aislamiento y temperatura ambiente nominal.

(6) Tiempo nominal de funcionamiento. Este parámetro debe ser 5, 15, 30 o 60 minutos o continuo.

(7) Potencia nominal en vatios o caballos (W o HP) para los motores de 93,2 W (1/8 HP) en adelante. Para los motores de velocidad múltiple de 93,2 W (1/8 HP) en adelante, los vatios o caballos (W o HP) correspondientes a cada velocidad, excepto en los de polo sombreado o los de condensador

permanentemente dividido, en los que los vatios o caballos (W o HP) deben ser únicamente los correspondientes a la velocidad máxima. No es necesario que aparezcan los vatios o caballos nominales (W o HP) en los motores de soldadores de arco.

(8) En los motores de c.a. de 372,9 W (½ HP) nominales en adelante, la letra de código o amperios (A) con el rotor bloqueado. En los motores polifásicos de rotor devanado, se debe omitir la letra de código.

Nota: Véase el siguiente apartado (b).

(9) La letra de diseño en los motores con diseño B, C, D o E.

Nota: Las letras de diseño son diferentes a las letras código. La definición de las letras de diseño se encuentra en *Motors and Generators, part I, Definitions,* ANSI/NEMA MG 1-1993 y en el *Standard Dictionary of Electrical and Electronic Terms,* ANSI/IEEE 100 1992.

(10) En los motores de inducción de rotor devanado, los voltios del secundario y los amperios a plena carga.

(11) En los motores sincrónicos excitados con c.c., la corriente y tensión de campo.

(12) Devanado: en los motores de corriente continua derivación normal, derivación estabilizado, compuesto o serie. No es necesario que esté rotulado en los motores de c.c. de potencia nominal fraccionada (menos de 745,7 W o 1 HP) y de un diámetro máximo de 180 mm.

(13) Los motores dotados con protección térmica que cumpla los requisitos de los Artículos 430-32(a)(2) o (c)(2), se deben rotular con "Protegido Térmicamente " ("Thermally Protected"). Se permite que los motores protegidos térmicamente de 100 W nominales o menos, que cumplan lo establecido en el Artículo 430-32(c)(2), lleven el rótulo abreviado "P.T." ("T.P.").

(14) Un motor que cumpla lo establecido en el Artículo 430-32(c)(4) debe llevar la inscripción "Protegido por impedancia" ("Impedance Protected"). Se permite que los motores protegidos contra impedancia de 100 W nominales o menos, que cumplan lo establecido en el Artículo 430-32(c)(4), lleven el rótulo abreviado "P.I." ("Z.P.").

(b) Letras de código indicadoras para rotor bloqueado. Las letras de código, rotuladas en las placas de características de los motores, para indicar la entrada del motor con el rotor bloqueado deben cumplir lo establecido en la Tabla 430-7(b).

La letra de código indicando la entrada del motor con rotor bloqueado, debe aparecer en un lugar especial de la placa de características debidamente designado.

(1) Los motores de velocidades múltiples deben estar rotulados con la letra de código que designe los kVA por kilovatio o caballo (kW o HP) con rotor bloqueado, a la máxima velocidad a la cual se puede arrancar el motor.

Excepción: Los motores de múltiples velocidades y potencia constante deben ir rotulados con la letra de código indicativa del número máximo de kVA por kilovatio o caballo con rotor bloqueado.

(2) Los motores de una sola velocidad que arrancan conectados en estrella (Y) y funcionan conectados en delta (Δ), deben ir rotulados con la letra de código correspondiente a los kVA por kilovatio o caballo con rotor bloqueado para la conexión en estrella.

(3) Los motores de tensión dual que tengan distintos kVA por vatio o caballo con rotor bloqueado para cada tensión, deben ir rotulados con la letra de código correspondiente a la tensión que produzca el número máximo de kVA por kilovatio o caballo con rotor bloqueado:

(4) Los motores a frecuencia nominal de 60 y 50 Hz deben ir rotulados con una letra de código que indique los kVA por kilovatio o caballo con rotor bloqueado a 60 Hz.

(5) Los motores con arranque a devanado parcial deben ir rotulados con la letra de código que designe los kVA por kilovatio o caballo con rotor bloqueado a la corriente a rotor bloqueado correspondiente a todo el devanado del motor.

Tabla 430-7(b) Letras de código indicadoras para rotor bloqueado

Letra de código	kVA por kilovatio (kW) con el rotor bloqueado	kVA por caballo (HP) con el rotor bloqueado
A	0---4,21	0---3,14
B	4,22---4,75	3,15---3,54
C	4,76---5,35	3,55---3,99
D	5,36---6,02	4,0---4,49
E	6,03---6,69	4,5---4,99
F	6,70---7,49	5,0---5,59
G	7,50---8,43	5,6---6,29
H	8,44---9,50	6,3---7,09
I	9,51---10,71	7,1---7,99
K	10,72---12,05	8,0---8,99
L	12,06---13,39	9,0---9,99
M	13,40---15,00	10,0---11,19
N	15,01---16,74	11,2---12,49
P	16,75---18,75	12,5---13,99
R	18,76---21,43	14,0---15,99
S	21,44---24,16	16,0---17,99
T	24,17---26,80	18,0---19,99
U	26,81---30,01	20,0---22,39
V	30,02 y más	22,4 y más

(c) Motores de par (baja velocidad). Los motores de par se designan para operación en parada (reposo) y deben ir rotulados de acuerdo con el anterior apartado (a).

Excepción: El par con rotor bloqueado debe reemplazar la designación de potencia en vatios o caballos.

(d) Equipos con varios motores y cargas combinadas.

(1) Los equipos con varios motores y cargas combinadas deben llevar una placa visible con el nombre del fabricante, su tensión nominal en V, frecuencia nominal, número de fases, capacidad de corriente mínima de los conductores del circuito de suministro y la máxima corriente nominal del dispositivo de protección del circuito contra cortocircuitos y falla a tierra. La capacidad de corriente de los conductores se debe calcular según el Artículo 430-24, contando todos los motores y las demás cargas que puedan operar al mismo tiempo. La capacidad nominal del dispositivo de protección contra cortocircuitos y falla a tierra no debe ser superior a la calculada de acuerdo con el Artículo 430-53. Los equipos con varios motores que se vayan a utilizar conectados a dos o más circuitos, deben llevar rotulada toda la información dada anteriormente para cada uno de los circuitos.

(2) Cuando el equipo no venga alambrado de fábrica y las placas de características individuales de los motores y otras cargas queden visibles después del montaje de los equipos, se permite que las placas de cada motor y equipo sirvan como los rótulos exigidos.

430-8. Rotulado en controladores. Un controlador debe llevar rotulado el nombre o identificación del fabricante, la tensión, la corriente o potencia nominales y todos los demás datos necesarios que indiquen adecuadamente los

motores para los que son adecuados. Un controlador que incluya un dispositivo de protección de los motores contra sobrecargas, adecuado para aplicaciones a varios motores, debe ir rotulado con la protección de los motores contra sobrecarga y la máxima protección contra cortocircuitos y falla a tierra del circuito ramal para dichas aplicaciones.

Los controladores combinados que utilicen interruptores automáticos ajustables de disparo instantáneo, deben ir claramente rotulados indicando los valores de ajuste de corriente para elemento de disparo ajustable.

Cuando un controlador vaya incorporado a un motor, formando parte integral del mismo o de un grupo motogenerador, no es necesario que el controlador vaya rotulado si los datos necesarios están en la placa de características del equipo. Para controladores que formen parte integral de equipos aprobados como una sola unidad, se permite que los rótulos anteriores aparezcan en la placa de características del equipo.

430-9. Terminales.

(a) Rótulos. Los terminales de los motores y controladores deben estar adecuadamente rotulados o coloreados cuando sea necesario para indicar las conexiones.

(b) Conductores. Los controladores de motores y los terminales de los dispositivos de control se deben conectar con conductores de cobre, excepto si están identificados para usar con otro tipo de conductores.

(c) Pares de apriete. Los dispositivos de los circuitos de control con terminales tipo tornillo de presión que se utilicen con conductores de cobre con sección transversal de 2,08 mm^2 (14 AWG) o menor, deben apretarse con par mínimo de 0,79 N-m, excepto si están identificados para otro valor de par.

430-10. Espacio para alambrado en encerramientos.

(a) Generalidades. Los encerramientos de controladores y medios de conexión de motores no se deben utilizar como cajas de unión, canaletas auxiliares o canalizaciones de los conductores alimentadores que las atraviesen o se deriven para otros aparatos, a menos que se utilicen diseños que proporcionen el espacio adecuado para ese uso.

Nota: Para los encerramientos de interruptores y dispositivos de protección contra sobrecorriente, véase el Artículo 373-8.

(b) Espacio para doblado de alambrado en encerramientos. El espacio mínimo para doblado del alambrado dentro de los encerramientos de controladores de motores debe cumplir lo establecido en la Tabla 430-10(b) cuando se mide en línea recta desde el extremo de la lengüeta o conector del alambre (en la dirección en que el alambre sale del terminal) hasta la pared o barrera. Cuando se utilice otra terminación alternativa del alambre en lugar de la suministrada por el fabricante del controlador, debe ser de un tipo identificado por el fabricante para usarlo con ese controlador y no debe reducir el espacio mínimo necesario para doblado de los alambres.

430-11. Protección contra los líquidos. Se deben colocar resguardos o encerramientos adecuados para proteger las partes expuestas portadoras de corriente de los motores y el aislante de los terminales de los motores, cuando se instalen directamente bajo los equipos o en otros lugares donde pueda salpicar o chorrear aceite, agua u otros líquidos perjudiciales, a no ser que el motor esté diseñado para las condiciones existentes.

Tabla 430-10(b) Espacio mínimo para doblado del alambrado en los terminales de controladores de motores en encerramientos (en cm)

Sección transversal del alambre		Alambres por terminal *	
mm^2	AWG o Kcmils	1	2
2,08 - 5,25	14-10	No especificado	---
8,36 - 13,29	8-6	3,8	---

21,14 - 26,66	4-3	5,1	---
33,62	2	6,4	---
42,20	1	7,6	---
53,50	1/0	12,7	12,7
67,44	2/0	15,2	15,2
85,02 -107,21	3/0-4/0	17,8	17,8
126,67	250	20,3	20,3
152,01	300	25,4	25,4
177,34 - 253,35	350-500	30,5	30,5
304,02 - 354,69	600-700	35,6	40,6
380,02 - 456,03	750-900	45,7	48,3

* Cuando esté previsto que haya tres o más alambres por terminal, el espacio mínimo para doblado debe cumplir los requisitos de la Sección 373.

430-12. Cajas para terminales de motores.

(a) Material. Cuando los motores estén dotados de cajas para los terminales, éstas deben estar hechas de metal y ser de construcción sólida.

Excepción: En lugares que no sean peligrosos (clasificados), se permite utilizar cajas no metálicas, sólidas e incombustibles, dotadas en su interior de un medio para puesta a tierra entre la carcasa del motor y la conexión de puesta tierra de los equipos.

(b) Dimensiones y espacio - Conexiones entre alambres. Cuando estas cajas de terminales contengan conexiones entre alambres, deben tener las dimensiones y el volumen útil mínimos establecidos en la Tabla 430-12(b)

Tabla 430-12(b) Cajas de terminales para conexiones entre alambres. Motores de 28 centímetros (11 pulgadas) de diámetro o menos

kW	HP	Abertura de la tapa, dimensión mínima (cm)	Volumen útil mínimo (cm^3)
Hasta 0,746 *	Hasta 1 *	5,7	172,1
1,119, 1,494 y 2,238 #	1 ½, 2 y 3 #	6,4	273,3
3,73 y 5,595	5 y 7 ½	7,2	367,1
7,46 y 11,19	10 y 15	8,9	596,5

* En los motores hasta de 746 W (1 HP) con la caja de los terminales parcial o totalmente integrada en el armazón o extremo blindado del motor, el volumen de la caja de terminales no debe ser menor a 18,3 cm^3 por conexiones entre alambres. No se especifica la dimensión mínima de la abertura de la tapa.

\# En los motores de 1,119, 1,494 y 2,238 kW (1 ½, 2 y 3 HP) nominales con la caja de los terminales parcial o totalmente integrada en el armazón o extremo blindado del motor, el volumen de la caja de terminales no debe ser menor a 22,9 cm^3 para conexiones entre alambres. No se especifica la dimensión mínima de la abertura de la tapa.

Motores de corriente alterna con más de 28 centímetros (11 pulgadas) de diámetro.

Corriente máxima a plena carga de motores trifásicos con un máximo de 12 terminales	Dimensión mínima de la caja de terminales	Volumen útil mínimo	Potencia máxima típica (motores trifásicos)			
			230 V		460 V	
(A)	(cm)	(cm^3)	kW	HP	kW	HP
45	8,9	596,5	20,1	15	40,2	30
70	11,7	1261,8	33,5	25	67,0	50

110	14,2	2294,2	53,6	40	100,5	75
160	17,8	4129,5	80,4	60	167,6	125
250	21,3	7374,2	134,0	100	268,1	200
400	24,9	13765,1	201,13	150	402,1	300
600	28,5	25236,1	35,1	250	670,2	500

Motores de corriente continua

Corriente máxima a plena carga para motores con un máximo de 6 terminales (A)	Dimensión mínima de la caja de terminales (cm)	Volumen útil mínimo (cm^3)
68	6,4	426
105	8,4	901,3
165	10,2	1638,7
240	12,7	2949,7
375	15,2	5407,7
600	17,8	9832,2
900	20,3	18025,8

Los terminales auxiliares de elementos como frenos, termostatos, calefacción de ambiente, campos de excitación, etc., se pueden despreciar si su área portadora de corriente no supera el 25% de la de los terminales de fuerza de las máquinas.

(c) Dimensiones y espacio. Conexiones con terminales fijos. Cuando las cajas de los terminales contienen terminales de motores montados rígidamente, la caja debe ser de un tamaño suficiente para proporcionar el espacio mínimo para los terminales y volúmenes útiles de acuerdo con las Tablas 430-12(c)(1) y 430-12(c)(2).

Tabla 430-12(c)(1) Espaciamiento para los terminales - Terminales fijos

Tensión nominal (V)	Espaciamiento mínimo (mm)	
	Entre los terminales de línea	Entre los terminales de línea y otras partes metálicas sin aislar
240 o menos	6,5	6,5
De 250 a 600	10	10

Tabla 430-12(c)(2) Volúmenes útiles - Terminales fijos

Sección transversal del conductor de suministro		Volumen útil mínimo por cada conductor de suministro (cm^3)
mm^2	AWG	
2,08	14	16,4
3,30 y 5, 25	12 y 10	20,5
8,36 y 13,29	8 y 6	36,9

(d) Alambres de gran calibre o conexiones de fábrica. Para los motores de gran potencia, con mayor número de terminales o mayor calibre de alambres, o cuando los motores están instalados formando parte de un equipo alambrado en fábrica, sin que se requieran conexiones adicionales en la caja de terminales del motor durante la instalación del equipo, la caja de terminales debe ser de tamaño suficiente para hacer las conexiones, pero no se consideran aplicables las anteriores disposiciones de volumen para esas cajas.

(e) Conexiones de puesta a tierra de equipos. En las cajas de terminales de motores para conexiones entre alambres o con terminales fijos, debe haber instalado un medio de conexión para la terminación del

conductor de puesta a tierra de equipos, de acuerdo con el Artículo 250-113. Se permite que dichos medios conexión estén ubicados tanto por dentro como por fuera de la caja de terminales del motor.

Excepción: Cuando un motor esté instalado formando parte de un equipo alambrado en fábrica que haya que poner a tierra, sin que se requieran conexiones adicionales en la caja de terminales durante la instalación del equipo, no será necesario un medio independiente para la puesta a tierra del motor en dicha caja.

430-13. Pasacables. Cuando los alambres pasen por la abertura de un encerramiento, caja de conduit o barrera, se debe utilizar un pasacables para protegerlos de los bordes cortantes de la abertura . La superficie del pasacables que pueda estar en contacto con los conductores debe ser lisa y redondeada. Si se utilizan pasacables en lugares donde pueda haber aceite, grasa u otros contaminantes, deben ser de material que no resulte deteriorado por los mismos.

Nota: En cuanto a los conductores expuestos a agentes deteriorantes, véase el Artículo 310-9.

430-14. Ubicación de los motores.

(a) Ventilación y mantenimiento. Los motores deben estar ubicados de modo que tengan ventilación adecuada y que sean posibles el mantenimiento, lubricación de los rodamientos, cambio de escobillas, etc.

(b) Motores abiertos. Los motores abiertos que tengan conmutadores o anillos colectores deberán ir ubicados o protegidos de modo que las chispas no puedan llegar a los materiales combustibles cercanos, pero esto no supone la prohibición de instalar dichos motores sobre pisos o soportes de madera.

430-16. Exposición a la acumulación de polvo. En los lugares donde se puedan acumular polvo o sustancias voladoras sobre los motores, en cantidades que puedan interferir gravemente con la ventilación o refrigeración de los mismos y, por consiguiente, dar lugar a temperaturas peligrosas, se deben utilizar motores de tipo cerrado que no se sobrecalienten en las condiciones de uso previstas.

Nota: En condiciones especialmente severas se puede requerir el uso de motores cerrados ventilados por tuberías o encerrarlos en cuartos independientes estancos al polvo, debidamente ventilados desde una fuente de aire limpio.

430-17. Motor de la potencia más alta o más pequeña. Para establecer el cumplimiento con los Artículos 430-24, 430-53(b) y 430-53(c), el motor de la potencia más alta o de la más pequeña se debe basar en la corriente nominal a plena carga, calculada a partir de las Tablas 430-147, 430-148, 430-149 y 430-150.

430-18. Tensión nominal de sistemas rectificadores. Para determinar la tensión de un sistema rectificador derivado, se debe tomar el valor nominal de la tensión de c.a. que se va a rectificar.

Excepción: La tensión nominal c.c. del rectificador se debe utilizar si ésta supera al valor pico de la tensión de c.a. que se va a rectificar.

B. Conductores para circuitos de motores

430-21. Generalidades. En esta parte B se especifican los tamaños de los conductores capaces de alimentar a motores en las condiciones especificadas sin sobrecalentarse.

Excepción: A los circuitos de más de 600 V nominales se debe aplicar lo establecido en el Artículo 430-124.

Las disposiciones de las Secciones 250, 300 y 310 no se deben aplicar a los conductores que formen parte integral de equipos aprobados o a los conductores integrados de los motores, controladores de motores y similares.

Nota 1: Véanse otros requisitos similares en los Artículos 300-1(b) y 310-1.

Nota 2: Véanse los requisitos para terminales de equipos en el Artículo 430-9(b).

430-22. Un solo motor.

(a) Generalidades. Los conductores de los circuitos ramales que alimenten un solo motor deben tener una capacidad de corriente no menor al 125% de la corriente nominal del motor a plena carga.

Para motores de velocidades múltiples, la selección de los conductores del circuito ramal en el lado del suministro del controlador se debe basar en la mayor de las corrientes nominales a plena carga que aparezca en la placa de características del motor; la selección de los conductores del circuito ramal entre el controlador y el motor se debe basar en la corriente nominal del devanado o devanados que energicen esos conductores.

Nota: Véase el Capítulo 9, Ejemplo 8 y la figura 430-1.

Excepción nº. 1: Los conductores para un motor usado en servicio por corto tiempo, intermitente, periódico o variable deben tener una capacidad de corriente no menor al porcentaje de la corriente nominal por placa de características del motor mostrado en la Tabla 430-22(a), Excepción, a no ser que la autoridad competente conceda un permiso especial para usar conductores de menor sección transversal.

Tabla 430-22(a), Excepción. Porcentajes a aplicar en el cálculo de capacidad de corriente nominal de los conductores de los circuitos de motores

Clasificación del Servicio	Porcentaje de la corriente nominal por placa de características Tiempo designado de servicio del motor			
	5 minutos	**15 minutos**	**30 y 60 minutos**	**Continuo**
Servicio por corto tiempo: motores de válvulas, de levantamiento o bajada de rodillos, etc.	110	120	150	---
Servicio intermitente: ascensores y montacargas, cabezales de herramientas, bombas, puentes levadizos, plataformas giratorias, etc. Para soldadores de arco, véase el Artículo 630-21	85	85	90	140
Servicio periódico: rodillos, máquinas de manipulación de minerales y carbón, etc.	85	90	95	140
Servicio variable	110	120	150	200

Cualquier aplicación de un motor se debe considerar como de servicio continuo, a menos que la naturaleza del aparato movido por el motor sea tal que el motor no funcione continuamente con carga en cualquier circunstancia de uso.

Excepción nº. 2: Para los motores de corriente continua que funcionen conectados a una fuente de alimentación monofásica rectificada, los conductores entre los terminales del alambrado de campo del rectificador y el propio motor, deben tener una capacidad de corriente no menor al siguiente porcentaje de la corriente nominal del motor a plena carga:

a. El 190%, cuando se use un puente rectificador monofásico de media onda.
b. El 150%, cuando se use un puente rectificador monofásico de onda completa.

Excepción nº. 3: Los conductores de un circuito que suministre corriente a un equipo de conversión utilizado como parte de un sistema de accionamiento de velocidad variable, deben tener una capacidad de corriente no menor al 125% de la entrada nominal al equipo de conversión de fuerza.

Para motores con arranque en estrella y funcionamiento en delta, la selección de los conductores del circuito ramal del lado del suministro del controlador se debe basar en la corriente del motor a plena carga. La selección de los conductores entre el controlador y el motor se debe basar en el 58% de la corriente del motor a plena carga.

(b) Encerramiento de terminales separado. Se permite que los conductores entre un motor estacionario de 746 W (1 HP) nominales o menos y el encerramiento de terminales separado que permite el Artículo 430-145(b), sean de sección transversal menor a 2,08 mm^2 (14 AWG) pero no menor a 0,82 (18 AWG), siempre que tengan una capacidad de corriente como se especifica en el anterior apartado (a).

430-23. Secundario de rotor devanado.

(a) Servicio continuo. En servicio continuo, los conductores que conectan el secundario de un motor de corriente alterna de rotor devanado con el controlador, deben tener una capacidad nominal no menor al 125% de la corriente del secundario del motor a plena carga.

(b) Servicio diferente al continuo. Para servicio diferente al continuo, los conductores que conectan el secundario de un motor de corriente alterna de rotor devanado con el controlador, deben tener una capacidad de corriente, en porcentaje de la corriente del secundario a plena carga, no menor a lo que establece la Tabla 430-22(a), Excepción.

(c) Resistencia separada del controlador. Cuando la resistencia del secundario esté separada del controlador, la capacidad de corriente de los conductores entre el controlador y la resistencia no debe ser menor a la indicada en la Tabla 430-23(c).

Tabla 430-23(c). Conductor del secundario

Clasificación de servicio de la resistencia	Capacidad de corriente del conductor en porcentaje de la corriente del secundario a plena carga
Arranque ligero	35
Arranque intenso	45
Arranque extraintenso	55
Ligero intermitente	65
Medio intermitente	75
Intenso intermitente	85
Continuo	110

430-24. Varios motores o un motor(es) y otra(s) carga(s). Los conductores de suministro de varios motores o un motor(es) y otra(s) carga(s) deben tener una capacidad de corriente como mínimo igual a la suma de las corrientes a plena carga de todos los motores, más el 25% de la capacidad de corriente del mayor motor del grupo, más la capacidad de corriente de todas las demás cargas, de acuerdo con lo establecido en la Sección 220 y otras disposiciones aplicables de este *Código*.

Excepción nº. 1: Cuando uno o más de los motores del grupo se utilicen para servicio por corto tiempo, intermitente, periódico o variable, la corriente nominal de dichos motores utilizada en el cálculo se debe establecer

de acuerdo con el Artículo 430-22(a) Excepción nº. 1. Para el motor de mayor corriente nominal, en la suma se debe utilizar el mayor de los dos valores siguientes: la corriente nominal en amperios establecida según el Artículo 430-22(a) Excepción nº. 1 o la mayor corriente a plena carga en servicio continuo del motor multiplicada por 1,25.

Excepción nº. 2: La capacidad de corriente de los conductores de suministro de equipos eléctricos fijos de calefacción de ambiente con motor, debe cumplir lo establecido en el Artículo 424-3(b).

Excepción nº. 3: Cuando los circuitos estén enclavados de modo que impidan el funcionamiento simultáneo de determinados motores y otras cargas, se permite que la capacidad de corriente de los conductores se base en la suma de las corrientes de todos los motores y las otras cargas que puedan funcionar simultáneamente y que resulten en la mayor corriente total..

Nota: Véase el Capítulo 9, Ejemplo nº. 8.

430-25. Equipos de varios motores o de cargas combinadas. La capacidad de corriente de los conductores que dan suministro a equipos de varios motores o de cargas combinadas, no debe ser menor que la capacidad de corriente mínima del circuito rotulada en el equipo, según establece el Artículo 430-7(d). Cuando el equipo no venga alambrado de fábrica y las placas de características de todos los motores y otras cargas queden visibles después del montaje de los equipos, como establece el Artículo 430-7(d)(2), la capacidad de corriente de los conductores se debe establecer de acuerdo con el Artículo 430-24.

430-26. Factor de demanda del alimentador. Cuando haya un calentamiento reducido de los conductores, resultado de la operación en servicio intermitente o porque no todos los motores funcionan al mismo tiempo, la autoridad competente podrá otorgar permiso para que los conductores del alimentador tengan una capacidad de corriente menor a la especificada en el Artículo 430-24, siempre que los conductores tengan una capacidad de corriente suficiente para la carga máxima calculada de acuerdo con los tamaños y número de los motores alimentados y de las características de sus cargas y ciclos de servicio.

430-27. Condensadores con motores. Cuando se instalen condensadores en los circuitos de motores, los conductores deben cumplir lo establecido en los Artículos 460-8 y 460-9.

430-28. Derivaciones del alimentador. Los conductores de derivación del alimentador deben tener una capacidad de corriente no menor a la exigida en la parte B, deben terminar en un dispositivo de protección del circuito ramal y además deben cumplir uno de los siguientes requisitos: (1) estar dentro de un controlador cerrado o en una canalización, no tener más de 3,0 m de longitud y, para instalación en obra, estar protegidos en el lado del suministro del conductor de derivación por un dispositivo de sobrecorriente cuya capacidad nominal o posición de disparo no supere el 1000% de la capacidad de corriente del conductor de derivación; (2) tener una capacidad de corriente como mínimo de un tercio (1/3) de la de los conductores del alimentador, estar adecuadamente protegidos contra daños físicos o encerrados dentro de una canalización y no tener más de 7,60 m de largo; (3) tener la misma capacidad de corriente que los conductores del alimentador.

Excepción: Derivaciones del alimentador de más de 7,60 m de largo. En plantas industriales altas (de más de 10,60 m de altura en las paredes) y cuando las condiciones de supervisión y mantenimiento aseguren que sólo acceden a la instalación personas calificadas, se permite que los conductores derivados al alimentador no tengan más de 7,60 m de largo horizontalmente y no más de 30,5 m de longitud total, cuando se cumplan todas las condiciones siguientes:

a. La capacidad de corriente de los conductores de derivación no sea menor a 1/3 de la de los conductores del alimentador.
b. Los conductores de derivación terminen en un solo interruptor automático o un solo conjunto de fusibles que cumplan : (1) con la Parte D cuando los conductores del lado de la carga sean un circuito ramal, o (2) con la Parte E cuando los conductores del lado de la carga sean un alimentador.
c. Los conductores de derivación estén adecuadamente protegidos contra daños físicos e instalados en canalizaciones.
d. Los conductores de derivación sean continuos de un extremo a otro y sin empalmes.

e. Los conductores de derivación sean de cobre con sección transversal de 13,29 mm^2 (6 AWG) o de aluminio de 21,14 mm^2 (4 AWG)o de mayor sección.
f. Los conductores de derivación no penetren en paredes, pisos o cielo rasos.
g. Las derivaciones no estén hechas a menos de 9,1 m del piso.

430-29. Motores de c.c. de tensión constante - Resistencias de potencia. Los conductores que conectan el controlador de un motor a resistencias de potencia utilizadas para aceleración y frenado dinámico, montadas por separado en el circuito de armadura, deben tener una capacidad de corriente no menor al valor calculado a partir de la Tabla 430-29 para la corriente del motor a plena carga. Si se utiliza una resistencia de armadura en derivación (shunt), la capacidad de corriente del conductor de la resistencia de potencia de aceleración se debe calcular con base en la corriente total del motor a plena carga y la corriente de la resistencia de armadura en derivación (shunt).

Los conductores de la resistencia de armadura en derivación deben tener una capacidad de corriente no menor a la calculada a partir de la Tabla 430-29, usando la corriente nominal de la resistencia en derivación como corriente a plena carga.

Tabla 430-29. Factores de cálculo de la corriente de los conductores para resistencias de potencia

Tiempo en segundos		Capacidad de corriente de los conductores en porcentaje de la corriente a plena carga
Encendido (ON)	**Apagado (OFF)**	
5	75	35
10	70	45
15	75	55
15	45	65
15	30	75
15	15	85
Servicio Continuo	Servicio continuo	110

C. Protección contra sobrecarga de motores y circuitos ramales

430-31. Generalidades. En la Parte C se especifican los dispositivos de protección contra sobrecarga destinados para proteger motores, aparatos de control de motores y conductores de los circuitos ramales de motores contra calentamiento excesivo debido a las sobrecargas del motor y a fallas en el arranque.

La sobrecarga de los artefactos eléctricos es una sobrecorriente en funcionamiento que, si se mantiene durante un tiempo suficientemente largo, podría causar daños o sobrecalentamiento peligroso de los aparatos. Esto no incluye los cortocircuitos ni las fallas a tierra.

Estas disposiciones no deben interpretarse como si se exigiera protección contra sobrecarga en los casos en los que pudiera suponer un riesgo adicional o mayor, como en las bombas contra incendios.

Nota: Para la protección de los conductores de suministro de las bombas contra incendios, véase el Artículo 695-8(c).

Las disposiciones de la Parte C no se aplican a los circuitos de motores de más de 600 V nominales. Véase la Parte J.

Nota: Véase el Capítulo 9, ejemplo nº. 8.

430-32. Motores de servicio continuo.
(a) De más de 746 W (1 HP). Todos los motores de servicio continuo de más de 746 W (1 HP) nominales deben estar protegidos contra sobrecargas por uno de los medios siguientes:

(1) Por un dispositivo independiente de protección contra sobrecarga que sea sensible a la corriente del motor. Este dispositivo se debe programar para que se dispare o debe tener una capacidad nominal no menor al siguiente porcentaje de la corriente nominal por placa de características del motor a plena carga:

Motores con un factor de servicio rotulado no menor a 1,15 : 125%
Motores con un aumento de temperatura rotulado de más de 40℃ : 125%
Todos los demás motores : 115%

Se permite modificar estos valores como establece el Artículo 430-34. En motores de velocidades múltiples, se debe considerar por separado la conexión de cada devanado.

Cuando un dispositivo independiente de protección de un motor contra sobrecarga esté conectado de modo que no deje pasar la corriente total indicada en la placa de características del motor (como en el caso de un motor con arranque en estrella - delta), en el equipo debe estar claramente rotulado el porcentaje de la corriente de la placa de características que se debe aplicar a la selección o ajuste del dispositivo de sobrecarga, o lo deberá tener en cuenta la tabla de selección dada por el fabricante.

Nota: Cuando haya instalados condensadores para corrección del factor de potencia en el lado de la carga del dispositivo de protección contra sobrecarga del motor, véase el Artículo 460-9.

(2) Un protector térmico integrado con el motor, aprobado para usarlo con el motor que protege con el fin de que evite sobrecalentamientos peligrosos por las sobrecargas debidas a fallas en el arranque. La corriente máxima de disparo de un motor protegido térmicamente no debe ser mayor que los siguientes porcentajes de la corriente del motor a plena carga, según las Tablas 430-148, 430-149 y 430-150:

Corriente del motor a plena carga menor a 9 A : 170%
Corriente del motor a plena carga entre 9,1 y 20 A : 156%
Corriente del motor a plena carga mayor a 20 A : 140%

Si el dispositivo de interrupción del motor está separado de él y su circuito de control está operado por un dispositivo protector integrado en el motor, debe estar dispuesto de manera que al abrirse el circuito de control, interrumpa la corriente al motor.

(3) Se permite instalar un dispositivo de protección integrado al motor que lo proteja contra daños debidos a fallas al arranque, si el motor forma parte de un conjunto aprobado que normalmente no somete al motor a sobrecargas.

(4) Para motores de más de 1 119 kW (1 500 HP), un dispositivo de protección con detectores de temperatura incorporados que hagan que se interrumpa el paso de corriente cuando la temperatura del motor se eleve por encima de la rotulada en la placa de características para una temperatura ambiente de 40℃.

(b) De 746 W (1 HP) o menos con arranque no automático.

(1) Se permite que los motores de servicio continuo de 746 W (1 HP) nominales o menos, que no estén instalados permanentemente, tengan arranque no automático y estén a la vista del lugar donde esté el controlador, estén protegidos contra sobrecargas por el dispositivo de protección del circuito ramal contra cortocircuitos y fallas a tierra. Este dispositivo de protección del circuito ramal no debe ser mayor que el especificado en la Parte D de la Sección 430.

Excepción: Se permite instalar un motor de este tipo en un circuito ramal a 120 V nominales protegido a no más de 20 A.

(2) Si un motor de este tipo no está a la vista del sitio del controlador, se debe proteger como se especifica en el Artículo 430-32(c). Un motor de 746 W (1 HP) nominales o menos permanentemente instalado, se debe proteger según el Artículo 430-32(c).

(c) De 746 W (1 HP) o menos con arranque automático. Un motor de 746 W(1 HP) nominales o menos con arranque automático, se debe proteger contra sobrecargas por uno de los siguientes medios:

(1) Por un dispositivo independiente de protección contra sobrecarga sensible a la corriente del motor. Este dispositivo se debe ajustar para que se dispare o debe tener una capacidad nominal no mayor al siguiente porcentaje de la corriente nominal de la placa de características del motor a plena carga:

Motores con un factor de servicio rotulado no menor a 1,15 : 125%
Motores con un aumento de temperatura rotulado no mayor a 40℃ : 125%
Todos los demás motores : 115%

En los motores de velocidades múltiples se debe tener en cuenta la conexión de cada devanado por separado. Se permite modificar estos valores de acuerdo con lo establecido en el Artículo 430-34.

(2) Un protector térmico integrado con el motor, aprobado para usarlo con el motor que protege con el fin de que evite sobrecalentamientos peligrosos por las sobrecargas debidas a fallas en el arranque. Cuando el dispositivo de interrupción de corriente del motor esté separado de él y su circuito de control esté operado por un dispositivo protector integrado en el motor, debe estar dispuesto de manera que al abrirse el circuito de control, se interrumpa la corriente al motor.

(3) Se permite instalar un dispositivo de protección integrado por el motor que lo proteja contra daños debidos a fallas en el arranque : (1) si el motor forma parte de un conjunto aprobado que normalmente no lo somete a sobrecargas, o (2) si el conjunto está equipado también con otros dispositivos de seguridad (como los controles de combustión de seguridad de un quemador doméstico de gasóleo) que protejan al motor contra daños debidos a fallas en el arranque. Cuando el conjunto incorpore mandos de seguridad que protejan al motor, debe venir indicado así en la placa de características del conjunto, que debe quedar visible después de la instalación.

(4) Si la impedancia de los devanados del motor es suficiente para evitar el sobrecalentamiento debido a fallas en el arranque, se permite que el motor esté protegido como indica el Artículo 430-32(b)(1) para los motores de arranque manual, si el motor forma parte de un conjunto aprobado y se autolimita de modo que no se llegue a sobrecalentar peligrosamente.

Nota: Muchos motores de corriente alterna de menos de 37,5 W (1/20 HP), como los motores de relojes, motores serie, etc. y otros mayores, como los de par (baja velocidad), entran en esta clasificación. En ella no entran los motores de fase dividida con interruptores automáticos que desconectan el devanado de arranque.

(d) Secundarios de rotor devanado. Se permite que los circuitos secundarios de motores de c.a. de rotor devanado, incluidos sus conductores, controladores, resistencias, etc., estén protegidos contra sobrecargas por el dispositivo de sobrecarga del motor.

430-33. Motores de servicio intermitente y similar. Se permite que un motor utilizado para una condición que es inherentemente de servicio por corto tiempo, intermitente, periódica o variable, como se indica en la Tabla 430-22(a), Excepción, esté protegido contra sobrecargas por el dispositivo protector del circuito ramal contra cortocircuitos y falla a tierra, siempre que la capacidad nominal o ajuste de disparo del dispositivo protector no supere los valores indicados en la Tabla 430-152.

Todas las aplicaciones de los motores se deben considerar como de servicio continuo, excepto si la naturaleza del aparato movido por el motor es tal que este no puede funcionar continuamente con carga bajo cualquier condición de uso.

430-34. Selección de relés de sobrecarga. Cuando un relé de sobrecarga seleccionado de acuerdo con los Artículos 430-32(a)(1) y (c)(1) no sea suficiente para arrancar el motor o soportar la carga, se permite utilizar el relé de tamaño inmediato superior, siempre que la corriente de disparo del relé de sobrecarga no supere el siguiente porcentaje de la corriente nominal del motor a plena carga por placa de características:

Motores con un factor de servicio rotulado no menor a 1,15 : 140%
Motores con un aumento de temperatura rotulado no mayor a 40℃ : 140%
Todos los demás motores : 130%

Si no se ha puesto en derivación durante el período de arranque del motor como indica el Artículo 430-35, el dispositivo de sobrecarga debe tener un retardo de tiempo suficiente para permitir que el motor arranque y acelere su carga.

Nota: Un relé de sobrecarga de Clase 20 o 30 proporciona al motor un periodo de aceleración más largo que otro de Clase 10 o 20, respectivamente. Si se utiliza un relé de sobrecarga de mayor Clase, se puede evitar seleccionar una corriente de disparo más alta.

430-35. Derivación (shunting) durante el período de arranque.

(a) Arranque no automático. En un motor sin arranque automático, se permite que el dispositivo de protección de sobrecarga esté en derivación o desconecte el circuito durante el período de arranque del motor, si el dispositivo mediante el cual la protección de sobrecarga se pone en derivación o se desconecta, no se puede dejar en posición de arranque y si los fusibles o interruptores automáticos de tiempo inverso, de corriente o valor de ajuste no mayor al 400% de la corriente a plena carga del motor, están ubicados en el circuito de modo que operen durante el período de arranque del motor.

(b) Arranque automático. Si el motor tiene arranque automático, el dispositivo de protección del motor contra sobrecarga no se debe poner en derivación o desconectar durante el período de arranque.

Excepción: Se permite que el dispositivo de protección del motor contra sobrecarga se ponga en derivación o se desconecte durante el período de arranque en un motor de arranque automático, cuando:

(1) El periodo de arranque del motor sea mayor que el tiempo de retardo de los dispositivos disponibles de protección contra sobrecarga y
(2) Existan medios certificados para:
   a. Detectar la rotación del motor y para evitar automáticamente la conexión en derivación o la desconexión en el evento de que el motor falle en el arranque.
   b. Limitar el tiempo de derivación o de desconexión de la protección contra sobrecarga a un tiempo menor que el nominal de rotor bloqueado del motor.
   c. Proporcionar el cierre y rearranque manual del motor si éste no alcanza su condición estable.

430-36. Conductor en el cual se coloca fusible. Cuando se empleen fusibles para proteger a los motores contra sobrecargas, se debe insertar un fusible en cada conductor no puesto a tierra y además en el conductor puesto a tierra si el sistema de suministro es de c.a., trifásico y trifilar, con un conductor puesto a tierra.

430-37. Conductor en el cual se colocan otros dispositivos, diferentes de fusibles. Cuando se proteja un motor contra sobrecarga por dispositivos que no sean fusibles, el número mínimo y la posición de los dispositivos de sobrecarga, como bobinas de disparo o relés, vienen determinados por la Tabla 430-37.

430-38. Número de conductores abiertos por el dispositivo de sobrecarga. Los dispositivos de protección contra sobrecarga de los motores, distintos de los fusibles o protectores térmicos, deben abrir simultáneamente un número suficiente de conductores no puestos a tierra para que se interrumpa el flujo de corriente al motor.

430-39. Controladores de motores como protección contra sobrecarga. También se permite usar un controlador de motores como protección contra sobrecarga si el número de unidades contra sobrecarga cumple lo establecido en la Tabla 430-37 y esas unidades operan tanto durante la arranque como durante el funcionamiento del motor en el caso de un motor de c.c., y durante el funcionamiento del motor en el caso de un motor de c.a.

Tabla 430-37. Número de dispositivos de sobrecarga

Clase de motor	Sistema de suministro	Número y ubicación de las unidades de sobrecarga como bobinas de disparo o relés
Monofásico de c.a. o c.c.	Dos hilos, una fase de c.a. o c.c. sin hilo puesto a tierra.	1 en cualquier conductor.
Monofásico de c.a. o c.c.	Dos hilos, una fase de c.a. o c.c., un conductor puesto a tierra.	1 en el conductor no puesto a tierra.
Monofásico de c.a. o c.c.	Tres hilos, una fase de c.a. o c.c., con neutro puesto a tierra.	1 en cualquier conductor no puesto a tierra.
Monofásico de c.a. Dos fases de c.a.	Cualquiera de tres fases Tres hilos, dos fases de c.a., sin hilo puesto a tierra.	1 en el conductor no puesto a tierra. 2, uno en cada fase.
Dos fases de c.a.	Tres hilos, dos fases de c.a., con un conductor puesto a tierra.	2 en los conductores no puestos a tierra.
Dos fases de c.a.	Cuatro hilos, dos fases de c.a., con o sin hilo puesto a tierra.	2, 1 por cada fase en los conductores no puestos a tierra.
Dos fases de c.a.	Cinco hilos, dos fases de c.a., con neutro puesto o no a tierra.	2, 1 por fase en cualquier hilo de fase no puesto a tierra.
Dos fases de c.a. Trifásico de c.a.	Tres fases cualquiera	3, 1 en cada fase *

* *Excepción: Cuando estén protegidos por otros medios aprobados.*

430-40. Relés de sobrecarga. Los relés y otros dispositivos para la protección de los motores contra sobrecarga, que no sean capaces de abrir cortocircuitos, deben estar protegidos por fusibles o interruptores automáticos con corrientes nominales o ajustes de disparo que cumplan lo establecido en el Artículo 430-52 o por un protector de motores contra cortocircuito, según el mismo Artículo.

Excepción nº. 1: Cuando estén aprobados para instalación en grupo y rotulados con la capacidad máxima del fusible o interruptor automático de tiempo inverso mediante el cual serán protegidos.

Excepción nº. 2: Se permite que la corriente nominal del fusible o interruptor automático esté rotulada en la placa de características del equipo en el que se usa el relé de sobrecarga.

Nota: Para interruptores automáticos de disparo instantáneo o protectores de motores contra cortocircuito, véase el Artículo 430-52.

430-42. Motores conectados a circuitos ramales de uso general. La protección contra sobrecarga de los motores conectados a circuitos ramales de uso general, tal como permite la Sección 210, consistirá en lo especificado en los siguientes apartados (a), (b), (c) o (d):

(a) No mayores de 746 W (1 HP). Se permite conectar uno o más motores sin dispositivos individuales de protección contra sobrecarga a un circuito ramal de uso general únicamente si la instalación cumple las condiciones de limitación especificadas en los Artículos 430-32(b) y (c) y 430-53(a)(1) y (a)(2).

(b) Mayores de 746 W (1 HP). Se permite conectar motores de potencia mayor a la especificada en 430-53(a) a circuitos ramales de uso general únicamente cuando cada motor esté protegido por un dispositivo de sobrecarga según lo especificado en el Artículo 430-32. Tanto el controlador como el dispositivo de sobrecarga deben estar aprobados para instalarlos en grupo con los dispositivos de protección contra cortocircuito y falla a tierra seleccionados de acuerdo con el Artículo 430-53.

(c) Conectados con cordón y clavija. Cuando un motor esté conectado a un circuito ramal por medio de cordón con clavija y un tomacorriente y no lleve instalado dispositivo de protección contra sobrecarga como se especifica en el anterior apartado (a), la corriente nominal del tomacorriente y de la clavija no debe ser mayor que 15 A y 125 V o 10 A y 250 V. Cuando se requiera un dispositivo individual de protección contra sobrecarga según establece el anterior apartado (b) para motores o artefactos a motor conectados al circuito ramal mediante una clavija y un tomacorriente, el dispositivo de sobrecarga debe formar parte integral del motor o del artefacto. La capacidad nominal de la clavija y el tomacorriente determinarán la capacidad nominal del circuito al que se puede conectar el motor, como se establece en la Sección 210.

(d) Retardo de tiempo. El dispositivo protector del circuito ramal contra cortocircuito y falla a tierra al cual está conectado el motor o el artefacto a motor, debe tener un retardo suficiente como para dar tiempo a que el motor arranque y acelere su carga.

430-43. Rearranque automático. No se debe instalar un dispositivo de protección de motores contra sobrecarga que pueda volver a arrancar el motor automáticamente después de dispararse, a no ser que esté aprobado para usarlo con el motor que protege. Un motor que se pueda rearrancar automáticamente después de un corte, no se debe instalar si su rearranque automático puede poner en peligro a las personas.

430-44. Parada ordenada. Si el corte inmediato automático de un motor por un dispositivo o dispositivos de protección contra sobrecarga pudiera producir riesgos mayores o adicionales a las personas y fuera necesario que el motor siguiera funcionando para que se produjera una parada ordenada de los equipos o procesos, está permitido que uno o varios dispositivos de detección de sobrecarga del motor que cumplan con lo establecido en la Parte C de esta Sección, se conecten a un dispositivo de alarma supervisado, en lugar de interrumpir inmediatamente el circuito del motor, con el fin de poder parar ordenadamente los artefactos o tomar las medidas correctivas.

D. Protección de circuitos ramales de motores contra cortocircuito y falla a tierra

430-51. Generalidades. Esta Parte D trata de los dispositivos destinados para proteger a los conductores de los circuitos ramales de motores, a los controladores de motores y a los propios motores contra las sobrecorrientes debidas a cortocircuitos o fallas a tierra. Esta parte complementa o modifica lo establecido en la Sección 240. Los dispositivos de los que trata esta Parte D no incluyen los exigidos por los Artículos 210-8, 230-95 o 305-6.

Las disposiciones de esta Parte D no se aplican a los circuitos de motores de más de 600 V nominales. Véase para ello la Parte J.

Nota: Véase el Capítulo 9, ejemplo nº. 8.

430-52. Capacidad nominal o ajuste para circuitos individuales de motores.

(a) Generalidades. Los dispositivos de protección de circuitos ramales contra cortocircuito y falla a tierra deben cumplir los siguientes apartados (b) y (c) o (d), según proceda.

(b) Todos los motores. El dispositivo de protección del circuito ramal del motor contra cortocircuito y falla a tierra, debe ser capaz de transportar la corriente de arranque del motor.

(c) Capacidad nominal o ajuste.

(1) Se debe emplear un dispositivo protector con una capacidad nominal o un ajuste de disparo que no supere el valor calculado de acuerdo con los valores dados en la Tabla 430-152.

Excepción nº. 1: Cuando los valores de los dispositivos de protección de los circuitos ramales contra cortocircuito y falla a tierra, determinados según la Tabla 430-152, no correspondan con las capacidades o valores estándar de los fusibles, interruptores automáticos no ajustables, dispositivos térmicos de protección o posiciones de disparo ajustables de los interruptores automáticos, se permite utilizar el valor estándar, capacidad, tamaño o ajuste inmediato superior.

Excepción nº. 2: Cuando el valor calculado por la Tabla 430-152 modificado por la Excepción nº. 1 no sea suficiente para la corriente de arranque del motor, entonces :

a. Se permite aumentar el valor nominal de un fusible sin retardo de tiempo que no supere los 600 A o un fusible con retardo de tiempo de Clase CC, pero sin que en ningún caso supere el 400% de la corriente a plena carga.

b. Se permite aumentar el valor nominal de un fusible con retardo (de elemento dual), pero sin que en ningún caso pueda superar el 225% de la corriente a plena carga.

c. Se permite aumentar el valor nominal de un interruptor automático de tiempo inverso, pero sin que en ningún caso supere : (1) el 400% de la corriente a plena carga para corrientes de 100 A o menos o (2) el 300% de la corriente a plena carga para más de 100 A.

d. Se permite aumentar el valor nominal de un fusible de clasificación para 601-6000 A, pero sin que en ningún caso supere el 300% de la corriente a plena carga.

Nota: Véase el Capítulo 9, ejemplo 8 y la Figura 430-1.

(2) Cuando en la Tabla del relé de sobrecarga que proporcione el fabricante para usar con el controlador del motor, o de cualquier otra forma en el equipo aparezca rotulada la capacidad máxima nominal del dispositivo de protección del circuito ramal contra cortocircuito y falla a tierra, ese valor no debe superarse ni siquiera si, de acuerdo con los apartados anteriores, se pudiera alcanzar un valor superior.

(3) Sólo se debe utilizar un interruptor automático de disparo instantáneo si es ajustable y forma parte de una combinación listada de motor y controlador con protección coordinada del motor contra sobrecarga, cortocircuito y falla a tierra en cada conductor y si el valor de disparo se ajusta para que no supere el especificado en la Tabla 430-152. Se permite un protector del motor contra cortocircuitos en lugar de los dispositivos de la Tabla 430-152, si ese protector forma parte de una combinación listada de motor y controlador con protección coordinada del motor contra sobrecarga, cortocircuito y falla a tierra en cada conductor que abra el circuito cuando la corriente supere el 1 300% de la corriente nominal a plena carga.

Nota: A los fines de esta Sección, los interruptores automáticos de disparo instantáneo pueden incorporar un amortiguador de corrientes transitorias de entrada repentina (inrush) del motor sin disparos molestos del interruptor automático.

Excepción nº. 1: Cuando el ajuste especificado en la Tabla 430-152 no sea suficiente para la corriente de arranque del motor, se permite aumentar el valor de disparo instantáneo del interruptor automático pero sin que en ningún caso supere el 1300% de la corriente del motor a plena carga para motores distintos de los de Diseño E ni el 1700% para los motores de Diseño E. Se permite que el valor de disparo de los interruptores automáticos sea superior al 800% para motores distintos de los de Diseño E y superior al 1100% para los motores de Diseño E, cuando su necesidad se haya demostrado por cálculos de ingeniería. En tales casos no será necesario aplicar primero un interruptor automático con disparo instantáneo al 800 o al 1100%.

Excepción nº. 2: Cuando la corriente del motor a plena carga sea de 8 A o menos, se permite aumentar hasta el valor rotulado en el controlador el valor de ajuste del interruptor automático de disparo instantáneo con una corriente nominal continua de 15 A o menos en una combinación listada de motor y controlador que proporcione protección coordinada del circuito ramal del motor contra sobrecarga, cortocircuito y falla a tierra.

(4) Para motores de velocidades múltiples se permite instalar un solo dispositivo de protección contra cortocircuito y falla a tierra para dos o más de los devanados del motor, siempre que la capacidad nominal del dispositivo de protección no supere los porcentajes aplicables anteriores sobre la capacidad nominal por placa de características del devanado protegido más pequeño.

Excepción: En un motor de velocidades múltiples se permite utilizar un solo dispositivo de protección contra cortocircuito y falla a tierra, dimensionado de acuerdo con la corriente a plena carga del devanado de mayor corriente, siempre que cada devanado esté equipado con protección individual contra sobrecargas dimensionado de acuerdo con su corriente a plena carga y que los conductores del circuito ramal que alimentan a cada devanado estén dimensionados de acuerdo con la corriente a plena carga del devanado de mayor corriente a plena carga.

(5) En los sistemas de controladores de motores de estado sólido para dispositivos de electrónica de potencia, se permite utilizar fusibles adecuados en lugar de los dispositivos de la Tabla 430-152, siempre que al lado de los fusibles se rotule claramente el valor nominal de los fusibles de repuesto.

(d) Motores de par (baja velocidad). Los circuitos ramales de los motores de par deben protegerse a la corriente nominal por placa de características del motor, según el Artículo 240-3(b).

430-53. Varios motores o cargas en un circuito ramal. Se permite conectar al mismo circuito ramal dos o más motores o uno o más motores y otras cargas, en las condiciones especificadas en los siguientes apartados (a), (b) o (c):

(a) No mayor de 746 W(1 HP). En un circuito ramal de 120 V nominales protegido a no más de 20 A o en un circuito ramal de 600 V nominales o menos protegido a no más de 15 A, se permite conectar varios motores, ninguno de los cuales supere 746 W (1 HP) de potencia nominal, si se cumplen todas las condiciones siguientes:

(1) La corriente nominal a plena carga de cada motor no supera los 6 A.

(2) Que no se supere la capacidad nominal del dispositivo de protección del circuito ramal contra cortocircuito y falla a tierra, rotulada en cualquiera de los controladores.

(3) Que la protección individual contra sobrecarga cumpla lo establecido en el Artículo 430-32.

(b) Si se protege el motor de menor potencia nominal. Si se elige el dispositivo protector del circuito ramal contra cortocircuito y falla a tierra, de modo que no supere el valor permitido en el Artículo 430-52 para el motor de menor potencia nominal, se permite conectar al circuito ramal dos o más motores o uno o más motores y otra(s) carga(s), siempre que cada motor tenga protección individual contra sobrecarga cuando se pueda establecer que el dispositivo protector del circuito ramal contra cortocircuito y falla a tierra no se abrirá en las peores condiciones de servicio que puedan darse.

(c) Otras instalaciones en grupos. Se permite conectar dos o más motores de cualquier capacidad o uno o más motores y otra(s) carga(s), cada motor con protección individual contra sobrecarga, a un circuito ramal cuando el controlador o controladores de los motores y los dispositivos de sobrecarga estén : (1) instalados como un conjunto certificado y el dispositivo de protección del circuito ramal contra cortocircuito y falla a tierra se suministre como parte del conjunto o esté especificado por rotulado en el conjunto; o (2) el dispositivo de protección del circuito ramal contra cortocircuito y falla a tierra, el controlador o controladores de los motores y los dispositivos de sobrecarga se instalen en sitio como conjuntos independientes certificados para dicho uso y con instrucciones del fabricante para usarlos unos con otros; y (3) se cumplan todas las condiciones siguientes:

(1) Que cada dispositivo de protección del motor contra sobrecarga esté certificado para su instalación en grupo con un fusible o con un interruptor automático de tiempo inverso de una capacidad nominal especificada, o los dos.

(2) Que todos los controladores de los motores estén certificados para instalación en grupo con un fusible o con un interruptor automático de capacidad nominal especificada, o los dos.

(3) Que los interruptores automáticos sean de tiempo inverso y estén certificados para instalación en grupo.

(4) Que el circuito ramal esté protegido por fusibles o interruptores automáticos de tiempo inverso con una capacidad nominal que no supere la especificada en el Artículo 430-52 para el motor de mayor potencia conectado al circuito ramal más una cantidad igual a la suma de las corrientes nominales a plena carga de todos los demás motores y cargas conectadas al circuito. Cuando de este cálculo se deduzca una capacidad nominal menor a la capacidad de corriente de los conductores de suministro, se permite aumentar la capacidad nominal máxima de los fusibles o del interruptor automático hasta un valor que no supere el permitido por el Artículo 240-3(b).

(5) Que los fusibles o interruptores automáticos de tiempo inverso del circuito ramal no sean mayores que los permitidos por el Artículo 430-40 para el relé de sobrecarga que proteja el motor de menor potencia nominal del grupo.

Nota: Respecto a la impedancia y otras características del circuito, véase el Artículo 110-10.

(d) Derivación para un solo motor. Para las instalaciones en grupo descritas anteriormente, no se requiere que los conductores de cualquier derivación, que alimenten un solo motor, lleven un dispositivo individual de protección del circuito ramal contra cortocircuito y falla a tierra, siempre que cumplan alguna de las condiciones siguientes : (1) que ningún conductor al que vaya conectado el motor tenga una capacidad de corriente menor que la de los conductores del circuito ramal, o (2) que ningún conductor al que vaya conectado el motor tenga una capacidad de corriente menor que un tercio de la de los conductores del circuito ramal, con un mínimo de acuerdo con el Artículo 430-22; que los conductores a los que va conectado el dispositivo de sobrecarga del motor no tengan más de 7,60 m de largo y estén protegidos contra daños físicos.

430-54. Equipo con varios motores y cargas combinadas. La capacidad nominal del dispositivo de protección del circuito ramal contra cortocircuito y falla a tierra en equipos con varios motores y cargas combinadas, no debe ser superior a la capacidad nominal rotulada en el equipo, según el Artículo 430-7(d).

430-55. Protección contra sobrecorriente combinada. Se permite combinar en un solo dispositivo la protección del circuito ramal de motores contra cortocircuito, falla a tierra y sobrecarga, siempre que la capacidad nominal o el ajuste de disparo del dispositivo proporcione la protección contra sobrecarga especificada en el Artículo 430-32.

430-56. Dispositivos de protección del circuito ramal - en cual conductor. Los dispositivos de protección de los circuitos ramales deben cumplir lo establecido en el Artículo 240-20.

430-57. Tamaño del portafusibles. Cuando se utilicen fusibles para la protección del circuito ramal de motores contra cortocircuito y falla a tierra, los portafusibles deben ser de un tamaño no menor al necesario para acomodar los fusibles especificados en la Tabla 430-152.

Excepción: Cuando se utilicen fusibles que tengan retardo de tiempo apropiado para las características de arranque del motor, se permite utilizar portafusibles de tamaño menor del especificado en la Tabla 430-152.

430-58. Capacidad nominal del interruptor automático. Un interruptor automático para la protección del circuito ramal de motores contra cortocircuito y falla a tierra, debe tener una capacidad nominal de acuerdo con los Artículos 430-52 y 430-110.

E. Protección del alimentador de motores contra cortocircuito y falla a tierra

430-61. Generalidades. En la Parte E se especifican los dispositivos de protección destinados a proteger los conductores del alimentador de los motores contra sobrecorrientes debidas a cortocircuitos o fallas a tierra.

Nota: Véase el Capítulo 9, ejemplo nº. 8.

430-62. Capacidad nominal o ajuste - Carga del motor.

(a) Carga específica. Un alimentador que se utilice para la alimentación de carga(s) fija(s) especifica(s) de motor(es) y que consista de conductores con sección transversal como se establece en el Artículo 430-24, debe estar dotado de un dispositivo de protección con una capacidad nominal o ajuste de disparo no superior a la mayor capacidad nominal o ajuste de disparo del dispositivo de protección del circuito ramal contra cortocircuito y falla a tierra para cualquier motor del grupo (basado en el valor máximo permitido para el tipo específico de un dispositivo protector mostrado en la Tabla 430-52 o en el Artículo 440-22(a) para motocompresores con circuito hermético del refrigerante), más la suma de todas las corrientes a plena carga de los demás motores del grupo.

Para los cálculos anteriores, cuando en dos o más de los circuitos ramales del grupo se utilice un dispositivo de protección del circuito ramal contra cortocircuito y falla a tierra de la misma capacidad nominal o ajuste, uno de los dispositivos de protección se debe considerar como el de mayor corriente.

Excepción: Cuando se utilicen uno o más interruptores automáticos de disparo instantáneo o protectores de motores contra cortocircuitos para la protección del circuito ramal de motores contra cortocircuito y falla a tierra, tal como permite el Artículo 430-52(c), se debe aplicar el procedimiento descrito anteriormente para determinar la capacidad nominal máxima del dispositivo de protección del alimentador, con la siguiente disposición. A efectos del cálculo, se supone que todos los interruptores automáticos de disparo instantáneo o dispositivos de protección del motor contra cortocircuitos tienen una capacidad nominal que no supera el porcentaje máximo de la corriente del motor a plena carga que permite la Tabla 430-152 para el tipo de dispositivo protector del alimentador que se utilice.

Nota: Véase el Capítulo 9, ejemplo nº. 8.

(b) Otras instalaciones. Cuando los conductores del alimentador tengan una capacidad de corriente superior a la requerida por el Artículo 430-24, se permite que la capacidad nominal o de disparo del dispositivo de protección del alimentador contra sobrecorriente se base en la capacidad de corriente de los conductores del alimentador.

430-63. Capacidad nominal o ajuste - Cargas de fuerza y alumbrado. Cuando un alimentador da suministro a cargas de motor y además cargas de alumbrado o de alumbrado y artefactos, se permite que el dispositivo protector del alimentador tenga una capacidad nominal o ajuste de disparo suficiente para soportar la carga de alumbrado o de alumbrado y artefactos, determinada según las Secciones 210 y 220 más, en el caso de un solo motor, la capacidad nominal permitida por el Artículo 430-52 y, para el caso de dos o más motores, la capacidad nominal permitida por el Artículo 430-62.

F. Circuitos de control de motores

430-71. Generalidades. Esta Parte F contiene las modificaciones a los requisitos generales que se aplican a las condiciones particulares de los circuitos de control de motores.

Nota: Para los requisitos de los terminales de dispositivos para los equipos, véase el Artículo 430-9(b).

Definición de circuito de control de motores : es el circuito de un aparato o sistema de control que transporta las señales eléctricas que dirigen el funcionamiento del controlador, pero no transporta la corriente principal de potencia que alimenta al motor.

430-72. Protección contra sobrecorriente.

(a) Generalidades. Un circuito de control de motores derivado del lado de la carga de un dispositivo o dispositivos de protección del circuito ramal de motores contra cortocircuito y falla a tierra y que funcione para controlar el motor o motores conectados a ese circuito ramal, debe estar protegido contra sobrecorriente de acuerdo con el Artículo 430-72. Dicho circuito de control derivado no se debe considerar como un circuito ramal y se permite que esté protegido tanto por uno o varios dispositivos de protección del circuito ramal contra sobrecorriente como por dispositivos suplementarios. Un circuito de control de motores distinto del derivado debe estar protegido contra sobrecorriente de acuerdo con el Artículo 725-23 o con las notas a las Tablas 11(a) y 11(b), según proceda.

(b) Protección de los conductores. La protección de los conductores contra sobrecorriente no debe superar los valores especificados en la columna A de la Tabla 430-72(b).

Tabla 430-72(b) Capacidad nominal máxima de los dispositivos de protección contra sobrecorriente, en amperios (A)

Sección Transversal de los conductores del circuito de control		**Columna A Regla básica**		**Columna B Excepción nº. 1**		**Columna C Excepción nº. 2**	
mm^2	**AWG**	**Cobre**	**Aluminio o aluminio recubierto de cobre**	**Cobre**	**Aluminio o aluminio recubierto de cobre**	**Cobre**	**Aluminio o aluminio recubierto de cobre**
0,82	18	7	---	25	---	7	---
1,31	16	10	---	40	---	10	---
2,08	14	Nota 1	---	100	---	45	---
3,30	12	Nota 1	Nota 1	120	100	60	45
5,25	10	Nota 1	Nota 1	160	140	90	75
> 5,25	> 10	Nota 1	Nota 1	Nota 2	Nota 2	Nota 3	Nota 3

Nota 1: Valor especificado en el Artículo 310-15, según proceda.
Nota 2: 400% del valor especificado en la Tabla 310-17 para conductores a 60℃.
Nota 3: 300% del valor especificado en la Tabla 300-16 para conductores a 60℃.

Excepción nº. 1: Los conductores que no vayan más allá del encerramiento del equipo de control de motores sólo deberán llevar protección contra cortocircuito y falla a tierra y se permite que estén protegidos por el dispositivo o dispositivos de protección del circuito ramal de motores contra cortocircuito y falla a tierra cuando la capacidad nominal de ese dispositivo o dispositivos no sea superior al valor especificado en la columna B de la Tabla 430-72(b).

Excepción nº. 2: Los conductores que vayan más allá del encerramiento del equipo de control de motores sólo deberán llevar protección contra cortocircuito y falla a tierra y se permite que estén protegidos por el dispositivo o dispositivos de protección del circuito ramal de motores contra cortocircuito y falla a tierra cuando la capacidad nominal de ese dispositivo o dispositivos no sea superior al valor especificado en la columna C de la Tabla 430-72(b).

Excepción nº. 3: Se permite que los conductores alimentados por el lado secundario de un transformador monofásico con secundario de sólo dos hilos (una tensión) estén protegidos contra sobrecorriente por el dispositivo de protección del lado primario (suministro) del transformador, siempre que esa protección no supere el valor determinado multiplicando la capacidad nominal máxima del dispositivo de protección contra sobrecorriente para el conductor del secundario, según la Tabla 430-72(b), por la relación de tensión secundario a primario. Los conductores del secundario del transformador (distintos de los de dos hilos) no se deben considerar protegidos por la protección del primario contra sobrecorriente.

Excepción nº. 4: Los conductores de los circuitos de control sólo requieren protección contra cortocircuito y falla a tierra y se permite que estén protegidos por el dispositivo o dispositivos de protección del circuito ramal de motores contra cortocircuito y falla a tierra cuando la apertura del circuito de control pudiera crear un riesgo, como por ejemplo el circuito de una bomba contra incendios y similar.

(c) Transformador del circuito de control. Cuando un circuito de control de motores tenga un transformador, se debe proteger de acuerdo con la Sección 450.

Excepción nº. 1: Se permite que los transformadores de los circuitos de control con potencia nominal menor de 50 VA, que formen parte integral del controlador del motor y estén ubicados en su mismo encerramiento, estén protegidos por los dispositivos de sobrecorriente, medios de limitación de impedancia u otros medios protectores intrínsecos del primario.

Excepción nº. 2: Cuando la corriente nominal del primario del transformador del circuito de control sea menor a 2 A, en el circuito primario se permite instalar un dispositivo de protección contra sobrecorriente de capacidad nominal o ajustada a no más del 500% de la corriente nominal del primario.

Excepción nº. 3: Cuando el transformador alimente un circuito de potencia limitada de Clase 1 (véase Sección 725-21(a)), de Clase 2 o un circuito de control remoto de Clase 3 que cumpla los requisitos de la Sección 725. Véase Sección 725 Parte C.

Excepción nº. 4: Cuando la protección la proporcione otro medio aprobado.

Excepción nº. 5: Se debe omitir la protección contra sobrecorriente cuando la apertura del circuito de control pudiera crear un peligro, como por ejemplo el circuito de control de una bomba contra incendios o similar.

430-73. Protección mecánica de los conductores. Cuando el daño a los conductores de un circuito de control de motores se constituya en un riesgo, todos los conductores de dicho circuito de control remoto que estén fuera del dispositivo de control deben ir instalados en una canalización o estar protegidos contra daños físicos por otro medio adecuado.

Cuando un lado del circuito de control de motores esté puesto a tierra, ese circuito debe estar dispuesto de modo que un contacto accidental a tierra del circuito de control remoto : (1) no arranque el motor y (2) no evite (bypass) los dispositivos manuales de corte o los dispositivos de seguridad de corte automático.

430-74. Desconexión.

(a) Generalidades. Los circuitos de control de motores deben estar instalados de modo que queden desconectados de todas las fuentes de alimentación cuando los medios de desconexión estén en posición de abiertos. Se permite que los medios de desconexión consistan en dos o más dispositivos independientes, uno de los cuales desconecte el motor y el controlador de la fuente o fuentes de alimentación del motor, y los demás desconecten el circuito o circuitos de control de motores de su fuente de alimentación. Cuando se utilicen dispositivos independientes, deben estar ubicados uno al lado del otro.

Excepción nº. 1: Cuando se requiera desconectar más de 12 conductores del circuito de control de motores, se permite que un medio de desconexión esté ubicado en un lugar no inmediatamente al lado del otro, siempre que se cumplan todas las condiciones siguientes:

a. El acceso a las partes energizadas se limite a personas calificadas, de acuerdo con la Parte K de esta Sección.
b. Se coloque una señal permanente de advertencia en el exterior de todas las puertas o cubiertas de los encerramientos de equipos que den acceso a partes energizadas del circuito o circuitos de control de motores, avisando que el medio de desconexión del circuito de control del motor está ubicado a distancia y especificando la ubicación e identificación de cada medio de desconexión. Cuando las partes energizadas no estén en un encerramiento de equipos, tal como permiten los Artículos 430-132

y 430-133, se deberán colocar una o más señales de advertencia en lugar visible para las personas que puedan estar trabajando en el área donde haya partes energizadas.

Excepción nº. 2: Cuando la apertura de uno o más de los medios de desconexión del circuito de control de motores pueda resultar en condiciones potencialmente peligrosas para las personas o la propiedad y se cumplan las condiciones de los apartados a y b de la Excepción nº. 1.

(b) Transformador de control en el encerramiento del controlador. Cuando se instale un transformador u otro dispositivo para reducir la tensión para el circuito de control de motores y esté ubicado en el encerramiento del controlador, dicho transformador o dispositivo debe ir conectado al lado de la carga del medio de desconexión del circuito de control del motor.

G. Controladores de motores

430-81. Generalidades. Esta Parte G está destinada para especificar los controladores adecuados para todo tipo de motores.

(a) Definición. Para la definición de "Controlador", véase la Sección 100. Para los fines de esta Sección, un controlador es cualquier interruptor o dispositivo utilizado normalmente para arrancar y detener un motor, cerrando o abriendo el circuito del motor.

(b) Motores estacionarios de 93,2 W (1/8 HP) o menos. Se permite que el dispositivo de protección del circuito ramal sirva como controlador de motores estacionarios de 93,2 W (1/8 HP) nominales o menos que estén funcionando normalmente y estén construidos de modo que no se puedan estropear por sobrecargas o fallas de arranque, como los motores de relojes y similares.

(c) Motores portátiles de 248,7 W (1/8 HP) o menos. En un motor portátil de 248,7 W (1/8 HP) nominales o menos, se permite que el controlador sea una clavija y tomacorriente.

430-82. Diseño del controlador.

(a) Arranque y parada. Un controlador debe ser capaz de arrancar y parar el motor que controla y de interrumpir la corriente a rotor bloqueado del motor.

(b) Autotransformador. Un autotransformador de arranque debe tener una posición de apagado ("off"), una posición de marcha ("running") y como mínimo una posición de arranque ("starting") y debe estar diseñado de modo que no pueda permanecer en posición de arranque o en cualquier posición que pueda dejar inoperante el dispositivo de protección contra sobrecarga del circuito.

(c) Reostatos. Los reostatos deben cumplir los siguientes requisitos:

(1) Los reostatos de arranque del motor deben estar diseñados de modo que el brazo de contacto no pueda quedar sobre segmentos intermedios. El punto o placa en la cual descansa el brazo cuando está en posición de arranque no debe estar conectado eléctricamente a la resistencia.

(2) Los reostatos de arranque para motores de corriente continua operados desde una fuente de alimentación de tensión constante, deben estar equipados con dispositivos automáticos que corten la corriente antes de que la velocidad del motor haya caído a menos de 1/3 de su velocidad nominal.

430-83. Capacidad nominal.

(a) Potencia nominal en W (HP) a la tensión de aplicación. El controlador debe tener una potencia nominal en W (HP) a la tensión de aplicación, no menor que la potencia nominal del motor.

Excepción nº. 1: Un controlador para un motor de Diseño E de más de 1 492 W (2 HP) nominales, debe cumplir, además, alguna de las dos condiciones siguientes:

a. Debe estar rotulado como adecuado para usar con un motor de Diseño E.
b. Debe tener una potencia nominal en W (HP) no menor a 1,4 veces la potencia nominal de un motor de 2 238 W hasta 74,6 kW (3 a 100 HP) nominales o no menor a 1,3 veces la potencia de un motor de más de 74,6 kW (100 HP) nominales.

Excepción nº. 2: Se permite que, para un motor estacionario de 1 492 W (2 HP) nominales o menos y 300 V o menos, el controlador sea un interruptor de uso general de una capacidad nominal no menor al doble de la corriente nominal del motor a plena carga.

En los circuitos de c.a. se permite utilizar interruptores de acción rápida y uso general que sean adecuados sólo para uso en circuitos de c.a. (no para c.a. y c.c.) como controladores de motores de 1 492 W (2 HP) nominales o menos y 300 V nominales o menos, cuya corriente nominal a plena carga no sea mayor al 80% de la corriente nominal del interruptor.

Excepción nº. 3: Se permite utilizar como controlador un interruptor automático de tiempo inverso para circuito ramal, con una capacidad nominal en A. Cuando ese interruptor se use también para protección contra sobrecarga, debe cumplir las disposiciones pertinentes de esta Sección en lo que se refiere a protección contra sobrecargas.

Excepción nº. 4: El controlador de un motor de par debe tener una capacidad nominal en servicio continuo y a plena carga no menor que la corriente nominal del motor por placa de características. Para un controlador designado en W (HP) pero no rotulado con la anterior corriente nominal, se debe calcular dicha corriente nominal equivalente a partir de su designación en W (HP) utilizando las Tablas 430-147, 430-148, 430-149 o 430-150.

Excepción nº. 5: No es necesario que los dispositivos permitidos por el Artículo 430-81(b) y (c) que sirvan como controladores, estén designados en W (HP).

(b) Tensión nominal. Se permite instalar un controlador de una sola tensión nominal, es decir, 240 V o 480 V, en un circuito en el que la tensión nominal entre dos conductores cualesquiera no supere la del controlador. Si el controlador fuera de tensión dual, p. ej., 120 V/240 V o 480 V/227 V, sólo se debe instalar en un circuito cuya tensión nominal entre cualquier conductor y tierra no sea superior al menor de los dos valores nominales del controlador y la tensión nominal entre dos conductores cualesquiera del circuito no supere la mayor de las tensiones del controlador.

430-84. No es necesario que abra todos los conductores. No es necesario que el controlador abra todos los conductores del motor.

Excepción: Cuando el controlador se utilice también como medio de desconexión, debe abrir todos los conductores del motor no puestos a tierra, según establece el Artículo 430-111.

430-85. En conductores puestos a tierra. Se permite que un polo del controlador esté ubicado en un conductor puesto permanentemente a tierra, siempre que el controlador esté diseñado de modo que el polo del conductor puesto a tierra no se pueda abrir sin que se abran simultáneamente todos los demás conductores del circuito.

430-87. Número de motores servidos por cada controlador. Cada motor debe tener su propio controlador individual.

Excepción: Para motores de 600 V nominales o menos, se permite utilizar un solo controlador de potencia nominal no menor a la suma de las potencias nominales en W (HP) de todos los motores del grupo, siempre que se cumpla alguna de las condiciones siguientes:

a. Cuando varios motores accionen distintas partes de una sola máquina o pieza de aparato, como máquinas herramientas para el trabajo del metal o de la madera, grúas, elevadores y aparatos similares.
b. Cuando un grupo de motores esté protegido por un solo dispositivo de sobrecorriente, como permite el Artículo 430-53(a).
c. Cuando un grupo de motores esté ubicado en un solo cuarto a la vista de la ubicación del controlador.

430-88. Motores de velocidad variable. Los motores de velocidad variable que estén controlados por medio de un regulador de campo, deben estar equipados y conectados de modo que no se puedan arrancar con un campo debilitado.
Excepción: Cuando el motor esté diseñado para arrancar de esa forma.

430-89. Limitación de velocidad. Las máquinas de los tipos siguientes deben estar provistas de un dispositivo o de otro medio de limitación de su velocidad:

(a) Motores de c.c. excitados separadamente. Los motores de corriente continua con excitación separada.
(b) Motores tipo serie. Los motores tipo serie.
(c) Grupos motor - generador y convertidores. Los grupos de motor - generador y los convertidores que se puedan accionar a velocidad excesiva del lado de la corriente continua, ya sea por invertirse el sentido de la corriente o por una reducción de la carga.
Excepción nº. 1: Cuando las características intrínsecas de las máquinas, del sistema o de la carga y sus conexiones mecánicas sean tales que limiten la velocidad.
Excepción nº. 2: Cuando el motor esté siempre bajo el control manual de un operario calificado.

430-90. Combinación de portafusibles e interruptor como controlador. La capacidad nominal de cualquier combinación de fusibles e interruptor que se utilice como controlador de un motor, debe ser tal que el portafusibles admita fusibles para la corriente especificada en la Parte C de esta Sección sobre protección contra sobrecargas.

Excepción: Cuando se utilicen fusibles con un retardo apropiado para las características de arranque del motor, se permite utilizar portafusibles de tamaño menor del especificado en la Parte C de esta Sección.

430-91. Tipos de encerramientos para controladores de motores. La Tabla 430-91 sirve de base para seleccionar los encerramientos de controladores de motores para usar en lugares específicos distintos a los lugares peligrosos (clasificados). También se permite utilizar la clasificación de grados de protección provistos por encerramientos de equipo eléctrico hasta 72,5 kW, de acuerdo con la norma NTC 3279*, Grados de protección dados por encerramientos de equipo eléctrico (Código IP).* Los encerramientos no están destinados para proteger a los controladores de condiciones tales como la condensación, formación de hielo, corrosión o contaminación que pueda producirse dentro del mismo o entrar a través de tubos o aberturas sin sellar. Estas condiciones internas deben ser tenidas muy en cuenta, tanto por el instalador como por el usuario.

Tabla 430-91 Tabla de selección de los encerramientos para controladores de motores

Para uso en exteriores							
Ofrece un grado de protección contra las siguientes condiciones ambientales	**Número de Tipo de encerramiento #**						
	3	**3R**	**3S**	**4**	**4X**	**6**	**6P**
Contacto incidental con el equipo encerrado	X	X	X	X	X	X	X
Lluvia, nieve y aguanieve	X	X	X	X	X	X	X
Aguanieve *	---	---	X	---	---	---	---
Polvo en suspensión en el aire	X	---	X	X	X	X	X
Riego	---	---	---	X	X	X	X
Agentes corrosivos	---	---	---	---	X	---	X
Inmersión ocasional temporal	---	---	---	---	---	X	X
Inmersión ocasional prolongada	---	---	---	---	---	---	X

* El mecanismo debe ser accionable aunque esté cubierto de hielo.

Para uso interior										
Ofrece un grado de protección contra las siguientes condiciones ambientales	**Número de Tipo de encerramiento #**									
	1	**2**	**4**	**4X**	**5**	**6**	**6P**	**12**	**12K**	**13**
Contacto incidental con el equipo encerrado	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Suciedad depositada	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Líquidos depositados y pequeñas salpicaduras	---	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Polvo, pelusa, fibras y partículas circulantes	---	---	X	X	---	X	X	X	X	X
Polvo, pelusa, fibras y partículas en el aire	---	---	X	X	X	X	X	X	X	X
Riego y salpicaduras de agua	---	---	X	X	---	X	X	---	---	---
Fugas de aceite y refrigerante	---	---	---	---	---	---	---	X	X	X
Salpicaduras de aceite o refrigerante	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Agentes corrosivos	---	---	---	X	--	---	X	---	---	---
Inmersión ocasional temporal	---	---	---	---	---	X	X	---	---	---
Inmersión ocasional prolongada	---	---	---	---	---	---	X	---	---	---

\# El número de tipo de encerramiento de debe ir rotulado en el encerramiento del controlador del motor.

Nota : Los números de los tipos de encerramiento se describen detalladamente en normas tales como ANSI/NEMA ICS6-1988 *Industrial Control and System Enclosures*, NEMA 250-1997 *Enclosures for Electrical Equipment (1000 V max.)* y UL 508-1993 *Industrial Control Equipment* .

H. Centros de control de motores

430-92. Generalidades. Esta Parte H trata de los centros de control de motores instalados para controlar circuitos de motores, de alumbrado y de potencia.

Un centro de control de motores es un conjunto de una o más secciones encerradas que tienen una barra de potencia común y que contienen principalmente unidades para el control de motores.

430-94. Protección contra sobrecorriente. Los centros de control de motores deben estar dotados de dispositivos de protección contra sobrecorriente según la Sección 240, basados en la capacidad nominal de la barra de potencia común. Esta protección debe ser proporcionada por : (1) un dispositivo de protección contra sobrecorriente ubicado antes del centro de control de motores o (2) un dispositivo principal de protección contra sobrecorriente ubicado dentro del centro de control de motores.

430-95. Equipo de entrada de acometida. Si se utiliza como equipo de la acometida, cada centro de control de motores debe estar dotado de un solo medio de desconexión que desconecte todos los conductores de la acometida no puestos a tierra.

Excepción: Se permite un segundo medio de desconexión de la acometida para dar suministro a equipos adicionales.

Cuando exista un conductor puesto a tierra, el centro de control de motores debe tener un puente de conexión equipotencial principal, de dimensiones acordes con el Artículo 250-79(d), dentro de una de las secciones para conexión del conductor puesto a tierra, en el lado del suministro, a la barra para puesta a tierra de equipos del centro de control de motores.

430-96. Puesta a tierra. Los centros de control de motores que consten de varias secciones deben estar conectados equipotencialmente con el conductor de puesta a tierra de equipos o a una barra equivalente de puesta a tierra, dimensionada de acuerdo con la Tabla 250-95. Los conductores para puesta a tierra de equipos deben terminar en esta barra de puesta a tierra o en un punto terminal de puesta a tierra instalado en un centro de control de motores de una sola sección.

430-97. Bus de barras y conductores.

(a) Disposición y soportes. Los buses de barras deben estar protegidos contra daños físicos y sujetarse firmemente en sitio. En esta sección sólo deben estar ubicados los conductores destinados para terminar en una sección vertical, excepto los necesarios para las interconexiones y alambrado de control.

Excepción: Se permite que los conductores atraviesen secciones verticales siempre que estén separados del bus de barras por una barrera.

(b) Disposición de fases. La disposición de las fases en los buses trifásicos debe ser A, B y C de delante hacia atrás, de arriba hacia abajo o de izquierda a derecha vistas desde la parte frontal del centro de control de motores.

Excepción: Se permite que las unidades montadas por detrás conectadas a un bus vertical común a las unidades montadas por el frente, tengan las fases en orden C, B, A, siempre que estén debidamente identificadas.

(c) Espacio de doblado mínimo para alambrado. El espacio mínimo para el doblado del alambrado en los terminales del centro de control de motores y para canaletas auxiliares, será el exigido en la Sección 373.

(d) Separación. La separación entre los terminales del bus del centro de control de motores y otras partes metálicas desnudas, no debe ser menor a lo establecido en la Tabla 430-97.

Tabla 430-97 Separación mínima entre partes metálicas desnudas (mm)

Límites de Tensión	Polaridad contraria, montadas en la misma superficie	Polaridad contraria, al aire	Partes energizadas a tierra
125 V nominales máx.	19	12	12
250 V nominales máx.	32	19	12
600 V nominales máx.	50	25	25

(e) Barreras. En todos los centros de control de motores de entrada a la acometida se deben instalar barreras que separen los buses de barras y los terminales de acometida del resto del centro de control.

430-98. Rotulado.

(a) Centros de control de motores. Los centros de control de motores deben estar rotulados según el Artículo 110-21 y tales rótulos deben ser claramente visibles después de su instalación. Los rótulos deben incluir

también la corriente nominal de la barra común de potencia y la capacidad nominal de cortocircuito del centro de control de motores.

(b) Unidades de control de motores. Las unidades de control de motores instaladas en un centro de control deben cumplir lo establecido en el Artículo 430-8.

I. Medios de desconexión

430-101. Generalidades. Esta Parte I trata de los requisitos de los medios de desconexión capaces de desconectar del circuito los motores y controladores.

Nota 1: Véase la Figura 430-1.

Nota 2: Para la identificación de los medios de desconexión, véase el Artículo 110-22.

430-102. Ubicación.

(a) Controlador. Se debe instalar un medio de desconexión a la vista de donde esté el controlador y debe ser capaz de desconectarlo.

Excepción nº. 1: En los circuitos de motores de más de 600 V nominales, se permite instalar fuera de la vista del controlador un medio de desconexión capaz de bloquearse en posición de abierto, siempre que el controlador esté rotulado con una etiqueta de advertencia que indique la ubicación del medio de desconexión.

Excepción nº. 2: En las máquinas de procesos continuos con varios motores, se permite instalar un solo medio de desconexión ubicado al lado del grupo de controladores coordinados montados uno al lado del otro.

(b) Motor. Se debe ubicar un medio de desconexión a la vista de donde esté el motor y la maquinaria accionada por el mismo.

Excepción: Cuando el medio de desconexión dotado de acuerdo con el Artículo 413-102(a), pueda quedar bloqueado individualmente en posición de abierto.

Nota: Para más información sobre los procedimientos de bloqueo y etiquetado, véase *Standard for Electrical Safety Requirements for Employee Workplaces,* NFPA 70E-1995.

430-103. Operación. El medio de desconexión debe abrir todos los conductores de suministro no puestos a tierra y debe estar diseñado de modo que ningún polo se pueda operar independientemente. Se permite que el medio de desconexión esté en el mismo encerramiento con el controlador.

Nota: Para los equipos que reciben energía desde más de una fuente, véase el Artículo 430-113.

430-104. Indicadores. El medio de desconexión debe llevar claramente indicado cuál es su posición de abierto (desconectado) y de cerrado (conectado).

430-105. Conductores puestos a tierra. Se permite que un polo del medio de desconexión abra un conductor puesto permanentemente a tierra, siempre que el medio de desconexión esté diseñado de modo que el polo del conductor puesto a tierra no se pueda abrir sin desconectar simultáneamente todos los conductores del circuito.

430-107. Fácilmente accesible. Uno de los medios de desconexión debe ser fácilmente accesible.

430-108. Todos los interruptores. Todos los medios de desconexión del circuito ramal de motores, instalados entre el punto de unión al alimentador y el punto de conexión al motor, deben cumplir los requisitos de los Artículos 430-109 y 430-110.

430-109. Tipo. El medio de desconexión debe ser de uno de los siguientes tipos: (1) un interruptor de circuitos de motores designado en W (HP), (2) un interruptor automático, o (3) un interruptor en un caja moldeada, y deben estar certificados.

Excepción nº. 1: Un interruptor de circuitos de motores para motores de Diseño E de más de 1 492 W (2 HP) nominales, debe cumplir además uno de los dos requisitos siguientes:

a. Debe estar rotulado como adecuado para usar con un motor de Diseño E.
b. Debe tener una potencia nominal en W (HP) no menor a 1,4 veces la potencia nominal de un motor de 2 238 W hasta 74,6 kW (3 a 100 HP) nominales o no menor a 1,3 veces la potencia de un motor de más de 74,6 kW (100 HP) nominales.

Excepción nº. 2: Se permite utilizar como medio de desconexión el dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito ramal, para motores estacionarios de 93,2 W (1/8 HP) o menos

Excepción nº. 3: Se permite que, para un motor estacionario de 1 492 W (2 HP) nominales o menos y 300 V o menos, el medio de desconexión sea un interruptor de uso general de una capacidad nominal no menor al doble de la corriente nominal del motor a plena carga.

En los circuitos de c.a. se permite utilizar interruptores de acción rápida y uso general que sean adecuados sólo para uso en circuitos de c.a. (no de c.a. y c.c.) para desconectar motores de 1 492 W (2 HP) nominales o menos y 300 V nominales o menos, cuya corriente nominal a plena carga no sea mayor al 80% de la corriente nominal del interruptor.

Excepción nº. 4: Para motores de más de 1 492 W (2 HP) hasta 74,6 kW (100 HP) inclusive, se permite que el medio de desconexión independiente exigido para un motor con controlador de tipo autotransformador sea un interruptor de uso general, siempre que se cumplan todas las condiciones siguientes:

a. Que el motor accione un generador provisto de protección contra sobrecarga.
b. Que el controlador : (1) sea capaz de interrumpir la corriente a rotor bloqueado del motor; (2) esté dotado de un medio de desconexión por ausencia de tensión, y (3) esté dotado de un dispositivo de protección contra sobrecarga del motor en marcha, de capacidad nominal no superior al 125% de la capacidad nominal del motor a plena carga.
c. En el circuito ramal del motor haya instalados fusibles independientes o un interruptor automático de tiempo inverso de corriente nominal o ajuste no superior al 150% de la capacidad nominal del motor a plena carga.

Excepción nº. 5: Para motores estacionarios de c.c. de más de 29 840 W (40 HP) o de c.a. de más de 74,6 kW (100 HP) nominales, se permite que el medio de desconexión sea un interruptor de uso general o de separación, siempre que lleve claramente el rótulo "No operar bajo carga" ("Do not operate under load").

Excepción nº. 6: Para los motores conectados con cordón y clavija que no sean de Diseño E o que, siendo de Diseño E, tengan 1 492 W (2 HP) nominales o menos, se permite utilizar una clavija y tomacorriente designados en W (HP), con capacidad nominal no menor a la del motor. Para motores de Diseño E de más de 1 492 W (2 HP) nominales, la clavija y tomacorriente utilizados como medio de desconexión deben tener una capacidad nominal en W (HP) no menor a 1,4 veces la del motor. No es necesario que los artefactos eléctricos portátiles tengan una clavija y tomacorriente de capacidad nominal en W (HP), de acuerdo con el Artículo 422-22, ni los artefactos de aire acondicionado para cuartos, de acuerdo con el Artículo 440-63, ni los motores portátiles de 248,7 W (1/3 HP) nominales o menos.

Excepción nº. 7: Para los motores de par, el medio de desconexión puede ser un interruptor de uso general.

Excepción nº. 8: Se permite utilizar como medio de desconexión un interruptor automático de disparo instantáneo que forme parte de un conjunto certificado de controlador y motor.

430-110. Capacidad nominal de corriente y capacidad de interrupción.

(a) Generalidades. El medio de desconexión de los circuitos de motores de 600 V nominales o menos debe tener una capacidad nominal de corriente que sea como mínimo el 115% de la capacidad nominal de corriente a plena carga del motor.

(b) Para motores de par. El medio de desconexión de un motor de par debe tener una capacidad nominal de corriente que sea como mínimo el 115% de la corriente que conste en la placa de características del motor.

(c) Para cargas combinadas. Cuando se usen juntos dos o más motores o cuando uno o más motores se usen en combinación con otras cargas, como calentadores por resistencia, y la carga combinada pueda estar simultáneamente sobre un solo medio de desconexión, la capacidad nominal de corriente y de potencia en W (HP) de la carga combinada se debe calcular como sigue:

(1) La capacidad nominal del medio de desconexión se debe calcular sumando todas las corrientes, incluidas las cargas resistivas, a plena carga y con el rotor bloqueado. A los efectos de este requisito, la corriente a plena carga combinada y la corriente con rotor bloqueado combinada así obtenidas, se considerarán como un solo motor, de acuerdo con lo siguiente:

La corriente a plena carga equivalente a la potencia nominal en W (HP) de cada motor se debe seleccionar de las Tablas 430-148, 430-149 y 430-150. Estas corrientes a plena carga se deben sumar a la corriente nominal en amperios de las demás cargas, para obtener la corriente equivalente a plena carga para la carga combinada.

La corriente a rotor bloqueado equivalente a la potencia nominal en W (HP) de cada motor se debe seleccionar de las Tablas 430-151(a) o 430-151(b). Las corrientes a rotor bloqueado se deben sumar a la capacidad nominal en amperios de las demás cargas para obtener la corriente equivalente a plena carga para la carga combinada. Cuando no se puedan arrancar simultáneamente dos o más motores u otras cargas, se permite utilizar una combinación adecuada de corrientes a rotor bloqueado y a plena carga para determinar la corriente equivalente a rotor bloqueado de las cargas combinadas simultáneamente.

Excepción: Cuando parte de las cargas consideradas sean cargas resistivas y el medio de desconexión sea un interruptor con capacidad nominal en W (HP) y en A, se permite que el interruptor utilizado tenga una capacidad nominal en W (HP) no menor que la carga combinada de los motores, siempre que la capacidad nominal del interruptor en A no sea menor que la corriente a rotor bloqueado del motor o motores más la carga resistiva.

(2) La capacidad nominal en amperios del medio de desconexión no debe ser menor al 115% de la suma de todas las corrientes en condición de plena carga determinada de acuerdo con el anterior apartado (c)(1).

(3) Para los motores pequeños no cubiertos por las Tablas 430-147, 430-148, 430-149 y 430-150, se asume que la corriente a rotor bloqueado es seis veces la corriente a plena carga.

430-111. Interruptor o interruptor automático utilizado tanto como controlador y como medio de desconexión. Se permite utilizar como controlador y como medio de desconexión un interruptor o interruptor automático que cumpla lo establecido en el Artículo 430-83 si abre todos los conductores hasta el motor no puestos a tierra, si está protegido por un dispositivo de sobrecorriente (el cual puede ser el fusible(s) del circuito

ramal) que abra todos los conductores no puestos a tierra que llegan hasta el interruptor o interruptor automático y si es de alguno de los tipos especificados en los siguientes apartados (a), (b), o (c):

(a) Interruptor de ruptura en aire. Un interruptor de ruptura en aire que se accione directamente tirando con la mano de una palanca o empuñadura.

(b) Interruptor automático de tiempo inverso. Un interruptor automático de tiempo inverso que se accione directamente tirando de una palanca o empuñadura.

(c) Interruptor en aceite. Un interruptor en aceite conectado a un circuito cuya capacidad nominal no supere 600 V o 100 A o, mediante permiso especial, a un circuito que supere esos valores nominales cuando esté supervisado por personal experto.

El interruptor o interruptor automático en aceite especificado anteriormente puede ser de operación eléctrica o manual.

Se permite que el dispositivo de protección del controlador contra sobrecorriente forme parte del conjunto del controlador o sea independiente.

Un controlador de tipo autotransformador debe estar dotado de un medio de desconexión independiente.

430-112. Motores servidos por un solo medio de desconexión. Cada motor debe estar dotado de un medio de desconexión individual.

Excepción: Se permite que haya un grupo de motores conectado a un solo medio de desconexión si se cumple cualquiera de las condiciones a., b. o c. a continuación. El medio de desconexión debe tener una capacidad nominal de acuerdo con el Artículo 430-110(c):

a. Cuando varios motores accionen distintas partes de una sola máquina o pieza de aparato, como máquinas herramientas para el trabajo del metal o de la madera, grúas, elevadores y similares.
b. Cuando un grupo de motores esté protegido por un conjunto de dispositivos para protección de circuito ramal, como lo permite el Artículo 430-53(a).
c. Cuando un grupo de motores esté ubicado en un solo cuarto a la vista del lugar de los medios de desconexión.

430-113. Energía desde más de una fuente. Los motores y equipos accionados por motores que reciban energía eléctrica desde más de una fuente, deben estar dotados de medios de desconexión en cada una de las fuentes de energía, ubicado inmediatamente al lado del equipo correspondiente. Se permite que cada fuente tenga un medio de desconexión independiente.

Excepción nº. 1: Cuando un motor reciba energía eléctrica desde más de una fuente, no es necesario que el medio de desconexión de la fuente principal de alimentación esté colocado inmediatamente al lado del motor, siempre que el medio de desconexión del controlador pueda quedar bloqueado en posición de abierto.

Excepción nº. 2: No es necesario un medio de desconexión independiente para circuitos de control remoto de Clase 2 que cumplan con la Sección 725, que no tengan más de 30 V nominales, estén aislados y sin poner a tierra.

J. Circuitos de motores de más de 600 V nominales

430-121. Generalidades. Esta Parte J reconoce los riesgos adicionales que supone el uso de altas tensiones. Complementa o modifica las restantes disposiciones de esta Sección. En la Sección 710 se establecen otros requisitos para los circuitos y equipos que funcionan a más de 600 V nominales.

430-122. Rotulado en los controladores. Además de los rótulos que exige el Artículo 430-8, el controlador debe llevar rotulada la tensión de control.

430-123. Encerramientos de los conductores adyacentes a los motores. Se permite emplear tubo de metal flexible, estanco o no a los líquidos y que no tenga más de 1,8 m de longitud, como conexión de las canalizaciones al encerramiento de los terminales de motores.

430-124. Tamaño de los conductores. Los conductores que dan suministro a los motores deben tener una capacidad de corriente no menor a la corriente a la cual se ajusta el disparo del dispositivo o dispositivos de protección contra sobrecarga de los motores.

430-125. Protección del circuito del motor contra sobrecorriente.

(a) Generalidades. Todos los circuitos de motores deben tener protección coordinada que interrumpa automáticamente las corrientes de falla y de sobrecarga del motor, los conductores del circuito de motores y los aparatos de control de motores.

Excepción: Cuando un motor sea vital para el funcionamiento de una planta y deba funcionar hasta que falle, si fuera necesario, para evitar un riesgo mayor a las personas, se permite conectar el dispositivo o dispositivos de protección a un anunciador de supervisión o de alarma, en lugar de interrumpir el circuito del motor.

(b) Protección contra sobrecarga.

(1) Todos los motores deben estar protegidos contra el calentamiento peligroso debido a sobrecargas o fallas de arranque, mediante un protector térmico integrado en el motor o dispositivos exteriores sensores de corriente, o ambos.

(2) Se considera que los circuitos secundarios de los motores de corriente alterna de rotor devanado, incluidos sus conductores, controladores y resistencias, están protegidos contra sobrecorriente por los medios de protección contra sobrecarga del motor.

(3) El dispositivo de protección contra sobrecarga debe funcionar desconectando simultáneamente todos los conductores no puestos a tierra.

(4) Los dispositivos sensores de sobrecarga no se deben restablecer automáticamente después de dispararse, a menos que su restablecimiento no produzca un rearranque automático del motor o no exista riesgo para las personas si se rearranca el motor y su maquinaria conectada.

(c) Protección contra corrientes de falla.

(1) Todos los circuitos de motores deben estar protegidos contra corrientes de falla por uno de los siguientes medios:

a. Un interruptor automático de un tipo y capacidad nominal adecuados y dispuesto de modo que pueda ser atendido sin riesgo. El interruptor automático debe desconectar simultáneamente todos los conductores no puestos a tierra. Se permite que el interruptor automático detecte la corriente de falla por medio de elementos sensores integrados o externos.
b. Fusibles de un tipo y capacidad nominal adecuados, instalados en cada conductor no puesto a tierra. Los fusibles se deben usar con un medio de desconexión adecuado o deben ser de un tipo que permita usarlos también como medio de desconexión. Deben estar instalados de modo que no se pueda efectuar su mantenimiento mientras estén energizados.

(2) Los dispositivos de interrupción de la corriente de falla no deben volver a cerrar el circuito automáticamente.

Excepción: Cuando los circuitos estén expuestos a fallas transitorias y su cierre automático no cree peligro para las personas.

(3) Se permite que el mismo dispositivo proporcione la protección contra sobrecargas y contra corrientes de falla.

430-126. Capacidad nominal de aparatos de control de motores. La corriente máxima de disparo de los relés de sobrecorriente (sobrecarga) o de otros dispositivos de protección de los motores, no debe superar el 115% de la capacidad nominal continua de corriente del controlador. Cuando el medio de desconexión del circuito ramal de motores sea independiente del controlador, la capacidad nominal de corriente del medio de desconexión no debe ser menor al ajuste de disparo máximo de los relés de sobrecorriente que haya en el circuito.

430-127. Medios de desconexión. El medio de desconexión del controlador debe ser capaz de quedar bloqueado en posición de abierto.

K. Protección de partes energizadas - Todas las tensiones

430-131. Generalidades. Esta Parte K establece que las partes energizadas deben estar protegidas de una manera que se considere adecuada para los peligros involucrados.

430-132. Donde se requiere. Las partes energizadas expuestas de los motores y controladores que funcionen a 50 V o más entre terminales, deben estar resguardadas contra contactos accidentales mediante encerramientos o situándolas del siguiente modo:

(a) **En un cuarto o encerramiento.** Instalándolas en un cuarto o encerramiento que sea accesible sólo a personas calificadas.

(b) **En una galería adecuada.** Instalándolas en una galería, plataforma u otro lugar elevado y que no permita el acceso a personas no calificadas.

(c) **Por elevación.** Instalándolas a 2,40 m o más sobre el piso.

Excepción: Los motores estacionarios que tengan conmutadores, colectores y escobillas ubicados dentro de los extremos del motor y conectados de modo no conductivo a circuitos de suministro que funcionen a más de 150 V a tierra.

430-133. Resguardos para operadores. Cuando las partes energizadas de motores o controladores que funcionen a más de 150 V a tierra, estén protegidas contra el contacto accidental sólo por su ubicación como se establece en el Artículo 430-132 y sea necesario hacer ajustes u otros trabajos de atención durante el funcionamiento de los aparatos, se deben instalar alfombras o plataformas aislantes de modo que la persona encargada no pueda tocar fácilmente las partes energizadas a menos que esté parada sobre la alfombra o plataforma.

Nota: En cuanto al espacio de trabajo, véanse los Artículos 110-16 y 110-34.

L. Puesta a tierra - Todas las tensiones

430-141. Generalidades. Esta Parte L trata de los requisitos de puesta a tierra de las partes metálicas expuestas no portadoras de corriente que se puedan llegar a energizar, de los bastidores de motores y controladores, para evitar que se produzca una tensión superior a la de tierra en el caso de contacto accidental entre las partes energizadas y los bastidores. El aislamiento, la separación y el resguardo son alternativas adecuadas para puesta a tierra de motores bajo ciertas condiciones.

430-142. Motores estacionarios. Los bastidores (carcasas) de los motores estacionarios se deben poner a tierra en cualquiera de las circunstancias siguientes: (1) cuando estén alimentados por alambrado con encerramiento metálico; (2) cuando estén en un lugar mojado y no estén separados o resguardados; (3) cuando estén en un lugar peligroso (clasificado), como se cubre por las Secciones 500 a 517; (4) si el motor funciona con algún terminal a más de 150 V a tierra.

Cuando el bastidor del motor no esté puesto a tierra, deberá estar permanente y eficazmente aislado de tierra.

430-143. Motores portátiles. Los bastidores de los motores portátiles que funcionen a más de 150 V a tierra, se deben poner a tierra o resguardar.

Nota 1: Para la puesta a tierra de artefactos portátiles en ocupaciones no residenciales, véase el Artículo 250-45(d).

Nota 2: Para el color de los conductores de puesta a tierra de los equipos, véase el Artículo 250-59(b).

430-144. Controladores. Los encerramientos de los controladores se deben poner a tierra, independientemente de la tensión. Los encerramientos de los controladores deben tener medios para conectar un conductor de puesta a tierra de equipos, de acuerdo con el Artículo 250-113.

Excepción nº. 1: Los encerramientos en contacto con equipos portátiles no puestos a tierra.

Excepción nº. 2: Las tapas forradas de los interruptores de acción rápida.

430-145. Método de puesta a tierra. Cuando sea necesaria, la puesta a tierra se debe hacer según se especifica en la Sección 250.

(a) Puesta a tierra a través de la caja de terminales. Cuando el alambrado de un motor fijo consista de cables en tubos o canalizaciones metálicas, se deben instalar cajas de unión en las que vayan los terminales de los motores y conectar la pantalla de los cables o las canalizaciones metálicas a dichas cajas de la manera especificada en la Sección 250.

Nota: Para los medios de conexión de puesta a tierra de las cajas de terminales de motores, véase el Artículo 430-12(e).

(b) Separación entre el motor y la caja de unión. Se permite que la caja de unión exigida en el anterior apartado (a) esté separada del motor a no más de 1,80 m, siempre que los terminales hacia el motor sean cable de tipo AC, cordones blindados o sean terminales trenzados metidos en tubo metálico flexible hermético a los líquidos, tubo metálico flexible, tubo metálico intermedio, tubo metálico rígido o tubería eléctrica metálica de tamaño comercial no menor a 9,5 mm (3/8 de pulgada), con el blindaje o canalización conectados tanto al motor como a la caja.

Se permite utilizar tubo no metálico flexible hermético a los líquidos y tubo no metálico rígido para meter los terminales hacia el motor, siempre que esos terminales sean trenzados y que el conductor requerido de puesta a tierra de equipos se conecte tanto al motor como a la caja.

Cuando se utilicen terminales trenzados, protegidos como se indica anteriormente, no deben ser de sección transversal mayor a 5,25 mm^2 (10 AWG) y deben cumplir los demás requisitos de este *Código* relativos a los conductores en canalizaciones.

(c) Puesta a tierra de dispositivos montados en controladores. Los secundarios de los transformadores de instrumentos y las partes metálicas expuestas no portadoras de corriente, otras partes conductivas o las

cajas de los transformadores de instrumentos, medidores, instrumentos y relés, se deben poner a tierra como se indica en los Artículos 250-121 a 250-125.

M. Tablas

Tabla 430-147 Corriente a plena carga en amperios para motores de corriente continua

Los siguientes valores de corriente a plena carga * son para motores que giran a velocidad básica.

Potencia		Tensión nominal en el inducido (armadura)*					
W	**HP**	**90 V**	**120 V**	**180 V**	**240 V**	**500 V**	**550 V**
187	1/4	4,0	3,1	2,0	1,6		
249	1/3	5,2	4,1	2,6	2,0		
373	1/2	6,8	5,4	3,4	2,7		
560	3/4	9,6	7,6	4,8	3,8		
746	1	12,2	9,5	6,1	4,7		
1119	1 ½		13,2	8,3	6,6		
1492	2		17	10,8	8,5		
2238	3		25	16	12,2		
3730	5		40	27	20		
5595	7 ½		58		29	13,6	12,2
7460	10		76		38	18	16
11190	15				55	27	24
14920	20				72	34	31
18650	25				89	43	38
22380	30				106	51	46
29840	40				140	67	61
37300	50				173	83	75
44760	60				206	99	90
55950	75				255	123	111
74600	100				341	164	148
93250	125				425	205	185
111900	150				506	246	222
149200	200				675	330	294

* Estos valores son promedios para corriente continua.

Tabla 430-148 Corriente a plena carga en amperios para motores monofásicos de c.a.

Los siguientes valores de corriente a plena carga corresponden a motores que funcionan a velocidad normal y con características a par normal. Los motores construidos especialmente para baja velocidad o alto par, pueden tener corrientes mayores a plena carga. Los motores de varias velocidades tendrán corrientes a plena carga que variarán con la velocidad, en cuyo caso se deberán utilizar las corrientes nominales que indique su placa de características.

Las tensiones anotadas son las nominales de los motores. Las corrientes son las permitidas para sistemas con rango de tensión de 110 a 120 V y de 220 a 240 V.

W	HP	115 V	200 V	208 V	230 V
124	1/6	4,4	2,5	2,4	2,2
187	1/4	5,8	3,3	3,2	2,9
249	1/3	7,2	4,1	4,0	3,6
373	1/2	9,8	5,6	5,4	4,9
560	3/4	13,8	7,9	7,6	6,9
746	1	16	9,2	8,8	8
1119	1 ½	20	11,5	11	10
1492	2	24	13,8	13,2	12
2238	3	34	19,6	18,7	17
3730	5	56	32,2	30,8	28
5595	7 ½	80	46	44	40
7460	10	100	57,5	55	50

Tabla 430-149 Corriente a plena carga en amperios, motores bifásicos de c.a. (4 hilos)

Los siguientes valores de corriente a plena carga corresponden a motores que funcionan a las velocidades normales de motores con correas y a motores con características de par normal. Los motores construidos especialmente para baja velocidad o alto par, pueden requerir corrientes mayores de funcionamiento. Los motores de varias velocidades tendrán corrientes a plena carga que variarán con la velocidad, en cuyo caso se deberán utilizar las corrientes nominales que indique su placa de características. La corriente del conductor común de los sistemas bifásicos de 3 hilos será de 1,41 veces el valor dado.

Las tensiones anotadas son las nominales de los motores. Las corrientes son las permitidas para sistemas con rango de tensión de 110 a 120 V, 220 a 240 V, 440 a 480 V y 550 a 600 V.

Potencia		Motores de inducción de jaula de ardilla y rotor devanado (A)				
W	HP	115 V	230 V	460 V	575 V	2.300 V
373	1/2	4	2	1	0,8	
560	3/4	4,8	2,4	1,2	1,0	
746	1	6,4	3,2	1,6	1,3	
1119	1 ½	9	4,5	2,3	1,8	
1492	2	11,8	5,9	3	2,4	
2238	3		8,3	4,2	3,3	
3730	5		13,2	6,6	5,3	
5595	7 ½		19	9	8	
7460	10		24	12	10	
11190	15		36	18	14	
14920	20		47	23	19	
18650	25		59	29	24	

22380 29840 37300	30 40 50		69 90 113	35 45 56	28 36 45	
44760 55950 74600	60 75 100		133 166 218	67 83 109	53 66 87	14 18 23
93250 111900 149200	125 150 200		270 312 416	135 156 208	108 125 167	28 32 43

Tabla 430-150 Corriente a plena carga de motores trifásicos de corriente alterna

Los siguientes valores de corrientes a plena carga son típicos para motores que funcionan a las velocidades normales de motores con correas y a motores con característica de par normal. Los motores construidos especialmente para baja velocidad (1.200 r.p.m. o menos) o alto par, pueden necesitar corrientes de funcionamiento mayores; los motores de varias velocidades tendrán corrientes a plena carga que variarán con la velocidad; en estos casos se deberán utilizar las corrientes nominales que indique su placa de características.

Las tensiones anotadas son las nominales de los motores. Las corrientes son las permitidas para sistemas con rango de tensiones de 110 a 120 V, 220 a 240 V, 440 a 480 V y 550 a 600 V.

		Motores de inducción de jaula de ardilla y rotor devanado. (A)							**Motores sincrónicos con factor de potencia unitario *. (A)**			
kW	**HP**	**115 V**	**200 V**	**208 V**	**230 V**	**460 V**	**575 V**	**2300 V**	**230 V**	**460 V**	**575 V**	**2300 V**
0,373 0,560 0,746	1/2 3/4 1	4,4 6,4 8,4	2,5 3,7 4,8	2,4 3,5 4,6	2,2 3,2 4,2	1,1 1,6 21,	0,9 1,3 1,7					
1,119 1,492 2,238	1 ½ 2 3	12,0 13,6	6,9 7,8 11,0	6,6 7,5 10,6	6,0 6,8 9,6	3,0 3,4 4,8	2,4 2,7 3,9					
3,730 5,595 7,460	5 7 ½ 10		17,5 25,3 32,2	 16,7 24,2 30,8	 15,2 22 28	7,6 11 14	6,1 9 11					
11,19 14,92 18,65	15 20 25		 48,3 62,1 78,2	 56,2 59,4 74,8	42 54 68	21 27 34	17 22 27		53	26	21	
22,38 29,84 37,30	30 40 50		92 120 150	88 114 143	80 104 130	40 52 65	32 41 52		63 83 104	32 41 52	26 33 42	
44,76 55,95 74,60	60 75 100		177 221 285	169 211 273	154 192 248	77 96 124	62 77 99	16 20 26	123 155 202	61 78 101	49 62 81	12 15 20
93,25 111,90 149,20	125 150 200		359 414 552	343 396 528	312 360 480	156 180 240	125 144 192	31 37 49	253 302 400	126 151 201	101 121 161	25 30 40
186,50 223,80 261,10	250 300 350					302 361 414	242 289 336	60 72 83				
298,40 335,70 373,00	400 450 500					477 515 590	382 412 472	95 103 118				

* Para factores de potencia de 90 y 80%, las cifras anteriores se deben multiplicar respectivamente por 1,1 y 1,25.

Tabla 430-151A Tabla de conversión de corrientes de motores monofásicos con rotor bloqueado para la selección de medios de desconexión y controladores, según como se determina de la potencia y tensión nominales

Para usar sólo con los Artículos 430-110, 440-12, 440-41 y 455-8(c).

Potencia nominal		Capacidad nominal de motores monofásicos con rotor bloqueado, A		
W	**HP**	**115 V**	**208 V**	**230 V**
373	1/2	58,5	32,5	29,4
560	3/4	82,8	45,8	41,4
746	1	96	53	48
1119	1 ½	120	66	60
1492	2	144	80	72
2238	3	204	113	102
3730	5	336	186	168
5595	7 ½	480	265	240
7460	10	600	332	300

Tabla 430-151B Tabla de conversión de corrientes de motores polifásicos de Diseño B, C, D y E, para selección de medios de desconexión y controladores, determinados según la potencia y tensión nominales y letra de Diseño

Para usar sólo con los Artículos 430-110, 440-12, 440-41 y 455-8(c).

Potencia Nominal		Corriente máxima del motor con rotor bloqueado (A) Motores bifásicos y trifásicos de Diseño B, C, D y E											
kW	**HP**	**115 V**		**200 V**		**208 V**		**230 V**		**460 V**		**575 V**	
		B,C,D	E	B,C,D	E	B,C,D	E	B,C,D	E	B,C,D	E	B,C,D	E
0,373	1/2	40	40	23	23	22,1	22,1	20	20	10	10	8	8
0,556	3/4	50	50	28,8	28,8	27,6	27,6	25	25	12,5	12,5	10	10
0,746	1	60	60	34,5	34,5	33	33	30	30	15	15	12	12
1,119	1 ½	80	80	46	46	44	44	40	40	20	20	16	16
1,492	2	100	100	57,5	57,5	55	55	50	50	25	25	20	20
2,238	3			73,6	84	71	81	64	73	32	36,5	25,6	29,2
3,730	5			105,8	140	102	135	92	122	46	61	36,8	48,8
5,595	7 ½			146	210	140	202	127	183	63,5	91,5	50,8	73,2
7,460	10			186,3	259	179	249	162	225	81	113	64,8	90
11,19	15			267	388	257	373	232	337	116	169	93	135
14,92	20			334	516	321	497	290	449	145	225	116	180
18,65	25			420	646	404	621	365	562	183	281	146	225
22,38	30			500	775	481	745	435	674	218	337	174	270
29,84	40			667	948	641	911	580	824	290	412	232	330
37,70	50			834	1185	802	1139	725	1030	363	515	290	412
44,76	60			1001	1421	962	1367	870	1236	435	618	348	494
55,95	75			1248	1777	1200	1708	1085	1545	543	773	434	618
74,60	100			1668	2154	1603	2071	1450	1873	725	937	580	749
93,25	125			2087	2692	2007	2589	1815	2341	908	1171	726	936
111,9	150			2496	3230	2400	3106	2170	2809	1085	1405	868	1124
149,2	200			3335	4307	3207	4141	2900	3745	1450	1873	1160	1498
186,5	250									1825	2344	1460	1875
223,8	300									2200	2809	1760	2247
261,1	350									2550	3277	2040	2622
298,4	400									2900	3745	2320	2996
335,7	450									3250	4214	2600	3371

377,0	500									3625	4682	2900	3746

Tabla 430-152 Capacidad nominal máxima o ajuste de disparo de los dispositivos de protección para circuitos ramales de motores contra cortocircuito y falla a tierra

Tipo de motor	En porcentaje de la corriente a plena carga			
	Fusible sin retardo de tiempo **	**Fusible con retardo de tiempo ** (elemento dual)**	**Interruptor automático de disparo instantáneo**	**Interruptor automático de tiempo inverso ***
Monofásicos	300	175	800	250
Polifásicos de c.a. distintos a los de rotor devanado				
De jaula de ardilla:				
Todos menos los de Diseño E	300	175	800	250
Los de Diseño E	300	175	1100	250
Sincrónicos #	300	175	800	250
Con rotor devanado	150	150	800	150
De c.c. (tensión constante)	150	150	250	150

Para ciertas excepciones a los valores especificados, véanse los Artículos 430-52 a 430-54.

* Los valores de la última columna también cubren las corrientes nominales de los interruptores automáticos de tipo inverso y no ajustables, que pueden estar modificadas en el Artículo 430-52.

** Los valores de esta columna se aplican a fusibles de Clase CC con retardo de tiempo.

\# Los motores sincrónicos de bajo par y baja velocidad (usualmente 450 r.p.m. o menos), como los utilizados para accionar compresores alternativos (reciprocantes), bombas, etc. que arrancan sin carga, no requieren que la capacidad nominal de los fusibles o ajuste de los interruptores automáticos sea mayor al 200% de la corriente a plena carga.

SECCIÓN 440 - EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO Y REFRIGERACIÓN

A. Generalidades

440-1. Alcance. Las disposiciones de esta Sección se aplican a los equipos de aire acondicionado y refrigeración a motor y a los circuitos ramales y controladores de dichos equipos. Esta Sección establece las consideraciones especiales necesarias para los circuitos de alimentación de motocompresores con refrigerante hermético y de todos los equipos de aire acondicionado o refrigeración alimentados desde un circuito ramal que alimente también al motocompresor con refrigerante hermético.

440-2. Definiciones.

Corriente de selección del circuito ramal. La corriente de selección del circuito ramal es el valor en amperios (A) que se utiliza en lugar de la corriente a carga nominal para calcular las capacidades nominales de los conductores de los circuitos ramales para motores, medios de desconexión, controladores y dispositivos de protección contra cortocircuito y falla a tierra de los circuitos ramales, siempre que el dispositivo de protección en marcha contra sobrecargas permita una corriente sostenida superior al porcentaje especificado de corriente a la carga nominal. El valor de la corriente de selección del circuito ramal debe ser siempre igual o mayor que la corriente a carga nominal rotulada.

Motocompresor con refrigerante hermético. Conjunto de motor y compresor encerrados ambos en la misma carcasa sin ejes o sellos de ejes al exterior y el motor funcionando en el refrigerante.

Corriente a carga nominal. Para un motocompresor con refrigerante hermético es la corriente resultante cuando funciona a su carga, tensión y frecuencia nominales del equipo al cual sirve.

440-3. Otras Secciones.

(a) Sección 430. Las disposiciones de esta Sección son complementarias o modifican las de la Sección 430 y otros de este *Código*, que se seguirán aplicando excepto las modificaciones de esta Sección.

(b) Secciones 422, 424 o 430. Las disposiciones de las Secciones 422, 424 o 430 se aplican a los equipos de aire acondicionado y refrigeración que no incorporen un motocompresor con refrigerante hermético. Estos equipos son incluyen dispositivos que emplean compresores refrigerantes accionados por motores convencionales, hornos con serpentines evaporadores para aire acondicionado, unidades ventilador - serpentín, condensadores remotos de aire refrigerado forzado, refrigeradores comerciales remotos, etc.

(c) Sección 422. Los dispositivos tales como aparatos de aire acondicionado para cuartos, refrigeradores y congeladores domésticos, enfriadores de agua potable y dispensadores de bebidas, se deben considerar como artefactos, por lo que se les debe aplicar también las disposiciones de la Sección 422.

(d) Otras Secciones aplicables. Los circuitos de motocompresores con refrigerante hermético, sus controladores y equipos deben cumplir también las disposiciones aplicables siguientes :

Condensadores: Artículo 460-9
Garajes comerciales, hangares de aviones, gasolineras y estaciones de servicio, plantas de distribución de combustibles, plantas de aplicación de pintura por rociado, inmersión y aplicación y lugares donde se inhalen gases anestésicos: Secciones 511, 513, 514, 515, 516 y 517 Parte D.
Lugares peligrosos (clasificados): Secciones 500 a 503.
Estudios de cine, televisión y lugares similares: Sección 530.
Resistencias y reactancias: Sección 470.

440-4. Rotulado en motocompresores con refrigerante hermético y sus equipos.

(a) Placa de características de motocompresores con refrigerante hermético. Un motocompresor con refrigerante hermético debe estar dotado de una placa de características que indique el nombre del fabricante, la marca o símbolo comercial, la designación de identificación, el número de fases, la tensión y la frecuencia. El fabricante del equipo debe rotular la corriente a carga nominal en amperios (A) del motocompresor en la placa de características de este o del equipo con el que se utilice, o en ambas. En la placa de características del motocompresor se debe rotular también la corriente con el rotor bloqueado de cada motocompresor

monofásico con una corriente a carga nominal de más de 9 A y 115 V o más de 4,5 A y 230 V y de todos los motocompresores polifásicos. Cuando se utilice un dispositivo de protección térmico que cumpla lo establecido en los Artículos 440-52(a)(2) y (b)(2), en la placa de características del motocompresor o del equipo deben aparecer también las palabras “Protegido Térmicamente” ("Thermally protected"). Cuando se utilice un sistema de protección que cumpla lo establecido en los Artículos 440-52(a)(4) y (b)(4), que se suministre con el equipo, en la placa de características del equipo deben aparecer también las palabras “Sistema protegido térmicamente” ("Thermally protected system"). Cuando se especifique un sistema de protección que cumpla con lo establecido en los Artículos 440-52(a)(4) y (b)(4), la placa de características del equipo debe llevar también los rótulos adecuados.

(b) Equipos con varios motores y carga combinada. Los equipos con varios motores y carga combinada deben llevar una placa de características visible, rotulada con el nombre del fabricante, tensión del equipo, frecuencia y número de fases, capacidad de corriente mínima de los conductores del circuito de suministro y capacidad máxima del dispositivo de protección del circuito ramal contra cortocircuito y falla a tierra. La capacidad de corriente se debe calcular de acuerdo con la Parte D, contando todos los motores y otras cargas que operen al mismo tiempo. La capacidad nominal del dispositivo de protección del circuito ramal contra cortocircuito y falla a tierra no debe superar el valor calculado según la Parte C. Si se utilizan equipos con varios motores y carga combinada conectados a dos o más circuitos, deben llevar rótulos con la anterior información para cada uno de los circuitos.

Excepción nº. 1: Se permite que un equipo con varios motores y carga combinada que, según lo establecido en esta Sección, sea apto para conectarlo a un solo circuito ramal monofásico de 15 o 20 A - 120 V o de 15 A - 208 o 240 V, vaya rotulado como si fuera una sola carga.
Excepción nº. 2: Los acondicionadores de aire para cuartos, como establece la Parte G de la Sección 440.

(c) Corriente de selección del circuito ramal. Un motocompresor con refrigerante hermético o un equipo que incorpore un compresor de ese tipo, con sistema de protección aprobado para usarlo con el motocompresor y que permita una corriente continua superior al porcentaje especificado de la corriente a carga nominal que aparece en la placa de características dado en el Artículo 440-52(b)(2) o (b)(4), debe ir también rotulado con la corriente de selección del circuito ramal, según lo establecido en el Artículo 440-52(b)(2) o (b)(4). Este rótulo lo debe proporcionar el fabricante del equipo en la placa o placas de características en las que aparezca la corriente a carga nominal.

440-5. Rótulos en los controladores. Un controlador se debe rotular con el nombre del fabricante, marca o símbolo comercial; con su designación de identificación, tensión, número de fases, corriente nominal (o potencia nominal) a plena carga y con rotor bloqueado y con los demás datos que sean necesarios para indicar claramente el motocompresor con el cual se pueden utilizar.

440-6. Capacidad de corriente capacidad nominal. La sección transversal de los conductores de los equipos a los que se refiere esta Sección, se debe seleccionar de las Tablas 310-16 a 310-19 o calcular según el Artículo 310-15, como sea aplicable. La capacidad de corriente requerida para los conductores y la capacidad nominal de los equipos se determinará como sigue:

(a) Motocompresores con refrigerante hermético. En los motocompresores con refrigerante hermético, se debe tomar la corriente a carga nominal que aparezca en la placa de características del equipo en el que esté instalado el motocompresor para calcular la capacidad nominal de corriente del medio de desconexión, de los conductores del circuito ramal, del controlador, del dispositivo de protección del circuito ramal contra cortocircuito y falla a tierra y del dispositivo independiente de protección del motor contra sobrecarga. Cuando en la placa de características del equipo no aparezca la corriente a carga nominal, se debe tomar la corriente a carga nominal que aparezca en la placa del motocompresor. En cuanto a los medios de desconexión y controladores, véanse también los Artículos 440-12 y 440-41.

Excepción nº. 1: Cuando así se rotule, para calcular la capacidad nominal de corriente del medio de desconexión, de los conductores del circuito ramal, del controlador y del dispositivo de protección del circuito ramal contra cortocircuito y falla a tierra se debe tomar la corriente de selección del circuito ramal, en lugar de la corriente a carga nominal.

Excepción nº. 2: Lo permitido en el Artículo 440-22(b) para dispositivos de protección del circuito ramal contra cortocircuito y falla a tierra de los equipos conectados con cordón y clavija.

(b) Equipos con varios motores. En los equipos con varios motores que utilicen un motor con polo sombreado o con condensador dividido permanentemente, para ventilador o soplador, para calcular la capacidad de corriente del medio de desconexión, de los conductores del circuito ramal, del controlador, del dispositivo de protección del circuito ramal contra cortocircuito y falla a tierra y del dispositivo independiente de protección del motor contra sobrecarga se debe tomar la corriente a plena carga rotulada de dicho motor que aparezca en la placa de características del equipo con el que se utilice el motor del ventilador o del soplador, en lugar de su potencia nominal. Estas indicaciones en el rótulo de la placa de características del equipo no deben ser menores que la corriente rotulada en la placa de características del motor del ventilador o del soplador.

440-7. Motor de mayor potencia nominal. Al calcular si los equipos de aire acondicionado y refrigeración cumplen con esta Sección y con los Artículos 430-24, 430-53(b) y (c) y 430-62(a), se debe considerar que el motor de mayor potencia nominal es el de mayor corriente a carga nominal. Cuando haya dos o más motores que tengan la misma corriente a carga nominal, se debe considerar que el mayor es cualquiera de ellos. Para motores distintos a los de motocompresor con refrigerante hermético o los de ventiladores o sopladores a los que se refiere el Artículo 440-6(b), la corriente a plena carga que se toma para calcular el mayor motor debe ser el valor correspondiente a la potencia nominal del motor en W (o HP) según las Tablas 430-148, 430-149 o 430-150.

Excepción: Para determinar cuál es el motocompresor de mayor potencia nominal, se debe utilizar la corriente de selección del circuito ramal, si aparece rotulada, en lugar de la corriente a carga nominal.

440-8. Máquina única. A efectos de lo establecido en los Artículos 430-87 Excepción y 430-112 Excepción, un sistema de aire acondicionado o refrigeración se debe considerar como una sola máquina. Se permite que los motores estén ubicados remotamente uno del otro.

B. Medios de desconexión

440-11. Generalidades. Las disposiciones de esta Parte B exigen medios de desconexión capaces de desconectar del circuito alimentador los equipos de aire acondicionado y refrigeración, incluidos los motocompresores y controladores. Véase la Figura 430-1.

440-12. Capacidad de corriente y capacidad de interrupción.

(a) Motocompresores con refrigerante hermético. El medio de desconexión para un motocompresor con refrigerante hermético se debe seleccionar sobre la base de la corriente a carga nominal que aparezca en la placa de características o la corriente de selección del circuito ramal, la que sea mayor, y de la corriente con rotor bloqueado, respectivamente, del motocompresor, de acuerdo con lo siguiente:

(1) La capacidad nominal en amperios debe ser la mayor de estos dos valores: un 115% como mínimo de la corriente a carga nominal de la placa de características o la corriente de selección del circuito ramal.

(2) Para determinar la potencia equivalente en W (o HP) de acuerdo con los requisitos del Artículo 430-109, se debe elegir en las Tablas 430-148, 430-149 o 430-150 la potencia nominal correspondiente al mayor de estos dos valores: la corriente a carga nominal o la corriente de selección del circuito ramal, también la potencia nominal según las Tablas 430-151A o 430-151B correspondiente a la corriente a rotor bloqueado. Cuando la corriente a carga nominal o la corriente de selección del circuito ramal y a rotor bloqueado, por placa de características no correspondan con las de las Tablas 430-148, 430-149, 430-150, 430-151A o 430-151B, se debe tomar el valor de potencia inmediatamente superior. Si se obtienen distintas potencias al aplicar estas Tablas, se debe seleccionar una igual como mínimo al mayor de los valores obtenidos.

(b) Cargas combinadas. Cuando se usen uno o más motocompresores con refrigerante hermético juntos o en combinación con otros motores o cargas y cuando todas las cargas combinadas puedan estar conectadas simultáneamente a un solo medio de desconexión, la capacidad nominal de las cargas combinadas se debe calcular del siguiente modo:

(1) La potencia nominal del medio de desconexión se debe calcular sumando todas las corrientes, incluso las cargas resistivas, en condiciones de carga nominal y con rotor bloqueado. A efectos de este requisito, la suma de las corrientes a la carga nominal y de las corrientes a rotor bloqueado así calculada, se debe considerar como un solo motor, de acuerdo con lo siguiente:

a. En las Tablas 430-148, 430-149 o 430-150 se toma la corriente a plena carga equivalente a la potencia nominal de cada motor que no sea motocompresor con refrigerante hermético o el motor de un ventilador o soplador, como se establece en el Artículo 440-6(b). Estas corrientes a plena carga se deben sumar al mayor de estos valores: la corriente o corrientes de los motocompresores a la carga nominal o a la corriente o corrientes calculadas del circuito ramal, y además a la corriente nominal en amperios de las demás cargas, con lo que se obtiene la corriente equivalente a plena carga de todas las cargas combinadas.

b. De las Tablas 430-151A o 430-151B se debe seleccionar la corriente a rotor bloqueado equivalente a la potencia nominal de cada motor, excepto los motocompresores con refrigerante hermético. Para los motores de ventiladores y sopladores de polo sombreado o condensador dividido permanentemente, rotulados con la corriente a rotor bloqueado, se debe tomar el valor rotulado. Las corrientes a rotor bloqueado se deben sumar a la corriente o corrientes a rotor bloqueado de los motocompresores y a la corriente nominal en amperios de las demás cargas, con lo que se obtiene la corriente equivalente a rotor bloqueado de las cargas combinadas. Cuando no se puedan arrancar simultáneamente dos o más motores u otras cargas, como calentadores por resistencia, o ambos a la vez, un medio aceptable de calcular la corriente a rotor bloqueado equivalente de todas las cargas combinadas es tomar el mayor de estos dos valores: la suma de las corrientes de todas las cargas a rotor bloqueado y a carga nominal o la corriente de selección del circuito ramal.

Excepción: Cuando parte de las cargas instaladas sea una carga resistiva y el medio de desconexión consista en un interruptor con valor nominal en W (o HP) y A, si la corriente nominal en amperios del interruptor no es menor a la de la carga a rotor bloqueado más la carga resistiva, se permite que el interruptor utilizado tenga un valor nominal en W (HP) no menor a las cargas combinadas de los motocompresores y otros motores en condición de rotor bloqueado.

(2) La capacidad de corriente del medio de desconexión debe ser como mínimo el 115% de la suma de todas las corrientes a la carga nominal, calculadas según el Artículo 440-12(b)(1).

(c) Pequeños motocompresores. Para motocompresores pequeños que no lleven rotulada en su placa de características la corriente a rotor bloqueado o para motores pequeños que no aparezcan en las Tablas 430-147, 430-148, 430-149 o 430-150, se debe suponer que la corriente a rotor bloqueado es seis veces la corriente a carga nominal. Véase el Artículo 440-3(a).

(d) Interruptores. Todos los medios de desconexión del circuito del motocompresor con refrigerante hermético, instalados entre el punto de conexión a la red de suministro y el punto de conexión del motocompresor, deben cumplir lo establecido en el Artículo 440-12.

(e) Medio de desconexión de potencia nominal superior a 74,6 kW (100 HP). Cuando la corriente a rotor bloqueado o a la carga nominal, calculada según los anteriores apartados, requiera un medio de desconexión de más de 74,6 kW (100 HP) nominales, se debe aplicar lo establecido en el Artículo 430-19 Excepción nº. 5.

440-13. Equipos conectados por cordón y clavija. En los equipos conectados con cordón y clavija, como acondicionadores de aire para cuartos, refrigeradores y congeladores domésticos, enfriadores de agua potable y dispensadores de bebidas, se permite utilizar como medio de desconexión un conector separable o una clavija y tomacorriente. Véase también el Artículo 440-63.

440-14. Ubicación. El medio de desconexión debe estar ubicado a la vista del equipo de aire acondicionado o refrigeración y ser fácilmente accesible. Se permite que el medio de desconexión esté instalado en o dentro del equipo de aire acondicionado o refrigeración.

Excepción nº. 1: No es necesario que el medio de desconexión esté a la vista del equipo cuando dicho medio, si cumple lo establecido en el Artículo 430-102(a), pueda quedar bloqueado en posición de "abierto" y el equipo de

refrigeración o aire acondicionado sea esencial para un proceso industrial en una instalación cuyas condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que los equipos sólo son atendidos por personas calificadas.

Excepción nº. 2: Los aparatos conectados con cordón y clavija.

(NOTA): Para otros requisitos, véase la Sección 430 Partes G e I.

C. Dispositivo de protección del circuito ramal contra cortocircuito y falla a tierra

440-21. Generalidades. Las disposiciones de esta Parte C fijan las especificaciones de los dispositivos que protegen contra cortocircuito y falla a tierra a los conductores de los circuitos ramales, equipos de control y motores de los circuitos que alimentan a motocompresores con refrigerante hermético. Estas disposiciones son complementarias o modifican a las de la Sección 240.

440-22. Selección y aplicaciones.

(a) Corriente nominal o ajuste de disparo para motocompresores individuales. El dispositivo de protección del circuito ramal contra cortocircuito y falla a tierra debe ser capaz de soportar la corriente de arranque del motor. Se permite un dispositivo de protección cuya corriente nominal o de ajuste sea la mayor de estos dos valores: el 175% de la corriente a carga nominal del motocompresor o la corriente de selección del circuito ramal, siempre que, si la protección especificada no es suficiente para la corriente de arranque del motor, se pueda aumentar la corriente nominal o de disparo pero que no supere el mayor de estos dos valores: el 225% de la corriente a carga nominal del motocompresor o la corriente de selección del circuito ramal.

Excepción: No se requiere que la capacidad de corriente del dispositivo de protección del circuito ramal contra cortocircuito y falla a tierra sea menor a 15 A.

(b) Corriente nominal o ajuste de disparo para equipos. El dispositivo de protección del circuito ramal contra cortocircuito y falla a tierra debe ser capaz de soportar la corriente de arranque de los equipos. Cuando la única carga del circuito sea un motocompresor con refrigerante hermético, el dispositivo de protección debe cumplir lo establecido en el Artículo 440-22(a). Cuando el equipo incorpore más de un motocompresor con refrigerante hermético o un motocompresor con otros motores o cargas, el dispositivo de protección del circuito ramal contra cortocircuito y falla a tierra debe cumplir lo establecido en el Artículo 430-53, y además lo siguiente:

(1) Cuando la mayor carga conectada al circuito sea el motocompresor con refrigerante hermético, la capacidad de corriente o ajuste de disparo del dispositivo de protección del circuito ramal contra cortocircuito y falla a tierra no debe superar al valor especificado en el Artículo 440-22(a) para el mayor motocompresor, más la suma de la corriente a carga nominal o la corriente de selección del circuito ramal, la que sea mayor, de todos los demás motocompresores y de las capacidades nominales de las otras cargas alimentadas.

(2) Cuando la mayor carga conectada al circuito no sea el motocompresor con refrigerante hermético, la capacidad de corriente o ajuste de disparo del dispositivo de protección del circuito ramal contra cortocircuito y falla a tierra no debe superar al mayor de estos dos valores: la suma de las corrientes a la carga nominal o de la corriente de selección del circuito ramal, para los motocompresores, más el valor especificado en el Artículo 430-53(c)(4) cuando se alimenten otras cargas de motores, o el valor especificado en el Artículo 240-3 cuando solamente se alimenten cargas que no sean de motores, además del motocompresor o motocompresores.

Excepción nº. 1: Se permite que un equipo que se arranque y funcione a 15 o 20 A-120 V o a 15 A-208 o 240 V, conectado a un circuito ramal monofásico, esté protegido por el dispositivo de protección contra sobrecorriente de 15 o 20 A del circuito ramal, pero si la corriente máxima del dispositivo de protección del circuito ramal contra cortocircuito y falla a tierra, rotulada en la placa de características del equipo, es menor a estos valores, el dispositivo de protección del circuito no debe superar el valor rotulado en la placa de características del equipo.

Excepción nº. 2: Para determinar los requisitos del circuito ramal, se deben utilizar los valores nominales rotulados en la placa de características de los equipos conectados con cordón y clavija para circuitos monofásicos de 250 V máximo, como refrigeradores y congeladores domésticos, enfriadores de agua potable y dispensadores de bebidas, y cada unidad se debe considerar como un solo motor, excepto si se indica otra cosa en la placa de características.

(c) Capacidad nominal de los dispositivos de protección que no exceden los valores del fabricante. Cuando la capacidad de corriente máxima de los dispositivos de protección que aparezca en la tabla de elementos calentadores, dada por el fabricante para usar con un controlador de motores, sea menor a las capacidades nominales o de ajuste seleccionados de acuerdo con el Artículo 440-22(a) y (b), la corriente nominal del dispositivo de protección no debe superar los valores rotulados por el fabricante en el equipo.

D. Conductores del circuito ramal

440-31. Generalidades. Las disposiciones de esta Parte D y de la sección 310 especifican las capacidades de corriente de los conductores que deban transportar la corriente del motor sin sobrecalentamiento en condiciones especificadas, excepto lo modificado por el Artículo 440-6(a) Excepción nº. 1.

Las disposiciones de estas Secciones no se aplican a los conductores integrados con los motores, controladores de motores y similares ni a los conductores que formen parte integral de un equipo aprobado.

(NOTA): En los Artículos 300-1(b) y 310-1 se establecen requisitos similares.

440-32. Un solo motocompresor. Los conductores de los circuitos ramales que alimentan un solo motocompresor, deben tener una capacidad de corriente no menor al 125% del mayor de estos dos valores: la corriente a carga nominal del motocompresor o la corriente de selección del circuito ramal.

430-33. Motocompresores con o sin cargas adicionales de motores. Los conductores de los circuitos que alimenten uno o más motocompresores con o sin cargas adicionales, deben tener una capacidad de corriente no menor al mayor de estos valores: la suma de las corrientes a la carga nominal o la corriente de selección del circuito ramal, de todos los motocompresores, más las corrientes a plena carga de los demás motores más el 25% de la capacidad nominal del mayor motor o motocompresor del grupo.

Excepción nº. 1: Cuando el circuito esté enclavado, de manera que se impida el arranque y el funcionamiento de un segundo motocompresor o grupo de motocompresores, la sección transversal de los conductores se calcula a partir del mayor motocompresor o grupo de motocompresores que pueda estar funcionando en un momento dado.

Excepción nº. 2: Los acondicionadores de aire para cuartos, como establece la Sección 440 Parte G.

440-34. Cargas combinadas. Los conductores que den suministro a carga de motocompresores adicional a cargas de alumbrado o artefactos, como establece la Sección 220 y otras aplicables, deben tener una capacidad de corriente suficiente para la carga de alumbrado o artefactos más la capacidad de corriente necesaria para la carga del motocompresor, calculada según el Artículo 440-33 o, si se trata de un solo motocompresor, el Artículo 440-32.

Excepción: Cuando el circuito esté enclavado, de manera que se impida el arranque y el funcionamiento del motocompresor y todas las demás cargas conectadas, la sección transversal de los conductores se calcula a partir del mayor motocompresor y otras cargas que pueda estar funcionando en un momento dado.

440-35. Equipos con varios motores y cargas combinadas. La capacidad de corriente de los conductores de los circuitos con varios motores y cargas combinadas, no debe ser menor a la capacidad de corriente mínima del circuito rotulada en la placa de características del equipo, de acuerdo con el Artículo 440-4(b).

E. Controladores de motocompresores

440-41. Capacidad nominal.

(a) Controlador de un motocompresor. Un controlador de un motocompresor debe tener una corriente nominal para plena carga y servicio continuo y una corriente nominal para rotor bloqueado no menor a la mayor de estas dos corrientes: la corriente a carga nominal que aparezca en la placa de características o la corriente de selección del circuito ramal, y la corriente a rotor bloqueado, respectivamente, del motocompresor (véanse los Artículos 440-6 y 440-7). Si la capacidad del controlador del motor está dada en W (o HP) y no se dan uno o los dos de los anteriores valores de corriente, las corrientes equivalentes se deben calcular a partir de las Tablas 430-148, 430-149 o 430-150 para determinar la corriente equivalente a plena carga, o las Tablas 430-151A o 430-151B para determinar la corriente equivalente a rotor bloqueado.

(b) Controlador que sirve para más de una carga. Un controlador para más de un motocompresor o un motocompresor y otras cargas debe tener una capacidad nominal de corriente a plena carga y servicio continuo y una corriente nominal a rotor bloqueado no menor a la suma de todas las cargas, calculadas según el Artículo 440-12(b).

F. Protección contra sobrecarga del motocompresor y del circuito ramal

440-51. Generalidades. Las disposiciones de esta Parte F especifican los dispositivos destinados para proteger el motocompresor, los equipos de control y los conductores del circuito ramal contra sobrecalentamiento debido a sobrecargas y fallas de arranque del motor. Véase el Artículo 240-3(e) a (h).

(NOTA): Un sobrecarga de un aparato manejado eléctricamente es una sobrecorriente producida durante su funcionamiento que, si se mantiene durante un tiempo suficientemente largo, podría causar daños o sobrecalentamientos peligrosos. La sobrecarga no es un cortocircuito ni una falla a tierra.

440-52. Selección y aplicaciones.

(a) Protección de motocompresores. Todos los motocompresores deben estar protegidos contra sobrecargas y fallas de arranque, por uno de los siguientes medios:

(1) Un relé independiente de sobrecarga que sea sensible a la corriente del motocompresor. Este dispositivo se debe seleccionar para que se dispare a una corriente no superior al 140% de la corriente a carga nominal del motocompresor.

(2) Un dispositivo de protección térmico integrado con el motocompresor y aprobado para usarlo con el mismo, que lo proteja de modo que le evite sobrecalentamientos peligrosos del debidos a sobrecargas o a fallas de arranque. Si el dispositivo de interrupción de corriente esta separado del motocompresor y su circuito de control está operado protegido por una protección integrada en el motocompresor, se debe instalar de modo que al abrirse el circuito de control se interrumpa la corriente hacia el motocompresor.

(3) Un fusible o interruptor automático de tiempo inverso que sea sensible a la corriente del motor y que pueda servir también como dispositivo de protección del circuito ramal contra cortocircuito y falla a tierra. Este dispositivo debe tener una capacidad nominal de corriente no superior al 125% de la corriente del motocompresor a carga nominal. Debe producir un retardo suficiente para que el motocompresor se arranque y acelere hasta su velocidad de régimen. El equipo o el motocompresor deben ir rotulados con esa corriente nominal máxima del fusible o del interruptor automático de tiempo inverso.

(4) Un sistema de protección suministrado o especificado y aprobado para usarlo con el motocompresor, que lo proteja de modo que le evite el sobrecalentamiento peligroso debido a sobrecargas o fallas de arranque. Si el dispositivo de corte de corriente está separado del motocompresor y su circuito de control está operado por un dispositivo de protección que no está integrado al dispositivo de interrupción de corriente, se debe instalar de modo que al abrirse el circuito de control se interrumpa la corriente hacia el motocompresor.

(b) Protección de los aparatos de control de motocompresores y de los conductores del circuito ramal. Los controladores, los medios de desconexión y los conductores de los circuitos ramales de motocompresores, deben ir protegidos contra sobrecorrientes debidas a sobrecargas y fallas de arranque del motor, por uno de los siguientes medios que se permite que sean el mismo dispositivo o sistema de protección del motocompresor, de acuerdo con el Artículo 440-52(a).

Excepción: Los motocompresores y equipos conectados a circuitos ramales monofásicos de 15 o 20 A, como establecen los Artículos 440-54 y 440-55.

(1) Un relé de sobrecarga seleccionado como se establece en el Artículo 440-52(a)(1).

(2) Un dispositivo de protección térmico aplicado como establece el Artículo 440-52(a)(2) y que no permita que circule continuamente una corriente superior al 156% de la corriente a carga nominal o la corriente de selección del circuito ramal rotuladas.

(3) Un fusible o interruptor automático de tiempo inverso, seleccionado según el Artículo 440-52(a)(3).

(4) Un sistema de protección según el Artículo 440-52(a)(4) y que no permita que circule continuamente una corriente superior al 156% de la corriente a carga nominal o de la corriente de selección del circuito ramal rotuladas.

440-53. Relés de sobrecarga. Los relés y otros dispositivos de sobrecarga para la protección de motores que no sean capaces de abrir cortocircuitos, deben estar protegidos por fusibles o interruptores automáticos de tiempo inverso cuya corriente nominal o ajuste de disparo cumpla lo establecido en la Parte C, a no ser que estén aprobados para instalación en grupo o para motores con devanado partido y rotulados de modo que se indique la corriente máxima del fusible o interruptor automático de tiempo inverso por los cuales están protegidos.

Excepción: Se permite que la corriente nominal de los fusibles o interruptores automáticos de tiempo inverso esté rotulada en la placa de características de los equipos aprobados en los que se use relé u otro dispositivo de protección contra sobrecarga.

440-54. Motocompresores y equipos en circuitos ramales de 15 o 20 A - No conectados por cordón y clavija. Se permite utilizar dispositivos de protección contra sobrecarga para motocompresores y equipos conectados a circuitos monofásicos de 15 o 20 A - 120 V o 15 A - 208 o 240 V, como se permite en la Sección 210, como se establece en las siguientes condiciones (a) y (b):

(a) Protección contra sobrecarga. El motocompresor debe llevar protección contra sobrecarga, seleccionada tal como se especifica en el Artículo 440-52(a). Tanto el controlador como la protección del motor contra sobrecarga deben estar aprobados para su instalación con el dispositivo de protección del circuito ramal contra cortocircuito y falla a tierra al cual esté conectado el equipo.

(b) Retardo de tiempo. El dispositivo de protección del circuito ramal contra cortocircuito y falla a tierra debe tener un retardo suficiente que permita que el motocompresor y otros motores conectados arranquen y aceleren sus cargas hasta su velocidad de régimen.

440-55. Motocompresores y equipos en circuitos ramales de 15 o 20 A y conectados por cordón y clavija. Se permite utilizar dispositivos de protección contra sobrecarga para motocompresores y equipos conectados con cordón y clavija a circuitos ramales monofásicos de 15 o 20 A - 120 V o 15 A - 208 o 240 V, según autoriza la Sección 210, como se establece en las siguientes condiciones (a), (b) y (c):

(a) Protección contra sobrecarga. El motocompresor debe llevar protección contra sobrecarga, seleccionada tal como se especifica en el Artículo 440-52(a). Tanto el controlador como la protección del motor contra sobrecarga deben estar aprobados para su instalación con el dispositivo de protección del circuito ramal contra cortocircuito y falla a tierra al cual esté conectado el equipo.

(b) Capacidad nominal de la clavija y del tomacorriente. La capacidad nominal de la clavija y del tomacorriente no debe ser superior a 20 A - 125 V o 15 A - 250 V.

(c) Retardo de tiempo. El dispositivo de protección del circuito ramal contra cortocircuito y falla a tierra debe tener un retardo suficiente que permita que el motocompresor y otros motores conectados arranquen y aceleren sus cargas hasta su velocidad de régimen.

G. Disposiciones para los acondicionadores de aire para cuartos

440-60. Generalidades. Las disposiciones de esta Parte G se aplican a los acondicionadores de aire eléctricos de los cuartos y que controlan la temperatura y la humedad. A efectos de lo establecido en esta Parte G, un acondicionador de aire para cuarto (con o sin calefacción) es un artefacto conectado a la corriente alterna, de tipo de ventana, de consola o de pared que se instala en la bóveda que debe acondicionar y que lleva uno o más motocompresores con refrigerante hermético. Las disposiciones de esta Parte G se aplican a los equipos monofásicos hasta 250 V máximo. Se permite que estos equipos estén conectados con cordón y clavija.

Un acondicionador de aire designado trifásico o para más de 250 V nominales, debe ir conectado directamente a un método de alambrado reconocido en el Capítulo 3 y no está sometido a las disposiciones de esta Parte G.

440-61. Puesta a tierra. Los acondicionadores de aire para cuartos deben estar puestos a tierra, de acuerdo con los Artículos 250-42, 250-43 y 250-45.

440-62. Requisitos de los circuitos ramales.

(a) Acondicionadores de aire para cuartos como una sola unidad de motor. A efectos de cálculo de los requisitos del circuito ramal, un acondicionador de aire para cuarto se debe considerar como una sola unidad de motor, cuando se cumplan todas las condiciones siguientes:

(1) Vaya conectado con cordón y clavija.

(2) Se designe como monofásico y para no más de 40 A y 250 V nominales.

(3) Aparezca en su placa de características la corriente total a la carga nominal, en lugar de las corrientes individuales de cada motor.

(4) La capacidad nominal de corriente del dispositivo de protección del circuito ramal contra cortocircuito y falla a tierra no supere el menor de estos dos valores: la capacidad de corriente de los conductores del circuito ramal o la del tomacorriente.

(b) Cuando no se alimenten otras cargas. Cuando no haya otras cargas conectadas al circuito, la capacidad nominal de corriente total rotulada en acondicionadores de aire para cuartos conectados con cordón y clavija, no debe superar el 80% de la capacidad de corriente del circuito ramal.

(c) Cuando también se alimenten unidades de alumbrado o artefactos. Cuando haya conectados al circuito unidades de alumbrado u otros artefactos eléctricos, la capacidad de corriente total rotulada en los acondicionadores de aire para cuartos, conectados con cordón y clavija, no debe superar el 50% de la capacidad de corriente del circuito ramal.

440-63. Medios de desconexión. Se permite que la clavija y el tomacorriente de un acondicionador de aire para cuarto, monofásico a 250 V o menos, sirvan como medio de desconexión, si : (1) los controles manuales del acondicionador de aire son fácilmente accesibles y están ubicados a menos de 1,80 m del piso, o (2) se instala un interruptor manual aprobado en un lugar fácilmente accesible y a la vista del acondicionador de aire.

440-64. Cordones de alimentación. Cuando se utilice un cordón flexible para alimentar un acondicionador de aire autónomo, su longitud no debe ser superior a : (1) 3,0 m, para acondicionadores de 120 V nominales, o (2) 1,80 m) para acondicionadores de 208 o 240 V nominales.

SECCIÓN 445 - GENERADORES

445-1. Generalidades. Los generadores, su alambrado y equipo asociados deben cumplir además de esta Sección con las disposiciones de las Secciones 230, 250, 695, 700, 701, 702 y 705.

445-2. Ubicación. Los generadores deben ser de tipo adecuado al lugar donde vayan a estar instalados. Además deben cumplir los requisitos que establece el Artículo 430-14 para motores. Los generadores instalados en lugares peligrosos (clasificados), tal como se describe en las Secciones 500 a 503, o en otros lugares de los descritos en

las Secciones 510 a 517 y en las Secciones 520, 530 y 665, deben cumplir también las disposiciones correspondientes de dichas Secciones.

445-3. Rotulado. Todos los generadores deben llevar una placa de características en la que conste el nombre del fabricante, frecuencia nominal, factor de potencia, número de fases si son de corriente alterna, potencia nominal en kilovatios o kilovoltamperios, voltios y amperios normales correspondientes a su potencia nominal, velocidad en revoluciones por minuto, clase de aislamiento, temperatura nominal de funcionamiento o aumento nominal de la temperatura y su tiempo nominal de funcionamiento.

445-4. Protección contra sobrecorriente.

(a) Generadores de tensión constante. Los generadores de tensión constante, excepto los excitadores de generadores de corriente alterna, deben estar protegidos contra sobrecargas mediante diseño inherente, por interruptores automáticos, fusibles u otro medio interno aceptable de protección contra sobrecorriente, adecuado para las condiciones de uso.

(b) Generadores bifilares. Se permite que los generadores bifilares de corriente continua estén protegidos contra sobrecorriente sólo en un conductor si el dispositivo de protección está accionado por toda la corriente generada distinta a la del campo inductor en derivación. El dispositivo de protección no debe abrir el campo inductor en derivación.

(c) De 65 V o menos. Los generadores que operen a 65 V o menos y movidos por motores individuales, se deben considerar como protegidos por el dispositivo de protección del motor contra sobrecorriente si ese dispositivo opera cuando los generadores produzcan no más del 150% de su corriente nominal a plena carga.

(d) Grupos compensadores. Los generadores bifilares de corriente continua que se utilicen junto con grupos compensadores para obtener neutros de circuitos trifilares, deben ir equipados con dispositivos de protección contra sobrecorriente que desconecten el sistema trifilar si se produce un desbalanceo excesivo de tensiones o corrientes.

(e) Generadores trifilares de corriente continua. Los generadores trifilares de corriente continua, con devanado compuesto o en derivación, deben ir equipados con dispositivos de protección contra sobrecorriente, uno en cada terminal del inducido (armadura) y conectados de modo que se accionen cuando pase toda la corriente del inducido. Dichos dispositivos de protección contra sobrecorriente deben ser interruptores automáticos bipolares y doble bobina o tetrapolares, conectados a los terminales principal y del compensador y que se disparen a través de dos dispositivos de protección contra sobrecorriente, uno en cada terminal del inducido. Dichos dispositivos de protección deben estar enclavados de modo que no se pueda abrir ningún polo sin que se desconecten simultáneamente del sistema los dos terminales del inducido.

Excepción a los anteriores apartados (a) hasta (e): Cuando, según la autoridad competente, un generador sea vital para el funcionamiento de una instalación eléctrica y deba funcionar hasta fallar para evitar mayores riesgos a las personas. Se permite que el dispositivo o dispositivos de sobrecarga estén conectados a un anunciador o alarma supervisados por personal autorizado, en lugar de interrumpir el circuito del generador.

445-5. Capacidad de corriente de los conductores. La capacidad de corriente de los conductores de fase que salen de los terminales del generador hasta el primer dispositivo de protección contra sobrecorriente, no debe ser menor al 115% de la corriente nominal que aparezca en la placa de características del generador. Se permite que los conductores del neutro se dimensionen de acuerdo con el Artículo 220-22. Los conductores que deban transportar corrientes de falla a tierra no deben ser menores de lo que establece el Artículo 250-23(b).

Excepción nº. 1: Cuando el diseño y funcionamiento del generador eviten las sobrecargas, la capacidad de corriente de los conductores no debe ser menor al 100% de la corriente nominal que aparezca en la placa de características del generador.

Excepción nº. 2: Cuando los terminales instalados por el fabricante del generador estén conectados directamente a un dispositivo de sobrecorriente que forme parte integral del grupo electrógeno.

Excepción nº. 3: Los conductores del neutro de generadores de corriente continua que deban dejar pasar las corrientes de falla a tierra, no deben ser menores que el tamaño mínimo requerido del mayor conductor de fase.

445-6. Protección de las partes energizadas. Las partes energizadas de los generadores que funcionen a más de 50 V a tierra, no deben estar expuestas a contactos accidentales cuando sean accesibles a personas no calificadas.

445-7. Resguardo para operadores. Cuando sea necesario para la seguridad de las personas que atienden y operan el equipo, se deben aplicar los requisitos del Artículo 430-133.

445-8. Pasacables. Cuando los cables pasen por una abertura de un encerramiento, caja de conduit o barrera, se deben proteger con un pasacables de los bordes cortantes de dicha abertura. La superficie del pasacables que pueda estar en contacto con los cables, debe ser lisa y redondeada. Si se usa el pasacables en lugares donde pueda haber aceite, grasa u otros contaminantes, debe ser de un material que no resulte afectado por ellos.

SECCIÓN 450 - TRANSFORMADORES Y BÓVEDAS PARA TRANSFORMADORES (Incluyendo barrajes del secundario)

450-1. Alcance. Esta Sección trata de la instalación de todos los transformadores.

Excepción nº. 1: Los transformadores de corriente.

Excepción nº. 2: Los transformadores tipo seco que formen parte de otro equipo y cumplan los requisitos de dicho equipo.

Excepción nº. 3: Los transformadores que formen parte integral de un equipo de rayos X, de alta frecuencia o de recubrimiento electrostático.

Excepción nº. 4: Los transformadores utilizados con circuitos de Clase 2 y Clase 3 que cumplan con la Sección 725.

Excepción nº. 5: Los transformadores de anuncios luminosos y luces de contorno que cumplan con la Sección 600.

Excepción nº. 6: Los transformadores de equipos de alumbrado por descarga que cumplan con la Sección 410.

Excepción nº. 7: Los transformadores utilizados con circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada que cumplan con la Parte C de la Sección 760.

Excepción nº. 8: Los transformadores utilizados en investigación, desarrollo o ensayos cuando se tomen las medidas necesarias para proteger a las personas contra el contacto con sus partes energizadas.

Esta Sección trata además de la instalación de transformadores dedicados a suministrar corriente a instalaciones de bombas contra incendios, según las modificaciones de la Sección 695.

Esta Sección trata también de la instalación de transformadores en lugares peligrosos (clasificados), según las modificaciones de las Secciones 501 a 504.

A. Disposiciones Generales

450-2. Definiciones. A efectos de esta Sección:

Transformador. Mientras no se indique otra cosa en esta sección, la palabra "transformador" significa un transformador individual, monofásico o polifásico, identificado por una sola placa de características.

450-3. Protección contra sobrecorriente. La protección de los transformadores contra sobrecorriente debe cumplir los siguientes apartados (a), (b) o (c). Se permite que el dispositivo de protección contra sobrecorriente del secundario consista en no más de seis interruptores automáticos o seis juegos de fusibles agrupados en el mismo lugar. Cuando se utilicen varios dispositivos de protección contra sobrecorriente, la capacidad nominal de todos

ellos no debe superar el valor permitido de un solo dispositivo de sobrecorriente. Si se utilizan al mismo tiempo fusibles e interruptores automáticos como protección contra sobrecorriente, la corriente total del dispositivo de protección no debe superar la de los fusibles. Tal como se utiliza en esta Sección, la palabra "transformador" significa un transformador o un banco polifásico de dos o más transformadores monofásicos que funcionan como una unidad.

(NOTA 1): Para la protección de los conductores contra sobrecorriente, véanse los Artículos 240-3, 240-21 y 240-100.

(NOTA 2): Las cargas no lineales pueden hacer que aumente el calor de un transformador sin que opere su dispositivo de protección contra sobrecorriente.

(a) Transformadores de más de 600 V nominales.

(1) Primario y secundario. Todos los transformadores de más de 600 V nominales deben tener dispositivos de protección en primario y secundario, de corriente nominal o ajuste de disparo tal que se abran a un valor no superior al de la corriente nominal del transformador, tal como establece la Tabla 450-3(a)(1). Los fusibles actuados electrónicamente que se pueden programar para que se abran a una corriente específica, deben programarse de acuerdo con los ajustes para los interruptores automáticos.

Excepción nº. 1: Cuando la corriente nominal de un fusible o interruptor automático no corresponda con los valores estándares, se permite aplicar el valor inmediatamente superior.

Excepción nº. 2: Lo que establece en (a)(2) adelante.

Tabla 450-3(a)(1) Transformadores de más de 600 V

Corriente nominal máxima o ajuste de disparo del dispositivo de protección contra sobrecorriente (porcentajes)					
	Primario		**Secundario**		
	De más de 600 V		**De más de 600 V**		**Hasta 600 V**
Impedancia nominal del transformador	**Ajuste del interruptor automático**	**Corriente nominal del fusible**	**Ajuste del interruptor automático**	**Corriente nominal del fusible**	**Ajuste del interruptor automático o corriente nominal del fusible**
Hasta 6%	600%	300%	300%	250%	125%
Más de 6% y hasta 10%	400%	300%	250%	225%	125%

(2) Instalaciones con supervisión. Cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que las instalaciones de transformadores sólo son supervisadas y atendidas por personas calificadas, se permite instalar dispositivos de protección contra sobrecorriente como se establece en el siguiente apartado a:

a. **Primario.** Todos los transformadores de más de 600 V nominales deben ir protegidos por un dispositivo individual de protección contra sobrecorriente en el lado del primario.

Cuando se utilicen fusibles, su capacidad continua de corriente no debe superar el 250% de la corriente nominal del primario del transformador. Cuando se utilicen interruptores automáticos o fusibles actuados electrónicamente, se deben programar a no más del 300% de la corriente nominal del primario del transformador.

Excepción nº. 1: Cuando la corriente nominal requerida de un fusible o ajuste de un interruptor automático no corresponda con los valores estándares, se permite aplicar el valor inmediatamente superior.

Excepción nº. 2: No es necesario un dispositivo individual de sobrecorriente cuando el dispositivo de protección del primario ofrezca la protección especificada en esta Sección.

Excepción nº. 3: Lo que establece el siguiente apartado 3(a)(2) b.

b. **Primario y secundario.** Cuando un transformador de más de 600 V nominales tenga un dispositivo de protección contra sobrecorriente en el lado del secundario de valor nominal o ajustado para que se abra a valores no superiores a los de la Tabla 450-3(a)(2)(b) o equipado con un dispositivo mixto de protección térmica y contra sobrecargas instalado por el fabricante, no se requiere que tenga un dispositivo de protección contra sobrecorriente conectado al primario, siempre que el dispositivo de sobrecorriente del alimentador al primario tenga una corriente nominal o esté ajustado para que se abra a valores no mayores a los dados por la Tabla 450-3(a)(2)(b).

Tabla 450-3(a)(2) Transformadores de más de 600 V en lugares supervisados

Corriente nominal máxima o ajuste de disparo del dispositivo de protección contra sobrecorriente (porcentajes)					
	Primario		**Secundario**		
	De más de 600 V		**De más de 600 V**		**Hasta 600 V**
Impedancia nominal del transformador	**Ajuste del interruptor automático**	**Corriente nominal del fusible**	**Ajuste del interruptor automático**	**Corriente nominal del fusible**	**Ajuste del interruptor automático o corriente nominal del fusible**
Hasta 6%	600%	300%	300%	250%	250%
Más de 6% y hasta 10%	400%	300%	250%	225%	250%

(b) Transformadores de 600 V nominales o menos. Los dispositivos de protección contra sobrecorriente de los transformadores de 600 V nominales o menos deben cumplir lo establecido en los siguientes apartados (1) o (2).

(1) Primario. Todos los transformadores de 600 V nominales o menos deben ir protegidos por un dispositivo individual de protección contra sobrecorriente en el primario, de valor nominal o ajuste de disparo no mayor al 125% de la corriente nominal del primario del transformador.

Excepción nº. 1: Cuando la corriente nominal del primario del transformador sea de 9 A o más y el 125% de esa corriente no corresponda a los valores estándar de un fusible o un interruptor automático no ajustable, se permite tomar el valor inmediato superior al establecido en el Artículo 240-6. Cuando la corriente nominal del primario sea menor a 9 A, se permite instalar un dispositivo de protección contra sobrecorriente de capacidad nominal o ajuste de disparo no mayor al 167% de la corriente del primario.

Cuando la corriente nominal del primario sea menor a 2 A, se permite instalar un dispositivo de protección contra sobrecorriente de capacidad nominal o ajuste de disparo no superior al 300%.

Excepción nº. 2: No es necesario un dispositivo individual de sobrecorriente cuando el dispositivo de protección del primario ofrezca la protección especificada en este Artículo.

Excepción nº. 3: Cuando el transformador esté instalado en un circuito de control de motores, de acuerdo con alguna de las Excepciones del Artículo 430-72(c).

Excepción nº. 4: Lo que establece el siguiente apartado (b)(2).

(2) Primario y secundario. Cuando un transformador de 600 V nominales o menos tenga un dispositivo de protección contra sobrecorriente del secundario de capacidad nominal o ajuste de disparo para que se abra a valores no mayores al 125% de la corriente nominal del secundario, no se requiere que tenga un dispositivo de protección contra sobrecorriente del lado del primario, siempre que el dispositivo de sobrecorriente del alimentador al primario tenga una corriente nominal o esté ajustado para que se abra a valores no mayores al 250% de la corriente nominal del primario.

Cuando un transformador de 600 V nominales o menos, equipado con protección coordinada térmica y de sobrecarga instalada por el fabricante y dispuesta de modo que interrumpa la corriente del primario, no es necesario que tenga un dispositivo individual de protección contra sobrecarga en el primario si el dispositivo de protección contra sobrecorriente del alimentador del primario tiene una corriente nominal o ajuste de disparo no superior a seis (6) veces la corriente nominal del transformador, en transformadores con una impedancia no superior al 6%, y no superior a cuatro veces la corriente nominal del transformador en los que tengan una impedancia superior al 6% pero no superior al 10%.

Excepción: Cuando la corriente nominal del secundario de un transformador sea de 9 A o más y el 125% de la misma no corresponda a un valor estándar de un fusible o un interruptor automático no ajustable, se permite tomar el valor inmediato superior al correspondiente del Artículo 240-6.

Cuando la corriente nominal del secundario sea menor a 9 A, se permite instalar un dispositivo de protección de corriente nominal o ajuste de disparo no superior al 167% de la corriente nominal del secundario.

(c) Transformadores de tensión. Los transformadores de tensión instalados en interiores o en encerramientos, deben estar protegidos con fusibles en el primario.

(NOTA): Para la protección de transformadores de tensión en circuitos de instrumentos, véase el Artículo 384-32.

450-4. Autotransformadores de 600 V nominales o menos.

(a) Protección contra sobrecorriente. Todos los autotransformadores de 600 V nominales o menos deben estar protegidos por dispositivos individuales de sobrecorriente instalados en serie con cada conductor de suministro no puesto a tierra. Tal dispositivo de protección debe tener una capacidad nominal o ajuste de disparo no superior al 125% de la corriente nominal a plena carga del autotransformador. No se debe instalar un dispositivo de protección contra sobrecorriente en serie con el devanado en derivación (el devanado común a los circuitos de entrada y de salida) del autotransformador, es decir, entre los puntos A y B de la Figura 450-4.

(FIGURA)

Devanado(s) en derivación

Figura 450-4.

Excepción: Cuando la corriente nominal de entrada del autotransformador sea de 9 A o más y el 125% de esa corriente no corresponda a los valores estándar de un fusible o un interruptor automático no ajustable, se permite tomar el valor inmediato superior al establecido en el Artículo 240-6. Cuando la corriente nominal de entrada sea menor a 9 A, se permite instalar un dispositivo de protección contra sobrecorriente de corriente nominal o ajuste no superior al 167% de la corriente de entrada.

(b) Transformador conectado al inductor y utilizado como autotransformador. Un transformador conectado al inductor y utilizado como autotransformador, debe estar identificado para utilizarlo a tensión elevada.

(NOTA): Para más información sobre los usos permitidos de los autotransformadores, véase el Artículo 210-9.

450-5. Autotransformadores de puesta a tierra. Los autotransformadores de puesta a tierra de los que trata esta sección son transformadores conectados en zigzag o en T a sistemas trifásicos y trifilares sin poner a tierra con el fin de crear en un sistema de distribución trifásico de tetrafilar o para tener una referencia de neutro para fines de puesta a tierra. Tales transformadores deben tener una corriente nominal continua por cada fase y otra corriente nominal continua del neutro.

(NOTA): La corriente de fase en un autotransformador de puesta a tierra es un tercio de la corriente del neutro.

(a) Sistemas trifásicos de cuatro hilos. Un autotransformador de puesta a tierra usado para crear un sistema de distribución trifásico de tetrafilar a partir de un sistema trifásico, trifilar no puesto a tierra, debe cumplir con lo siguiente:

(1) Conexiones. El transformador se debe conectar directamente a los conductores de fase no puestos a tierra y no se debe conectar con un interruptor o un sistema de protección contra sobrecorriente que sea independiente del interruptor principal y del dispositivo común de protección contra sobrecorriente, de disparo común, del sistema trifásico de cuatro polos.

(2) Protección contra sobrecorriente. Se debe instalar un dispositivo de protección contra sobrecorriente que abra el interruptor principal o dispositivo de protección contra sobrecorriente de disparo común especificado en el anterior apartado (a)(1), cuando la carga del autotransformador alcance o supere el 125% de su corriente nominal continua por fase o neutro. Se permite el disparo retardado del dispositivo de sobrecorriente del autotransformador cuando se produzcan sobrecorrientes temporales (transitorias), para que funcionen adecuadamente los dispositivos de protección del alimentador o ramal en los sistemas tetrafilares.

(3) Detección de fallas del transformador. En los sistemas trifásicos de cuatro hilos se debe instalar un dispositivo de detección de fallas que abra un interruptor principal o dispositivo de protección contra sobrecorriente para proteger la instalación contra fallas de una sola fase o internas.

(NOTA): Esta protección se puede conseguir mediante dos transformadores de corriente, tipo toroidal, conectados sustractivamente e instalados de modo que detecten e indiquen si se produce un desequilibrio de corriente en la corriente de línea al autotransformador, de un valor del 50% o más de la corriente nominal.

(4) Corriente nominal. El autotransformador debe tener una corriente nominal continua de neutro suficiente para soportar la corriente de carga máxima de desequilibrio del neutro en los sistemas de cuatro hilos.

(b) Referencia de puesta a tierra para los dispositivos de protección contra fallas. Un autotransformador de puesta a tierra que se utilice para suministrar una referencia de magnitud específica de corriente de falla a tierra para la operación de un dispositivo de protección sensible a fallas a tierra en sistemas trifásicos trifilares no puestos a tierra, debe cumplir los siguientes requisitos:

(1) Corriente nominal. El autotransformador debe tener una corriente nominal continua de neutro suficiente para la corriente de falla a tierra especificada.

(2) Protección contra sobrecorriente. En el circuito ramal del autotransformador de puesta a tierra se debe instalar un dispositivo de protección contra sobrecorriente con una corriente de apertura adecuada para cortocircuitos, que abra simultáneamente todos los conductores no puestos a tierra y que tenga una corriente nominal o ajuste de disparo que no supere el 125% de la corriente nominal continua por fase del autotransformador o el 42% de la corriente nominal continua de cualquier dispositivo conectado en serie con el neutro del autotransformador. Se permite el disparo retardado del dispositivo de sobrecorriente para que operen adecuadamente los dispositivos de disparo sensibles a fallas a tierra del sistema principal en caso de corrientes transitorias, pero su valor no debe superar el equivalente a la corriente nominal por corto tiempo del autotransformador de puesta tierra o de cualquier dispositivo conectado en serie con el neutro del mismo.

(c) Referencia de puesta a tierra para amortiguación de sobretensiones transitorias. Un autotransformador de puesta a tierra utilizado para limitar sobretensiones transitorias, debe tener una capacidad nominal suficiente y estar conectado como indica el anterior apartado (a)(1).

450-6. Barraje secundario. Un barraje secundario es un circuito que funciona a 600 V nominales o menos entre fases, que conecta dos fuentes de alimentación o dos puntos de una fuente de alimentación, como los secundarios de dos transformadores. El barraje puede consistir en uno o más conductores por fase.

A efectos de este Artículo, "transformador" se emplea como transformador independiente o un banco de transformadores que funcionan como una sola unidad.

(a) Circuitos de barraje. Los circuitos de barrajes secundarios deben llevar protección contra sobrecorriente en ambos extremos, como exige la Sección 240.

Excepción: En las condiciones descritas en los siguientes apartados (a)(1) y (a)(2), se permite que la protección contra sobrecorriente esté de acuerdo con lo que se establece en (a)(3).

(1) Cargas sólo en los puntos de suministro al transformador. Cuando todas las cargas estén conectadas en los puntos de suministro al transformador en cada extremo del barraje y no exista protección contra sobrecorriente según la Sección 240, la capacidad nominal de corriente del barraje no debe ser menor al 67% de la corriente nominal del secundario del mayor transformador conectado al sistema de barraje secundario.

(2) Cargas conectadas entre puntos de suministro al transformador. Cuando haya una carga conectada al barraje en cualquier punto entre los de suministro al transformador y no exista protección contra sobrecorriente según la Sección 240, la capacidad nominal de corriente del barraje no debe ser menor al 100% de la corriente nominal del secundario del mayor transformador conectado al sistema de barraje secundario.

Excepción: Lo establecido en el siguiente apartado (a)(4).

(3) Protección del circuito de barraje. En las circunstancias descritas en los anteriores apartados (a)(1) y (a)(2), los dos extremos de cada conductor del barraje deben ir equipados con un dispositivo de protección que se abra a una temperatura predeterminada del conductor del barraje en condición de cortocircuito. Esta protección debe consistir en : (1) un conector de cable, terminal o lengüeta con un enlace fusible, conocido como limitador, de un tamaño correspondiente con la sección transversal del conductor y de construcción y características de acuerdo con la tensión de funcionamiento y el tipo de aislamiento de los conductores de la conexión, o (2) interruptores automáticos accionados por dispositivos con características comparables de corriente - tiempo.

(4) Interconexión de los conductores de fase entre puntos de suministro al transformador. Cuando la conexión secundaria consista en más de un conductor por fase, los conductores de cada fase se deben interconectar para establecer un punto de suministro a la carga y cada conductor de la conexión debe llevar en ese punto la protección especificada en (a)(3).

Excepción: Se permite conectar cargas a los conductores individuales de una conexión secundaria de conductores en paralelo sin interconectar los conductores de cada fase y sin la protección establecida

en (a)(3) anterior sobre los puntos de conexión de la carga, siempre que los conductores de cada fase tengan una capacidad combinada no menor al 133% de la corriente nominal del secundario del mayor transformador conectado al sistema de conexión secundario; las cargas totales conectadas a dichos puntos no deben superar la corriente nominal del secundario del mayor transformador y las cargas deben estar igualmente divididas entre las fases y entre los conductores individuales de cada fase, en la medida de lo posible.

(5) Control del circuito de barraje. Cuando la tensión de funcionamiento supere los 150 V a tierra, los barajes secundarios dotados de limitadores deben tener un interruptor en cada extremo que, cuando se abran, desenergicen los conductores de barraje y limitadores asociados. La corriente nominal del interruptor no debe ser menor a la corriente nominal de los conductores conectados al mismo. El interruptor debe ser capaz de abrir su corriente nominal y debe estar construido de modo que no se abra por las fuerzas magnéticas producidas por la corriente de cortocircuito.

(b) Protección contra sobrecorriente de conexiones secundarias. Cuando se utilicen barrajes secundarios, en las conexiones con el secundario de cada transformador se debe instalar un dispositivo de sobrecorriente con capacidad nominal o ajuste de disparo no superior al 250% de la corriente nominal del secundario de los transformadores. Además, en la conexión con el secundario de cada transformador se debe instalar un interruptor automático accionado por un relé de corriente inversa ajustado para que abra el circuito a una corriente no superior a la corriente nominal del secundario del transformador.

450-7. Funcionamiento en paralelo. Se permite que los transformadores funcionen en paralelo y se conecten y desconecten como una unidad, siempre que el dispositivo de protección contra sobrecorriente de cada transformador cumpla los requisitos del Artículo 450-3(a)(1) o (b)(2).

450-8. Resguardo. Los transformadores se deben resguardar según se especifica en los siguientes apartados (a) a (d).

(a) Protección mecánica. Cuando los transformadores estén expuestos a daños físicos, se deben adoptar las medidas adecuadas para reducir al mínimo la posibilidad de daños por causas externas.

(b) Carcasa o encerramiento. Los transformadores tipo seco deben ir instalados en una carcasa o encerramiento no combustible y resistente a la humedad que ofrezca una protección razonable contra la entrada accidental de objetos extraños.

(c) Partes energizadas expuestas. Se permite que los interruptores u otros equipos que funcionen a 600 V nominales o menos y que estén conectados únicamente a equipos dentro del encerramiento del transformador, estén instalados dentro de este si sólo son accesibles a personas calificadas. Todas las partes energizadas se deben resguardar según lo establecido en los Artículos 110-17 y 110-34.

(d) Advertencia de tensión. La tensión de funcionamiento de las partes energizadas expuestas en las instalaciones de transformadores, se debe indicar por signos o rótulos visibles colocados en los equipos o estructuras.

450-9. Ventilación. Debe haber ventilación adecuada para disipar las pérdidas del transformador a plena carga sin dar lugar a aumentos de temperatura que superen sus valores nominales.

(NOTA 1): Véanse también *General Requerientes foro Liquid-Inmersed Distribution, Power, and Regulating Transformers,* ANSI/IEEE C57.12.00-1987, y *General Requerientes foro Dry-Type Distribution and Power Transformers,* ANSI/IEEE C57.12.01-1989.

(NOTA 2): En algunos transformadores se pueden presentar pérdidas adicionales si se producen corrientes no senoidales que dan lugar a un aumento de calor, por encima del valor nominal del transformador. Cuando se utilizan transformadores con cargas no lineales, se puede ver *Recommended Practice foro Establishing Transformer Capability When Supplying Nonsinusoidal Load Currents,* ANSI/IEEE C57.110-1986.

Los transformadores con aberturas de ventilación se deben instalar de modo que no queden bloqueadas por paredes u otros obstáculos. En el transformador deben estar claramente rotuladas las distancias necesarias.

450-10. Puesta a tierra. Las partes metálicas expuestas no portadoras de corriente de las instalaciones de transformadores, como vallas, barreras, resguardos, etc., se deben poner a tierra cuando sea necesario, en las condiciones y con los métodos especificados en la Sección 250 para los equipos eléctricos y otras partes metálicas expuestas.

450-11. Rotulado. Todos los transformadores deben llevar una placa de características en la que conste el nombre del fabricante, los siguientes valores nominales : potencia en kilovoltamperios, frecuencia, tensión del primario y del secundario, impedancia para transformadores de 25 kVA en adelante, las distancias necesarias que se deben dejar libres para las aberturas de ventilación y la cantidad y tipo de líquido aislante, en su caso. Además, en la placa de características de todos los transformadores tipo seco se debe incluir la clase de temperatura del sistema de aislamiento.

Nota : Véase la norma NTC 618 *Transformadores de potencia y distribución, Placa de características*

450-12. Espacio de alambrado para terminales. El espacio mínimo para las curvas de los alambres en los terminales fijos de los transformadores de 600 V y menos y en los terminales de las cargas, debe ser el establecido en el Artículo 373-6. El espacio para conexiones en espiral debe cumplir lo establecido en la Tabla 370-16(b).

450-13. Ubicación. Los transformadores y bóvedas para transformadores deben ser fácilmente accesibles al personal calificado para su inspección y mantenimiento.

Excepción nº. 1: No es necesario que sean accesibles los transformadores tipo seco de 600 V nominales o menos instalados en paredes, columnas o estructuras.

Excepción nº. 2: Se permite instalar transformadores tipo seco de 600 V nominales o menos y que no superen los 50 kVA, en espacios huecos de edificaciones resistentes al fuego y no permanentemente cerrados por la estructura, siempre que cumplan los requisitos de ventilación del Artículo 450-9. No es necesario que los transformadores así instalados sean fácilmente accesibles.

Si no se indica otra cosa en esta Sección, "resistente al fuego" significa una construcción con una resistencia al fuego mínima de una hora.

(NOTA 1): Véanse *Method foro Fire Tests of Building Construction and Materials,* ANSI/ASTM E119-88, y *Standard Methods of Tests of Fire Endurance of Building Construction and Materials,* NFPA 251-1995.

(NOTA 2): De la ubicación de los distintos tipos de transformadores trata la Sección 450 Parte B. De la ubicación de las bóvedas para transformadores trata el Artículo 450-41.

B. Disposiciones específicas para los distintos tipos de transformadores

450-21. Transformadores tipo seco instalados en interiores.

(a) Hasta 112,5 kVA. Los transformadores tipo seco instalados en interiores y de 112,5 kVA nominales o menos, deben instalarse con una separación mínima de 0,30 m de cualquier material combustible.

Excepción nº. 1: Cuando estén separados del material combustible por una barrera resistente al fuego y aislante del calor.

Excepción nº. 2: Los transformadores de 600 V nominales o menos completamente encerrados, con o sin aberturas de ventilación.

(b) De más de 112,5 kVA. Los transformadores individuales de tipo seco de más de 112,5 kVA nominales, se deben instalar en una bóveda para transformadores de construcción resistente al fuego.

Excepción nº. 1: Los transformadores con un aumento nominal de la temperatura de funcionamiento de 80℃ o más que estén separados del material combustible por una barrera resistente al fuego y aislante del calor colocada a no menos de 1,80 m horizontalmente y de 3,60 m verticalmente.

Excepción nº. 2: Los transformadores con un aumento nominal de la temperatura de funcionamiento de 80° en adelante, completamente encerrados pero con aberturas de ventilación.

(c) Para más de 35 000 V. Los transformadores tipo seco de más de 35 000 V nominales se deben instalar en una bóveda que cumpla lo establecido en la Parte C de esta Sección.

450-22. Transformadores tipo seco instalados en exteriores. Los transformadores tipo seco instalados en exteriores deben tener un encerramiento a prueba de intemperie.

No se deben instalar los transformadores superiores a los 112,5 kVA a menos de 0,30 m de los materiales combustibles de edificaciones.

Excepción: Los transformadores con un aumento nominal de la temperatura de funcionamiento de 80° en ad elante, completamente encerrados pero con aberturas de ventilación.

450-23. Transformadores aislados con líquidos de alto punto de inflamación. Se permite instalar transformadores aislados con líquidos cuyo punto de inflamación no sea menor a 300℃, siempre que cump lan alguno de los siguientes apartados (a) o (b):

(a) Instalaciones interiores. Se permite instalar transformadores con líquido de alto punto de onflamación bajo alguna de las tres opciones siguientes :

(1) En edificaciones de Tipo I o Tipo II, en áreas donde se cumplan toda las siguientes condiciones:
- a. Que el transformador sea para 35 000 V nominales o menos.
- b. Que no se almacenen materiales combustibles.
- c. Que haya una zona de recogida de los líquidos.
- d. Que la instalación cumpla todas las restricciones dadas por la certificación del líquido.

(2) Con un sistema automático de extinción de incendios y una zona de recogida de los líquidos, siempre que el transformador sea para 35 000 V nominales o menos.

(3) Según lo que establece el Artículo 450-26.

(b) Instalaciones exteriores. Se permite instalar transformadores con líquidos de alto punto de inflamación en exteriores, sujetos, adyacentes o sobre el tejado de edificaciones, siempre que cumplan alguno de los siguientes requisitos (1) o (2):

(1) En edificaciones de Tipo I y Tipo II, la instalación debe cumplir todas las restricciones dadas por la certificación del líquido.

(NOTA): Las instalaciones cercanas a materiales combustibles, salidas de incendios o a los vanos de puertas y ventanas, pueden requerir protección adicional tal como se indica en el Artículo 450-27.

(2) Según lo que establece el Artículo 450-27.

(NOTA 1): Las edificaciones de Tipo I y Tipo II se definen en *Standard on Types of Building Construction,* ANSI/NFPA 220-1995.

(NOTA 2): Véase la definición de "Certificado" en la Sección 100.

450-24. Transformadores aislados en líquidos no inflamables. Se permite instalar los transformadores aislados en líquidos dieléctricos, identificados como no inflamables, tanto en interiores como en exteriores. Los transformadores instalados en interiores para más de 35 000 V, deben ir en una bóveda para transformadores. Cuando tales transformadores estén instalados en interiores, deben estar provistos de un área para recogida de

líquidos y una válvula de alivio de seguridad. Los transformadores deben estar dotados con un medio para absorber los gases generados por cualquier arco eléctrico que se produzca dentro del tanque o la válvula de alivio de seguridad debe estar conectada a una chimenea o salida de humos que dirija estos gases a un área ambientalmente segura (en la que no puedan contaminar).

(NOTA): Se aumentará la seguridad si se hace un análisis del riesgo de incendio de dichas instalaciones de transformadores.

A efectos de esta Sección, un líquido dieléctrico no inflamable es el que no tiene punto de inflamación o punto de chispa y no es inflamable en el aire.

450-25. Transformadores aislados con Askarel. El uso de transformadores con aislamiento de Askarel está prohibido en Colombia, tanto para uso en exteriores como en interiores.

NOTA : Tampoco está permitido el uso de líquidos difenil policlorinados excepto en las cantidades en ppm, no perjudiciales para la integridad de los seres vivos, permitidas por organismos del estado con jurisdicción sobre este aspecto.

450-26. Transformadores con aislamiento de aceite instalados en interiores. Los transformadores aislados con aceite para uso en interiores, se deben instalar en una bóveda construida como se indica en la Parte C de esta Sección.

Excepción nº. 1: Cuando la capacidad total no supere los 112,5 kVA, se permite que la bóveda especificada en la Parte C de esta Sección esté hecha de concreto reforzado de no menos de 1002 mm de espesor.

Excepción nº. 2: Cuando la tensión nominal no supere los 600 V, no es necesaria bóveda de transformadores si se toman las medidas suficientes para evitar que el aceite del transformador queme otros materiales y si la capacidad total de una instalación no supera los 10 kVA en una parte de un edificio clasificada como combustible, o los 75 kVA si la estructura que rodea al transformador está clasificada como resistente al fuego.

Excepción nº. 3: Se permite que los transformadores de hornos eléctricos de una potencia total que no supere los 75 kVA se instalen sin bóveda en un edificio o cuarto resistente al fuego, siempre que se tomen las medidas necesarias para evitar que el fuego del aceite de un transformador se propague a otros materiales combustibles.

Excepción nº. 4: Se permite instalar los transformadores en una edificación independiente que no cumpla lo establecido en la Parte C de esta Sección, si ni la edificación ni su contenido ofrecen riesgo de incendio a otros edificios o instalaciones y si la edificación se utiliza únicamente para suministrar el servicio electricidad y su interior es accesible sólo a personas calificadas.

Excepción nº. 5: Se permite utilizar transformadores con aislamiento de aceite sin bóveda de transformadores, en equipos portátiles y móviles de minería en superficie, como excavadoras eléctricas, si se cumplen toda las condiciones siguientes:

a. Existen medidas para drenar las fugas de líquido.
b. Existe un medio de salida seguro para el personal.
c. Se dispone una barrera de acero con 6,35 mm de espesor, como mínimo, para la protección de las personas.

450-27. Transformadores con aislamiento de aceite instalados en exteriores. Se deben proteger los materiales combustibles, edificaciones combustibles y partes de edificaciones, las salidas de incendios y los vanos de las puertas y ventanas, contra los incendios originados en transformadores con aislamiento de aceite instalados en los tejados y asegurados o próximos a edificaciones o materiales combustibles.

Se considera como protecciones seguras la separación, las barreras resistentes al fuego, los sistemas automáticos de rociado de agua y los encerramientos que rodean o recogen el aceite de un tanque roto de un transformador. Cuando la instalación del transformador pueda suponer riesgo de incendio, debe haber una o más de estas protecciones, según el grado de riesgo que ello suponga.

Se permite que los encerramientos de aceite consistan en diques, barreras curvas o estanques resistentes al fuego o que sean zanjas rellenas de piedra triturada gruesa. Cuando la cantidad de aceite y el riesgo sean tales que su eliminación sea importante, los recipientes de aceite deben estar dotados con medios para drenaje.

(NOTA): Para más información sobre transformadores instalados en postes, estructuras o subterráneos, véase *National Electrical Safety Code,* ANSI C2-1997.

450-28. Modificaciones de los transformadores. Cuando se hagan modificaciones en un transformador de una instalación ya existente, que modifiquen el tipo de transformador respecto a lo establecido en la Parte B de esta Sección, dicho transformador debe llevar rótulos que indiquen el tipo de líquido aislante utilizado y la instalación, una vez modificada, debe cumplir los requisitos aplicables a ese tipo de transformador.

C. Bóvedas para transformadores

450-41. Ubicación. Siempre que sea posible, las bóvedas para transformadores deben estar ventiladas con aire exterior sin necesidad de utilizar conductos o canales.

450-42. Paredes, techo y piso. Las paredes y techos de las bóvedas para transformadores deben estar hechos de materiales con resistencia estructural adecuada a las condiciones de uso y con una resistencia mínima al fuego de tres horas. Los pisos de los bóvedas que estén en contacto con la tierra deben ser de hormigón y de un espesor mínimo de 0,10 m, pero si la bóveda está construida teniendo por debajo un espacio vacío u otras plantas (pisos) del edificio, el piso debe tener una resistencia estructural adecuada para soportar la carga impuesta sobre él y debe tener una resistencia mínima al fuego de tres horas. A efectos de este Artículo no son aceptables los bóvedas con listones y paneles en las paredes.

(NOTA 1): Para más información, véanse *Method foro Fire Tests of Building Construction and Materials,* ANSI/ASTM E119-88, y *Standard Methods of Tests of Fire Endurance of Building Construction and Materials,* ANSI/NFPA 251-1995.

(NOTA 2): Un elemento típico con tres horas de resistencia al fuego es el concreto reforzado de 0,15 m de espesor.

Excepción: Cuando los transformadores estén protegidos por sistemas de rociadores automáticos de agua, dióxido de carbono o halón, se permite que la construcción tenga una (1) hora de resistencia al fuego.

450-43. Vanos de puertas. Los vanos de puertas de las bóvedas para transformadores se deben proteger como sigue:

(a) Tipo de puerta. Todos los vanos de puertas que lleven desde el interior de la edificación hasta la bóveda de transformadores, deben estar dotados con una puerta de cierre hermético y con una resistencia mínima al fuego de tres horas. Cuando las condiciones lo requieran, se permite que la autoridad competente exija una puerta de este tipo en los muros exteriores.

Excepción: Cuando los transformadores estén protegidos por sistemas de rociadores automáticos de agua, dióxido de carbono o halón, se permite que la puerta tenga una hora de resistencia al fuego.

(b) Umbrales (brocales). Las puertas deben tener un umbral o brocal de altura suficiente para recoger dentro de la bóveda el aceite del transformador más grande que pudiera haber. En ningún caso la altura del umbral debe ser menor a 0,10 m.

(c) Cerraduras. Las puertas deben estar equipadas con cerraduras y mantenerse cerradas, permitiéndose el acceso sólo a personas calificadas. Las puertas para el personal deben abrirse hacia fuera y estar dotadas de barras antipánico, placas de presión u otros dispositivos que las mantengan normalmente cerradas pero que se abran por simple presión.

450-45. Aberturas de ventilación. Cuando lo exija el Artículo 450-9, se deben practicar aberturas para ventilación de acuerdo con los siguientes apartados (a) a (f):

(a) Ubicación. Las aberturas de ventilación deben estar ubicadas lo más lejos posible de las puertas, ventanas, salidas de incendios y materiales combustibles.

(b) Disposición. Se permite que una bóveda ventilada por circulación natural de aire tenga aproximadamente la mitad del área total de las aberturas de ventilación necesarias en una o más aberturas cerca del piso y la restante en una o más aberturas en el techo o en la parte superior de las paredes, cerca del techo, o que toda la superficie de ventilación necesaria esté en una o más aberturas en el techo o cerca de él.

(c) Tamaño. En una bóveda ventilada por circulación natural del aire procedente del exterior, el área neta total de todas las aberturas de ventilación, restando el área ocupada por persianas, rejillas o pantallas, no debe ser menor a 1 936 mm² por kVA de los transformadores en servicio. Si los transformadores tienen menos de 50 kVA, en ningún caso el área neta debe ser menor a 0,093 m².

(d) Cubiertas. Las aberturas de ventilación deben estar cubiertas por rejillas, persianas o pantallas duraderas, de acuerdo con las condiciones necesarias para evitar que se produzcan situaciones inseguras.

(e) Compuertas (dampers). Todas las aberturas de ventilación que den al interior deben estar dotadas de compuertas de cierre automático que funcionen en respuesta a cualquier incendio que se produzca en el interior de la bóveda. Dichas compuertas deben tener una resistencia al fuego no menor a 1,5 horas.

(NOTA): Véase *Standard foro Fire Dampers,* ANSI/UL 555-1990.

(f) Ductos. Los ductos de ventilación deben ser de material resistente al fuego.

450-46. Drenaje. Cuando sea posible, las bóvedas para transformadores que contengan transformadores de más de 100 kVA deben estar dotadas de un drenaje o de otro medio que permita eliminar cualquier acumulación de aceite o agua que se produzca en la bóveda, a no ser que por las condiciones locales resulte imposible. Cuando exista drenaje, el piso debe estar inclinado hasta el drenaje.

450-47. Tuberías de agua y accesorios. En las bóvedas para transformadores no deben entrar ni atravesarlos sistemas de conductos o tuberías ajenos a la instalación eléctrica. No se consideran ajenas a la instalación eléctrica las tuberías u otros aparatos para la protección de las bóvedas contra incendios o para la ventilación de los transformadores.

450-48. Almacenaje en las bóvedas. Las bóvedas para transformadores no se deben utilizar para almacenaje de materiales.

SECCIÓN 455 - CONVERTIDORES DE FASE

A. Generalidades

455-1. Alcance. Esta Sección trata de la instalación y uso de los convertidores de fase.

455-2. Definiciones.

Convertidor de fase estático. Convertidor sin piezas rotatorias dimensionado para una determinada carga trifásica, que permite la operación desde una fuente de alimentación monofásica.

Convertidor de fase rotatorio. Dispositivo que consiste en un transformador rotatorio y panel o paneles de condensadores, que permite la operación de cargas trifásicas a partir de una fuente de alimentación monofásica.

Convertidor de fase. Un convertidor de fase es un dispositivo eléctrico que convierte un sistema eléctrico de potencia monofásico en uno trifásico.

(NOTA): Los convertidores de fase tienen características que modifican el par de arranque y la corriente a rotor bloqueado de los motores servidos, por lo que es necesario tener esto en cuenta al elegir un convertidor de fase para una carga específica.

Fase fabricada. La fase fabricada o derivada es la que se origina en el convertidor y no está conectada sólidamente a ninguno de los conductores monofásicos de entrada.

455-3. Otras Secciones. A los convertidores de fase se les aplican todos los requisitos de este *Código*, excepto las modificaciones introducidas en esta Sección.

455-4. Rotulado. Todos los convertidores de fase deben tener una placa de características permanente en la que conste : (1) nombre del fabricante, (2) tensión nominal de entrada y salida, (3) frecuencia, (4) corriente nominal monofásica de entrada a plena carga, (5) carga nominal mínima y máxima monofásica en kVA o HP, (6) carga máxima total en kVA o HP y (7) en el caso de un convertidor de fase rotatorio, su corriente trifásica a plena carga.

455-5. Conexión de puesta a tierra de equipos. El convertidor debe tener un medio de conexión para el terminal del conductor de puesta a tierra de equipos que cumpla lo establecido en el Artículo 250-113.

455-6. Capacidad de corriente de los conductores. La capacidad de corriente de los conductores de la suministro monofásico no debe ser menor al 125% de la corriente de entrada a plena carga del convertidor, que conste en su placa de características.

Excepción: Cuando un convertidor de fase suministre corriente a cargas específicas fijas, se permite que los conductores tengan una capacidad de corriente no menor al 250% de la suma de la corriente nominal trifásica a plena carga de los motores y otras cargas conectadas al convertidor, siempre que las tensiones de entrada y salida al mismo sean idénticas. Cuando las tensiones de entrada y salida al convertidor sean distintas, la corriente determinada según este Artículo se debe multiplicar por la relación entre la tensión de salida y la de entrada.

(NOTA): Los conductores monofásicos con sección transversal que eviten una caída de tensión no mayor al 3% desde la fuente de alimentación hasta el convertidor de fase, pueden contribuir al mejor arranque y funcionamiento de los motores.

455-7. Protección contra sobrecorriente. El conductor monofásico de alimentación y el convertidor de fase deben estar protegidos contra sobrecorriente a no más del 125% de la corriente nominal monofásica de entrada del convertidor a plena carga, según conste en su placa de características.

Excepción nº. 1: Cuando el convertidor de fase alimente cargas específicas fijas, la protección contra sobrecorriente no debe ser superior al 250% de la suma de todas las corrientes nominales trifásicas a plena carga de los motores y otras cargas conectadas al convertidor, siempre que la tensión de entrada y de salida del convertidor de fase sean idénticas. Cuando las tensiones de entrada y salida al convertidor sean distintas, la corriente determinada según este Artículo se debe multiplicar por la relación entre la tensión de salida y la de entrada.

Excepción nº. 2: Cuando la corriente nominal requerida del fusible o del interruptor automático no corresponda con un valor nominal o de ajuste estándar, está permitido tomar el valor inmediato superior.

455-8. Medios de desconexión. Se deben instalar medios de desconexión que desconecten simultáneamente todos los conductores de suministro monofásico no puestos a tierra del convertidor de fase.

(a) Ubicación. El medio de desconexión debe ser fácilmente accesible y estar ubicado a la vista del convertidor de fase.

(b) Tipo. El medio de desconexión debe ser un interruptor con valor nominal en W o HP, un interruptor automático o un interruptor en carcasa moldeada.

Excepción: Cuando el convertidor de fase no esté conectado a motores, se permite que el interruptor tenga su valor nominal en Amperios.

(c) Capacidad. La capacidad de corriente del medio de desconexión no debe ser menor al 115% de la corriente nominal máxima monofásica de entrada del convertidor a plena carga.

Excepción nº. 1: Cuando el convertidor de fase esté conectado a cargas específicas fijas y las tensiones de entrada y salida del convertidor sean idénticas, se permite que el medio de desconexión sea un interruptor automático o un interruptor en carcasa moldeada con una capacidad de corriente no menor al 250% de la suma de las siguientes:

a. Corrientes nominales trifásicas de los motores a plena carga y

b. Otras cargas servidas. Cuando las tensiones de entrada y salida al convertidor sean distintas, esa corriente se debe multiplicar por la relación entre la tensión de salida a la de entrada.

Excepción nº. 2: Cuando el convertidor de fase alimente cargas específicas fijas y las tensiones de entrada y salida al convertidor sean idénticas, se permite que el medio de desconexión sea un interruptor de valor nominal en W o HP. Ese valor en HP debe ser equivalente al 200% de la suma de las siguientes:

a. Cargas distintas a las de motores.

b. La corriente trifásica a rotor bloqueado del motor más grande, establecida según las Tablas 430-151A y 430-151B, y

c. La corriente a plena carga de todos los demás motores trifásicos que puedan funcionar simultáneamente. Cuando las tensiones de entrada y salida al convertidor sean distintas, esa corriente se debe multiplicar por la relación entre la tensión de salida a la de entrada.

455-9. Conexión de cargas monofásicas. Cuando se conecten cargas monofásicas al lado de la carga de un convertidor de fase, no se deben conectar a la fase fabricada.

455-10. Cajas de los terminales. Un convertidor de fase debe llevar una caja para los terminales, que debe cumplir lo establecido en el Artículo 430-12.

B. Disposiciones específicas aplicables a distintos tipos de convertidores de fase

455-20. Medios de desconexión. Se permite que los medios de desconexión monofásicos de la entrada de un convertidor estático de fase sirvan como medio de desconexión del convertidor y de una sola carga, si esa carga está a la vista del medio de desconexión.

455-21. Arranque. No se debe suministrar corriente al equipo de utilización hasta que se haya arrancado en marcha el convertidor de fase rotatorio.

455-22. Interrupción del suministro. El equipo de utilización alimentado desde un convertidor rotatorio de fase debe estar controlado de manera que, si se interrumpe el suministro de energía se desconecte también el suministro al equipo.

(NOTA): Los arrancadores magnéticos de motores, los contactores magnéticos y dispositivos similares con restablecimiento manual o retardado, proporcionan rearranque después de la interrupción del suministro.

455-23. Condensadores. Los condensadores que no formen parte integral de un convertidor de fase rotatorio pero se instalen para una carga de motor, se deben conectar del lado de la línea del dispositivo de protección del motor contra sobrecarga.

SECCIÓN 460 - CONDENSADORES

460-1. Alcance. Esta Sección trata de la instalación de condensadores en los circuitos eléctricos.

Se excluyen de estos requisitos los condensadores amortiguadores o los incluidos como componentes de otros equipos y que cumplan los requisitos de dichos equipos.

Esta Sección trata también de las instalaciones de condensadores en lugares peligrosos (clasificados), con las modificaciones previstas en las Secciones 501 a 503.

460-2. Encerramientos y resguardo.

(a) Los que contienen más de 11,4 L de líquido inflamable. Los condensadores que contengan más de 11,4 L de líquido inflamable, deben estar instalados en bóvedas o, si es en exteriores, en encerramientos vallados que cumplan lo establecido en la Sección 710. Este límite se aplica a cualquier unidad sencilla en una instalación de condensadores.

(b) Contacto accidental. Los condensadores deben estar encerrados, ubicados o resguardados, de modo que las personas no puedan entrar en contacto accidental ni puedan poner materiales conductores en contacto accidental con las partes energizadas expuestas, terminales o barras asociadas a las mismas.

Excepción: No es necesario resguardo adicional en encerramientos que sean accesibles únicamente a personas calificadas y autorizadas.

A. Hasta 600 V nominales inclusive

460-6. Descarga de la energía almacenada. Los condensadores deben tener un medio para descargar la energía almacenada.

(a) Tiempo de descarga. La tensión residual de un condensador se debe reducir a 50 V nominales o menos en menos de un minuto a partir de la desconexión del condensador de la fuente de alimentación.

(b) Medio de descarga. El circuito de descarga debe estar permanentemente conectado a los terminales del condensador o grupo de condensadores o estar dotado de un medio automático de conexión de dicho circuito a los terminales cuando la línea quede sin tensión. No se debe utilizar un medio manual para conectar o desconectar el circuito de descarga.

460-8. Conductores.

(a) Capacidad de corriente. La capacidad de corriente de los conductores de un circuito de condensadores no debe ser menor al 135% de la corriente nominal del condensador. La capacidad de corriente de los conductores que conecten un condensador con los terminales de un motor o con los conductores de un circuito de motores no debe ser menor a 1/3 de la capacidad de corriente de los conductores del circuito del motor y en ningún caso menor al 135% de la corriente nominal del condensador.

(b) Protección contra sobrecorriente.

(1) En cada conductor no puesto a tierra de cada banco de condensadores se debe instalar un dispositivo de protección contra sobrecorriente.

Excepción: No se requiere un dispositivo de protección contra sobrecorriente cuando el condensador está conectado del lado de la carga del dispositivo de protección del motor contra sobrecarga.

(2) La corriente nominal o ajuste del dispositivo de sobrecorriente debe ser lo más baja posible.

(c) Medios de desconexión.

(1) En cada conductor no puesto a tierra de cada banco de condensadores se debe instalar un medio de desconexión.

Excepción: Cuando el condensador esté conectado del lado de la carga de un dispositivo de protección del motor contra sobrecarga.

(2) El medio de desconexión debe abrir simultáneamente todos los conductores no puestos a tierra.

(3) Se permite que el medio de desconexión desconecte el condensador de la línea como procedimiento normal de funcionamiento.

(4) La corriente nominal del medio de desconexión no debe ser menor al 135% de la corriente nominal del condensador.

460-9. Capacidad nominal o ajuste del dispositivo de protección del motor contra sobrecarga. Cuando una instalación de motores incluya un condensador conectado en el lado de la carga del dispositivo de protección del motor contra sobrecarga, la capacidad nominal o ajuste de dicho dispositivo se debe basar en el factor de potencia mejorado del circuito del motor.

Para determinar la capacidad nominal de corriente de los conductores del circuito del motor, según el Artículo 430-22, se puede despreciar el efecto del condensador.

460-10. Puesta a tierra. Las carcasas de los condensadores se deben poner a tierra, de acuerdo con la Sección 250.

Excepción: Cuando los condensadores estén apoyados en una estructura diseñada para funcionar a un potencial distinto del de tierra.

460-12. Rotulado. Todos los condensadores deben llevar una placa de características en la que conste el nombre del fabricante, tensión nominal, frecuencia, kilovoltamperios reactivos o amperios (kVAr o A), número de fases y, si lleva líquido combustible, la cantidad de líquido en litros o galones. Si están rellenos de líquido no inflamable, también se debe indicar en la placa de características. Esta debe indicar, además, si el condensador lleva instalado un dispositivo de descarga en el interior de la carcasa.

B. De más de 600 V nominales

460-24. Conexión y desconexión.

(a) Corriente de carga. Para conectar y desconectar los condensadores se deben utilizar interruptores operados en grupo que sean capaces de : (1) soportar continuamente una corriente no menor al 135% de la corriente nominal del condensador o condensadores; (2) interrumpir la corriente de carga máxima continua de cada condensador, banco o instalación de condensadores que se controlen como una unidad; (3) soportar la máxima corriente momentánea de carga (inrush), incluidas las adicionales de las instalaciones adyacentes de condensadores; (4) transportar las corrientes debidas a fallas en el lado de los condensadores del interruptor.

(b) Separación.

(1) Se debe instalar un medio que permita separar de todas las fuentes de tensión a todos los condensadores, bancos o instalaciones de condensadores que se puedan sacar del servicio simultáneamente.

(2) El medio de separación debe establecer una separación visible en el circuito eléctrico, adecuada para la tensión de funcionamiento.

(3) Los interruptores de separación o desconexión (sin corriente nominal de interrupción) deben ir enclavados con el dispositivo de interrupción de la carga o deben estar dotados de señales de advertencia bien visibles, de acuerdo con el Artículo 710-22, para evitar la interrupción de la corriente de carga.

(c) Otros requisitos para condensadores en serie. Se debe asegurar la secuencia de desconexión y conexión apropiados, mediante el uso de uno de los siguientes mecanismos: (1) conmutadores de separación y derivación de secuencia mecánica; (2) enclavamientos o (3) un procedimiento de conmutación que esté claramente explicado al lado de los conmutadores.

460-25. Protección contra sobrecorriente.

(a) Provisto para detectar e interrumpir corriente de falla. Se debe instalar un medio para detectar e interrumpir cualquier corriente de falla que pudiera causar presiones peligrosas dentro de un condensador individual.

(b) Dispositivos monofásicos o polifásicos. Para este fin se permite utilizar dispositivos monofásicos o polifásicos.

(c) Protegidos individualmente o en grupos. Se permite proteger los condensadores individualmente o en grupos.

(d) Dispositivos de protección con capacidad nominal o ajustable. Los dispositivos de protección de los condensadores o grupos de condensadores deben tener una corriente nominal suficiente o ajustable para funcionar dentro de los límites de seguridad de cada condensador.

Excepción: Si los dispositivos de protección tienen una corriente nominal o ajustable que les permita funcionar dentro de los límites de la Zona 1 o Zona 2, los condensadores deben estar encerrados o separados.

En ningún caso la corriente nominal o ajustable de los dispositivos de protección debe superar los límites máximos de la Zona 2.

(NOTA): Para las definiciones de la Zona de seguridad, Zona 1 y Zona 2, véase *Shunt Power Capacitors,* ANSI/IEEE 18-1992.

460-26. Identificación. Todos los condensadores deben llevar una placa de características permanente en la que conste el nombre del fabricante, tensión nominal, frecuencia, kilovoltamperios reactivos o amperios (kVAr o A), número de fases y, si llevan líquido inflamable, la cantidad de líquido en litros o galones.

460-27. Puesta a tierra. Los neutros y carcasas de los condensadores, si van puestos a tierra, se deben hacer de acuerdo con lo establecido en la Sección 250.

Excepción: Cuando las unidades de condensadores estén apoyadas en una estructura diseñada para funcionar a un potencial distinto del de tierra.

460-28. Medios de descarga.

(a) Medios para reducir la tensión residual. Se debe instalar un medio para reducir la tensión residual de un condensador a 50 V nominales o menos en menos de 5 minutos a partir de la desconexión del condensador de la fuente de alimentación.

(b) Conexión a los terminales. El circuito de descarga debe estar permanentemente conectado a los terminales del condensador o grupo de condensadores o estar dotado de un medio automático de conexión del circuito a los terminales cuando se desconecten de la fuente de alimentación. Los devanados de los motores, transformadores u otros equipos conectados directamente a los condensadores sin interruptores ni dispositivos de sobrecorriente interpuestos, deben cumplir los requisitos del anterior apartado (a).

SECCIÓN 470 - RESISTENCIAS Y REACTANCIAS

Para los reostatos véase el Artículo 430-82

A. Hasta 600 V nominales inclusive

470-1. Alcance. Esta Sección trata de la instalación de resistencias y reactancias individuales en circuitos eléctricos.

Excepción: Las resistencias y reactancias que formen parte de otros equipos.

Esta Sección trata también de la instalación de resistencias y reactancias en lugares peligrosos (clasificados), con las modificaciones de las Secciones 501 a 504.

470-2. Ubicación. Las resistencias y reactancias no se deben instalar donde estén expuestas a daños físicos.

470-3. Espacio de separación. Si el espacio entre las resistencias y reactancias y cualquier material combustible es menor a 0,30 m, se debe instalar una barrera térmica.

470-4. Aislamiento de los conductores. Los conductores aislados que se utilicen para conectar elementos resistivos y controladores, deben ser adecuados para funcionar a una temperatura no menor a 90℃.

Excepción: Se permite otro aislamiento para los conductores de los dispositivos de arranque los motores.

B. De más de 600 V nominales

470-18. Generalidades.

(a) Protegidas contra daños físicos. Las resistencias y reactancias deben estar protegidas contra daños físicos.

(b) Separadas por encerramientos o por elevación. Las resistencias y reactancias deben estar separadas por encerramientos o por elevación para proteger a las personas del contacto accidental con las partes energizadas.

(c) Materiales combustibles. No se deben instalar resistencias y reactancias en lugares próximos a materiales combustibles que puedan producir riesgo de incendio y se debe dejar un espacio no menor a 0,30 m hasta dichos materiales.

(d) Distancias. Las distancias de las resistencias y reactancias hasta las superficies puestas a tierra deben ser adecuadas para la tensión existente.

(NOTA): Véase la Sección 710.

(e) Aumento de temperatura debido a las corrientes circulantes inducidas. Los encerramientos metálicos de las resistencias y las partes metálicas adyacentes deben instalarse de modo que su aumento de temperatura debido a las corrientes inducidas no constituya un peligro para las personas ni un riesgo de incendio.

470-19. Puesta a tierra. Las carcasas o encerramientos de las resistencias y reactancias se deben poner a tierra de acuerdo con la Sección 250.

470-20. Reactancias en aceite. La instalación de reactancias sumergidas en aceite, además de los anteriores requisitos, debe cumplir los requisitos aplicables de la Sección 450.

SECCIÓN 480 - BATERÍAS DE ACUMULADORES

480-1. Alcance. Las disposiciones de esta Sección se aplican a todas las instalaciones estacionarias con baterías de acumuladores.

480-2. Definiciones.

Batería de acumuladores. Batería formada por una o más celdas recargables de tipo plomo - ácido, níquel - cadmio o de otro tipo electroquímico recargable.

Celda o batería sellada. Una celda o batería sellada es la que no tiene previsión para la adición de agua o electrolito, ni previsión externa para medir la densidad del electrolito. Se permite que las celdas individuales tengan un dispositivo de ventilación como se describe en el Artículo 480-9(b).

Tensión nominal de la batería. La tensión nominal se calcula a 2,0 V por celda en las baterías de tipo plomo - ácido y 1,2 V por celda en las alcalinas.

480-3. Alambrado y equipos alimentados por baterías. El alambrado y los equipos alimentados por baterías de acumuladores deben someterse a los requisitos de este *Código* relativos a las instalaciones y equipos que funcionen a la misma tensión.

480-4. Puesta a tierra. Se deben cumplir los requisitos de la Sección 250.

480-5. Aislamiento de las baterías de no más de 250 V. Esta Sección se aplica a las baterías de acumuladores que tengan sus celdas conectadas de manera que puedan funcionar a una tensión nominal no superior a 250 V.

(a) Baterías ventiladas de plomo - ácido. No es necesario que lleven otro soporte aislante las celdas y baterías de varios compartimientos con cubiertas selladas en recipientes de material no conductor y resistente al calor.

(b) Baterías ventiladas de tipo alcalino. No es necesario otro soporte aislante de las celdas con cubiertas selladas sobre los vasos de material no conductor y resistente al calor. Las celdas en vasos de material conductor deben ir instaladas en bandejas de material no conductor en grupos de no más de 20 celdas (24 V nominales) conectados en serie en una bandeja.

(c) Vasos de goma. No es necesario que lleven otro soporte aislante las celdas en vasos de goma o compuestos, siempre que la tensión nominal total de todas las celdas en serie no supere los 150 V. Cuando la tensión total supere los 150 V, las baterías se deben dividir en grupos de 150 V o menos y cada grupo debe tener sus celdas instaladas en bandejas o bastidores.

(d) Celdas o baterías selladas. No es necesario que lleven otro soporte aislante las celdas y las baterías selladas de varios compartimientos hechos de material no conductor y resistente al calor. Las baterías con recipiente de material conductor deben tener un soporte aislante si existe tensión entre el recipiente y tierra.

480-6. Aislamiento de las baterías de más de 250 V. A las baterías de acumuladores con celdas conectadas de modo que puedan funcionar a tensiones nominales superiores a 250 V se les deben aplicar las disposiciones del Artículo 480-5 y además las de esta Sección. Las celdas deben estar instaladas en grupos con una tensión nominal total no superior a 250 V. Entre los grupos debe haber un aislante, que puede ser aire, y entre las partes energizadas de la batería con polaridad contraria debe haber una separación mínima de 50 mm, siempre que la tensión de la batería no supere los 600 V.

480-7. Bandejas y bastidores. Las bandejas y bastidores deben cumplir lo establecido en los siguientes apartados (a) y (b):

(a) Bastidores. A efectos de esta Sección, un bastidor es un armazón rígido diseñado para soportar celdas o bandejas de las baterías. Los bastidores deben ser sólidos y estar hechos de alguna de las siguientes formas :

(1) Metal tratado de modo que resista la acción del electrolito y dotado de partes no conductoras en las que se apoyen directamente las celdas o de un material aislante continuo que no sea la pintura o partes conductoras.

(2) Otro material como fibra de vidrio o cualquier material adecuado no conductor.

(b) Bandejas. Las bandejas son armazones como huacales o cajas poco profundas generalmente de madera u otro material no conductor, construidas o tratadas de modo que resistan la acción deteriorante del electrolito.

480-8. Locales para baterías. Los locales para baterías deben cumplir los requisitos de los siguientes apartados (a) y (b):

(a) Ventilación. Debe haber ventilación y difusión de los gases provenientes de las baterías suficientes para evitar la acumulación de una mezcla explosiva.

(b) Partes energizadas. Las partes energizadas deben estar resguardadas de acuerdo con el Artículo 110-17.

480-9. Medios de ventilación.

(a) En las celdas. Las celdas con salida de ventilación deben ir equipadas con un supresor de llama para evite la destrucción de la celda debida a la ignición de los gases que haya dentro de la misma por una chispa o llama externa bajo condiciones normales de funcionamiento.

(b) **Celdas Selladas.** Las baterías/celdas selladas deben estar equipadas con una válvula de alivio de presión que evite el aumento de ésta por acumulación excesiva de los gases o deben estar diseñadas de modo que eviten la diseminación de los trozos de la celda en el caso de que se produzca su explosión.

Tabla 400-4 Cables y cordones flexibles (ver la Sección 400-4)

Nombre comercial	Letra de tipo	Sección transversal		Número de conductores	Aislamiento	Espesor nominal del aislamiento* (ver Nota 8)		Forro de cada conductor	Recubrimiento externo	Uso		
			AWG			AWG	Mils					
Cordón para bombilla	C		18-20	2 o más	Termoplástico o termoendurecido	18-16 14-10	30 45	Algodón	Ninguno	Colgante o portátil	En lugares secos	No intenso
Cable de ascensores	E Nota 5 Nota 9 Nota 10		20-2	2 o más	Termoendurecido	20-16 14-12 12-10 8-2 20-16 14-12 12-10 8-2	20 30 45 60 20 30 45 60	Algodón Forro de nylon flexible	3 de algodón, uno exterior retardante llama y resist. humedad. Nota 3	Iluminación y control de ascensores	Lugares no peligrosos	
Cable de ascensores	EO Nota 5 Nota 10		20-2	2 o más	Termoendurecido	20-16 14-20 12-10 8-2	20 30 45 60	Algodón	3 de algodón, uno exterior retardante llama y resist. humedad. Nota 3	Iluminación y control de ascensores	Lugares no peligrosos	
									1 de algodón y forro de neopreno. Nota 3		Lugares peligrosos (clasificados)	
Cable de ascensores	ET Nota 5 Nota 10	20-2		2 o más	Termoplástico	20-16 14-12 12-10 8-2	20 30 45 60	Rayón	3 de algodón o equivalente, uno exterior retardante llama y resist. humedad. Nota 3	Lugares no peligrosos		
	ETLB Nota 5 Nota 10							Ninguno				
	ETP Nota 5 Nota 10				Termoplástico			Rayón	Termoplástico	Lugares peligrosos (clasificados)		
	ETT Nota 5 Nota 10				Termoplástico			Ninguno	1 de algodón o equivalente y un forro termoplástico	Lugares peligrosos (clasificados)		
Cable eléctrico portátil	G	8-500 Kcmils		2-6 más el o los de tierra	Termoendurecido	8-2 1-4/0 250 Kcmils a 500 Kcmils	60 80 95		Termoendurecido resistente al aceite	Portátil y uso extra-intenso		
Cordón de calentador	HPD	18-12		2, 3 o 4	Termoendurecido con amianto o sólo	18-16 14-12	15 30	Ninguno	Algodón o rayón	Calentadores portátiles	Lugares secos	No intenso

Nombre comercial	Letra de tipo	Sección transversal		Número de conductores	Aislamiento	Espesor nominal del aislamiento* (ver Nota 8)		Forro de cada conductor	Recubrimiento externo	Uso		
			AWG			AWG	Mils					
					termoendurecido							
Cordón paralelo de calentador	HPN Nota 6	18-12		2 o 3	Termoendurecido resistente al aceite	18-16 14 12	45 60 95	Ninguno	Termoendurecido resistente al aceite	Portátil	Lugares húmedos	No intenso
Cordón de calentador con forro termoendurecido	HS	14-12		2, 3 o 4	Termoendurecido	18-16 14-12	30 45	Ninguno	Algodón y termoendurecido	Portátil o calentador portátil	Lugares húmedos	Extra intenso
	HSJ	18-12										Intenso
	HSO	14-12										Extra intenso
	HSJO	18-12							Algodón y termoendurecido resistente al aceite			Intenso
	HSOO	14-12			Termoendurecido resistente al aceite							Extra intenso
	HSJOO	18-12										Intenso
Cordón portátil trenzado	PD	18-10		2 o más	Termoendurecido o termoplástico	18-16 14-10	30 45	Algodón	Algodón o rayón	Colgante o portátil	Lugares secos	No intenso
Cable eléctrico portátil	PPE	8-500 Kcmils		1-6 más conductor(es) de tierra (opcional)	Elastómero termoplástico	8-2 1-4/0 250 Kcmils a 500 Kcmils	60 80 95		Elastómero termoplástico resistente al aceite	Portátil extra-intenso		
Cordón para uso intenso	S Nota 4	18-12		2 o más	Termoendurecido	18-16 14-10 8-2	30 45 60	Ninguno	Termoendurecido	Colgante o portátil	Lugares húmedos	Extra-intenso
Cable flexible para escenarios e iluminación	SC	8-250 Kcmils		1 o más	Termoendurecido	8-2 1-4/0 250 Kcmils	60 80 95		Termoendurecido**	Portátil, extra-intenso		
Cable flexible para escenarios e iluminación	SCE	8-250 Kcmils		1 o más	Elastómero termoplástico	8-2 1-4/0 250 Kcmils	60 80 95		Termoplástico elástómero**	Portátil, extra-intenso		
Cable flexible para escenarios e iluminación	SCT	8-250 Kcmils		1 o más	Termoplástico	8-2 1-4/0 250 Kcmils	60 80 95		Termoplástico**	Portátil, extra-intenso		
Cordón de	SE	18-2		2 o más	Elastómero	18-16	30	Ninguno	Elastómero	Colgante o portátil	Lugares húmedos	Extra-intenso

Nombre comercial	Letra de tipo	Sección transversal		Número de conductores	Aislamiento	Espesor nominal del aislamiento* (ver Nota 8)		Forro de cada conductor	Recubrimiento externo	Uso		
			AWG			AWG	Mils					
uso intenso	Nota 4				termoplástico	14-10 8-2	45 60		termoplástico			
	SEO Nota 4								Elastómero termoplástico resistente al aceite			
	SEOO Nota 4				Elastómero termoplástico resistente al aceite							
Cordón de uso intenso	SJ	18-10		2, 3, 4 o 5	Termoendurecido			Ninguno	Termoendurecido		Lugares húmedos	Intenso
	SJE				Elastómero termoplástico	18-12	30		Elastómero termoplástico			
	SJEO								Elastómero termoplástico resistente al aceite			
	SJEOO				Elastómero termoplástico resistente al aceite							
	SJO				Termoendurecido	10	45		Termoendurecido resistente al aceite			
	SJOO				Termoendurecido resistente al aceite				Termoendurecido resistente al aceite			
	SJT				Termoplástico				Termoplástico			
	SJTO				Termoplástico				Termoplástico resistente al aceite			
	SJTOO				Termoplástico resistente al aceite				Termoplástico resistente al aceite			
Cordón para uso intenso	SO Nota 4	18-2		2 o más	Termoendurecido	18-16 14-10 8-2	30 45 60		Termoendurecido resistente al aceite	Colgante o portátil	Lugares húmedos	Extra-intenso
	SOO Nota 4				Termoendurecido resistente al aceite				Termoendurecido resistente al aceite			

Nombre comercial	Letra de tipo	Sección transversal		Número de conductores	Aislamiento	Espesor nominal del aislamiento* (ver Nota 8)		Forro de cada conductor	Recubrimiento externo	Uso		
			AWG			AWG	Mils					
Cordón paralelo todo de termoendurecido	SP-1 Nota 6	20-18		2 o 3	Termoendurecido	20-18	30	Ninguno	Termoendurecido	Colgante o portátil		
	SP-2 Nota 6	18-16				18-16	45					
	SP-3 Nota 6	18-10			Termoendurecido	18-16 14 12 10	60 80 95 110	Ninguno	Termoendurecido	Frigoríficos, acondicionadores de aire y lo que permite la Sección 422-8(d)	Lugares húmedos	No intenso
Cordón paralelo todo de elastómero (termoplástico)	SPE-1 Nota 6	20-18		2 o 3	Elastómero termoplástico	20-18	30	Ninguno	Elastómero termoplástico	Colgante o portátil	Lugares húmedos	No intenso
	SPE-2 Nota 6	18-16				18-16	45					
	SPE-3 Nota 6	18-10				18-16 14 12 10	60 80 95 110	Ninguno	Elastómero termoplástico	Frigoríficos, acondicionadores de aire y lo que permite la Sección 422-8(d)	Lugares húmedos	No intenso
Cordón paralelo todo de plástico	SPT-1 Nota 6	20-18		2 o 3	Termoplástico	20-18	30	Ninguno	Termoplástico	Colgante o portátil	Lugares húmedos	No intenso
	SPT-2 Nota 6	18-16				18-16	45					
	SPT-3 Nota 6	18-10			Termoplástico	18-16 14 12 10	60 80 95 110	Ninguno	Termoplástico	Frigoríficos, acondicionadores de aire y lo que permite la Sección 422-8(d)	Lugares húmedos	No intenso
Cable de cocinas y secadoras	SRD	10-4		3 o 4	Termoendurecido	10-4	45	Ninguno	Termoendurecido	Portátil	Lugares húmedos	Cocinas y secadoras
	SRDE	10-4		3 o 4	Elastómero termoplástico			Ninguno	Elastómero termoplástico	Portátil	Lugares húmedos	Cocinas y secadoras
	SRDT	10-4		3 o 4	Termoplástico			Ninguno	Termoplástico	Portátil	Lugares húmedos	Cocinas y secadoras
Cordón para uso intenso	ST Nota 4	18-2		2 o más	Termoplástico	18-16	15	Ninguno	Termoendurecido	Colgante o portátil	Lugares húmedos	Extra-intenso
	STO Nota 4								Elastómero termoplástico			
	STOO Nota 4				Termoplástico resistente al aceite							
Cable de	SV	18-16		2 o 3	Termoendurecido	18-16	15	Ninguno	Termoendure	Colgante o portátil	Lugares húmedos	No intenso

Nombre comercial	Letra de tipo	Sección transversal		Número de conductores	Aislamiento	Espesor nominal del aislamiento* (ver Nota 8)		Forro de cada conductor	Recubrimiento externo	Uso		
			AWG			AWG	Mils					
aspiradoras	Nota 6								cido			
	SVE Nota 6				Elastómero termoplástico				Elastómero termoplástico			
	SVEO Nota 6								Elastómero termoplástico resistente al aceite			
	SVEOO Nota 6				Elastómero termoplástico resistente al aceite				Termoendurecido resistente al aceite			
	SVO SVOO				Termoendurecido Termoendurecido resistente al aceite							
	SVT Nota 6				Termoplástico				Termoplástico			
	SVTO Nota 6				Termoplástico				Termoplástico resistente al aceite			
	SVTOO				Termoplástico resistente al aceite				Termoplástico resistente al aceite			
Cable de Tinsel paralelo	TPT Nota 2	27		2	Termoplástico	27	30	Ninguno	Termoplástico	Unido a un aparato	Lugares húmedos	No intenso
Cable de Tinsel forrado	TS Nota 2	27		2	Termoendurecido	27	15	Ninguno	Termoendurecido	Unido a un aparato	Lugares húmedos	No intenso
	TST Nota 2	27		2	Termoplástico			Ninguno	Termoplástico	Unido a un aparato	Lugares húmedos	No intenso
Cable eléctrico portátil	W	8-500 Kcmils		1-6	Termoendurecido	8-2 1-4/0 250 Kcmils a 500 Kcmils	60 80 95		Termoendurecido resistente al aceite	Portátil, extra-intenso		
Cables eléctricos para vehículos	EV	18-500 Kcmils	Nota 11	2 o más, más conductor o conductores de masa más cables opcionales híbridos para datos, señales,	Termoendurecido con nylon opcional. Nota 12	18-16 14-10 8-2 1-4/0 250 Kcmils a 500 Kcmils	30 (20) 45 (30) 60 (45) 80 (60) 95 (75) Nota 12	Opcional	Termoendurecido	Carga de vehículos eléctricos	Lugares húmedos	Extra-intenso

Nombre comercial	Letra de tipo	Sección transversal		Número de conductores	Aislamiento	Espesor nominal del aislamiento* (ver Nota 8)		Forro de cada conductor	Recubrimiento externo	Uso		
			AWG			AWG	Mils					
				comunicaciones y fibra óptica								
	EVJ	18-12	Nota 11			18-12	30 (20) Nota 12					Intenso
	EVE	18-500 Kcmils	Nota 11		Elastómero termoplástico con nylon opcional. Nota 12	18-16 14-10 8-2 1-4/0 250 Kcmils a 500 Kcmils	30 (20) 45 (30) 60 (45) 80 (60) 95 (75) Nota 12		Elastómero termoplástico			Extra-intenso
	EVJE	18-12	Nota 11			18-12	30 (20) Nota 12					Intenso
	EVT	18-500 Kcmils	Nota 11		Termoplástico con nylon opcional. Nota 12	18-16 14-10 8-2 1-4/0 250 Kcmils a 500 Kcmils	30 (20) 45 (30) 60 (45) 80 (60) 95 (75) Nota 12		Termoplástico			Extra-intenso
	EVJT	18-12	Nota 11			18-12	30 (20) Nota 12					Intenso

** El recubrimiento exterior exigido en algunos cables unipolares puede ir integrado con el aislamiento.

Cuadro 402-3 Cables para aparatos

Nombre comercial	Letra de tipo	Aislamiento	AWG	Espesor del aislamiento (en mils)		Cubierta exterior	Temp. máx. de trabajo	Orientaciones sobre aplicación
				Aislamiento resistente a la humedad	Aislamiento de amianto			
Cable recubierto de amianto y resistente al calor	AF	Amianto impregnado Aislante resistente a la humedad y amianto impregnado	18-14 12-10	--- 20 --- 25	30 10 45 20	Ninguno	150℃ 302℉	Cables de aparatos. Limitados a 300 voltios y en locales interiores secos
Cable de aparatos recubierto de goma y resistente al calor, de trenzado flexible	FFH-2	Goma resistente al calor Goma de látex resistente al calor	18-16 18-16		30 18	Recubrimiento no metálico	75℃ 167℉	Cables de aparatos
Cable ECTFE macizo o de 7 hilos	HF	Etileno cloro-trifluoro-etileno	18-14		15	Ninguno	150℃ 302℉	Cables de aparatos
Cable ECTFE de trenzado flexible	HFF	Etileno cloro-trifluoro-etileno	18-14		15	Ninguno	150℃ 302℉	Cables de aparatos
Cable para aparatos con aislamiento de cinta, macizo o trenzado de 7 hilos	KF-1 KF-2	Cinta de poliimida aromática Cinta de poliimida aromática	18-10 18-10		5,5 8,4	Ninguna Ninguna	200℃ 392℉ 200℃ 392℉	Cables de aparatos hasta 300 voltios Cables de aparatos
Cable para aparatos con aislamiento de cinta, trenzado flexible	KFF-1 KFF-2	Cinta de poliimida aromática Cinta de poliimida aromática	18-10 18-10		5,5 8,4	Ninguna Ninguna	200℃ 392℉ 200℃ 392℉	Cables de aparatos hasta 300 voltios Cables de aparatos
Perfluoroalcoxi, macizo o trenzado de 7 hilos (de níquel o cobre forrado de níquel)	PAF	Perfluoroalcoxi	18-14		20	Ninguna	250℃ 482℉	Cables de aparatos (níquel o cobre forrado de níquel)
Perfluoroalcoxi, trenzado flexible	PAFF	Perfluoroalcoxi	18-14		20	Ninguna	150℃ 302℉	Cables de aparatos
Cable para aparatos de propileno-etileno fluorado, macizo o trenzado de 7 hilos	PF	Propileno-etileno fluorado	18-14		20	Ninguna	200℃ 392℉	Cables de aparatos
Cable para aparatos de propileno-etileno fluorado, trenzado flexible	PFF	Propileno-etileno fluorado	18-14		20	Ninguno	150℃ 302℉	Cables de aparatos
Cable para aparatos de propileno-etileno fluorado, macizo o trenzado de 7 hilos	PGF	Propileno-etileno fluorado	18-14		14	Con trenzado de cristal	200℃ 392℉	Cables de aparatos
Cable para aparatos de propileno-etileno fluorado,	PGFF	Propileno-etileno fluorado	18-14		14	Con trenzado de cristal	150℃ 302℉	Cables de aparatos

Nombre comercial	Letra de tipo	Aislamiento	AWG	Espesor del aislamiento (en mils)		Cubierta exterior	Temp. máx. de trabajo	Orientaciones sobre aplicación
				Aislamiento resistente a la humedad	Aislamiento de amianto			
trenzado flexible								
Cable de politetrafluoroetileno extruido, macizo o trenzado de 7 hilos (de níquel o de cobre recubierto de níquel)	PTF	Politetrafluoroetileno extruido	18-14		20	Ninguno	250℃ 482℉	Cable de aparatos (de níquel o de cobre recubierto de níquel)
Cable de politetrafluoroetileno extruido, trenzado flexible de 26-36 AWG, de plata o cobre recubierto de níquel)	PTFF	Politetrafluoroetileno extruido	18-14		20	Ninguno	150℃ 302℉	Cable de aparatos (de plata o de cobre recubierto de níquel)
Cable de aparatos recubierto de goma resistente al calor, macizo o trenzado de 7 hilos	RFH-1 RFH-2	Goma resistente al calor Goma resistente al calor Goma látex resistente al calor	18 18-16 18-16		15 30 18	Recubrimiento no metálico Recubrimiento no metálico	75℃ 167℉ 75℃ 167℉	Cables de aparatos hasta 300 voltios Cables de aparatos
Cable de aparatos aislado con polímero sintético entrelazado, macizo o trenzado	RFHH-2* RFHH-3*	Polímero sintético trenzado	18-16 18-16		30 45	Ninguno o metálico	90℃ 194℉	Cable multipolar de aparatos
Cable de aparatos con aislamiento de silicona, macizo o trenzado de 7 hilos	SF-1 SF-2	Goma de silicona Goma de silicona	18 18-14		15 30	No metálico No metálico	200℃ 392℉ 200℃ 392℉	Cables de aparatos limitados a 300 voltios Cables de aparatos
Cable de aparatos con aislamiento de silicona, trenzado flexible	SFF-1 SFF-2	Goma de silicona Goma de silicona	18 18-14		15 30	No metálico No metálico	150℃ 302℉ 150℃ 302℉	Cables de aparatos limitados a 300 voltios Cables de aparatos
Cable de aparatos con recubrimiento termoplástico, macizo o trenzado de 7 hilos	TF*	Termoplástico	18-16		30	Ninguno	60℃ 140℉	Cables de aparatos
Cable de aparatos con recubrimiento termoplástico, trenzado flexible	TFF*	Termoplástico	18-16		30	Ninguno	60℃ 140℉	Cables de aparatos
Cable de aparatos con recubrimiento termoplástico resistente al calor, macizo o trenzado de 7 hilos	TFN*	Termoplástico	18-16		15	Con forro de nylon o equivalente	90℃ 194℉	Cables de aparatos
Cable de aparatos con recubrimiento termoplástico resistente al calor, trenzado flexible	TFFN*	Termoplástico	18-16		15	Con forro de nylon o equivalente	90℃ 194℉	Cables de aparatos

Nombre comercial	Letra de tipo	Aislamiento	AWG	Espesor del aislamiento (en mils)		Cubierta exterior	Temp. máx. de trabajo	Orientaciones sobre aplicación
				Aislamiento resistente a la humedad	Aislamiento de amianto			
Cable de aparatos con aislamiento de poliolefina trenzada, macizo o trenzado de 7 hilos	XF*	Poliolefina trenzada	18-14 12-10		30 45	Ninguno	150℃ 302℉	Cables de aparatos limitados a 300 voltios
Cable de aparatos con aislamiento de poliolefina trenzada, trenzado flexible	XFF*	Poliolefina trenzada	18-14 12-10		30 45	Ninguno	150℃ 302℉	Cables de aparatos limitados a 300 voltios
Cable de ETFE modificado, macizo o trenzado de 7 hilos	ZF	Etileno-tetrafluoroetileno modificado	18-14		15	Ninguno	150° 302℉	Cables de aparatos
Cable de ETFE modificado, macizo, trenzado flexible	ZFF	Etileno-tetrafluoroetileno modificado	18-14		15	Ninguno	150℃ 302℉	Cables de aparatos
Cable de ETFE modificado, de alta temperatura, macizo o de 7 hilos	ZHF	Etileno-tetrafluoroetileno modificado	18-14		15	Ninguno	200℃ 392℉	Cables de aparatos

* Se permite identificar los aislantes y otros recubrimientos exteriores que cumplan los requisitos de ser retardantes de la llama, con producción limitada de humo, etc., con el sufijo LS a continuación de la letra de tipo.

CAPÍTULO 5. AMBIENTES ESPECIALES

SECCIÓN 500 - LUGARES PELIGROSOS (CLASIFICADOS)

500-1. Alcance. Secciones 500 a 505. Las Secciones 500 a 505 tratan de los requisitos del alambrado y equipos eléctricos y electrónicos a cualquier tensión, instalados en lugares Clase I, Divisiones 1 y 2, Clase II, Divisiones 1 y 2 y Clase III, Divisiones 1 y 2 en donde puede existir riesgo de explosión debido a la presencia de gases o vapores inflamables, líquidos inflamables, polvos combustibles o fibras o partículas combustibles.

Nota : Véase la Sección 505 para los requisitos de los equipos eléctricos y electrónicos y para el alambrado a todas las tensiones en lugares peligrosos (clasificados) de Clase I, Zona 0, Zona 1 y Zona 2 en donde pueden existir riesgos de explosión debidos a gases, vapores o líquidos inflamables.

500-2. Otras Secciones. Excepto como se modifica en las Secciones 500 hasta 504, todas las demás reglas contenidas en este Código se deben aplicar al equipo eléctrico y alambrado instalado en lugares peligrosos (clasificados).

500-3 Generalidades.
(a) Clasificaciones de Lugares. Los lugares se deben clasificar dependiendo de las propiedades de los vapores, líquidos o gases inflamables y los polvos o fibras combustibles que pueda haber en ellos y por la posibilidad de que se produzcan concentraciones o cantidades inflamables o combustibles. Cuando los únicos materiales utilizados o manipulados en estos lugares sean pirofóricos (materiales que se inflaman al contacto con el aire), estos lugares no deben ser clasificados.

Para determinar su clasificación, cada local, sección o área se debe considerar individualmente.

Nota: Aplicando el ingenio en el diseño de las instalaciones eléctricas de los lugares peligrosos (clasificados), frecuentemente se pueden ubicar la mayor parte de los equipos en lugares menos peligrosos o no peligrosos, con lo que se reduce el número de equipos especiales necesarios.

(b) Documentación. Todas las áreas designadas como lugares peligrosos (clasificados) deben estar adecuadamente documentadas. Esta documentación debe estar disponible para quienes están autorizados a diseñar, instalar, inspeccionar, mantener u operar el equipo eléctrico en el lugar.

(c) Normas de referencia.
Nota 1: Es importante que la autoridad competente esté familiarizada con la experiencia de la industria y con las normas de la National Fire Protection Association (NFPA), del American Petroleum Institute (API) y de la Instrument Society of America (ISA), que puedan aplicarse a la clasificación de los distintos lugares, al establecimiento de la ventilación adecuada y a la protección contra riesgos producidos por la electricidad estática y los rayos.

Nota 2: Para más información sobre la clasificación de los lugares peligrosos, véanse las siguientes publicaciones: *Flammable and Combustible Liquids Code,* ANSI/NFPA 30-1996; *Standard for Drycleaning Plants,* ANSI/NFPA 32-1996; *Standard for Spray Application Using Flammable and Combustible Materials*, ANSI/NFPA 33-1995; *Standard for Dipping and Coating Processes Using Flammable or Combustible Liquids,* ANSI/NFPA 34-1995; *Standard for the Manufacture of Organic Coatings,* ANSI/NFPA 35-1995; *Standard for Solvent Extraction Plants,* ANSI/NFPA 36-1997; *Standard on Fire Protection for Laboratories using Chemicals,* ANSI/NFPA 45-1996; *Standard for Gaseous Hydrogen Systems at Consumer Sites,* ANSI/NFPA 50A-1994; *Standard for Liquefied Hydrogen Systems at Consumer Sites,* ANSI/NFPA 50B-1994; *Standard for the Storage and Handling of Liquefied Petroleum Gases,* ANSI/NFPA 58-1995; *Standard for the Storage and Handling of Liquefied Petroleum Gases at Utility Gas Plants,* ANSI/NFPA 59-1995; *Recommended Practice for the Classification of Flammable Liquids, Gases, or Vapors and of Hazardous (Classified) Locations for Electrical Installations in Chemical Process Areas,* ANSI/NFPA 497-1997; *Recommended Practice for Classification of Combustible Dusts and of Class II Hazardous (Classified) Locations for Electrical Installations in Chemical Processing Plants,* ANSI/NFPA 499-1997; *Recommended Practice for Fire*

*Protection in Wastewater Treatment and Collection Facilities, ANSI/*NFPA 820-1995; *Classification of Locations for Electrical Installations at Petroleum Facilities,* ANSI/API 500-1992; *Area Classification in Hazardous (Classified) Dust Locations,* ANSI/ISA-S12.10-1988.

Nota 3: Para más información sobre protección contra riesgos producidos por la electricidad estática y los rayos en lugares peligrosos (clasificados), véanse *Recommended Practice on Static Electricity,* ANSI/NFPA 77-1993; *Standard for the Installation of Lightning Protection Systems,* ANSI/NFPA 780-1997 y *Protection Against Ignitions Arising Out of Static Lightning and Stray Currents,* API RP 2003-1991.

Nota 4: Para más información sobre ventilación, véase *Flammable and Combustible Liquids Code,* ANSI/NFPA 30-1996 y *Recommended Practice for Classification of Locations for Electrical Installations at Petroleum Facilities,* API RP-500-1991, Sección 4.6.

Nota 5: Para más información sobre sistemas eléctricos en lugares peligrosos (clasificados) en plataformas costeras petrolíferas y de gas, véase *Design and Installation of Electrical Systems for Offshore Prodcution Platforms,* ANSI/API RP 14F-1991.

(d) Conduit Roscado. Todos los conduit roscados de los que trata esta Sección deben llevar rosca estándar NPT hecha con una máquina de roscar que produzca una conicidad de 62,5 mm por m (0,75 pulgadas por pie). Dichos tubos se deben apretar con llave de modo que : (1) se eviten las chispas cuando pase por la tubería conduit una corriente de falla y (2) garanticen la integridad contra explosiones o ignición de polvos de la tubería conduit donde sea aplicable.

Para los equipos dotados con entradas roscadas para conduit o accesorios con rosca métrica, se deben utilizar adaptadores certificados para permitir la conexión de conduit con rosca NPT, con accesorios de tubo conduit certificados, con accesorios de cable certificado o con accesorios de cable certificado con rosca métrica.

Nota: Las especificaciones de roscado para las roscas métricas se encuentran en las normas ISO 965/1 e ISO 965/3.

(e) Conjuntos de cable de fibra óptica. Cuando un conjunto de cable de fibra óptica contenga conductores capaces de portar corriente, dicho conjunto se debe instalar de acuerdo con los requisitos de las Secciones 500, 501, 502 o 503, la que sea aplicable.

500-4 Técnicas de protección. A continuación se indican las técnicas de protección aceptables para los equipos eléctricos y electrónicos instalados en lugares peligrosos (clasificados).

(a) Aparatos a prueba de explosión. Esta técnica de protección se permite para los equipos instalados en lugares Clase I Divisiones 1 y 2 para los que estén aprobados.

Nota: Véase la definición de Equipo antideflagrante (a prueba de explosión) en la Sección 100. Para más información, véase *Explosionproof and Dust-Ignitionproof Electrical Equipment for Use in Hazardous (Classified) Locations,* ANSI/UL 1203-1988.

(b) A prueba de ignición de polvos. Se permite aplicar esta técnica de protección a los equipos instalados en lugares Clase II Divisiones 1 y 2 para los cuales estén aprobados.

Nota: El equipo a prueba de ignición de polvos se define en el Artículo 502-1. Para más información, véase *Explosionproof and Dust-Ignitionproof Electrical Equipment for Use in Hazardous (Classified) Locations,* ANSI/UL 1203-1988.

(c) Hermético al polvo. Se permite aplicar esta técnica de protección a los equipos instalados en aquellos lugares Clase II, División 2 y Clase III para los cuales estén aprobados.

Nota 1). Los encerramientos herméticos al polvo se construyen de manera que el polvo no entre en las carcasas de encerramiento bajo condiciones específicas de ensayo.

Nota 2). Para mayor información véanse las normas *ANSI/ISA 12.12-1994, Nonincendive Electrical Equipment for Use in Class I and II, Division 2 and Class III, Divisions 1 and 2 Hazardous (Classified) Locations* y *UL 1604-1988, Electrical Equipment for Use in Class I and II, Division 2 and Class III Hazardous (Classified) Locations.*

Nota 3) Para más información sobre condiciones de ensayos para equipos diferentes a los rotatorios, véase la norma ANSI/NEMA 250-1985, Encerramientos para equipos eléctricos (1 000 V, máximo)

(d) **Purgado y presurizado.** Se permite aplicar esta técnica de protección a los equipos instalados en cualquier lugar peligroso (clasificado) para el cual estén aprobados.

Nota 1: En algunos casos se pueden reducir los riesgos o limitar e incluso eliminar los lugares peligrosos (clasificados) mediante una adecuada ventilación forzada desde una fuente de aire limpio junto con otros medios de seguridad eficaces por si falla la ventilación.

Nota 2: Para más información véase *Standard for Purged and Pressurized Enclosures for Electrical Equipment,* ANSI/NFPA 496-1993.

(e) **Sistemas intrínsecamente seguros.** Se permiten equipos y alambrado intrínsecamente seguros en todos los lugares peligrosos (clasificados) para los que estén aprobados y en este caso no son de aplicación a dichas instalaciones las disposiciones de las Secciones 501 a 503, 505 y 510 a 516, excepto lo exigido por la Sección 504.

La instalación de alambrado y aparatos intrínsecamente seguros debe estar de acuerdo con los requisitos de la Sección 504.

Nota: Para más información véase *Intrinsically Safe Apparatus and Associated Apparatus for Use in Class I, II, and III, Division 1, Hazardous (Classified) Locations,* ANSI/UL 913-1988.

(f) **No incendiaria.** Es una técnica de protección donde, bajo condiciones normales de operación, cualquier arco o efecto térmico no es capaz de dar la ignición del gas, vapor o mezcla de polvo en aire inflamables. Se permite esta técnica de protección en equipos instalados en lugares Clase I Division 2, de Clase II División 2 y de Clase III para los que estén aprobados.

(1) Circuito No incendiario. Es un circuito en el cual cualquier arco o efecto térmico producido, bajo determinadas condiciones de operación del equipo o debido a la apertura, cortocircuito o puesta a tierra del alambrado en sitio, no es capaz, bajo condiciones de ensayo específicas, de dar ignición a gas, vapor o mezcla de polvo - aire inflamables.

Nota. Para las condiciones de ensayo véase la norma *ANSI/ISA 12.12-1994, Nonincendive Electrical Equipment for Use in Class I and II, Division 2 and Class III, Divisions 1 and 2 Hazardous (Classified) Locations.*

(2) Equipo No incendiario. Equipo que tiene circuitos eléctricos/electrónicos y que es incapaz, bajo condiciones normales de operación, de causar la ignición de un gas, vapor o mezcla de polvo aire específicos inflamables, debido a arcos o medios térmicos.

(3) Componente no incendiario. Un componente que tiene contactos para abrir o cerrar un circuito incendiario; el mecanismo de contacto debe estar construido de modo que el componente sea incapaz de dar ignición a la mezcla inflamable de gas - aire o vapor - aire específica. La carcasa de un

componente no incendiario no está destinada para : 1) eliminar la atmósfera inflamable, o 2) contener una explosión.

Se permite aplicar esta técnica de protección a los contactos de corte de corriente en lugares Clase I División 2, Clase II División 2 y Clase III para los cuales el componente esté aprobado.

Nota: Para más información, véase *Electrical Equipment for Use in Class I and II, Division 2, and Class III Hazardous (Classified) Locations,* UL 1604-1988.

(g) Inmersión en aceite. Se permite aplicar esta técnica de protección a los contactos de corte de corriente en lugares Clase I División 2, como se describen en el Artículo 501-6(b)(1)(2).

Nota: Véanse los Artículos 501-3(b)(1) Excepción a.; 501-5(a)(1) Excepción b.; 501-6(b)(1); 501-14(b)(1) Excepción a.; 501-14(a)(2) Excepción y 502-14(a)(3) Excepción. Para más información, véase *Industrial Control Equipment for Use In Hazardous (Classified) Locations,* ANSI/UL 698-1991.

(h) Herméticamente sellado. Un dispositivo herméticamente sellado debe impedir la entrada de cualquier atmósfera externa y el sello se debe hacer por fusión, es decir, por soldadura, cobresoldadura, electrosoldadura o fusión de vidrio a metal.

Se permite aplicar esta técnica de protección a los contactos de corte de corriente en lugares Clase I División 2.

Nota: Véanse los Artículos 501-3(b)(1) Excepción b.; 501-5(a)(1) Excepción a.; 501-6(b)(1); 501-14(b)(1) Excepción b. Para más información, véase *Electrical Equipment for Use in Class I and II , Division 2, and Class III, Division 1 and 2 Hazardous (Classified) Locations,* ANSI/ISA-S12.12-1984.

(i) Otras técnicas de protección. Se aceptan otras técnicas de protección utilizadas en equipo certificado para uso en lugares peligrosos (clasificados).

500-5. Precauciones especiales. Las Secciones 500 a 504 exigen que los equipos estén construidos e instalados de manera que garanticen un funcionamiento seguro en condiciones adecuadas de uso y mantenimiento.

La clasificación de área, el alambrado y la selección de equipos deben estar supervisados por un ingeniero especializado.

Nota 1: Es importante que las autoridades de inspección y los usuarios pongan un cuidado mayor del normal con respecto a instalación y mantenimiento.

Nota 2: Las bajas condiciones ambientales requieren una consideración también especial. Es posible que un equipo a prueba de explosión o a prueba de ignición de polvos no sea adecuado para temperaturas menores a -25℃, a menos que esté aprobado para uso a esas temperaturas. No obstante, es posible que a bajas temperaturas del ambiente no se produzcan concentraciones inflamables de vapores en lugares Clase I División 1, que sí son inflamables a temperatura ambiente normal.

Para efectos de los ensayos, aprobación y clasificación de áreas, se deben agrupar diversas mezclas de aire (no en atmósferas enriquecidas con oxígeno), de acuerdo con los Artículos 500-5(a) y 500-5(b).

Excepción : Los equipos aprobados para un gas, vapor o polvo específicos

Nota: Este agrupamiento se basa en las características de los materiales. Existen instalaciones disponibles para ensayo e identificación de los equipos para uso en varios grupos atmosféricos.

(a) Clasificación por grupos de las atmósferas de Clase I. Los grupos de Clase I son :

(1) **Grupo A.** Atmósferas que contengan acetileno.

(2) **Grupo B.** Atmósferas que contengan hidrógeno, combustibles y gases combustibles de procesos con más del 30% de hidrógeno por volumen, o gases o vapores de riesgo equivalente, como butadieno, óxido de etileno, óxido de propileno y acroleína.

Excepción nº. 1: Se permite usar equipos para el Grupo D en atmósferas con butadieno si dichos equipos están aislados según el Artículo 501-5(a), mediante sellado de todo el tubo conduit de 16 mm (1/2 ") de diámetro comercial o más.

Excepción nº. 2: Se permite usar equipos para el Grupo C en atmósferas que contengan óxido de etileno, óxido de propileno y acroleína si dichos equipos están aislados según el Artículo 501-5(a), mediante sellado de todo el tubo conduit de 16 mm (1/2 ") de diámetro comercial o más.

(3) **Grupo C.** Atmósferas con gases como éter etílico, etileno u otros gases o vapores de riesgo equivalente.

(4) **Grupo D.** Atmósferas con gases como acetona, amoniaco, benceno, butano, ciclopropano, etanol, gasolina, hexano, metanol, metano, gas natural, nafta, propano o gases o vapores de riesgo equivalente.

Excepción: En atmósferas que contengan amoniaco se permite que la autoridad competente para hacer cumplir este Código reclasifique el lugar como menos riesgoso o como lugar no peligroso.

Nota 1: Para más información sobre las propiedades y clasificación por grupos de los materiales de Clase I, véase *Guide to Fire Hazard Properties of Flammable Liquids, Gases and Volatile Solids,* ANSI/NFPA 325-1994.

Nota 2: Las características de explosión de las mezclas de aire con gases o vapores pueden variar según el material involucrado. Para los lugares Clase I y los grupos A, B, C y D, la clasificación supone la determinación de la presión máxima de explosión y del intersticio máximo de seguridad entre las partes de las juntas ajustadas en un encerramiento. Por tanto, es necesario que los equipos estén aprobados no sólo para lugares de una clase determinada, sino también para el grupo de gases o vapores que pueda haber en dichos lugares.

Nota 3: Algunas atmósferas químicas pueden presentar características que exijan medidas de seguridad superiores a las de los grupos reseñados. Uno de estos productos es el disulfuro de carbono, dada su baja temperatura de ignición (100℃) y el p equeño intersticio de la junta permitido para cortar su llama.

Nota 4: Para la clasificación de zonas con atmósfera de amoniaco, véanse *Safety Code for Mechanical Refrigeration,* ANSI/ASHRAE 15-1992 y *Safety Requirements for the Storage and Handling of Anhydrous Ammonia,* ANSI/CGA G2.1-1989.

(b) Clasificación por grupos de las atmósferas de Clase II. Los grupos de Clase II son :

(1) **Grupo E.** Atmósferas que contengan polvos metálicos combustibles, como los de aluminio, magnesio y sus aleaciones comerciales u otros polvos combustibles de partículas cuyo tamaño, abrasividad y conductividad presenten riesgos similares con el uso de equipos eléctricos.

Nota: Algunos polvos metálicos pueden tener características que requieran medidas de seguridad superiores a las reseñadas para los polvos de aluminio, magnesio y sus aleaciones comerciales. Por ejemplo, los polvos de circonio, torio y uranio tienen temperaturas de ignición muy bajas (a veces hasta

de sólo 20℃) y energías mínimas para ignición más bajas que cualquier otro material de los grupos de los lugares Clase I o Clase II.

(2) **Grupo F.** Atmósferas que contengan polvos combustibles de carbón que tengan más del 8 % total de partículas volátiles, como por ejemplo carbón vegetal, carbón mineral, negro de humo o polvos que estén sensibilizados por otros materiales de modo que presenten riesgo de explosión.

Nota: Véase *Standard Test Method for Volatile Material in the Analysis Sample for Coal and Coke,* ASTM D 3175-1989.

(3) **Grupo G.** Atmósferas que contengan polvos combustibles no incluidos en los Grupos E o F, como harina, cereales, aserrín de madera, aserrín de plástico y productos químicos.

Nota 1: Para más información sobre las propiedades y clasificación por grupos de los materiales de Clase II, véanse *Recommended Practice for the Classification of Combustible Dusts and of Class II Hazardous (Classified) Locations for Electrical Installations in Chemical Process Plants,* ANSI/NFPA 499-1997.

Nota 2: Las características de explosión de las mezclas de aire y polvo varían con los materiales afectados. En los lugares Clase II, la clasificación de los grupos E, F y G incluye la hermeticidad de las juntas y de los ejes, para evitar la entrada de polvos en encerramientos a prueba de ignición de polvos, la deposición de capas de polvo sobre los equipos de modo que pueda dar lugar a sobrecalentamiento y la temperatura de ignición de los polvos. Por tanto, es necesario que los equipos estén aprobados no sólo para lugares de una clase determinada, sino también para el grupo de polvos que pueda haber en dichos lugares.

Nota 3: Algunos polvos pueden requerir mayores precauciones debido a los fenómenos químicos que pueden dar lugar a la generación de gases inflamables. Véase *National Electrical Safety Code,* ANSI C2-1997, Sección 127A que se refiere a zonas de manipulación de carbón.

(c) **Aprobación de la Clase y propiedades.** Independientemente de la clasificación del lugar donde estén instalados, los equipos que dependan de un solo sello de presión, un diafragma o un tubo para evitar que entren fluidos inflamables o combustibles en el equipo, deben estar aprobados para lugares Clase I División 2.

Excepción: Los equipos instalados en lugares Clase I División 1 deben ser adecuados para el lugar de División 1.

Nota: Para requisitos adicionales, véase el Artículo 501-5(f)(3).

Estos equipos deben estar aprobados no sólo para el lugar de la clase correspondiente, sino también de acuerdo con las propiedades explosivas, combustibles o de ignición del vapor, gas, polvo, fibra o partículas que pueda haber en él. Además, los equipos de Clase I no deben tener ninguna superficie expuesta que pueda calentarse durante su funcionamiento por encima de la temperatura de ignición del gas o vapor que pueda haber. Los equipos de Clase II no deben tener partes externas a una temperatura superior a la especificada en el Artículo 500-5(f). Los equipos de Clase III no deben tener partes externas a una temperatura superior a la especificada en el Artículo 503-1.

Se permite que los equipos aprobados para lugares de la División 1 se ubiquen en lugares de la División 2 de la misma clase y grupo.

Cuando lo permitan específicamente las Secciones 501 a 503, se permite instalar equipos de propósito general o instalados en encerramientos de propósito general en lugares de la División 2, si esos equipos no constituyen fuente de ignición en condiciones operativas normales. Si no se indica otra cosa, se supone que las condiciones operativas normales de los motores son las de funcionamiento continuo a plena carga.

Cuando haya o pueda haber al mismo tiempo presentes gases inflamables y polvos combustibles, se debe tener en cuenta la presencia simultánea de ambos elementos para establecer la temperatura de operación segura del equipo eléctrico.

Nota: Las características de las distintas mezclas atmosféricas de aire con gases, vapores o polvos dependen del material específico presente.

(d) Rotulado. Los equipos aprobados se deben rotular con la clase, grupo y temperatura o rango de temperaturas de funcionamiento referenciado para un ambiente a 40℃.

Excepción nº. 1: No es necesario que lleven rotulada la temperatura o el rango de temperatura de funcionamiento los equipos que no generen calor, como las cajas de unión, tubería conduit, accesorios, y los que produzcan calor con una temperatura máxima no superior a 100℃.

Excepción nº. 2: No es necesario que lleven rotulado el grupo los elementos fijos de alumbrado rotulados exclusivamente para lugares Clase I División 2 o Clase II División 2.

Excepción nº. 3: No es necesario que lleven rotulada la clase, grupo, división ni temperatura de funcionamiento los equipos fijos de propósito general en lugares Clase I distintos de los equipos fijos de alumbrado, que sean aceptables para su uso en lugares Clase I División 2.

Excepción nº. 4: No es necesario que lleven rotulada la clase, grupo, división ni temperatura de funcionamiento los equipos herméticos al polvo distintos de los equipos de alumbrado fijos, que sean aceptables para su uso en lugares Clase II División 2 y Clase III.

Excepción nº. 5: Los equipos eléctricos adecuados para funcionar a temperaturas ambiente superiores a 40℃ deben ir rotulados con la temperatura ambiente máxima y además con la temperatura o rango de temperatura de funcionamiento a esa temperatura ambiente.

Nota: Los equipos sin rótulo de división o con rótulo de "División 1" o "Div. 1" son adecuados para lugares de la División 1 y División 2. Los equipos con rótulo de "División 2" o "Div. 2" sólo son adecuados para lugares de la División 2.

Si aparece en el rótulo, el rango de temperatura debe estar indicado mediante las marcas identificativas de la Tabla 500-5(d). Los números de identificación rotulados en las placas de características de los equipos deben estar de acuerdo con la Tabla 500-5(d). Los equipos aprobados para lugares Clase I y Clase II deben ir rotulados con la temperatura máxima de operación segura, calculada según la exposición simultánea a las combinaciones que puedan darse en los lugares Clase I y Clase II.

Tabla 500-5(d) Marcas identificativas

Temperatura máxima ºC	Marca Identificativa
450	T1
300	T2
280	T2A
260	T2B
230	T2C
215	T2D
200	T3
180	T3A
165	T3B
160	T3C
135	T4
120	T4A

100	T5
85	T6

Nota: Como no existe relación directa entre las propiedades de explosión y la temperatura de ignición, estos dos requisitos son independientes.

(e) Temperatura de Clase I. La temperatura rotulada según el anterior apartado (d) no debe superar la temperatura de ignición del gas o vapor específico que pueda encontrarse.

Nota: Para más información sobre las temperaturas de ignición de gases y vapores, véanse ANSI/NFPA 499-1997, *Recommended Practice for the Classification of Combustible Dusts and of Class II Hazardous (Classified) Locations for Electrical Installations in Chemical Process Plants,* y ANSI/NFPA 325-1994, *Guide to Fire Hazard Properties of Flammable Liquids, Gases and Volatile Solids*.

(f) Temperatura de Clase II. La temperatura rotulada según el anterior apartado (d) debe ser menor que la temperatura de ignición del polvo específico que pueda encontrarse. Para polvos orgánicos que se puedan deshidratar o carbonizar, la temperatura rotulada debe ser menor que el menor de los siguientes valores: la temperatura de ignición o 165ºC.

Se asume que la temperatura de ignición de los equipos aprobados antes de este requisito, debe ser la que aparece en la Tabla 500-5(f).

Tabla 500-5(f) Temperaturas de ignición

Equipos no expuestos a sobrecargas		**Equipos expuestos a sobrecargas (motores y transformadores de potencia)**	
		En funcionamiento normal	**En funcionamiento anormal**
Grupos de la Clase II	**ºC**	**ºC**	**ºC**
E	200	200	200
F	200	150	200
G	165	120	165

500-6. Ocupaciones específicas. Las Secciones 510 a 517 tratan de los garajes, hangares de aviación, gasolineras y estaciones de servicio, almacenes a granel, procesos de pintura por rociado, procesos de inmersión y recubrimiento y centros de asistencia médica.

500-7. Lugares Clase I. Los lugares Clase I son aquellos en los que hay o puede haber presente en el aire gases o vapores inflamables en cantidad suficiente para producir mezclas explosivas o inflamables. Los lugares Clase I son los incluidos en los siguientes apartados (a) y (b):

(a) Clase I División 1. Un lugar de Clase I División 1 es un lugar : (1) en el que, en condiciones normales de funcionamiento, puede haber concentraciones combustibles de gases o vapores inflamables, o (2) en el que frecuentemente, debido a operaciones de reparación o mantenimiento o a fugas, pueda haber concentraciones combustibles de dichos gases o vapores, o (3) en el que la rotura o funcionamiento defectuoso de equipos o procesos pueda liberar concentraciones combustibles de gases o vapores inflamables y simultáneamente se pueda producir una avería en el equipo eléctrico de una forma en que se pueda causar directamente que el equipo se convierta en una fuente de ignición.

Nota 1: Esta clasificación incluye usualmente los lugares en los que se transvasan de un recipiente a otro líquidos volátiles inflamables o gases licuados inflamables; el interior de las cabinas de pintura por rociado y los alrededores de los lugares donde se realizan operaciones de pintura y rociado con uso de disolventes volátiles inflamables; los lugares que contienen depósitos o recipientes abiertos con líquidos volátiles inflamables; las cámaras o compartimentos de secado por evaporación de disolventes inflamables; los

lugares de extracción de aceites y grasas que contengan equipos que utilicen disolventes volátiles inflamables; las áreas de las plantas de limpieza y tinte que utilicen líquidos inflamables; los cuartos de generadores y otras áreas de las plantas de fabricación de gas en las que se puedan producir fugas de gases inflamables; los cuartos de bombas de gases inflamables o líquidos volátiles inflamables que estén inadecuadamente ventilados; el interior de refrigeradores y congeladores en los que se guarden materiales volátiles inflamables en recipientes abiertos, ligeramente tapados o que se puedan romper, y todos los demás lugares donde exista la probabilidad de que se produzcan concentraciones combustibles de vapores o gases inflamables durante su funcionamiento normal.

Nota 2: En algunos lugares de la División 1 puede haber concentraciones inflamables de gases o vapores inflamables de modo continuo o durante largos periodos. Por ejemplo, en el interior de recintos mal ventilados que contengan instrumentos que normalmente introduzcan gases o vapores inflamables hacia el interior del recinto, el interior de depósitos ventilados que contengan líquidos volátiles inflamables, la zona entre las partes externa e interna de la tapa de depósitos con tapa flotante que contengan fluidos volátiles inflamables, las áreas mal ventiladas de los lugares donde se realizan operaciones de pintura o rociado con fluidos volátiles inflamables y el interior de los conductos de salida que se utilizan para airear los lugares donde pueda haber concentraciones de gases o vapores inflamables. La experiencia ha demostrado que es prudente : (a) evitar la instalación de instrumentos o equipos eléctricos en estas áreas en particular o (b) cuando no se pueda evitar porque resulten esenciales para los procesos y no sea factible hacerlo en otros lugares (véase Artículo 500-3 (a), Nota 1), utilizar equipos o instrumentos eléctricos aprobados para esa aplicación específica o que sean intrínsecamente seguros, como se describe en la Sección 504.

(b) **Clase I División 2.** Un lugar de Clase I División 2 es un lugar : (1) en el que se manipulan, procesan o utilizan líquidos volátiles inflamables o gases inflamables pero en el que dichos líquidos, vapores o gases están normalmente dentro de contenedores cerrados o en sistemas cerrados de los que pueden salir sólo por rotura accidental o avería de dichos contenedores o sistemas o si funcionan mal los equipos; o (2) en los que normalmente se evita la concentración combustible de gases o vapores mediante ventilación mecánica forzada y que se pueden convertir en peligrosos por la falla o funcionamiento anormal del equipo de ventilación; o (3) adyacente a un lugar de la Clase I División 1 y al que en consecuencia puedan llegar concentraciones combustibles de gases o vapores, a menos que dicha posibilidad se evite mediante un sistema de ventilación forzada desde una fuente de aire limpio y medidas de seguridad eficaces contra las posibles fallas de la ventilación.

Nota 1: Esta clasificación incluye usualmente los lugares en los que se utilizan líquidos volátiles inflamables o vapores inflamables pero que, a juicio de la autoridad competente, sólo resultarían peligrosos en caso de accidente o funcionamiento anormal. Los factores que hay que tener en cuenta para establecer la clasificación y dimensiones de dichos lugares son la cantidad de materiales inflamables que podrían escapar en caso de accidente, la adecuación del equipo de ventilación, el área total involucrada y el historial de incendios o explosiones de esa industria o de ese negocio.

Nota 2: Las tuberías sin válvulas, mirillas, contadores y dispositivos similares generalmente no dan lugar a situaciones peligrosas, aunque se utilicen para líquidos o gases inflamables. Los lugares utilizados para el almacenamiento de líquidos inflamables o gases licuados o comprimidos en depósitos herméticos, no se consideran normalmente lugares peligrosos a menos que también estén sometidos a otras condiciones de riesgo.

500-8. Lugares Clase II. Un lugar de Clase II es el que resulta peligroso por la presencia de polvos combustibles. Los lugares Clase II incluyen los especificados en los siguientes apartados (a) y (b):

(a) **Clase II División 1.** Un lugar de Clase II División 1 es un lugar : (1) en el que, en condiciones normales de funcionamiento, hay en el aire polvo combustible en cantidad suficiente para producir mezclas explosivas o combustibles; o (2) en el que una falla mecánica o el funcionamiento anormal de la maquinaria o equipos puede hacer que se produzcan dichas mezclas explosivas o combustibles y en el que además pueda haber una fuente de ignición debida a la falla simultánea de los equipos eléctricos, de los dispositivos de operación y

protección o por otras causas; o (3) en el que puede haber polvos combustibles eléctricamente conductivos en cantidades peligrosas.

Nota: Los polvos combustibles eléctricamente no conductivos son los que se producen por la manipulación y proceso de cereales y sus derivados, azúcar y cacao en polvo, huevo y leche en polvo, especias en polvo, almidones y pastas, papa y aserrín, aceite vegetal de bayas y semillas, heno seco y otros materiales orgánicos que puedan producir polvos combustibles al procesarlos o manipularlos. A efectos de la clasificación, sólo se consideran polvos eléctricamente conductivos los del Grupo E. Son especialmente peligrosos los polvos que contienen magnesio o aluminio, por lo que se deben tomar las máximas precauciones para evitar su ignición y explosión.

(b) Clase II División 2. Un lugar de Clase II División 2 es aquel en el que no hay normalmente en el aire polvos combustibles en cantidad suficiente para producir mezclas explosivas o combustibles y en el que la acumulación de polvo normalmente es insuficiente para impedir el funcionamiento normal del equipo eléctrico u otros equipos, pero puede haber polvo combustible en suspensión en el aire como consecuencia esporádica o infrecuente del mal funcionamiento de los equipos de manipulación o de proceso y en los que la acumulación de polvo combustible sobre, dentro o en la cercanía de los equipos eléctricos puede ser suficiente para impedir la disipación de calor de dichos equipos o puede arder por el funcionamiento anormal o falla de los equipos eléctricos.

Nota 1: Los factores que hay que tener en cuenta para establecer la clasificación de un lugar y que pueden resultar en un área no clasificada son, entre otros, la cantidad de polvo combustible que pueda haber presente y la adecuación de los sistemas de eliminación del polvo.

Nota 2: Cuando algunos productos, como las semillas, se manipulen de modo que produzcan poca cantidad de polvo, la cantidad de polvo depositado puede no afectar a la clasificación del lugar.

500-9. Lugares Clase III. Un lugar de Clase III es el que resulta peligroso por la presencia de fibras o partículas fácilmente combustibles pero en el que no es probable que tales fibras o partículas estén en suspensión en el aire a una concentración suficiente para producir mezclas combustibles. Los lugares Clase III son los especificados en los siguientes apartados (a) y (b):

(a) Clase III División 1. Un lugar de Clase III División 1 es un lugar en el que se manipulan, fabrican o usan fibras fácilmente combustibles o materiales que producen partículas combustibles.

Nota 1: Esta clasificación incluye normalmente las fábricas de materiales como rayón, algodón y otras fábricas textiles; las plantas de fabricación y proceso de fibras combustibles; las fábricas desmotadoras de semillas de algodón; las plantas de proceso del cáñamo; las fábricas de vestidos; las plantas de proceso de la madera y los establecimientos e industrias que involucran procesos o circunstancias peligrosas similares.

Nota 2: Las fibras y partículas fácilmente combustibles son, entre otras las de rayón, algodón (incluidas las pelusas y la borra), sisal, henequén, yute, cáñamo, fibra de coco, malacuenda, borra de ceiba y otras materias de naturaleza similar.

(b) Clase III División 2. Un lugar de Clase III División 2 es un lugar en el que se almacenan o manipulan fibras fácilmente inflamables, en procesos diferentes a los de manufactura.

SECCIÓN 501 - LUGARES CLASE I

501-1. Generalidades. Al alambrado y equipo eléctrico en lugares clasificados como de Clase I en el Artículo 500-7, se les aplican las normas generales de este *Código.*

Se permite que los equipos certificados y rotulados de acuerdo con el Artículo 505-10 para uso en lugares Clase I, Zona 0, 1 o 2, estén en lugares Clase I, División 2 para el mismo gas y con una designación adecuada de temperatura.

Excepción: Las modificaciones de esta Sección.

501-2. Transformadores y condensadores.

(a) Clase I División 1. En los lugares Clase I División 1, los transformadores y condensadores deben cumplir los siguientes requisitos:

(1) Los que contengan líquido inflamable. Los transformadores y condensadores que contengan un líquido inflamable se deben instalar sólo en bóvedas aprobadas que cumplan lo establecido en los Artículos 450-41 a 450-48 y, además : (1) no debe haber puerta ni otra abertura de comunicación entre la bóveda y el lugar de División 1, (2) debe haber una buena ventilación para la remoción continua de los gases o vapores inflamables, (3) las aberturas de ventilación deben desembocar en un lugar seguro fuera de las edificaciones, y (4) los ductos y aberturas de ventilación deben ser de sección suficiente para aliviar las presiones causadas por explosiones dentro de la bóveda y todas las partes de los conductos de ventilación dentro de los edificios deben ser de concreto reforzado.

(2) Los que no contengan líquido inflamable. Los transformadores y condensadores que no contengan un líquido inflamable deben : (1) instalarse en bóvedas que cumplan el anterior requisito (a)(1), o (2) estar aprobados para lugares Clase I.

(b) Clase I División 2. En los lugares Clase I División 2, los transformadores y condensadores deben cumplir lo establecido en los Artículos 450-21 a 450-27.

501-3. Medidores, instrumentos y relés.

(a) Clase I División 1. En los lugares Clase I División 1 los medidores, instrumentos y relés, incluidos los medidores de contadores de kilovatio hora, los transformadores de instrumentos, las resistencias, rectificadores y tubos termoiónicos, deben estar dotados de encerramientos aprobados para lugares Clase I División 1.

Los encerramientos aprobados para lugares Clase I División 1 son : (1) los que son a prueba de explosión y (2) los dotados de dispositivos de purga y presurización.

Nota: Véase *Standard for Purged and Pressurized Enclosures for Electrical Equipment,* ANSI/NFPA 496-1993.

(b) Clase I División 2. En los lugares Clase I División 2 los medidores, instrumentos y relés deben cumplir los siguientes requisitos:

(1) Contactos. Los interruptores, interruptores automáticos y contactos de cierre y apertura en pulsadores, relés, timbres de alarma y sirenas, deben estar en encerramientos aprobados para lugares Clase I División 2 según el anterior apartado (a).

Excepción: Se permite utilizar encerramientos de propósito general si los contactos de corte de corriente están : (a) sumergidos en aceite, (b) metidos en una cámara herméticamente sellada contra la entrada de gases o vapores, (c) en circuitos no incendiarios, o (d) parte de un componente no incendiario certificado.

(2) Resistencias y equipos similares. Las resistencias, dispositivos a base de resistencia, tubos termoiónicos, rectificadores y equipos similares que se utilicen en o en conexión con medidores, instrumentos y relés, deben cumplir el anterior requisito (a).

Excepción: Se permite utilizar encerramientos del tipo de propósito general, si dichos equipos no tienen contactos de cierre y apertura o contactos deslizantes, excepto lo establecido en el anterior requisito (b)(1), y si la temperatura máxima de funcionamiento de cualquier superficie expuesta no supera el 80% de la temperatura de ignición en ℃ del gas o vapor que haya, o que se haya ensayado y visto que es incapaz de inflamar el gas o vapor. Esta excepción no se aplica a los tubos termoiónicos.

(3) Sin contactos de cierre y apertura. Los devanados de los transformadores, bobinas, solenoides y otros devanados que no lleven contactos deslizantes o de cierre y apertura, deben ir en encerramientos. Se permite que esos encerramientos sean del tipo de propósito general.

(4) Conjuntos de propósito general. Cuando un conjunto esté formado por componentes para los que sean aceptables los encerramientos de propósito general, tal como se establece en los anteriores apartados (b)(1), (b)(2) y (b)(3), es aceptable para el conjunto un encerramiento de propósito general. Cuando el conjunto incluya algunos de los equipos descritos en el anterior apartado (b)(2), en el exterior del encerramiento debe estar clara y permanentemente indicada la temperatura superficial máxima que puede alcanzar cualquier componente. Como alternativa, se permite que los equipos aprobados se rotulen indicando el rango de temperatura para el que resultan adecuados, mediante los números identificativos de la Tabla 500-3(d).

(5) Fusibles. Cuando los anteriores apartados (b)(1), (b)(2), (b)(3) y (b)(4) permitan utilizar encerramientos de propósito general, se permite montar en ellos fusibles para la protección contra sobrecorriente de los circuitos de instrumentos no expuestos a sobrecargas en funcionamiento normal, si precediendo a cada fusible se instala un interruptor que cumpla el anterior requisito (b)(1).

(6) Conexiones. Para facilitar su sustitución, se permite conectar los instrumentos de control de procesos mediante cordón flexible, clavija y tomacorriente siempre que : (1) se instale un interruptor que cumpla el anterior requisito (b)(1) de modo que no se dependa de la clavija para interrumpir la corriente, (2) la corriente no supere los 3 A - 120 V nominales, (3) el cordón de alimentación no tenga más de 0,9 m, sea de un tipo aprobado para trabajo extrapesado o para trabajo pesado si está protegido por su ubicación y está alimentado a través de una clavija y tomacorriente tipo de seguridad y con polo a tierra, (4) sólo se instalen los tomacorrientes necesarios y (5) el tomacorriente lleve una etiqueta que advierta "no desenchufar bajo carga".

501-4. Métodos de alambrado. Los métodos de alambrado deben cumplir los siguientes requisitos (a) y (b):

(a) Clase I División 1.

(1) Alambrado Fijo. En los lugares Clase I División 1, el alambrado se debe hacer en tubo conduit metálico rígido (tipo Rigid) roscado NPT, tubo conduit intermedio de acero (tipo IMC) roscado NPT o cables tipo MI con accesorios de terminación aprobados para esos lugares. Todas las cajas, accesorios y juntas de unión deben ser roscados para conectarlos a los tubos o terminaciones de los cables y deben ser a prueba de explosión. Las juntas roscadas deben tener por lo menos cinco hilos que queden completamente metidos. Los cables tipo MI se deben instalar y soportar de modo que se eviten esfuerzos de tensión en sus accesorios terminales.

Nota : Véase el Capítulo 3 para los requisitos de los diferentes tipos de tubos conduit y cables.

Excepción nº. 1: Se permite usar tubo conduit rígido no metálico, en cumplimiento de la Sección 347, cuando esté embebido en concreto con una cubierta de espesor mínimo de 50 mm y enterrado a no menos de 0,60 m del nivel del suelo. Se permite omitir la cubierta de concreto cuando esté sujeto a las disposiciones de los Artículos 511-4 Excepción, 514-8 Excepción 2 y 515-5(a). Cuando se utilice tubo conduit rígido no metálico, se debe usar tubo metálico rígido (tipo Rigid) roscado NPT o tubo conduit intermedio de acero (tipo IMC) roscado NPT en los últimos 0,60 m del tramo subterráneo hasta que salga de la tierra o hasta el punto de conexión con la canalización que vaya sobre el suelo. Se debe incluir un conductor de puesta a tierra de los equipos para dar continuidad eléctrica a las canalizaciones y para poner a tierra las partes metálicas no portadoras de corriente.

Excepción nº. 2: En establecimientos industriales con acceso restringido al público, cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión garanticen que sólo acceden a la instalación personas calificadas, se permite utilizar cables tipo MC certificados para su uso en lugares Clase I División 1, con blindaje continuo de aluminio corrugado hermético al gas y al vapor, una chaqueta externa de un polímero adecuado, conductores independientes de puesta a tierra que cumplan lo establecido en el Artículo 250-95 y dotados de accesorios terminales certificados para esa aplicación.

Nota: Para las limitaciones de uso de los cables tipo MC, véanse los Artículos 334-3 y 334-4.

Excepción 3. En establecimientos industriales con acceso restringido al público, cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que solamente personal calificado atenderá las instalaciones, se permite el uso de cable tipo ITC, certificado para uso en lugares Clase I, División 1, con una cubierta continua de aluminio corrugado hermética al gas y al vapor y chaqueta total adecuada de material polimérico, conductor(es) separado(s) de puesta a tierra y dotado con accesorios terminales certificados para esa aplicación.

(2) Conexiones Flexibles. Cuando sea necesario emplear conexiones flexibles, como en los terminales de motores, se deben utilizar accesorios flexibles certificados para lugares Clase I.

Excepción : Se permite cable o cordón flexible instalado según las disposiciones del Artículo 501-11.

(b) Lugares Clase I División 2. En los lugares Clase I División 2 está permitido emplear como métodos de alambrado : tubo conduit metálico rígido (tipo Rigid) roscado NPT, tubo conduit intermedio de acero (tipo IMC) roscado NPT, conductos de barras empaquetados, conductos de alambres empaquetados, cables tipo PLTC que cumplan lo establecido en la Sección 725, cables tipo ITC en bandejas portacables, en canalizaciones, soportados por cables mensajeros o directamente enterrados, cuando el cable esté certificado para ese uso; o cables tipo MI, MC, MV o TC con accesorios terminales aprobados. Se permite instalar cables tipo ITC, PLTC, MI, MC, MV o TC en bandejas portacables de modo que se eviten esfuerzos de tracción en los accesorios terminales. No es necesario que las cajas, accesorios y juntas sean a prueba de explosión, excepto si lo exigen las disposiciones de los Artículos 501-3(b)(1), 501-6(b)(1) y 501-14(b)(1). Cuando se requiera una flexibilidad limitada, como en los terminales de motores, se deben usar accesorios metálicos flexibles, tubo metálico flexible con accesorios aprobados, tubo metálico flexible y hermético a los líquidos con accesorios aprobados, tubo no metálico flexible hermético a los líquidos con accesorios aprobados o cables flexibles aprobados para uso extrapesado y provistos con accesorios pasacables aprobados. En el cable flexible debe estar incluido un conductor adicional para puesta a tierra.

Nota: Para los requisitos de puesta a tierra cuando se use tubería conduit flexible, véase el Artículo 501-16(b).

Excepción: En alambrado de circuitos no incendiarios se permite utilizar cualquiera de los métodos de alambrado adecuados para lugares no clasificados.

501-5. Sellado y drenaje. El sellamiento de sistemas de tubería conduit y cables debe cumplir las siguientes disposiciones (a) hasta (f). El compuesto sellante debe ser de un tipo aprobado para la aplicación y condiciones correspondientes. Se debe aplicar sellante a los accesorios terminales de los cables tipo MI para evitar que entre humedad o algún líquido en el aislante del cable.

Nota 1: El sellante se aplica en los tubos y cables para minimizar el paso de gases y vapores y evitar el posible paso de llamas de una parte de la instalación a otra a través de la tubería conduit. La previsión del paso de vapores a través del cable tipo MI es inherente gracias a su construcción. A menos que sean diseñados y ensayados específicamente para el propósito, los sellos de tubos conduit y cables no están destinados para prevenir el paso de líquidos, gases o vapores a una presión diferencial continua a través del sello. Incluso aunque haya diferencias de presión a través del sellante, equivalentes a algunos centímetros de agua, puede producirse el paso lento de gases o vapores a través del sello y a través de los conductores que pasan por él . Véase el Artículo 501-5(e)(2). Las

temperaturas extremas y los líquidos y vapores muy corrosivos pueden afectar a la capacidad del sello para cumplir su función. Véase el Artículo 501-5(c)(2).

Nota 2: A través de los intersticios entre los hilos de los conductores trenzados normalizados de sección transversal superior a 33,62 mm^2 (2 AWG) se pueden producir fugas de gases o vapores y propagarse las llamas. Un medio para reducir las fugas y evitar la propagación de las llamas es utilizar cables de construcción especial, por ejemplo conductores compactados o sellamiento del conductor individual.

Nota 3: El uso de cintas de Teflón o compuestos para unión en las roscas del conduit pueden debilitar el sello cortafuegos e interrumpir el trayecto de puesta a tierra de equipos. Durante las pruebas hidrostáticas de los accesorios se han presentado grietas donde se han utilizado estos materiales.

(a) Sellos cortafuego para tubería en lugares Clase I División 1. En los lugares Clase I División 1, los sellos cortafuego para tubería se deben ubicar como se indica a continuación:

(1) En cada tramo de tubo conduit que entre en un encerramiento para interruptores, interruptores automáticos, fusibles, relés, resistencias u otros equipos que puedan producir arcos eléctricos, chispas o altas temperaturas en condiciones normales de funcionamiento. Los sellos cortafuego se deben instalar a menos de 0,5 m de dichos encerramientos. Los únicos encerramientos o accesorios permitidos entre el sello y el encerramiento son las uniones, acoples, reducciones, codos, codos con tapa y conduletas a prueba de explosión, de tipo similar a los "L", "T" y "X". Las conduletas no deben ser de mayor diámetro que la tubería conduit.

Excepción: No es necesario sellar los tubos conduit con diámetro comercial de 41 mm (1½") o menos, que entren en encerramientos a prueba de explosión para interruptores, interruptores automáticos, fusibles, relés u otros equipos que puedan producir arcos o chispas, si los contactos de corte de corriente están:

a. Encerrados dentro de una cámara herméticamente sellada contra la entrada de gases o vapores.
b. Sumergidos en aceite según lo establecido en el Artículo 501-6(b)(1)(2), o
c. Encerrados en una cámara a prueba de explosión sellada en fábrica dentro de un encerramiento aprobado para ese lugar y rotulado con las palabras "sellado en fábrica" ("factory sealed") o equivalente.
d. En circuitos no incendiarios

Nota: Los encerramientos sellados en fábrica no sirven como sellamiento de otros encerramientos a prueba de explosión adyacentes y que deban ir sellados.

(2) En los tubos conduit de 53 mm de diámetro comercial (2 ") o más que entren en los encerramientos o accesorios que alberguen terminales, empalmes o derivaciones, a menos de 0,5 m de dicho encerramiento o accesorio.

(3) Cuando dos o más de los encerramientos deban ir sellados de acuerdo con las anteriores disposiciones (a)(1) y (a)(2), conectados con boquillas roscadas o por tramos de tubo de máximo 0,9 m, se considera suficiente un solo sello en cada conexión de la boquilla o del tramo si se ubica a menos de 0,5 m de cada encerramiento.

(4) En cada tramo de tubo conduit que salga del lugar de Clase I División 1, se permite un sello a cada lado del límite de dicho lugar y ubicado a menos de 3,0 m de dicho límite, pero debe estar diseñado e instalado para minimizar la cantidad de gas o vapor que pueda haber entrado en el tubo en el lugar de la División 1 desde donde se comunica con el tubo más allá del sello. En el tramo comprendido entre el sello y el punto en el que el tubo conduit sale del lugar de División 1, no debe haber uniones, acoples, cajas ni accesorios, excepto las reducciones aprobadas como a prueba de explosión, en el sello.

Excepción 1): No es necesario sellar los tubos conduit metálicos que no contengan uniones, acoples, cajas o accesorios que atraviesen completamente un lugar de Clase I División 1 y que no tengan accesorios a menos de 0,30 m después del límite de dichos lugares, si los puntos de terminación de esos tubos continuos están en lugares no clasificados.

Excepción 2). Para tubo conduit subterráneo instalado de acuerdo con el Artículo 300-5, donde el límite del área clasificada esté por debajo de la tierra, se permite que el sello se instale después de que el tubo conduit salga de la tierra, pero no debe haber unión, acople, caja o accesorio, excepto reducciones aprobadas como a prueba de explosión en el sello, en el tubo conduit entre el sello y el punto en el cual el tubo sale de la tierra.

(b) Sellos cortafuego para tubería en lugares Clase I División 2. En los lugares Clase I División 2, los sellos cortafuegos para tubos se deben ubicar como se indica a continuación:

(1) En las conexiones con encerramientos a prueba de explosión que deban estar aprobados para lugares Clase I, deben instalarse sellos según los anteriores apartados (a)(1), (a)(2) y (a)(3). Todo los tramos de tubos conduit o boquillas roscadas entre el sello y dicho encerramiento deben cumplir lo establecido en el Artículo 501-4(a).

(2) En cada tramo de tubo conduit que pase de lugares Clase I División 2 a lugares no clasificados, se permite un sello a cada lado del límite de dicho lugar a menos de 3,0 m de dicho límite, pero debe estar diseñado e instalado para minimizar la cantidad de gas o vapor que pueda haber entrado en el conduit en el lugar de División 2 y que pase más allá del sello. Se debe instalar un tubo conduit metálico rígido (tipo Rigid) o un tubo conduit intermedio de acero roscado (tipo IMC) entre el sello y el punto en el que el tubo sale del lugar de Clase I División 2; el sello se debe instalar con una conexión roscada. En el tramo comprendido entre el sello y el punto en el que el tubo sale del lugar de División 2, no debe haber uniones, acoples, cajas ni accesorios, excepto las reducciones aprobadas como a prueba de explosión, en el sello.

Excepción nº 1: No es necesario sellar los tubos conduit metálicos que no contengan uniones, acoples, cajas o accesorios que atraviesen completamente un lugar de Clase I División 2 y que no tengan accesorios a menos de 0,30 m después del límite de dichos lugares, si los puntos de terminación de esos tubos continuos están en lugares no clasificados.

Excepción nº 2: La terminación del sistema de tubo conduit en un lugar no clasificado, donde la transición del método de alambrado se hace a bandeja portacables, bus de cables, ducto ventilado de barras, cable tipo MI o alambrado a la vista, no requiere sellarse cuando pase desde un lugar de Clase I División 2 hasta un lugar no clasificado. El lugar no clasificado debe ser exterior, o se permite que sea interior si el sistema de tubo conduit está todo en un cuarto. Los tubos conduit no deben terminar en un encerramiento que contenga fuentes de ignición en condiciones normales de funcionamiento.

Excepción nº. 3: No es necesario un sello en el límite del sistema de tubo conduit que pase desde un encerramiento o cuarto no clasificado, por tener presurización tipo Z, hacia un lugar de Clase I División 2.

Nota: Para más información véase *Standard for Purged and Pressurized Enclosures for Electrical Equipment,* ANSI/NFPA 496-1993.

Excepción nº. 4: No es necesario sellar los segmentos del sistema de tubo conduit sobre el piso cuando pasen desde un lugar de Clase I División 2 a un lugar no clasificado, si se cumplen todas las siguientes condiciones:

a. Ninguna parte del segmento del sistema conduit pase por un lugar de Clase I División 1, donde el conduit tenga uniones, acoples, cajas o accesorios a menos de 0,30 m del lugar de Clase I División 1.

b. El segmento del sistema conduit esté localizado completamente al exterior.

c. El segmento del sistema conduit no esté directamente conectado a bombas encapsuladas, conexiones de proceso o servicio para medidas de análisis de presión o caudal, etc., que dependan de un solo sello de compresión, diafragma o tubo para evitar la entrada de fluidos inflamables o combustibles al sistema conduit.

d. El segmento del sistema conduit contenga únicamente en el lugar no clasificado tubos metálicos, uniones, acoples, conduletas o accesorios roscados.

e. El segmento del sistema conduit esté sellado en su entrada a cada encerramiento o accesorio que contenga terminales, empalmes o derivaciones en lugares Clase I División 2.

(c) Clase I Divisiones 1 y 2. Donde se requieran sellos en los lugares Clase I Divisiones 1 y 2 deben cumplir con lo siguiente :

(1) Accesorios. Los encerramientos para conexiones o equipos deben estar provistos con medios integrales aprobados para sellar o se deben utilizar sellos aprobados para lugares Clase I. Los sellos deben ser accesibles.

(2) Compuesto sellante. El compuesto sellante debe estar aprobado y debe proporcionar un sellamiento contra el paso de gases o vapores a través del sello, no debe verse afectado por las condiciones atmosféricas o por los líquidos y su punto de fusión no debe ser menor a 93℃.

(3) Espesor del compuesto sellante. En un sello completo, el espesor mínimo del compuesto sellante no debe ser menor al diámetro comercial del sello y en ningún caso menor a 16 mm.

Excepción: No es necesario que los sellos certificados para cables tengan un espesor mínimo igual al del diámetro comercial del sello.

(4) Empalmes y derivaciones. No se deben hacer empalmes ni derivaciones en los accesorios destinados únicamente para sellamiento con compuesto y los accesorios en los que se hayan hecho empalmes y conexiones no se deben rellenar con sellante.

(5) Ensambles. En un ensamble en el que haya equipos que puedan producir arcos, chispas o altas temperaturas, ubicados en un compartimiento independiente del que contenga los empalmes o derivaciones y exista un sello integral por donde los conductores pasan de un compartimento al otro, todo el ensamble debe estar aprobado para lugares Clase I. En las conexiones de los tubos conduit con los compartimientos que contengan empalmes o conexiones instalados en lugares Clase I División 1, se deben instalar sellos cuando lo exija el anterior apartado (a)(2).

(6) Espacio ocupado por los conductores. La sección transversal total de todos los conductores permitidos dentro de un sello no debe superar el 25% de la sección transversal del conduit metálico rígido del mismo diámetro comercial, excepto si está específicamente aprobado para un porcentaje de ocupación mayor.

(d) Sellos para cables en lugares Clase I División 1. En los lugares Clase I División 1, los sellos para cables se deben ubicar como sigue:

(1) El cable debe estar sellado en todas sus terminaciones. El sello debe cumplir la anterior condición (c). Los cables multiconductores tipo MC con recubrimiento de aluminio corrugado continuo hermético a los gases y vapores y chaqueta externa de un material polímero adecuado, se deben sellar con accesorios aprobados después de quitar la chaqueta y cualquier otro recubrimiento, de modo que el compuesto sellante rodee cada conductor individual aislado para minimizar el paso de gases y vapores.

Excepción : No se necesita remover el material de blindaje de los cables blindados o el separador de los cables de pares trenzados, siempre que la terminación esté hecha por medios aprobados para minimizar la entrada de gases o vapores y evitar la propagación de llama dentro del núcleo del cable.

(2) En los lugares Clase I División 1, los cables en conduit con recubrimiento continuo hermético a los gases y vapores a través de cuyo núcleo central se puedan transmitir gases y vapores, se deben sellar después de quitar la chaqueta y cualquier otro recubrimiento, de modo que el compuesto sellante rodee cada conductor individual aislado y la chaqueta externa.

Excepción: Los cables multiconductores con recubrimiento continuo hermético a los gases y vapores a través de cuyo núcleo central se puedan transmitir gases y vapores, se pueden considerar como un solo conductor, sellando el cable en el tubo a menos 0,5 m del encerramiento y el extremo del cable dentro del mismo por un medio aprobado para minimizar la entrada de gases o vapores y prevenga la propagación de las llamas a través del núcleo del cable, o por otros métodos aprobados. En cables blindados y de pares trenzados no es necesario quitar el material de blindaje o separar el par trenzado.

(3) Si el cable no puede transmitir gases o vapores a través de su núcleo central, cada cable multiconductor en conduit se debe considerar como un solo conductor. Estos cables se deben sellar según el anterior apartado (a).

(e) Sellos para cables en lugares Clase I División 2. En lugares Clase I División 2, los sellos para cables se deben ubicar como sigue:

(1) Los cables que entren en encerramientos que deban estar aprobados para lugares Clase I, se deben sellar en el punto de entrada. El sello debe cumplir el anterior requisito (b)(1). Los cables multiconductores con recubrimiento continuo hermético a los gases y al vapor capaces de transmitir gases o vapores a través del núcleo del cable, se deben sellar en un accesorio aprobado para lugares de División 2 después de quitar la chaqueta y cualquier otro recubrimiento de modo que el compuesto sellante rodee cada conductor aislado para minimizar el paso de gases y vapores. Los cables multiconductores en conduit se deben sellar como establece el anterior apartado (d).

Excepción 1) : Los cables que pasen desde un encerramiento o cuarto, los cuales no sean clasificados como resultado de una presurización tipo Z, hasta un lugar de Clase I, División 2, no necesitan un sello en el límite.

Excepción 2) : No se necesita remover el material de blindaje de los cables blindados o el separador de los cables de pares trenzados, siempre que la terminación esté hecha por medios aprobados para minimizar la entrada de gases o vapores y evitar la propagación de llama dentro del núcleo del cable

(2) No es necesario sellar los cables con chaqueta continua hermética al vapor y a los gases y que no puedan transmitir gases o vapores a través del núcleo del cable por encima de la cantidad permitida para los sellos, excepto lo exigido en el anterior apartado (e)(1). El tramo mínimo de dichos cables no debe ser menor a la longitud que limite el flujo de gases o vapores por el núcleo del cable a la cantidad permitida para los sellos de aire por hora (198 cm^3 por hora) a una presión de 1 493 Pa (6 pulgadas de agua).

Nota 1: Véanse las normas *NTC 3229 Cajas de salida y accesorios que se utilizan en sitios de alto riesgo* y *ANSI/UL 886-1994 Outlet Boxes and Fittings for Use in Hazardous Locations*.

Nota 2: El núcleo del cable no incluye los intersticios entre los hilos trenzados de los conductores.

(3) No es necesario sellar los cables con una chaqueta continua hermética al vapor y a los gases, que puedan transmitir gases o vapores a través del núcleo, excepto lo exigido en el anterior apartado (e)(1),

a no ser que el cable esté conectado a dispositivos o equipos de procesos que puedan causar una presión superior a 1493 Pa (6 pulgadas de agua), en cuyo caso se debe instalar un sello, barrera u otro medio que evite el paso de vapores o gases inflamables a un área no clasificada.

Excepción: Se permite que los cables con chaqueta continua hermética al gas y a los vapores pasen a través de lugares Clase I División 2 sin sellos.

(4) Los cables que no tengan una chaqueta continua hermética al gas y al vapor se deben sellar en los límites de los lugares de División 2 y los no clasificados, de modo que se minimice el paso de gases o vapores al lugar no clasificado.

Nota: La chaqueta mencionada en los anteriores apartados (d) y (e) puede ser tanto de material metálico como no metálico.

(f) Drenaje.

(1) Equipo de control. Cuando haya la posibilidad de que puedan quedar atrapados líquidos u otros vapores condensados dentro de los encerramientos para equipos de control o en cualquier punto de un sistema de canalización, se deben proporcionar medios adecuados y aprobados que eviten la acumulación o permitan drenar periódicamente dichos líquidos o vapores condensados.

(2) Motores y generadores. Cuando la autoridad competente estime que existe la posibilidad de que se acumulen líquidos o vapores condensados dentro de los motores o generadores, los sistemas conduit y uniones se deben instalar de forma que se reduzca al mínimo la entrada de líquidos. Si se juzga necesario un medio para evitar la acumulación o para permitir el drenaje periódico, dicho medio debe instalarse durante la fabricación y se debe considerar como parte integral de la máquina.

(3) Bombas encapsuladas, conexiones para proceso o servicio, etc. Las bombas encapsuladas o conexiones de proceso o servicio para medida de presión o caudal para análisis de procesos, etc., que dependan de un solo sello de compresión, diafragma o tubo para evitar la entrada de fluidos inflamables o combustibles a la canalización o sistema de cables capaz de transmitir los fluidos, deben ir dotadas de un sello, barrera u otro medio aprobado que evite la entrada de fluidos inflamables o combustibles en la canalización o sistema de cables que puedan transmitir esos fluidos más allá de esos dispositivos o medios adicionales, si falla el sello primario.

El sello o barrera adicional aprobados y el encerramiento de interconexión deben cumplir las condiciones de temperatura y presión a las que se van a ver sujetas si falla el sello primario, a menos que exista otro medio aprobado que cumpla la anterior finalidad.

Se deben proporcionar drenajes, orificios de ventilación u otros dispositivos que hagan evidente la fuga del sello primario.

Nota: Véanse también las Notas al Artículo 501-5.

501-6. Interruptores, interruptores automáticos, controladores de motores y fusibles.

(a) Lugares Clase I División 1. Los interruptores, interruptores automáticos, controladores de motores y fusibles, incluidos los pulsadores, relés y dispositivos similares instalados en los lugares Clase I División 1, deben ir dotados de encerramientos y en cada caso el encerramiento y los equipos que contenga deben estar aprobados como un conjunto completo para uso en lugares Clase I.

(b) Lugares Clase I División 2. Los interruptores, interruptores automáticos, controladores de motores y fusibles instalados en lugares Clase I División 2, deben cumplir los siguientes requisitos:

(1) Tipo requerido. Los interruptores automáticos, controladores de motores e interruptores destinados para interrumpir la corriente en el desempeño normal de la función para la que se instalaron, deben

estar dotados de encerramientos aprobados para lugares Clase I División 1 de acuerdo con el Artículo 501-3(a), a menos que se provean de encerramientos de propósito general y además : (1) la interrupción de la corriente se produzca dentro de una cámara herméticamente cerrada a los gases y vapores o (2) los contactos para corrientes de cierre y apertura estén sumergidos en aceite y sean tipo de propósito general con una inmersión mínima de 50 mm para los contactos de fuerza (potencia) y de 25 mm para los contactos de control o (3) la interrupción de corriente se produzca dentro de una cámara a prueba de explosión sellada en fábrica, aprobada para el lugar o (4) el dispositivo de interrupción sea de estado sólido, dispositivo de control sin contactos, cuya temperatura superficial no supere el 80% de la temperatura de autoignición en ℃ del gas o vapo r involucrado.

(2) Interruptores de separación (seccionadores). Se permite instalar interruptores o seccionadores, con o sin fusibles, en encerramientos de propósito general, para transformadores o grupos de condensadores siempre y cuando no estén destinados para interrumpir la corriente en la operación normal de la función para la cual se instalaron.

(3) Fusibles. Se permite instalar fusibles normales de casquillo o de cartucho para la protección de los motores, artefactos y bombillas, diferente de lo establecido en el siguiente apartado (b) (4), siempre que se instalen en encerramientos aprobados para esos lugares. Se permite instalar fusibles si están dentro de encerramientos de propósito general y si son de un tipo cuyo elemento funcional esté sumergido en aceite u otro líquido aprobado o esté encerrado en una cámara herméticamente sellada contra la entrada de vapores y gases o el fusible sea de tipo limitador de corriente, relleno y sin indicador.

(4) Fusibles internos de aparatos de alumbrado. Se permiten fusibles de cartucho aprobados como protección suplementaria dentro de aparatos de alumbrado.

501-7. Transformadores y resistencias de control. Los transformadores, bobinas y resistencias utilizadas como, o junto con, equipos de control de motores, generadores y artefactos, deben cumplir las siguientes condiciones (a) y (b):

(a) Lugares Clase I División 1. Los transformadores, bobinas y resistencias junto con sus mecanismos de conmutación asociados, instalados en los lugares Clase I División 1, deben estar dotados de encerramientos aprobados para dichos lugares, según establece el Artículo 501-3(a).

(b) Lugares Clase I División 2. Los transformadores y resistencias de control instalados en lugares Clase I División 2, deben cumplir las siguientes condiciones:

(1) Mecanismos de conmutación. Los mecanismos de conmutación utilizados con transformadores, bobinas y resistencias, deben cumplir lo establecido en el Artículo 501-6(b).

(2) Bobinas y devanados. Se permite que los encerramientos para devanados de transformadores, solenoides o bobinas sean de propósito general.

(3) Resistencias. Las resistencias deben ir instaladas en encerramientos. El conjunto debe estar aprobado para lugares Clase I División 1, a no ser que la resistencia sea fija y su temperatura máxima de funcionamiento, en ℃, no supere el 80% de la tempe ratura de autoignición de los gases o vapores involucrados, o que se haya ensayado y encontrado que es incapaz de dar ignición a los gases o vapores.

501-8. Motores y generadores.

(a) Lugares Clase I División 1. Los motores, generadores y otras máquinas eléctricas rotativas en lugares Clase I División 1, deben : (1) estar aprobados para lugares Clase I División 1; o (2) ser del tipo totalmente cerrado, con ventilación de presión positiva desde una fuente de aire limpio con salida a un área segura y dispuestos de modo que no se puedan poner en marcha hasta que no funcione la ventilación y se haya purgado el encerramiento con al menos de 10 volúmenes de aire y además dispuestos de modo que, si falla la

ventilación, el motor se desenergice automáticamente; o (3) ser de tipo totalmente encerrado lleno de gas inerte, dotado con una fuente confiable de este gas para presurizar el encerramiento, con elementos provistos para asegurar una presión positiva en el encerramiento y dispuestos para desenergizar automáticamente el equipo cuando falle el suministro de gas; o (4) de un tipo diseñado para funcionar sumergido en un líquido que sólo sea inflamable cuando se vaporice y mezcle con el aire, o en un gas o vapor a una presión mayor que la atmosférica y sean inflamables únicamente cuando se mezclen con el aire; y que la máquina esté dispuesta de modo que no se pueda energizar hasta que esta haya sido purgada con el líquido o el gas para desplazar el aire, y además se desenergice automáticamente cuando se interrumpa el suministro de líquido, gas o vapor, o su presión se reduzca hasta la presión atmosférica.

Los motores totalmente cerrados tipos (2) o (3) no deben tener superficies externas cuya temperatura en ℃ supere el 80% de la temperatura de autoignición de los gases o vapores presentes. Deben instalarse dispositivos que detecten cualquier aumento de temperatura del motor sobre los límites establecidos y desenergicen automáticamente el motor y produzcan una alarma adecuada. Los equipos auxiliares y dispositivos de detección deben ser de un tipo aprobado para el lugar en el que estén instalados.

Nota: Véase el procedimiento de pruebas establecido por la ASTM (Designación D 2155-69). Véase la norma NEMA MG-1-1987, *Motors and Generators*, para los tipos de motores totalmente cerrados.

(b) Lugares Clase I División 2. Los motores, generadores y otras máquinas eléctricas rotativas instaladas en lugares Clase I División 2 y en los que se utilicen contactos deslizantes o mecanismos de conmutación centrífugos o de otro tipo (incluidos los dispositivos de protección de los motores contra sobrecorriente, sobrecargas y recalentamiento) o mecanismos de resistencia integrados que funcionen durante el arranque y durante la marcha, deberán estar aprobados para lugares Clase I División 1 a menos que tales contactos deslizantes, mecanismos de conmutación y dispositivos de resistencia estén dotados de encerramientos aprobados para lugares Clase I División 2, según el Artículo 501-3(b). El punto más caliente del motor en condiciones normales del motor y las superficies expuestas de los calentadores de ambiente utilizados para evitar la condensación de humedad durante los periodos de parada de los motores, no deben superar el 80% de la temperatura de autoignición en ℃ de los gase s o vapores que se produzcan cuando el motor funcione a la tensión nominal; la temperatura superficial máxima, basada en una temperatura ambiente de 40℃, el grupo de clasificación y el número de identificación según el artículo 500-5.a) y d), deben estar rotulados permanentemente en una placa de características visible, montada en el motor. Si no, los calentadores de ambiente deben estar aprobados para lugares Clase I División 2.

En los lugares Clase I División 2 se permite instalar motores abiertos, o cerrados que no sean a prueba de explosión, tales como motores de inducción de jaula de ardilla sin escobillas, sin mecanismos de conmutación ni otros dispositivos similares que produzcan arcos eléctricos. Las partes móviles del motor como ventiladores, deben ser de un material que en caso de rozamiento no produzca chispas.

Deben instalarse dispositivos que detecten cualquier aumento de temperatura del motor sobre los límites establecidos y desenergicen automáticamente el motor y produzcan una alarma adecuada. Los equipos auxiliares y dispositivos de detección deben ser de un tipo aprobado para el lugar en el que estén instalados.

Nota : Es importante tener en cuenta el riesgo de ignición debido a arcos de corriente a través de discontinuidades y el recalentamiento de algunas partes de las carcasas de motores y generadores. En tal caso, se pueden necesitar puentes equipotenciales a través de las uniones en la carcasa y desde la carcasa a tierra. Cuando se sospeche la presencia de gases o vapores inflamables, es necesario desplazarlos con aire limpio inmediatamente antes y durante el período de arranque de las máquinas.

501-9. Equipos de alumbrado. Los equipos de alumbrado deben cumplir las siguientes condiciones (a) o (b), de acuerdo con la clasificación del lugar :

(a) Lugares Clase I División 1. Los equipos de alumbrado en los lugares Clase I División 1 deben cumplir las condiciones siguientes:

(1) **Equipos aprobados.** Cada equipo debe estar aprobado como un conjunto completo para lugares Clase I División 1 y debe llevar claramente rotulada la máxima potencia en vatios de la bombilla, para la cual está aprobado el equipo. Los equipos portátiles deben estar aprobados específicamente como un conjunto completo para ese uso.

(2) **Daños físicos.** Cada equipo se debe proteger contra daños físicos bien sea por su ubicación o mediante la utilización de rejillas protectoras.

(3) **Equipos colgantes.** Los equipos colgantes deben estar suspendidos y alimentados a través de tramos de tubo conduit metálico rígido roscado o tubo conduit intermedio de acero roscado y las juntas roscadas deben llevar tuercas de seguridad u otro medio eficaz para evitar que se aflojen. Los tramos de más de 0,30 m de largo se deben apuntalar eficaz y permanente, para evitar su desplazamiento lateral, a no más de 0,30 m sobre el extremo inferior del tramo, o hacerlo flexible mediante un accesorio o conector aprobado para lugares Clase I División 1 ubicado a no más de 0,30 m del punto de unión de la caja de soporte o accesorio al que esté sujeto.

(4) **Soportes.** Las cajas, conjuntos de cajas o accesorios utilizadas como soporte de los equipos de alumbrado, deben estar aprobadas para su uso en lugares Clase I.

(b) **Lugares Clase I División 2.** Los equipos de alumbrado instalados en lugares Clase I División 2 deben cumplir los siguientes requisitos:

(1) **Equipos portátiles de alumbrado.** Los equipos portátiles de alumbrado deben cumplir el anterior requisito (a)(1).

Excepción: Se permiten equipos de alumbrado portátiles montados, en cualquier posición, sobre bases móviles y conectados con cables flexibles, como establece el Artículo 501-11, siempre que cumplan con el siguiente apartado 501-9(b)(2):

(2) **Equipos fijos.** Cada equipo fijos de alumbrado se debe proteger contra daños físicos bien sea por su ubicación o por la utilización de rejillas protectoras. Cuando exista peligro de que las chispas o el metal caliente de las bombillas o equipos de alumbrado puedan dar ignición a vapores o gases inflamables, se deben instalar encerramientos adecuados u otro medio de protección eficaz. Cuando las bombillas sean de un tamaño o tipo que, en condiciones normales de funcionamiento, les haga alcanzar temperaturas superficiales superiores al 80% de la temperatura de ignición en ℃ de los gases o vapores presentes, los equipos de alumbrado deben cumplir con el anterior apartado (a)(1) o ser de un tipo que haya sido ensayado para establecer su temperatura de operación rotulada o rango de temperatura.

(3) **Equipos colgantes.** Los equipos colgantes deben estar suspendidos mediante tramos de tubo conduit metálico rígido roscado o tubo conduit intermedio de acero roscado u otros medios aprobados. Los tramos de más de 0,30 m de largo se deben apuntalar eficaz y permanente, para evitar su desplazamiento lateral, a no más de 0,30 m sobre el extremo inferior del tramo, o hacerlo flexible mediante un accesorio o conector aprobado ubicado a no más de 0,30 m del punto de unión de la caja de soporte o accesorio.

(4) **Interruptores.** Los interruptores que formen parte de un conjunto ensamblado o de un portabombillas individual deben cumplir lo establecido en el Artículo 501-6(b)(1).

(5) **Elementos de encendido.** Los elementos de encendido y de control de las bombillas eléctricas de descarga (balastos, condensadores y arrancadores) debe cumplir lo establecido en el Artículo 501-7(b).

Excepción: Una protección térmica que haga parte del balasto de una lámpara fluorescente, siempre y cuando el conjunto esté aprobada para lugares de esa clase y división.

501-10. Equipo eléctrico utilitario.

(a) Lugares Clase I División 1. Todos los equipos eléctricos utilitarios instalados en lugares Clase I División 1 deben estar aprobados para lugares Clase I División 1.

(b) Lugares Clase I División 2. Todos los equipos eléctricos utilitarios instalados en lugares Clase I División 2 deben cumplir las siguientes condiciones:

(1) Calentadores. Los equipos eléctricos utilitarios calentados eléctricamente deben cumplir las siguientes condiciones a. o b.:

a. Cuando funcione continuamente a su máxima temperatura ambiente nominal, la temperatura del calentador no debe superar el 80% de la temperatura de autoignición en ℃ de los gases o vapores que puedan estar en contacto con cualquier superficie expuesta a ellos. Si no disponen de control de temperatura, estas condiciones se deben aplicar suponiendo que el calentador funcione al 120% de su tensión nominal.

Excepción nº. 1: Para los calentadores de ambiente anticondensación de los motores, véase el Artículo 501-8(b).
Excepción nº. 2: Cuando se instale en el circuito de alimentación del calentador un dispositivo limitador de corriente que limite la corriente del calentador a un valor menor al necesario para aumentar su temperatura superficial hasta el 80% de la temperatura de ignición.

b. El calentador debe estar aprobado para lugares Clase I División 1.

Excepción: Los registradores de calor por resistencia eléctrica aprobados para lugares Clase I División 2.

(2) Motores. Los motores de los equipos eléctricos utilitarios deben cumplir lo establecido en el Artículo 501-8(b).

(3) Interruptores, interruptores automáticos y fusibles. Los interruptores, interruptores automáticos y fusibles deben cumplir lo establecido en el Artículo 501-6(b).

501-11. Cables y cordones flexibles en lugares Clase I Divisiones 1 y 2. Se permite instalar cables y cordones flexibles para conectar equipos de alumbrado portátiles u otros equipos eléctricos utilitarios portátiles a la parte fija de su circuito de suministro. También se permiten los cables y cordones flexibles para esa parte del circuito en donde los medios de instalación fijos del Artículo 501-4(a) no proporcionan el grado de la libertad necesario para el movimiento de los equipos eléctricos utilitarios fijos y móviles en una planta industrial cuyas condiciones de mantenimiento y supervisión garanticen que sólo atienden la instalación personas calificadas y el cable flexible esté protegido contra daños físicos, bien sea por su ubicación o por una protección mecánica. El tramo de cable flexible debe ser continuo. Cuando se utilicen cables o cordones flexibles, deben : (1) ser de un tipo aprobado para uso extrapesado; (2) contener, además de los conductores del circuito, un conductor de puesta a tierra que cumpla lo establecido en el Artículo 400-23; (3) ir firmemente conectados a los terminales o conductores de suministro de manera que se eviten desconexiones accidentales; (4) estar sujetos por abrazaderas u otros medios de sujeción de modo que no causen tensión mecánica en las conexiones con los terminales, y (5) estar dotados de los sellos cortafuegos adecuados cuando entren en cajas, accesorios o encerramientos a prueba de explosión.

Excepción: Lo establecido en los Artículos 501-3(b)(6) y 501-4(b).

Se consideran equipos eléctricos utilitarios portátiles las bombas eléctricas sumergibles que se pueden sacar sin entrar en el pozo. Se permite tender el cable flexible a través de una canalización adecuada, instalada entre el pozo y la fuente de alimentación.

Se consideran equipos eléctricos utilitarios portátiles las mezcladoras eléctricas destinadas para viajar dentro y fuera de tanques de mezclado de tipo abierto.

Nota: Para los cables flexibles expuestos a líquidos que puedan tener efectos corrosivos sobre el aislamiento de los conductores, véase el Artículo 501-13.

501-12. Tomacorrientes y clavijas en lugares Clase I Divisiones 1 y 2. Los tomacorrientes y clavijas deben ser de un tipo que ofrezca conexión con el conductor de puesta a tierra de un cordón flexible y estar aprobados para su uso en esos lugares.

Excepción: Lo establecido en el Artículo 501-3(b)(6).

501-13. Aislamiento de los conductores en lugares Clase I Divisiones 1 y 2. Cuando puedan acumularse líquidos o vapores condensados o entrar en contacto con el aislamiento de los conductores, dicho aislamiento debe ser de un tipo resistente a tales líquidos o vapores o debe estar protegido por un blindaje de plomo u otros medios aprobados.

501-14. Sistemas de señalización, alarma, comunicaciones y control remoto.

(a) **En lugares Clase I División 1.** Todos los aparatos y equipos de señalización, alarma, comunicaciones y control remoto en lugares Clase I División 1, independientemente de su tensión, deben estar aprobados para lugares Clase I División 1 y su instalación debe cumplir lo establecido en los Artículos 501-4(a) y 501-5(a) y (c).

(b) **En lugares Clase I División 2.** Los sistemas de señalización, alarma, comunicaciones y control remoto en lugares Clase I División 2 deben cumplir las siguientes condiciones :

(1) **Contactos.** Los interruptores, interruptores automáticos y contactos de cierre y apertura de los pulsadores, relés, campanas de alarma y sirenas, deben estar en encerramientos aprobados para lugares Clase I División 1 según el Artículo 501-3(a).

Excepción: Se permite utilizar encerramientos de propósito general si los contactos de corte de corriente están (a) sumergidos en aceite, o (b) metidos en una cámara herméticamente cerrada contra la entrada de gases o vapores, o (c) en circuitos no incendiarios, o (d) parte de un conjunto no incendiario certificado.

(2) **Resistencias y equipos similares.** Las resistencias, dispositivos con resistencias, tubos termoiónicos, rectificadores y equipos similares deben cumplir lo establecido en el Artículo 501-3(b)(2).

(3) **Fusibles y pararrayos.** Los dispositivos de protección contra rayos y los fusibles deben ir instalados en encerramientos. Se permite que esos encerramientos sean de propósito general.

(4) **Alambrado y sellado.** Todo el alambrado debe cumplir lo establecido en los Artículos 501-4(b) y 501-5(b) y (c).

501-15. Partes energizadas expuestas en lugares Clase I Divisiones 1 y 2. En los lugares Clase I Divisiones 1 y 2 no deben haber partes energizadas expuestas.

501-16. Puesta a tierra en los lugares Clase I Divisiones 1 y 2. El alambrado y los equipos en los lugares Clase I Divisiones 1 y 2 se deben poner a tierra según se establece en la Sección 250 y además cumplir los siguientes requisitos:

(a) **Conexiones equipotenciales.** Las conexiones equipotenciales se deben hacer mediante accesorios u otros medios adecuados para ese propósito. Como medio de conexión equipotencial no se debe depender del contacto de las boquillas de tipo con contratuerca o con doble contratuerca. Los medios para conexiones

equipotenciales se deben aplicar a todas las canalizaciones, accesorios, cajas, armarios, etc. involucrados entre los lugares Clase I y el punto de puesta a tierra del equipo de acometida o de un sistema derivado independiente.

Excepción: Los medios específicos para conexión equipotencial sólo se requieren hasta el punto más cercano donde el conductor del circuito puesto a tierra y el conductor del electrodo de puesta a tierra se conectan juntos en el lado de la red de los medios de desconexión de la edificación o estructura, como se especifica en los Artículos 250-24(a), (b) y (c), siempre que la protección contra sobrecorriente del circuito ramal esté ubicada del lado de la carga de los medios de desconexión.

Nota : Para otros requisitos de las conexiones equipotenciales en lugares peligrosos (clasificados), véase el Artículo 250-78.

(b) Tipos de conductores para puesta a tierra de equipos. Cuando se utilice tubo metálico flexible o tubo metálico flexible hermético a los líquidos, como permite el Artículo 501-4(b) y se empleen esos tubos como el único medio de puesta a tierra de los equipos, se deben instalar puentes de conexión equipotencial internos en paralelo con cada tubo conduit y que cumplan lo establecido en el Artículo 250-79.

501-17. Protección contra impulsos de tensión.

(a) En lugares Clase I División 1. Los descargadores de sobretensión, incluyendo su instalación y conexión deben cumplir lo establecido en la Sección 280. Los descargadores de sobretensión y condensadores se deben instalar en encerramientos aprobados para lugares Clase I División 1. Los condensadores de protección contra impulsos de tensión deben ser de un tipo diseñado y fabricado para ese servicio específico.

(b) En lugares Clase I División 2. Los descargadores de sobretensión, como los varistores de óxidos metálicos (MOV), tipo sellado, no deben producir arcos; los condensadores de protección contra impulsos de tensión deben ser de un tipo diseñado y fabricado para ese servicio específico. Su instalación y conexiones deben cumplir con lo establecido en la Sección 280.

Se permite que los encerramientos sean de propósito general. Las protecciones contra impulsos de tensión de tipo distinto al anteriormente descrito, se deben instalar en encerramientos aprobados para lugares Clase I División 1.

501-18. Circuitos ramales multiconductores. No están permitidos los circuitos ramales multiconductores en los lugares Clase I División 1.

Excepción: Cuando el(los) dispositivo(s) de desconexión del circuito abra(n) de forma simultánea todos los conductores no puestos a tierra del circuito multiconductor.

Sección 502 - LUGARES CLASE II

502-1. Generalidades. Al alambrado y equipos eléctricos en lugares clasificados como de Clase II en el Artículo 500-8, se les aplican las normas generales de este *Código.*

Excepción nº. 1: Las modificaciones de esta Sección.

Para efectos de esta Sección, "a prueba de ignición de polvos" quiere decir cerrado en un lugar que evite la entrada de polvo y que, cuando está instalado y protegido de acuerdo con las disposiciones de este *Código*, no permite que se generen en el encerramiento o salgan de él arcos, chispas o calor que puedan causar la ignición de acumulaciones externas o suspensiones de determinados polvos que haya dentro o en las cercanías del encerramiento.

Nota: Para más información sobre encerramientos a prueba de ignición de polvos, véanse los encerramientos tipo 9 en *Enclosures for Electrical Equipment,* ANSI/NEMA 250-1991, y *Explosionproof and Dust-Ignitionproof Electrical Equipment for Use in Hazardous (Classified) Locations,* ANSI/UL 1203-1988.

Los equipos instalados en lugares Clase II deben ser capaces de funcionar a plena potencia nominal sin dar lugar a temperaturas superficiales tan altas que puedan causar deshidratación excesiva o carbonización gradual de los depósitos de polvos orgánicos que pudieran producirse.

Nota: El polvo carbonizado o excesivamente seco es altamente susceptible de producir autoignición espontánea.

Los equipos y alambrado del tipo definido en la Sección 100 como a prueba de explosión no son necesarios y no son aceptables en lugares Clase II, a menos que estén aprobados para ello.

Cuando haya presentes polvos de Clase II Grupo E en cantidades peligrosas, estos lugares se deben clasificar en la División 1.

502-2. Transformadores y condensadores.

(a) **Clase II División 1.** En los lugares Clase II División 1, los transformadores y condensadores deben cumplir los siguientes requisitos:

(1) **Los que contengan un líquido inflamable.** Los transformadores y condensadores que contengan un líquido inflamable se deben instalar sólo en bóvedas aprobadas que cumplan lo establecido en los Artículos 450-41 a 450-48 y, además : 1) los vanos de las puertas u otras aberturas que comuniquen con el lugar de División 1 deben tener a ambos lados de la pared puertas cortafuegos que se cierren solas y las puertas deben estar montadas con cuidado y dotadas de sellos adecuados (por ejemplo, de intemperie) para reducir al mínimo la entrada de polvo en el bóveda; 2) las aberturas y ductos de ventilación deben comunicar únicamente con el aire exterior (ambiente no clasificado); y 3) se deben proporcionar aberturas adecuadas para alivio de presión que comuniquen con el aire exterior (ambiente no clasificado).

(2) **Los que no contengan un líquido inflamable.** Los transformadores y condensadores que no contengan un líquido inflamable deben : 1) instalarse en bóvedas que cumplan lo establecido en los Artículos 450-41 a 450-48 o 2) estar aprobados como un ensamble completo, incluidas sus conexiones terminales, para lugares Clase II.

(3) **Polvos metálicos.** No se deben instalar transformadores ni condensadores en lugares donde puedan estar presentes polvos de magnesio, aluminio, broncealuminio u otros polvos metálicos de características peligrosas similares.

(b) **Clase II División 2.** En los lugares Clase II División 2, los transformadores y condensadores deben cumplir las siguientes condiciones:

(1) **Los que contengan líquido inflamable.** Los transformadores y condensadores que contengan líquido inflamable se deben instalar en bóvedas que cumplan lo establecido en los Artículos 450-41 a 450-48.

(2) **Que contengan Askarel.** El uso de transformadores que contengan Askarel está prohibido en Colombia. Véase definición de "Askarel" en la Sección 100.

(3) **Transformadores tipo seco.** Los transformadores tipo seco se deben instalar en bóvedas o deben: 1) tener sus devanados y conexiones terminales encerrados en carcasas metálicas herméticas sin ventilación ni otras aberturas y 2) operar a no más de 600 V nominales.

502-4. Métodos de alambrado. Los métodos de alambrado deben cumplir los siguientes requisitos a) y b):

(a) **Clase II División 1.** En los lugares Clase II División 1, el método de alambrado utilizado debe ser tubo conduit metálico rígido (tipo Rigid) roscado NPT, tubo conduit de acero intermedio (tipo IMC) roscado NPT o cables tipo MI con accesorios de terminación aprobados para esos lugares. Los cables tipo MI se deben instalar y soportar de modo que se eviten los esfuerzos mecánicos en los accesorios de sus terminaciones.

Excepción: En establecimientos industriales con acceso restringido al público, cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión garanticen que sólo acceden a la instalación personas calificadas, se permite utilizar cables tipo MC certificados para su uso en lugares Clase II División 1, con blindaje continuo de aluminio corrugado hermético a gases y vapores y una chaqueta externa de material polímero adecuado, con conductores separados de puesta a tierra que cumplan lo establecido en el Artículo 250-95 y dotados de accesorios terminales certificados para esa aplicación.

(1) **Accesorios y cajas.** Los accesorios y cajas deben estar dotados de salientes roscadas para conectar las terminaciones de los tubos conduit o los cables, deben tener tapa con accesorio de cierre y no tener aberturas (como agujeros para los tornillos de fijación) a través de las cuales pudiera entrar polvo, salir chispas o material ardiendo. Los accesorios y cajas en los que se hagan derivaciones, uniones o conexiones con los terminales o que se utilicen en lugares donde haya polvos combustibles o de naturaleza conductiva de electricidad, deben estar aprobados para lugares Clase II.

(2) **Conexiones flexibles.** Cuando sea necesario utilizar conexiones flexibles, se deben utilizar conectores flexibles herméticos al polvo, tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos con accesorios aprobados, tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos con accesorios aprobados o cordones flexibles aprobados para uso extrapesado y provistos de accesorios con pasacables. Cuando se utilicen cordones flexibles, deben cumplir lo establecido en el Artículo 502-12. Cuando las conexiones flexibles estén expuestas a aceite u otras condiciones corrosivas, el aislamiento de los conductores debe ser de un tipo aprobado para esas condiciones o estar protegido por una chaqueta adecuada.

Nota: Para puesta a tierra cuando se usa tubo conduit flexible, véase el Artículo 502-16(b).

(b) **En lugares Clase II División 2.** En lugares Clase II División 2, el método de alambrado empleado debe ser tubo conduit metálico rígido (tipo Rigid), tubo conduit metálico intermedio (tipo IMC), tuberías eléctricas metálicas (tipo EMT), canalizaciones herméticas al polvo o cables tipo MC o MI con terminales aprobados o cables tipo PLTC o ITC en bandejas portacables o tipo MC, MI o TC instalados en bandeja portacables en escalera, ventilada o de canal ventilado en una sola capa con un espacio entre dos cables adyacentes no menor al diámetro del cable más grueso.

Excepción: Se permite que el alambrado en circuitos no incendiarios se haga utilizando cualquiera de los métodos adecuados para lugares no clasificados.

(1) **Canalizaciones, accesorios y cajas.** Las canalizaciones, accesorios y cajas en las que haya derivaciones, uniones o conexiones con los terminales, deben estar diseñadas para minimizar la entrada de polvo y además (1) estar dotadas de tapas telescópicas, con accesorio de cierre o de otro medio eficaz que evite la salida de chispas o material ardiendo y (2) no deben tener aberturas (como agujeros para tornillos de fijación) a través de las cuales, una vez terminada la instalación, puedan salir chispas, material ardiendo o a través de las cuales materiales combustibles adyacentes puedan comenzar la ignición.

(2) **Conexiones flexibles.** Cuando sea necesario hacer conexiones flexibles, se aplican las disposiciones del anterior apartado (a)(2).

502-5. Sellado, lugares Clase II Divisiones 1 y 2. Cuando una canalización comunique a un encerramiento a prueba de ignición de polvos con otro que no deba estarlo, se deben instalar los medios adecuados para evitar la entrada de polvo por la canalización en el encerramiento a prueba de ignición. Se permite utilizar uno de los siguientes medios: 1) un sello eficaz y permanente; 2) una canalización horizontal no menor a 3,0 m de largo o 3) una canalización vertical no menor a 1,50 m de largo que se prolongue hacia abajo desde el encerramiento a prueba de ignición.

Cuando una canalización comunique a un encerramiento que deba ser a prueba de ignición de polvos con otro ubicado en un lugar no clasificado, no serán necesarios sellos.

Los accesorios de sellado deben ser accesibles. No se requiere que los sellos sean a prueba de explosión.

Nota: La masilla eléctrica se considera un método de sellado.

502-6. Interruptores, interruptores automáticos, controladores de motores y fusibles.

(a) **En lugares Clase II División 1.** Los interruptores, interruptores automáticos, controladores de motores y fusibles instalados en los lugares Clase II División 1 deben cumplir los siguientes requisitos:

(1) **Tipo requerido.** Los interruptores, interruptores automáticos, controladores de motores y fusibles, incluidos pulsadores, relés y dispositivos similares instalados para interrumpir el paso de la corriente durante el funcionamiento normal o donde pueda haber polvos combustibles de una naturaleza eléctricamente conductiva, deben estar instalados en encerramientos aprobados a prueba de ignición de polvos.

(2) **Seccionadores (interruptores de separación).** Los interruptores de separación y desconectores que no contengan fusibles y no estén destinados para interrumpir el paso de corriente ni donde pueda haber polvos eléctricamente conductivos, deben estar dotados de encerramientos metálicos herméticos, diseñados para minimizar la entrada de polvo y que además : 1) deben estar equipados con tapas telescópicas, con accesorio de cierre o con otro medio eficaz que evite el escape de chispas o de material ardiendo y 2) no deben tener aberturas (como agujeros para tornillos de fijación) a través de las cuales, una vez terminada la instalación, puedan escapar chispas o material ardiendo o a través de las cuales se puedan comenzar la ignición de materiales combustibles adyacentes.

(3) **Polvos metálicos.** En lugares donde pueda haber polvos de magnesio, aluminio y bronce-aluminio u otros metales peligrosos de características similares, los fusibles, interruptores, controladores de motores e interruptores automáticos deben estar en encerramientos aprobados específicamente para esos lugares.

(b) **En lugares Clase II División 2.** Los encerramientos de fusibles, interruptores, interruptores automáticos y controladores de motores instalados en lugares Clase II División 2, incluidos los pulsadores, relés y dispositivos similares, deben ser herméticos al polvo.

502-7. Transformadores y resistencias de control.

(a) **En lugares Clase II División 1.** Los transformadores de control, solenoides, bobinas, resistencias y cualquier dispositivo de protección contra sobrecorriente o mecanismo de conmutación asociado con ellos, instalados en lugares Clase II División 1, deben estar en encerramientos a prueba de ignición de polvos aprobados para lugares Clase II. No se debe instalar ningún transformador de control, bobina o resistencia en lugares donde pueda haber polvos de magnesio, aluminio y bronce-aluminio u otros metales peligrosos de características similares, si no están protegidos por un encerramiento aprobado para ese lugar específico.

(b) **En lugares Clase II División 2.** Los transformadores y resistencias instalados en lugares Clase II División 2 deben cumplir las siguientes condiciones:

(1) **Mecanismos de conmutación.** Los mecanismos de conmutación (incluidos los dispositivos de protección contra sobrecorriente) asociados con los transformadores de control, solenoides, bobinas y resistencias, deben estar instalados en encerramientos herméticos al polvo.

(2) **Bobinas y devanados.** Cuando no estén instalados en el mismo encerramiento de los mecanismos de conmutación, los transformadores de control, solenoides y bobinas, deben estar dotados de encerramientos metálicos herméticos sin aberturas de ventilación.

(3) **Resistencias.** Las resistencias y dispositivos con resistencias deben instalarse en encerramientos a prueba de ignición de polvo aprobados para lugares Clase II.

Excepción: Cuando la temperatura máxima en funcionamiento normal de una resistencia no supere los 120℃ , se permite que las resistencias no ajustables o las que formen parte de un dispositivo de arranque automático estén en encerramientos que cumplan la anterior condición (b)(2).

502-8. Motores y generadores.

(a) **En lugares Clase II División 1.** Los motores, generadores y otros equipos eléctricos rotativos instalados en lugares Clase II División 1, deben estar:

(1) Aprobados para lugares Clase II División 1, o

(2) Totalmente encerrados ventilados por ductos, que cumplan las limitaciones de temperatura del Artículo 502-1.

(b) **En lugares Clase II División 2.** Los motores, generadores y otros equipos eléctricos rotativos instalados en lugares Clase II División 2 deben estar totalmente cerrados sin ventilar, totalmente cerrados ventilados por ductos, totalmente cerrados refrigerados por aire y agua, totalmente cerrados refrigerados por ventilador o en encerramientos a prueba de ignición de polvos cuya temperatura máxima exterior a plena carga cumpla lo establecido en el Artículo 500-5.f) en funcionamiento normal al aire libre (sin que se haya depositado una capa de polvo) y no deben tener aberturas externas.

Excepción: Si la autoridad competente estima que la acumulación de polvo no conductor y no abrasivo va a ser moderada, que las máquinas son fácilmente accesibles para su limpieza y mantenimiento rutinarios y que su temperatura máxima de funcionamiento no supera los 120ºC, puede permitir instalar alguno de los siguientes equipos :

a. Máquinas normalizadas tipo abierto sin contactos deslizantes ni mecanismos de interrupción centrífugos ni de otros tipos de interrupción, incluyendo dispositivos de protección contra sobrecorrientes, sobrecargas o sobrecalentamientos, o dispositivos de resistencia integrados.

b. Máquinas normalizadas tipo abierto con contactos deslizantes, mecanismos de interrupción o dispositivos de resistencia, instalados dentro de encerramientos herméticos al polvo sin aberturas de ventilación u otras aberturas.

c. Máquinas autolimpiantes con motor tipo jaula de ardilla, para uso textil.

502-9. Ductos de ventilación. Los ductos de ventilación para motores, generadores u otras máquinas eléctricas rotativas o para encerramientos de equipos eléctricos, deben ser metálicos de un espesor no menor a 0,5 mm (0,021 pulgadas) o de un material no combustible y deben cumplir las siguientes condiciones : 1) estar conectados directamente a una fuente de aire limpio fuera del edificio; 2) tener rejillas en sus extremos exteriores para evitar la entrada de pájaros o de animales pequeños y 3) estar protegidos contra daños físicos, oxidación u otras influencias corrosivas.

Los ductos de ventilación deben cumplir además las siguientes condiciones (a) y (b):

(a) **En lugares Clase II División 1.** En los lugares Clase II División 1, los ductos de ventilación, incluidas sus conexiones con los motores o con los encerramientos a prueba de ignición de polvos para otros equipos, deben ser herméticos al polvo en toda su longitud. En las tuberías metálicas, los cordones (costuras) y uniones deben cumplir con una de las siguientes condiciones : 1) estar grafados y soldados; 2) estar sujetos con pernos y soldados; 3) estar soldados o 4) estar protegidos contra la entrada del polvo por cualquier otro medio igualmente efectivo.

(b) **En lugares Clase II División 2.** En los lugares Clase II División 2, los ductos de ventilación y sus conexiones deben ser suficientemente herméticos como para evitar la entrada de cantidades apreciables de polvo en los equipos o encerramientos ventilados y para evitar la salida de chispas, llamas o material ardiendo que pueda incendiar el polvo acumulado o los materiales combustibles que pueda haber a su alrededor. En los ductos metálicos se permiten las costuras de cierre y uniones grafadas o soldadas; cuando sea necesaria cierta flexibilidad, como en la conexión con los motores, se permiten juntas de dilatación herméticamente ajustadas.

502-10. Equipos eléctricos utilitarios.

(a) **En lugares Clase II División 1.** Todos los equipos eléctricos utilitarios instalados en lugares Clase II División 1 deben estar aprobados para lugares Clase II. Cuando pueda haber polvos de magnesio, aluminio, broncealuminio u otros metales peligrosos de características similares, tales equipos deben estar aprobados para ese lugar específico.

(b) **En lugares Clase II División 2.** Todos los equipos eléctricos utilitarios instalados en lugares Clase II División 2 deben cumplir las siguientes condiciones:

(1) **Calentadores.** Los equipos eléctricos utilitarios calentados eléctricamente deben estar aprobados para lugares Clase II.

Excepción: Los paneles radiadores de calefacción en encerramientos metálicos deben ser herméticos al polvo y estar rotulados según establece el Artículo 500-5(d)

.

(2) **Motores.** Los motores de equipos eléctricos utilitarios deben cumplir lo establecido en el Artículo 502-8(b).

(3) **Interruptores, interruptores automáticos y fusibles.** Los encerramientos de los interruptores, interruptores automáticos y fusibles, deben ser herméticos al polvo.

(4) **Transformadores, solenoides bobinas y resistencias.** Los transformadores, solenoides, bobinas y resistencias deben cumplir lo establecido en el Artículo 502-7(b).

502-11. Equipos de alumbrado. Los equipos de alumbrado deben cumplir las siguientes condiciones (a) y (b):

(a) **En lugares Clase II División 1.** Los equipos de alumbrado, en los lugares Clase II División 1, deben cumplir las siguientes condiciones :

(1) **Equipos aprobados.** Cada equipo debe estar aprobado para lugares Clase II División 1 y debe llevar claramente rotulada la potencia máxima de la bombilla, en vatios, para la cual está aprobado. En lugares donde pueda haber polvos de magnesio, aluminio y broncealuminio u otros metales peligrosos de características similares, todos los equipos fijos o portátiles de alumbrado y sus equipos auxiliares deben estar aprobados para esos lugares específicos.

(2) **Daños físicos.** Cada equipo se debe proteger contra daños físicos bien sea por su ubicación o mediante la utilización de rejillas protectoras.

(3) **Equipos colgantes.** Los equipos colgantes deben estar suspendidos de tramos de tubo conduit metálico rígido (tipo Rigid) roscado NPT, de tramos de tubo conduit intermedio de acero (tipo IMC) roscado NPT, de cadenas con accesorios aprobados o por cualquier otro medio aprobado. Los tramos rígidos de más de 0,30 m de largo se deben apuntalar eficaz y permanente para evitar su desplazamiento lateral, a no más de 0,30 m sobre el extremo inferior del tramo o tener cierta flexibilidad en forma de un accesorio o conector flexible aprobado para ese lugar, instalado a no más de 0,30 m del punto de unión a la caja o accesorio de soporte. Las uniones roscadas deben llevar tornillos de ajuste u otros medios eficaces para impedir que se aflojen. Cuando el alambrado ubicado entre la caja de salida o accesorio y el equipo colgante no esté encerrado en un tubo conduit, se debe utilizar un cordón flexible aprobado para uso pesado e instalar sellos adecuados en el lugar por donde el cable entre en el equipo y en la caja de salida o accesorio. El cable o cordón flexible no se debe utilizar como medio de soporte del equipo.

Nota : Véase la Tabla 400-4 para los tipos de cables y cordones flexibles permitidos en lugares clasificados.

(4) **Soportes.** Las cajas, conjuntos de cajas o accesorios utilizados como soporte de los equipos de alumbrado, deben estar aprobados para su uso en lugares Clase II.

(b) **Lugares Clase II División 2.** Los equipos de alumbrado instalados en lugares Clase II División 2 deben cumplir los siguientes requisitos:

(1) **Equipos portátiles de alumbrado.** Los equipos portátiles de alumbrado deben estar aprobados para usarlos en lugares Clase II y estar claramente rotulados con la potencia máxima, en vatios, de las bombillas para las cuales están aprobados.

(2) **Equipos fijos.** Los equipos fijos de alumbrado, cuando no son de un tipo aprobado para lugares Clase II, deben proporcionar encerramientos para bombillas y portabombillas que deben estar diseñados para reducir al mínimo el depósito de polvo sobre las bombillas y para evitar que escapen chispas, material ardiendo o metal caliente. Cada equipo debe estar claramente rotulado con la potencia máxima, en vatios, de la bombilla que se permite sin superar una determinada temperatura en sus superficies expuestas bajo condiciones normales de uso, de acuerdo con el Artículo 500-5(f).

(3) **Daños físicos.** Los equipos de alumbrado fijos deben estar protegidos contra daños físicos bien sea por su ubicación o por medio de protectores adecuados.

(4) **Equipos colgantes.** Los equipos colgantes deben estar suspendidos de tramos de tubo conduit de metal rígido (tipo Rigid) roscado NPT, de tramos de tubo intermedio de acero (tipo IMC) roscado NPT, de cadenas con accesorios aprobados o por cualquier otro medio aprobado. Los tramos rígidos de más de 0,30 m de largo se deben apuntalar eficaz y permanente para evitar su desplazamiento lateral, a no más de 0,30 m sobre el extremo inferior del tramo o debe tener cierta flexibilidad en forma de accesorio aprobado o un conector flexible para ese lugar, instalado a no más de 0,30 m del punto de unión a la caja o accesorio de soporte. Cuando el alambrado ubicado entre la caja de salida o accesorio y el artefacto colgante no esté encerrado en tubo conduit, se debe utilizar un cordón flexible aprobado para uso pesado. El cable o cordón flexible no se debe utilizar como medio de soporte para un artefacto.

(5) **Bombillas de descarga.** Los equipos de encendido y control de las bombillas de descarga deben cumplir lo establecido en el Artículo 502-7(b).

502-12. Cables y cordones flexibles en lugares Clase II Divisiones 1 y 2. Los cables y cordones flexibles utilizados en lugares Clase II deben cumplir las siguientes condiciones: 1) ser de un tipo aprobado para uso

extrapesado; 2) contener, además de los conductores del circuito, un conductor de puesta a tierra que cumpla lo establecido en el Artículo 400-23; 3) estar conectados a los terminales o conductores de suministro de manera aprobada; 4) estar soportados por abrazaderas u otro medio adecuado que evite la tensión mecánica en las conexiones de los terminales; y 5) estar dotados de sellos adecuados que eviten la entrada de polvo por los puntos donde el cable o cordón flexible entre en cajas o accesorios que se requiere sean a prueba de ignición de polvos.

502-13. Tomacorrientes y clavijas.

(a) **En lugares Clase II División 1.** En los lugares Clase II División 1, los tomacorrientes y clavijas deben ser de un tipo que permita conectar el conductor de puesta a tierra del cable o cordón flexible y estar aprobados para lugares Clase II.

(b) **En lugares Clase II División 2.** En los lugares Clase II División 2, los tomacorrientes y clavijas deben ser de un tipo que permita conectar el conductor de puesta a tierra del cable o cordón flexible y estar diseñados de tal modo que no se pueda conectar o desconectar al circuito de suministro mientras estén expuestas partes energizadas.

502-14. Sistemas de señalización, alarma, comunicaciones y control remoto; medidores, instrumentos y relés.

Nota: Para las normas sobre instalación de los circuitos de comunicaciones, véase la Sección 800.

(a) **En lugares Clase II División 1.** Los equipos de señalización, alarma, comunicaciones y control remoto, medidores, instrumentos y relés, instalados en lugares Clase II División 1, deben cumplir las siguientes condiciones:

(1) **Métodos de alambrado.** Los métodos de alambrado deben cumplir lo establecido en el Artículo 502-4(a).

(2) **Contactos.** Los interruptores, interruptores automáticos, relés, contactores, fusibles y dispositivos de interrupción del paso de corriente para campanas, timbres, bocinas, sirenas y otros dispositivos que puedan producir chispas o arcos, deben ir dentro de encerramientos aprobados para lugares Clase II.

Excepción: Cuando los contactos de corte de corriente estén sumergidos en aceite o la interrupción de la corriente se produzca dentro de una cámara sellada contra la entrada de polvo, se permite que los encerramientos sean de propósito general.

(3) **Resistencias y equipos similares.** Las resistencias, transformadores, bobinas, rectificadores, tubos termoiónicos y otros equipos que generen calor, deben ir dentro de encerramientos aprobados para lugares Clase II.

Excepción: Cuando las resistencias o equipos similares estén sumergidos en aceite o encerradas en una cámara sellada contra la entrada de polvo, se permite que los encerramientos sean de propósito general.

(4) **Maquinaria rotativa.** Los motores, generadores y otras máquinas eléctricas rotativas deben cumplir lo establecido en el Artículo 502-8(a).

(5) **Polvos combustibles eléctricamente conductivos.** Cuando los polvos sean combustibles y eléctricamente conductivos, todos los equipos y el alambrado deben estar aprobados para lugares Clase II.

(6) **Polvos metálicos.** En lugares donde pueda haber polvos de magnesio, aluminio, broncealuminio u otros metales peligrosos de características similares, todos los aparatos y equipos deben estar aprobados para esas condiciones específicas.

(b) **En lugares Clase II División 2.** Los equipos de señalización, alarma, comunicaciones y control remoto, medidores, instrumentos y relés, instalados en lugares Clase II División 2, deben cumplir las siguientes condiciones:

(1) **Contactos.** Los encerramientos deben cumplir la anterior condición (a)(2) o los contactos deben estar en encerramientos metálicos herméticos diseñados para evitar la entrada de polvo; deben tener tapas telescópicas o con accesorio hermético y sin aberturas a través de las cuales, después de la instalación, pudieran escapar chispas o material ardiendo.

Excepción: En circuitos no incendiarios se permite que los encerramientos sean de propósito general.

(2) **Transformadores y equipos similares.** Los devanados y las conexiones terminales de los transformadores, bobinas y equipos similares deben estar en encerramientos metálicos herméticos sin aberturas de ventilación.

(3) **Resistencias y equipos similares.** Las resistencias, dispositivos a base de resistencias, tubos termoiónicos, rectificadores y equipos similares deben cumplir la anterior condición (a)(3).

Excepción: Se permite que sean de propósito general los encerramientos para tubos termoiónicos, resistencias fijas ajustables o rectificadores cuya máxima temperatura de funcionamiento no supere los 120℃.

(4) **Maquinaria rotativa.** Los motores, generadores y otras máquinas eléctricas rotativas deben cumplir lo establecido en el Artículo 502-8(b).

(5) **Métodos de alambrado.** Los métodos de alambrado deben cumplir lo establecido en el Artículo 502-4(b).

502-15. Partes energizadas en lugares Clase II Divisiones 1 y 2. En estos lugares no debe haber partes energizadas expuestas.

502-16. Puesta a tierra en lugares Clase II Divisiones 1 y 2. El alambrado y equipos de los lugares Clase II Divisiones 1 y 2 se deben poner a tierra como se especifica en la Sección 250 y además cumplir las siguientes condiciones:

(a) **Conexiones equipotenciales.** Las conexiones equipotenciales se deben hacer mediante accesorios u otros medios adecuados para ese propósito. Como medio de conexión equipotencial no se debe depender del contacto de las boquillas del tipo con contratuerca o con doble contratuerca. Los medios para conexiones equipotenciales se deben aplicar a todas las canalizaciones, accesorios, cajas, armarios, etc. involucrados entre los lugares Clase II y el punto de puesta a tierra del equipo de acometida o de un sistema derivado independiente.

Excepción: Los medios específicos para conexión equipotencial sólo se requieren hasta el punto más cercano donde el conductor del circuito puesto a tierra y el conductor del electrodo de puesta a tierra se conectan juntos en el lado de la red de los medios de desconexión de la edificación o estructura, como se especifica en los Artículos 250-24(a), (b) y (c), siempre que la protección contra sobrecorriente del circuito ramal esté ubicada del lado de la carga de los medios de desconexión.

Nota : Para otros requisitos de las conexiones equipotenciales en lugares peligrosos (clasificados), véase el Artículo 250-78.

(b) **Tipos de conductores de puesta tierra de equipos.** Cuando se utilice tubo conduit metálico flexible como permite el Artículo 502-4, se deben instalar puentes de conexión equipotencial internos en paralelo con cada tubo y que cumplan con lo establecido en el Artículo 250-79.

502-17. Protección contra impulsos de tensión en lugares Clase II Divisiones 1 y 2. Los descargadores de sobretensión, incluyendo su instalación y conexión deben cumplir lo establecido en la Sección 280. Además, cuando estén instalados en lugares Clase II División 1, los descargadores de sobretensión se deben instalar en encerramientos aprobados. Los condensadores de protección contra impulsos de tensión deben ser de un tipo diseñado y fabricado para ese servicio específico.

502-18. Circuitos ramales multiconductores. No están permitidos los circuitos ramales multiconductores en los lugares Clase II División 1.

Excepción: Cuando el(los) dispositivo(s) desconexión del circuito abra(n) simultáneamente todos los conductores no puestos a tierra (conductores de fase) del circuito multiconductor.

Nota : Véase la definición de "Circuito ramal multiconductor" en la sección 100.

Sección 503 - LUGARES CLASE III

503-1. Generalidades. Al alambrado y equipos eléctricos en lugares clasificados como de Clase III en el Artículo 500-9, se les aplican las normas generales de este *Código,* exceptuando las modificaciones que se hagan dentro de esta sección.

Los equipos instalados en lugares Clase III deben ser capaces de funcionar a plena potencia sin que la temperatura en su superficie suba lo suficiente para causar una excesiva deshidratación o una carbonización gradual de las fibras o pelusas acumuladas, puesto que la materia orgánica carbonizada o excesivamente seca es muy susceptible de ignición espontánea. La temperatura máxima superficial de los equipos en condiciones normales de funcionamiento no debe superar 165℃ para equipos q ue no están expuestos a sobrecargas y 120℃ para eq uipos que se puedan sobrecargar (como los motores o transformadores).

Nota: Para los montacargas eléctricos, véase *Fire Safety Standard for Powered Industrial Trucks Including Type Designations, Areas of Use, Maintenance, and Operation,* ANSI/NFPA 505-1996.

503-2. Transformadores y condensadores en lugares Clase III Divisiones 1 y 2. Los transformadores y condensadores deben cumplir lo establecido en el Artículo 502.2(b).

503-3. Métodos de alambrado. Los métodos de alambrado deben cumplir las siguientes condiciones (a) y (b):

(a) **En lugares Clase III División 1.** En los lugares Clase III División 1, el método de alambrado debe ser tubo conduit metálico rígido (tipo Rigid), tubo conduit rígido no metálico, tubo conduit metálico intermedio (tipo IMC), tuberías eléctricas metálicas (tipo EMT), canalizaciones de cables herméticas al polvo o cables tipo MC o MI con accesorios terminales aprobados.

Nota : Véase el Capítulo 3 para los diferentes tipos de tubos conduit, tuberías y cables.

(1) **Cajas y accesorios.** Todas las cajas y accesorios deben ser herméticos al polvo.

(2) **Conexiones flexibles.** Cuando sea necesario utilizar conexiones flexibles, se deben utilizar conectores flexibles herméticos al polvo, tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos

con accesorios aprobados, tubo conduit flexible no metálico hermético a los líquidos con accesorios aprobados, cables o cordones flexibles de acuerdo con el Artículo 503-10.

Nota: Para los requisitos de puesta a tierra cuando se emplea tubo conduit flexible, véase el Artículo 503-16(b). Véase el Capítulo 3 para los tubos conduit flexibles metálicos y no metálicos.

(b) **En lugares Clase III División 2.** En los lugares Clase III División 2, los métodos de alambrado deben cumplir el anterior apartado (a).

Excepción: En secciones, áreas o compartimientos utilizados únicamente para almacenaje que no contengan maquinaria, se permite instalar alambrado a la vista sobre aisladores siempre que cumplan lo establecido en la Sección 320, siempre y cuando los conductores no vayan por espacios entre la cubierta y el cielo raso, estén lejos de fuentes que puedan dar lugar a daños físicos y estén protegidos según exige el Artículo 320-14.

503-4. Interruptores, interruptores automáticos, controladores de motores y fusibles en lugares Clase III Divisiones 1 y 2. Los interruptores, interruptores automáticos, controladores de motores y fusibles, incluyendo pulsadores, relés y dispositivos similares, instalados en los lugares Clase III Divisiones 1 y 2, deben ir dentro de encerramientos herméticos al polvo.

503-5. Transformadores y resistencias de control en lugares Clase III Divisiones 1 y 2. Los transformadores de control, bobinas y resistencias utilizadas como equipo de control, o como parte de este, para motores, generadores y artefactos, deben estar en encerramientos herméticos al polvo y cumplir las limitaciones de temperatura del Artículo 503-1.

503-6. Motores y generadores en lugares Clase III Divisiones 1 y 2. Los motores, generadores y otras máquinas eléctricas rotativas instalados en lugares Clase III Divisiones 1 y 2, deben ser de los tipos totalmente cerrados no ventilados, totalmente cerrados ventilados por ductos o totalmente cerrados refrigerados con ventilador.

Excepción: Si la autoridad competente estima que la acumulación de pelusa o partículas va a ser moderada, que las máquinas son fácilmente accesibles para su limpieza y mantenimiento rutinarios y que su temperatura máxima de funcionamiento no supere los 120ºC, puede permitir instalar alguna de las siguientes máquinas:
a. Maquinas autolimpiantes con motores tipo jaula de ardilla, para uso en textiles.
b. Máquinas normalizadas tipo abierto sin contactos deslizantes ni mecanismos de interrupción centrífugos ni de otros tipos de interrupción, incluyendo dispositivos de protección contra sobrecarga).
c. Máquinas normalizadas tipo abierto con contactos deslizantes, mecanismos de interrupción o dispositivos de resistencia, instalados dentro de encerramientos herméticos y sin aberturas de ventilación ni otras aberturas..

503-7. Ductos de ventilación en lugares Clase III Divisiones 1 y 2. Los ductos de ventilación para motores, generadores u otras máquinas rotativas o para encerramientos de equipos eléctricos, deben ser metálicos de un espesor no menor a o,5 mm (0,021 pulgadas) o de un material no combustible y deben cumplir las condiciones siguientes: 1) estar conectados directamente a una fuente de aire limpio fuera del edificio; 2) tener rejillas en sus extremos exteriores para evitar la entrada de pájaros o de animales pequeños y 3) estar protegidos contra daños físicos, oxidación u otras influencias corrosivas.

Los ductos de ventilación y sus conexiones deben ser suficientemente herméticos como para evitar la entrada de cantidades apreciables de fibras o pelusas en los equipos o encerramientos ventilados y para evitar la salida de chispas, llamas o material ardiendo que pueda incendiar las fibras o pelusas acumuladas o los materiales combustibles a su alrededor. En los ductos metálicos se permiten costuras o uniones grafadas o soldadas. Cuando sea necesaria cierta flexibilidad, como en la conexión con los motores, se permiten juntas de dilatación herméticamente ajustadas.

503-8. Equipo eléctrico utilitario en lugares Clase III Divisiones 1 y 2.

(a) **Calentadores.** Los equipos eléctricos utilitarios calentados eléctricamente deben estar aprobados para lugares Clase III.

(b) **Motores.** Los motores o equipos eléctricos utilitarios a motor deben cumplir lo establecido en el Artículo 503-6.

(c) **Interruptores, interruptores automáticos, controladores de motores y fusibles.** Los interruptores, interruptores automáticos, controladores de motores y fusibles deben cumplir lo establecido en el Artículo 503-4.

503-9. Equipos de alumbrado en lugares Clase III Divisiones 1 y 2.

(a) **Equipos fijos.** Los equipos fijos de alumbrado deben tener encerramientos para las bombillas y portabombillas, diseñados para evitar la entrada de fibras y pelusas y la salida de chispas, materiales ardiendo o metal caliente. Cada equipo debe estar claramente rotulado con la potencia máxima, en vatios, permitida de la bombilla y de esta manera evitar que la temperatura de las superficies expuestas exceda el límite de 165ºC, bajo condiciones normales de uso.

(b) **Daños físicos.** Cada equipo se debe proteger contra daños físicos bien sea por su ubicación o mediante la utilización de rejillas protectoras.

(c) **Equipos colgantes.** Los equipos colgantes deben estar suspendidos por tramos de tubo conduit metálico rígido roscado (tipo Rigid), tubo conduit metálico intermedio roscado (tipo IMC), tubería metálica roscada de espesor equivalente o cadenas con accesorios aprobados. Los tramos de más de 0,30 m de largo se deben apuntalar eficaz y permanente para evitar su desplazamiento lateral, a no más de 0,30 m sobre el extremo inferior de la barra o tener cierta flexibilidad en forma de un accesorio o conector flexible aprobados para ese lugar, instalado a no más de 0,30 m del punto de unión a la caja de o accesorio de soporte.

(d) **Equipo portátil de alumbrado.** Los equipos portátiles de alumbrado deben estar equipados con agarraderas y resguardados con protectores fuertes. Los portabombillas deben ser del tipo sin interruptor y sin tomacorriente incorporado. No deben tener partes metálicas expuestas energizadas y todas las partes metálicas no portadoras de corriente se deben conectar a tierra. En todos los demás aspectos, el equipo portátil de alumbrado debe cumplir la anterior condición (a).

503-10. Cables y cordones flexibles en lugares Clase III Divisiones 1 y 2. Los cables y cordones flexibles utilizados en lugares Clase III deben cumplir las siguientes condiciones : (1) ser de un tipo aprobado para uso extrapesado; (2) contener, además de los conductores del circuito, un conductor de puesta a tierra que cumpla lo establecido en el Artículo 400-23; (3) estar conectados a los terminales o conductores de suministro de manera aprobada; (4) estar sujetos por abrazaderas u otro medio adecuado que evite la tensión en las conexiones de los terminales y (5) estar dotados de prensaestopas que eviten la entrada de fibras o pelusa por los puntos donde el cable o cordón entre en las cajas o accesorios.

503-11. Tomacorrientes y clavijas en lugares Clase III Divisiones 1 y 2. Los tomacorrientes y clavijas deben tener polo a tierra y estar diseñados y fabricados de modo que eviten la acumulación o entrada de fibras o pelusa y la salida de chispas o partículas incandescentes.

503-12. Sistemas de señalización, alarma, control remoto e intercomunicación local por altavoces en lugares Clase III Divisiones 1 y 2. Los equipos de señalización, alarma, control remoto e intercomunicación local por altoparlantes deben cumplir los requisitos de la Sección 503 en cuanto a métodos de alambrado, interruptores, transformadores, resistencias, motores, equipos de alumbrado y componentes relacionados.

503-13. Grúas, montacargas, elevadores eléctricos y equipos similares en lugares Clase III Divisiones 1 y 2. Las grúas móviles, montacargas y elevadores para la manipulación de materiales, limpiadoras móviles de

maquinaria textil y equipos similares instalados para funcionar en ambientes con fibras combustibles o con acumulaciones de pelusas, deben cumplir las siguientes condiciones (a) a (d):

(a) **Fuente de alimentación.** La fuente de alimentación a los conductores de contacto o escobillas, debe estar aislada de todos los demás sistemas y estar equipada con un detector de puesta a tierra que emita una alarma y corte automáticamente la corriente a los conductores de contacto o escobillas en caso de falla a tierra o produzca una alarma visual y sonora la cual debe mantenerse hasta que los conductores se hayan desenergizado y se haya despejado la falla a tierra.

(b) **Conductores de contacto o escobillas.** Los conductores de contacto o escobillas deben estar ubicados y protegidos de modo que sean inaccesibles a personas no autorizadas y estén protegidos contra el contacto accidental con objetos extraños.

(c) **Colectores.** Los colectores en máquinas rotativas deben estar dispuestos o protegidos de modo que se produzca la menor cantidad de chispas posible, evitando la salida de estas o de partículas calientes. Para reducir las chispas, cada conductor de contacto debe estar dotado de dos o más superficies o contactos independientes. Debe haber medios adecuados para que los conductores y colectores de corriente se mantengan libres de acumulación de fibras o pelusa.

(d) **Equipo de control.** El equipo de control debe cumplir lo establecido en los Artículos 503-4 y 503-5.

503-14. Cargadores de baterías en lugares Clase III Divisiones 1 y 2. Los cargadores de baterías deben estar ubicados en cuartos separados construidos o recubiertos con una buena capa de material no combustible y de modo que se puedan ventilar para quitar las fibras o pelusas.

503-15. Partes energizadas en lugares Clase III Divisiones 1 y 2. No debe haber partes energizadas expuestas en estos lugares.

Excepción: Lo que permite el Artículo 503-13.

503-16. Puesta a tierra en lugares Clase III Divisiones 1 y 2. El alambrado y equipos de los lugares Clase III Divisiones 1 y 2 se deben poner a tierra como se especifica en la Sección 250 y además cumplir las siguientes condiciones:

(a) **Conexiones equipotenciales.** Las conexiones equipotenciales se deben hacer mediante accesorios u otros medios adecuados para ese propósito. Como medio de conexión equipotencial no se debe depender del contacto de las boquillas del tipo con contratuerca o con doble contratuerca. Los medios para conexiones equipotenciales se deben aplicar a todas las canalizaciones, accesorios, cajas, armarios, etc. involucrados entre los lugares Clase III y el punto de puesta a tierra del equipo de acometida o de un sistema derivado independiente.

Excepción: Los medios específicos para conexión equipotencial sólo se requieren hasta el punto más cercano donde el conductor del circuito puesto a tierra y el conductor del electrodo de puesta a tierra se conectan juntos del lado de la red de los medios de desconexión de la edificación o estructura, como se especifica en los Artículos 250-24(a), (b) y (c), siempre que la protección contra sobrecorriente del circuito ramal esté ubicada del lado de la carga de los medios de desconexión.

Nota. Para requisitos adicionales de las conexiones equipotenciales en lugares peligrosos (clasificados), véase el Artículo 250-78. Nota 2.

(b) **Tipos de conductores para puesta a tierra de equipos.** Cuando se utilice tubo conduit metálico flexible como permite el Artículo 503-3, se deben instalar puentes de conexión equipotencial internos en paralelo con cada tubo y que cumplan con lo establecido en el Artículo 250-79.

Sección 504 - SISTEMAS DE SEGURIDAD INTRÍNSECA

504-1. Alcance. Esta Sección trata de la instalación de los equipos, sistemas y alambrados de seguridad intrínseca para lugares Clase I, II y III.

Nota: Para más información, véase *Wiring Practices for Hazardous (Classified) Locations Instrumentation, Part I : Intrinsic Safety,* ANSI/ISA RP 12.6-1995.

504-2. Definiciones. Para los fines de esta Sección se aplican las siguientes definiciones:

Circuito de seguridad intrínseca. Circuito en el que cualquier chispa o efecto térmico producido es incapaz de causar la ignición de una mezcla de material combustible o inflamable en el aire bajo en condiciones determinadas de ensayo.

Nota: Esas condiciones de ensayo se definen en *Standard for Safety, Intrinsically Safe Apparatus and Associated Apparatus for Use in Class I, II and III, Division I, Hazardous (Classified) Locations,* ANSI/UL 913-1988.

Circuitos de seguridad intrínseca diferente. Los circuitos de seguridad intrínseca diferentes son circuitos de seguridad intrínseca en los que las posibles interconexiones no se han evaluado y aprobado como de seguridad intrínseca.

Equipo asociado. Equipo cuyos circuitos no necesariamente son en sí mismos de seguridad intrínseca, pero que afectan la energía en los circuitos de seguridad intrínseca y que dependen de él para mantenerla. Los equipos asociados pueden ser:

1. Equipos eléctricos con una protección de tipo alternativo, para usarlos en los lugares peligrosos (clasificados) propiados.

2. Equipos eléctricos no protegidos de manera que no se deben usar en un lugar peligroso (clasificado).

Nota 1: El equipo asociado tiene conexiones identificadas como de seguridad intrínseca para equipos de seguridad intrínseca y también puede tener conexiones para equipos que no sean de seguridad intrínseca.

Nota 2: Un ejemplo de equipo asociado es una barrera de seguridad intrínseca consistente en una red diseñada para limitar la energía (tensión y corriente) disponible para el circuito protegido en el lugar peligroso (clasificado) en condiciones específicas de falla.

Equipo de seguridad intrínseca. Equipo en el que todos los circuitos son de seguridad intrínseca.

Equipo sencillo. Equipo que no genera ni almacena más de 1,2 V, 0,1 A, 25 mW o 20 mJ.

Nota: Ejemplos de estos equipos son los interruptores, termopares, diodos luminosos (LED), optoacopladores o conectores y dispositivos de control de temperatura por resistencia (RTD).

Plano de control. Plano u otro documento que presenta el fabricante del equipo de seguridad intrínseca o equipo asociado que indica con detalle las interconexiones permitidas entre el equipo de seguridad intrínseca y el equipo asociado.

Sistema de seguridad intrínseca. Conjunto de equipos de seguridad intrínseca, equipos asociados y cables de interconexión cuyas partes que se puedan utilizar en lugares peligrosos (clasificados) son circuitos de seguridad intrínseca.

Nota: Un sistema de seguridad intrínseca puede tener más de un circuito de seguridad intrínseca.

504-3. Aplicación de otras Secciones. Todas las Secciones de este *Código* son aplicables a estos equipos, excepto lo modificado por esta.

504-4. Aprobación de los equipos. Todos los equipos de seguridad intrínseca y equipos asociados deben estar aprobados.

Excepción: No es necesario que estén aprobados los equipos definidos en los planos de control como equipos sencillos.

504-10. Instalación de los equipos.

(a) Plano de control. Todos los equipos de seguridad intrínseca, equipos asociados y otros, se deben instalar de acuerdo con el plano o planos de control

Excepción: Los equipos sencillos que no conecten entre sí circuitos de seguridad intrínseca.

Nota: La referencia al plano de control debe estar rotulada en el equipo.

(b) Ubicación. Se permiten instalar equipos de seguridad intrínseca y equipos asociados en cualquier lugar peligroso (clasificado) para el que estén aprobados.

Nota: Los equipos asociados se pueden instalar en lugares peligrosos (clasificados) si están protegidos por otros medios permitidos en las Secciones 501 a 503 y 505.

Se permite instalar equipos de seguridad intrínseca en encerramientos de propósito general.

504-20. Métodos de alambrado. Se permite instalar los equipos e interconexiones de seguridad intrínseca con cualquiera de los métodos adecuados para lugares no clasificados, incluidos los descritos en los Capítulos 7 y 8. Los equipos deben ir sellados como se indica en el Artículo 504-70, con la separación que se indica en el Artículo 504-30.

504-30. Separación de los conductores de seguridad intrínseca.

(a) De los conductores de circuitos que no sean de seguridad intrínseca.

(1) Alambrado a la vista. Los conductores y cables de circuitos de seguridad intrínseca que no estén en canalizaciones o bandejas portacables, deben ir separados 50 mm como mínimo y sujetos de modo que no entren en contacto con conductores y cables de circuitos que no sean de seguridad intrínseca.

Excepción: Donde : 1) todos los conductores del circuito de seguridad intrínseca sean cables tipo MI o MC, o 2) todos los conductores del circuito que no sean de seguridad intrínseca vayan instalados en canalizaciones o sean cables tipo MI o MC cuya chaqueta o revestimiento sea capaz de conducir toda la corriente de falla a tierra.

(2) En canalizaciones, bandejas portacables y cables. Los conductores de los circuitos de seguridad intrínseca no se deben instalar en canalizaciones, bandejas portacables o cables con conductores que no sean de circuitos de seguridad intrínseca.

Excepción nº 1: Donde los conductores de circuitos de seguridad intrínseca estén separados de los que no sean de seguridad intrínseca por una distancia mínima de 50 mm y estén bien sujetos, o mediante un tabique metálico puesto a tierra o un tabique aislante aprobado.

Nota : Se consideran generalmente aceptables los tabiques de lámina metálica de 0,9 mm (calibre 20 MSG) .

Excepción nº. 2: Donde : 1) todos los conductores del circuito de seguridad intrínseca o 2) todos los conductores del circuito que no sea de seguridad intrínseca, estén en cables con revestimiento metálico o con forro metálico puesto a tierra, con capacidad para transportar la corriente de falla a tierra.

Nota: Se consideran normalmente aceptables los cables que cumplan los requisitos de las Secciones 330 y 334.

(3) Dentro de encerramientos.

a. Los conductores de los circuitos de seguridad intrínseca deben estar separados 50 mm como mínimo de los conductores de cualquier circuito que no sea de seguridad intrínseca, o según se especifica en el Artículo 504-30(a)(2).

b. Todos los conductores deben ir sujetos de modo que cualquier conductor que se pueda aflojar de su terminal no pueda entrar en contacto con otro terminal.

Nota 1: El método más adecuado para cumplir este requisito es usar dos compartimientos separados para los terminales de los circuitos de seguridad intrínseca y de los que no lo son.

Nota 2: Para asegurar la separación del alambrado se pueden utilizar barreras físicas, como tabiques metálicos puestos a tierra o tabiques aislantes aprobados o conductos de alambrado de acceso restringido separados de otros conductos un mínimo de 19 mm.

(b) De los conductores de circuitos de seguridad intrínseca diferentes. Los circuitos de seguridad intrínseca diferente deben ir en cables separados o estar separados entre sí por alguno de los siguientes medios:

(1) Los conductores de cada circuito deben ir dentro de un blindaje metálico puesto a tierra.

(2) Los conductores de cada circuito debe tener un aislante con un espesor mínimo de 0,25 mm.

Excepción: Si está aprobada otra cosa.

504-50. Puesta a tierra.

(a) Equipos de seguridad intrínseca, equipos asociados y canalizaciones. Se deben poner a tierra los equipos de seguridad intrínseca, equipos asociados, blindajes de los cables, los encerramientos y canalizaciones si son de metal.

Nota: En algunos equipos asociados puede ser necesario conectar equipotencialmente el equipo al electrodo de tierra: por ejemplo, las barreras de diodos zener, si lo especifica así el plano de control. Véase véase *Wiring Practices for Hazardous (Classified) Locations Instrumentation, Part I : Intrinsic Safety,* ANSI/ISA RP 12.6-1995.

(b) Conexión a los electrodos de puesta a tierra. Cuando sea necesario conectarlos al electrodo de puesta a tierra, este electrodo debe cumplir lo especificado en el Artículo 250-81(a), (b), (c) y (d) y lo establecido en el Artículo 250-26(c). Si el electrodo cumple lo especificado en el Artículo 250-81, no se debe aplicar el Artículo 250-83.

(c) Blindajes. Cuando se utilicen cables o conductores blindados, el blindaje se debe poner a tierra, de acuerdo con las disposiciones de la Sección 250.

Excepción: Cuando el blindaje forme parte del equipo de seguridad intrínseca.

504-60. Conexión equipotencial.

(a) **Lugares peligrosos.** En lugares peligrosos (clasificados), los equipos de seguridad intrínseca se deben conectar equipotencialmente según lo que establece el Artículo 250-78.

(b) **En lugares no peligrosos.** En lugares no peligrosos, cuando se utilicen canalizaciones metálicas para el sistema de alambrado de seguridad intrínseca en lugares peligrosos, se deben conectar equipotencialmente los equipos asociados según lo establecido en los Artículos 501-16(a), 502-16(a), 503-16(a) o 505-25, el que sea aplicable.

504-70. Sellado. Los tubos conduit y cables que se requieran que vayan sellados, según lo indican los Artículos 501-5 y 502-5, deben ir así para reducir al mínimo el paso de gases, polvos o vapor. No se requiere que dicho sellado sea a prueba de explosión o a prueba de llama.

Excepción: No se requiere sellar los encerramientos que contengan únicamente equipos de seguridad intrínseca, excepto lo que exige el Artículo 501-5(f)(3).

504-80. Identificación. Las etiquetas que exige este Artículo deben ser adecuadas para los lugares donde estén instalados los equipos, teniendo en cuenta su exposición a los productos químicos y a la luz solar.

(a) **Terminales.** Los equipos de seguridad intrínseca se deben identificar en los terminales y cajas de bornes de modo que se evite la interferencia accidental con otros circuitos durante los ensayos y revisiones.

(b) **Alambrado.** Las canalizaciones, bandejas portacables y cables a la vista de sistemas de seguridad intrínseca, se deben identificar mediante etiquetas permanentes que lleven la inscripción "Alambrado de seguridad intrínseca", "Intrinsic Safety Wiring" o equivalente. Las etiquetas deben estar ubicadas de modo que queden visibles después de la instalación y de tal manera que se puedan localizar fácilmente a lo largo de todo el cable en el que estén instaladas. El espacio entre etiquetas no debe ser mayor a 7,5 m.

Excepción: Se permite identificar los circuitos subterráneos donde sean accesibles después de salir de la tierra.

Nota 1: Se pueden aplicar los métodos de alambrado permitidos en lugares no clasificados en los equipos de seguridad intrínseca de los lugares peligrosos (clasificados). Sin las etiquetas que identifiquen la aplicación de esa instalación, la autoridad competente no podrá saber si la instalación cumple los requisitos de este *Código.*

Nota 2: En lugares no clasificados es necesario identificar los circuitos para asegurar que en fechas posterioires los de seguridad intrínseca no se vayan a mezclar inadvertidamente con canalizaciones existentes.

(c) **Códigos de color.** Se permite identificar los conductores de los sistemas de seguridad intrínseca con azul claro y no haya otros conductores con este color. Del mismo modo, se permite identificar con color azul claro las canalizaciones, bandejas portacables y cajas de unión que contienen únicamente alambrado de seguridad intrínseca.

Sección 505 - LUGARES CLASE I, ZONAS 0, 1 y 2

505-1. Alcance. Esta Sección cubre los requisitos para el sistema de clasificación por zona como una alternativa al sistema de clasificación por división cubierto por la Sección 500 para equipo eléctrico y electrónico y alambrado a todas las tensiones en lugares peligrosos (clasificados) de Clase I, Zonas 0, 1 y 2, en donde puede existir riesgo de explosión debido a la presencia de gases, vapores o líquidos inflamables.

Nota : Véanse las Secciones 500 a 504 para los requisitos de equipo eléctrico y electrónico y alambrado para todas las tensiones en lugares peligrosos (clasificados) de Clase I, Divisiones 1 o 2, Clase II, Divisiones 1 o 2 y Clase III, Divisiones 1 o 2, en donde puede existir riesgo de explosión debido a la presencia de gases, vapores o líquidos inflamables, o polvos o fibras combustibles.

505-2. Otras Secciones. Todas las demás reglas aplicables contenidas en este código se deben aplicar al alambrado y equipo eléctrico instalados en lugares peligrosos (clasificados).

Excepción: Lo modificado por esta Sección y por la Sección 504.

505-3 Lugares y requisitos generales.
(a) Clasificación de lugares. Los lugares se deben clasificar dependiendo de las propiedades de los vapores, gases o líquidos inflamables que pueden estar presentes y de la posibilidad de que esté presente una concentración o cantidad inflamable o combustible. Donde solamente se usan o manipulan materiales pirofóricos, estos lugares no deben ser clasificados.

Cada cuarto, sección o área se debe considerar individualmente para determinar su clasificación.

Nota 1). Véase el artículo 505-6 para restricciones sobre clasificación de áreas.

Nota 2). Aplicando el ingenio en el diseño de las instalaciones eléctricas de los lugares peligrosos (clasificados), frecuentemente se pueden ubicar la mayor parte de los equipos en lugares menos peligrosos o no peligrosos, con lo que se reduce el número de equipos especiales necesarios

(b) Roscado. Todos los tubos roscados de los que trata esta sección deben llevar rosca normalizada NPT hecha con una máquina de roscar que produzca una conicidad de 62,5 mm por metro lineal (3/4 de pulgada por pie). Dichos tubos se deben apretar firmemente con llave para: 1) evitar las chispas cuando pase por la tubería conduit una corriente de falla y 2) garantizar la integridad a prueba de explosiones o prueba de llamas de la tubería conduit donde sea aplicable.

El equipo dotado con entradas roscadas para conexiones de alambrado en sitio se debe instalar de acuerdo con los siguientes numerales 1) o 2) :

1). Equipo dotado con entradas roscadas para accesorios o conduit con rosca NPT. Para estos equipos se deben utilizar conduit, accesorios para conduit o accesorios para cables; todos estos elementos o accesorios deben ser certificados.

2). Equipo dotado con entradas roscadas para accesorios o conduit con rosca métrica.
Para estos equipos se deben utilizar adaptadores certificados que permitan la conexión a conduit con rosca NPT, accesorios para conduit o para cable certificados, o accesorios para cables certificados que tengan rosca métrica.

Nota : En las normas ISO 965/1 e ISO 965/3 se encuentran las especificaciones de roscado para entradas con rosca métrica.

505-4 Técnicas de protección. A continuación se indican las técnicas de protección aceptables para los equipos eléctricos y electrónicos instalados en lugares peligrosos (clasificados).

Nota : Para información adicional véanse las normas *ISA S12.0.01-1996 Electrical Apparatus for use in Class I, Zone 0, 1 and 2 Hazardous (Classified) Locations General Requirements, UL 2279-1996 Electrical Equipment for use In Class I, Zone 0, 1 and 2 Hazardous (Classified) Locations* e *IEC 79-0 -1983 Electrical Apparatus for Explosive Gas Atmospheres- Part 0 : General Requirements, Amendment No.1-1987 and Amendment 2-1991*.

(a) **A prueba de llama "d".** Esta técnica de protección se permite para los equipos instalados en lugares Clase I, Zona 1 para los que estén aprobados.

Nota 1) : A prueba de llama es un tipo de protección de equipo eléctrico en el cual el encerramiento soportará una explosión interna de una mezcla inflamable que ha penetrado a su interior, sin que sufra daño y sin causar ignición, a través de cualquier junta o abertura estructural en el encerramiento, de una atmósfera explosiva externa consistente de uno o más gases o vapores para lo cual se ha diseñado.

Nota 2) : Para mayor información véanse las normas *ISA S12.22.01-1996 Electrical Apparatus for use in Class I, Zone 1 Hazardous (Classified) Locations Type of Protection - Flameproof "d"* e *IEC 79-1 -1990 Electrical Apparatus for Explosive Gas Atmospheres- Part 1 :Construction and Verification Test of Flame Proof Enclosures of Electrical Apparatus, Amendment No.1-1993*.

(b) **Purgado y presurizado "p".** Se permite aplicar esta técnica de protección a los equipos instalados en lugares Clase I Zonas 1 o 2 para los cuales estén aprobados.

Nota 1: En algunos casos se pueden reducir los riesgos o limitar e incluso eliminar los lugares peligrosos (clasificados) mediante una adecuada ventilación forzada desde una fuente de aire limpio junto con otros medios de seguridad eficaces por si falla la ventilación.

Nota 2: Para más información véase *Standard for Purged and Pressurized Enclosures for Electrical Equipment,* ANSI/NFPA 496-1993.

Nota 3 : Presurizado "p" es un tipo de protección de equipo eléctrico que utiliza la técnica de resguardo contra el ingreso de atmósferas externas, que pueden llegar a ser explosivas, dentro de un encerramiento manteniendo un gas de protección en su interior a una presión superior a la de la atmósfera externa. Para más información véanse las normas *IEC 79-2 -1983 Electrical Apparatus for Explosive Gas Atmospheres- Part 2 : Electrical apparatus type of Protection "p"* e *IEC 79-13 -1982 Electrical Apparatus for Explosive Gas Atmospheres- Part 13 :Construction and Use of Rooms or Buildings Protected by Pressurization*.

(c) **Seguridad intrínseca.** Se permite aplicar esta técnica de protección a los equipos instalados en lugares Clase I Zonas 0 o 1 para los cuales estén aprobados.

Nota 1) : La "Seguridad Intrínseca" se designa como tipo de protección "i_a " por la norma IEC 79-11 para uso en lugares de Zona 0. La "Seguridad Intrínseca" se designa como tipo de protección "i_b " por la norma IEC 79-11 para uso en lugares de Zona 1.

Nota 2) : Para más información véase *Intrinsically Safe Apparatus and Associated Apparatus for Use in Class I, II, and III, Division 1, Hazardous (Classified) Locations,* ANSI/UL 913-1988, la norma *IEC 79-11 - 1991 Electrical Apparatus for Explosive Gas Atmospheres- Part 11 : Intrinsic Safety "i"* y la *IEC 79-3 Electrical Apparatus for Explosive Gas Atmospheres- Part 3 : Spark-test Apparatus for Intrinsically-safe Citcuits*. Nota 3) : Un aparato asociado de seguridad intrínseca, designado por i_a o i_b se conecta a equipo intrínsecamente seguro ("i_a " o "i_b" respectivamente) pero que este ubicado fuera del lugar peligroso (clasificado) a menos que también esté protegido por otro tipo de protección (como por ejemplo a prueba de llama).

(d) **Tipo de Protección "n".** Se permite esta técnica de protección en equipos instalados en lugares Clase I Zona 2 para los que estén aprobados. El tipo de protección "n" también esta subdividida en nA, nC y nR.

Nota 1) : Véase la Tabla 505-10.b).1), para la descripción de las subdivisiones del tipo de protección "n".

Nota 2) : El tipo de protección "n" es un tipo de protección aplicada a equipo eléctrico tal que, en operación normal, el equipo no es capaz de dar ignición a una atmósfera explosiva de gas circundante y no hay posibilidad de que una falla sea capaz de causar ignición.

Nota 3) : Para mayor información, véase la norma *Electrical Apparatus for Use in Class I, Zone 2 Hazardous (Classified) Locations Type of Protection - "n", ISA S12.12.01-1996* y *Electrical Apparatus for Explosive Gas Atmospheres- Part 15 : Electrical Apparatus with Type of Protection "n", IEC 79-15- 1987*

(e) Inmersión en aceite "o". Se permite aplicar esta técnica de protección a los contactos de corte de corriente en lugares Clase I Zona 2 para los cuales está aprobado.

Nota 1) : La inmersión en aceite es un tipo de protección en la cual el equipo eléctrico o partes de él, está sumergido en un líquido de protección, de manera tal que una atmósfera explosiva que pueda estar sobre el líquido o fuera del encerramiento, no pueda dar ignición.

Nota 2) : Para mayor información véase la norma *Electrical Apparatus for Use in Class I, Zone 1 Hazardous (Classified) Locations Type of Protection - Oil-Inmersion "o", ISA S12.26.01-1996* y *Electrical Apparatus for Explosive Gas Atmospheres- Part 6 : Oil-Inmersión "0", IEC 79-6- 1995*

(f) Seguridad aumentada "e". Se permite aplicar esta técnica de protección a equipos en lugares Clase I Zona 1 para los cuales está aprobada.

Nota 1) : La seguridad aumentada es un tipo de protección aplicada a equipo eléctrico que no produce arcos o chispas en servicio normal y bajo condiciones anormales específicas, en el cual se aplican medidas adicionales para incrementar la seguridad contra la posibilidad de temperaturas excesivas y de la ocurrencia de arcos y chispas.

Nota 2) : Para mayor información véase la norma *Electrical Apparatus for Use in Class I, Zone 1 Hazardous (Classified) Locations Type of Protection - Increased Safety "e", ISA S12.16.01-1996* y *Electrical Apparatus for Explosive Gas Atmospheres- Part 7 : Increased Safety "e", IEC 79-7- 1990, Amendment No. 1 - 1991 and Amendment No. 2 - 1993.*

(g) Encapsulado "m". Se permite aplicar esta técnica de protección a equipos en lugares Clase I Zona 1 para los cuales está aprobada.

Nota 1) : El encapsulado es un tipo de protección en el cual las partes que podrían dar ignición a una atmósfera explosiva tanto por chispa como por calentamiento, están encerradas en un compuesto de manera tal que a la atmósfera explosiva no se le puede dar ignición.

Nota 2) : Para mayor información véase la norma *Electrical Apparatus for Use in Class I, Zone 1 Hazardous (Classified) Locations Type of Protection - Encapsulation "m", ISA S12.23.01-1996* y *Electrical Apparatus for Explosive Gas Atmospheres- Part 18 : Encapsulation "m", IEC 79-18- 1992.*

(h) Relleno con polvo "q". Se permite aplicar esta técnica de protección a equipos en lugares Clase I Zona 1 para los cuales está aprobada.

Nota 1) : El relleno con polvo es un tipo de protección en el cual las partes capaces de dar ignición a una atmósfera explosiva están fijas en una posición y completamente rodeadas por un material de relleno (polvo de vidrio o cuarzo) para evitar la ignición de una atmósfera explosiva externa.

Nota 2) : Para mayor información véase la norma *Electrical Apparatus for Use in Class I, Zone 1 Hazardous (Classified) Locations Type of Protection - Powder Filling "q", ISA S12.25.01-1996* y *Electrical Apparatus for Explosive Gas Atmospheres- Part 5 : Powder Filling, Type of Protection "q", IEC 79-5-1996.*

505-5 Normas de Referencia
Nota 1: Es importante que la autoridad competente esté familiarizada con la experiencia de la industria y con las normas de la National Fire Protection Association (NFPA), del American Petroleum Institute (API) y de la Instrument Society of America (ISA), que puedan aplicarse a la clasificación de los distintos lugares, al establecimiento de la ventilación adecuada y a la protección contra riesgos producidos por la electricidad estática y los rayos.

Nota 2: Para más información sobre la clasificación de los lugares peligrosos, véanse las siguientes normas *Electrical Apparatus for Explosive Gas Atmospheres, Classification of Hazardous Areas IEC 79-10- 1995, Classification of Locations for Electrical Installations at Petroleum Facilities Classified as Class I, Zone 0, Zone 1 or Zone 2, API RP 505-1996, Electrical Apparatus for Explosive Gas Atmospheres, Classification of Hazardous (Classified) Locations, ISA S12.24.01-1997 y Modal Code of Safe Practice in the Petroleum Industry, Part 15 : Area Classification Code for Petroleum Installations, IP 15, The Institute of Petroleum, London*

Nota 3: Para más información sobre protección contra riesgos producidos por la electricidad estática y los rayos en lugares peligrosos (clasificados), véanse *Recommended Practice on Static Electricity,* ANSI/NFPA 77-1993; *Standard for the Installation of Lightning Protection Systems,* ANSI/NFPA 780-1997 y *Protection Against Ignitions Arising Out of Static Lightning and Stray Currents,* API RP 2003-1991.

Nota 4: Para más información sobre ventilación, véase *Flammable and Combustible Liquids Code,* ANSI/NFPA 30-1996 y *Recommended Practice for Classification of Locations for Electrical Installations at Petroleum Facilities,* API RP-500-1991, Sección 4.6.

Nota 5: Para más información sobre sistemas eléctricos en lugares peligrosos (clasificados) en plataformas costeras petrolíferas y de gas, véase *Design and Installation of Electrical Systems for Offshore Production Platforms,* ANSI/API RP 14F-1991.

Nota 6 : Para más información sobre la instalación de equipo eléctrico en lugares peligrosos (Clasificados)en general, véanse las normas *Electrical Apparatus for Explosive Gas Atmospheres - Part 14: Electrical Installations in Explosive Gas Atmospheres (Other than Mines) IEC 79-14 - 1984 y Electrical Apparatus for Explosive Gas Atmospheres - Part 16 : Artificial Ventilation for the Protection of Analyzer(s) Houses, IEC 79-16- 1990.*

505-6 Precaución especial. La sección 505 exige construcción e instalación de equipo que garanticen un desempeño seguro bajo condiciones adecuadas de uso y mantenimiento.

Nota 1: Es importante que las autoridades de inspección y los usuarios pongan un cuidado mayor del normal con respecto a instalación y mantenimiento del equipo eléctrico en lugares peligrosos (clasificados).

Nota 2: Las bajas condiciones ambientales requieren una consideración también especial. Dependiendo de las técnicas de protección descritas en 505-4(a), puede que el .equipo eléctrico no sea adecuado para uso a temperaturas menores a -20°C, a menos que esté apro bado para uso a esas temperaturas. No obstante, es posible que a bajas temperaturas del ambiente no se produzcan concentraciones inflamables de vapores en lugares Clase I Zonas 0, 1 o 2 a temperatura ambiente normal.

(a) Supervisión de trabajos. La clasificación de áreas, selección de equipos, selección de métodos de alambrado e instalaciones, deben estar bajo la supervisión de personal calificado.

(b) Clasificación dual. En casos de áreas dentro de la misma instalación clasificada separadamente, se permite que los lugares Clase I Zona 2 linden, pero no se traslapen, con lugares Clase I División 2. Los lugares Clase I Zonas 0 o 1 no deben lindar con lugares Clase I Divisiones 1 o 2.

(c) Reclasificación permitida. Se permite que un lugar de Clase I Divisiones 1 o 2 se reclasifique como lugar de Clase I Zonas 0, 1 o 2, siempre que todo el espacio que está clasificado debido a la presencia de una fuente de un sólo gas o vapor inflamable se reclasifique bajo los requisitos de esta Sección.

505-7. Agrupación y clasificación. Para efectos de los ensayos, aprobación y clasificación por áreas, las distintas mezclas de aire (en atmósferas no enriquecidas con oxígeno) se deben agrupar como se exige en a), b) y c) a continuación :

Nota : El Grupo I se destina para uso en tipos de atmósferas que contienen grisú (una mezcla de gases, compuesta principalmente por metano, que se encuentran bajo tierra, usualmente en minas). Este Código no se aplica a instalaciones subterráneas en minas. Véase el Artículo 90-2(b).

El Grupo II se subdivide según la naturaleza de la atmósfera de gas o vapor, en los siguientes subgrupos IIC, IIB y IIA, para técnicas de protección "d", "i_a", "i_b", (i_a) e (i_b) y, donde sea aplicable, "n" y "o".

Nota 1 : La subdivisión de gas y vapor como se describe anteriormente se basa en la separación (gap) experimental máxima segura (MESG), en la corriente mínima de ignición (MIC) o en ambas. El equipo de ensayo para determinar la MESG se describe en *Construction and Verification Tests of Flameproof Enclosures of Electrical Apparatus, IEC 79-1A (1975) Amendment No.1-1993* y en *UL Technical Report No. 58 (1993).* El equipo de ensayo para determinar la MIC se describe en *Spark-Test Apparatus for Intrinsically-Safe Circuits, IEC 79-3 (1990).* La clasificación de gases o vapores de acuerdo con sus separaciones experimentales máximas seguras y corrientes mínimas de ignición se describe en *Classification of Mixtures of Gases and Vapours with Air Conditioning To their Maximum Experimental Safe Gaps and Minimum Igniting Currents, IEC 79-12 (1978).*

Nota 2 . La verificación del equipo eléctrico utilizando técnicas de protección "e", "m", "p" y "q", debido a la técnica de diseño, no requiere ensayos que involucren MESG o MIC. Por lo tanto, no se requiere que el Grupo II se subdivida para estas técnicas de protección.

Nota 3 . Es necesario que los significados de los diferentes rotulados de equipos y la clasificación del Grupo II se observen cuidadosamente para evitar confusión con la Clase I, Divisiones 1 y 2, Grupos A, B, C y D.

a) **Grupo IIC.** Atmósferas que contengan acetileno, hidrógeno o gases o vapores de riesgo equivalente.

Nota: Este grupo equivale a una combinación de Clase I Grupos A y Clase I Grupo B, como se describió en el Artículo 500-5(a)(1) y (a)(2).

(b) **Grupo IIB.** Atmósferas que contengan acetaldehído, etileno o gases o vapores de riesgo equivalente.

Nota: Este grupo equivale al Grupo C de la Clase I, como se ha descrito en el Artículo 500-5(a)(3).

(c) **Grupo IIA.** Atmósferas que contengan acetona, amoniaco, alcohol etílico, metano, propano o gases o vapores de riesgo equivalente.

Nota 1: Este grupo equivale al Grupo D de la Clase I, como se ha descrito en el Artículo 500-5(a)(4).

(d) **Otros.** Se permite que el equipo se certifique para un gas o vapor específico, mezcla de gases o vapores específicos o cualquier combinación de gases o vapores específicos.

Nota : Un ejemplo común es el equipo rotulado para "IIB + H_2".

505-8 Temperatura de Clase I. El rotulado de temperatura especificado en el Artículo 505-10(b) no debe exceder la temperatura de ignición del gas o vapor específico que se encuentre.

Nota : Para información relacionada con las temperaturas de ignición de gases y vapores, véanse las normas : *Recommended Practice for the Classification of Flammable Liquids, Gases or Vapors, and of Hazardous (Clasified) Locations for Electrical Installations in Chemical Process Areas, ANSI/NFPA 497-1997; Guide for Fire Hazard Properties of Flammable Liquids, Gases and Volatile Solids, ANSI/NFPA 325-1994 y Electrical Apparatus for*

Explosive Gas Atmospheres, Data for Flammable Gases and Vapours, Relating to the use of Electrical Apparatus, IEC 79-20 (1997).

505-9. Clasificación por zonas. La clasificación por zonas debe cumplir lo siguiente:

(a) **Clase I, Zona 0.** Un lugar de Clase I, Zona 0 es un lugar : (1) en el que continuamente están presentes concentraciones inflamables de gases o vapores inflamables o (2) en el que están presentes durante mucho tiempo concentraciones inflamables de gases o vapores inflamables.

Nota 1: Como orientación para saber cuándo están presentes los gases inflamables de modo continuo, durante mucho tiempo o en condiciones normales, véase *Recommended Practice for Classification of Locations for Electrical Installations of Petroleum Facilities,* API RP 505-1996; *Electrical Apparatus for Explosive Gas Atmospheres, Classification of Hazardous Areas,* IEC 79-10; *Area Classification Code for Petroleum Installations, Model Code, Part 15*, *Institute of Petroleum* y *Electrical Apparatus for explosive Gas Atmospheres, Classifications of Hazardous (Classified) Locations, ISA S12.24.01-1997*.

Nota 2: Esta clasificación incluye el interior de tanques o vasijas ventilados que contengan líquidos inflamables volátiles; en el interior de encerramientos de pintura por rociado o aplicación mal ventiladas en las que se utilicen disolventes volátiles inflamables; la parte entre el exterior y el interior del techo de un tanque de techo flotante que contenga líquidos volátiles inflamables; el interior devasijas, fosos y recipientes abiertos que contengan líquidos volátiles inflamables; el interior de un conducto de extracción de los gases o vapores inflamables de los lugares donde se concentren y el interior de encerramientos mal ventilados que contengan normalmente instrumentos de venteo para el uso o análisis de fluidos inflamables y venteados al interior de encerramientos.

Nota 3: No se recomienda instalar equipos eléctricos en lugares de la Zona 0 excepto cuando el equipo sea esencial para el proceso o cuando no sean viables otros lugares (véase el Artículo 505-3(a) Nota 2). Si fuera necesario instalar sistemas eléctricos en lugares de Zona 0, se recomienda instalar sistemas de seguridad intrínseca como los descritos en la Sección 504.

(b) **Clase I, Zona 1.** Un lugar de Clase I Zona 1 es un lugar : (1) en el que es probable que haya concentraciones inflamables de gases o vapores inflamables en condiciones normales de funcionamiento o (2) en el que frecuentemente puede haber concentraciones inflamables de gases o vapores inflamables debido a operaciones de reparación o mantenimiento o por fugas, o (3) en el que se opera equipo o se llevan a cabo procesos de tal naturaleza que la avería o funcionamiento defectuoso de ellos podría producir la fuga de concentraciones combustibles de gases o vapores inflamables y causar además la falla simultánea de los equipos eléctricos de modo que éstos pudieran convertirse en fuente de ignición, o (4) que está al lado de un lugar de Clase I, Zona 0 desde el que podrían trasladarse concentraciones combustibles de vapores, excepto si ese traslado se evitara mediante una ventilación forzada adecuada desde una fuente de aire limpio y dotada de medios eficaces de salvaguarda contra fallas de la ventilación.

Nota 1 : Se consideran como operaciones normales las situaciones en que el equipo de planta esta operando dentro de sus parámetros de diseño. Las fugas menores de materiales inflamables pueden ser parte de operaciones normales. Las fugas menores incluyen aquellas provenientes de los empaques o sellos mecánicos de las bombas. No se consideran como operaciones normales las fallas que involucran reparación o parada total (como las rupturas de los empaques de las bombas y de las bridas o los derrames producidos por accidentes).

Nota 2 : Esta clasificación suele incluir los lugares en los que se trasvasan líquidos volátiles inflamables o gases licuados inflamables de un recipiente a otro; las áreas cercanas a las operaciones de pintura y rociado en las que se utilizan solventes inflamables; las cámaras o salas de secado adecuadamente ventiladas en las que se evaporan disolventes inflamables; los lugares adecuadamente ventilados que contengan equipo de extracción de grasas y aceites que utilicen solventes volátiles inflamables; las áreas de las plantas de limpieza y tinte que utilizan líquidos inflamables; los cuartos de generadores y otras

áreas de las plantas de fabricación de gas en las que se puedan producir fugas de gases inflamables; los cuartos de bombas de gases inflamables o líquidos volátiles inflamables que estén inadecuadamente ventilados; el interior de refrigeradores y congeladores en los que se guardan materiales volátiles inflamables en recipientes abiertos, ligeramente tapados o que se puedan romper; y todos los demás lugares donde exista la probabilidad de que se produzcan concentraciones combustibles de vapores o gases inflamables durante su funcionamiento normal, pero no clasificados como Zona 0.

(c) **Clase I, Zona 2.** Un lugar de Clase I Zona 2 es un lugar : 1) en el que no es probable que haya concentraciones inflamables de gases o vapores inflamables en condiciones normales de funcionamiento o, si las hay, es durante un corto tiempo, o 2) en el que se manipulan, procesan o utilizan líquidos volátiles inflamables, gases inflamables o vapores inflamables pero los líquidos, gases o vapores están normalmente contenidos en recipientes o sistemas cerrados de los que sólo pueden escapar como resultado de una rotura o avería accidental del recipiente o sistema o como consecuencia del funcionamiento anormal del equipo dentro del que los líquidos o gases se manipulan, procesan o utilizan, o 3) en el que normalmente las concentraciones de gases o vapores inflamables se evitan mediante ventilación mecánica forzada pero que pueden resultar peligrosos como consecuencia del fallo o funcionamiento anormal del equipo de ventilación, o 4) que está al lado de un lugar de Clase I, Zona 1 desde el que podrían trasladarse concentraciones combustibles de vapores, excepto si ese traslado se evitara mediante una ventilación forzada adecuada desde una fuente de aire limpio y dotada de medios eficaces de salvaguarda contra fallos de la ventilación.

Nota: La clasificación Zona 2 incluye normalmente los lugares donde se utilizan líquidos volátiles inflamables o gases o vapores inflamables pero que podrían resultar peligrosos sólo en caso de accidente o en alguna condición de operación inusual.

505-10. Certificación, rotulación y documentación.

(a) **Certificación.** Se permite utilizar un equipo certificado para la Zona 0 en la Zona 1 o Zona 2 para el mismo gas o vapor. Se permite que el equipo que esté certificado o sea aceptable para usar en un lugar de la Zona 1 se utilice en un lugar de la Zona 2 para el mismo gas o vapor.

(b) **Rotulación.** Los equipos se deben rotular como se indica en 1) y 2) a continuación :
(1) Equipo de división. Se permite que el equipo aprobado para Clase I División 1 o Clase I División 2, además de estar rotulado de acuerdo con el Artículo 500-5(d), esté rotulado con la siguiente información :

a. Clase I, Zona 1 o Clase I, Zona 2 (la que sea aplicable).
b. Grupo(s) de clasificación de gas aplicable, de acuerdo con la Tabla 505-10(b)(2).
c. Clasificación de temperatura de acuerdo con el Artículo 505-10(b)(3).

Tabla 505-10(b)(1) Designación de tipos de protección

Designación	Técnica	Zona *
d	Encerramiento a prueba de llama	1
e	Seguridad aumentada	1
ia	Seguridad intrínseca	0
ib	Seguridad intrínseca	1
(ia)	Aparatos asociados de seguridad intrínseca	No peligrosa
(ib)	Aparatos asociados de seguridad intrínseca	No peligrosa
m	Encapsulado	1
nA	Equipos sin chispas	2
nC	Equipos con chispa en los cuales los contactos están protegidos adecuadamente, diferentes de los encerramientos con respiración restringida	2
nR	Encerramientos con respiración restringida	2

o	Inmersión en aceite	1
p	Purgado y presurizado	1 o 2
q	Relleno con polvo	1

*No se considera el uso cuando se utiliza una combinación de técnicas.

(2) Equipo de zona. El equipo que cumple una o más de las técnicas de protección descritas en el Artículo 505-2(c) se debe rotular con la siguiente información, en el orden mostrado :

a. Clase.
b. Zona.
c. Símbolo "AEx".
d. Técnica(s) de protección de acuerdo con la Tabla 505-10(b)(2).
e. Grupo(s) de clasificación de gas aplicable, de acuerdo con la Tabla 505-10(b)(2).
f. Clasificación de temperatura de acuerdo con el Artículo 505-10(b)(3).

Excepción : Se requiere que los aparatos asociados de seguridad intrínseca sólo estén rotulados con c., d. y e. anteriores.

Nota : Un ejemplo de ese rotulado requerido es "Clase I, Zona 0, AEx ia IIC T6".

El equipo eléctrico con tipo de protección "e", "m", "p" o "q" se debe rotular como Grupo II. El equipo eléctrico con tipo de protección "d", "ia", "ib", (ia) o (ib) se debe rotular como Grupo IIA, IIB, IIC o para un gas o vapor específico. El equipo eléctrico con tipo de protección "n" se debe rotular como Grupo II a menos que contenga dispositivos de corte encerrados, componentes no incendiarios o equipos o circuitos de energía limitada, en cuyo caso se debe rotular como Grupo IIA, IIB o IIC o para un gas o vapor específico. Los equipos eléctricos de otro tipo de protección se deben rotular como grupo II, a menos que el tipo de protección utilizado por el equipo requiera que se deba rotular como Grupo IIA, IIB o IIC o para un gas o vapor específico.

Tabla 505-10(b)(2) Grupos de clasificación de gas

Grupo de gas	Comentario
IIC	Véase Artículo 507-5(a)
IIB	Véase Artículo 507-5(b)
IIA	Véase Artículo 507-5(c)

Nota : A continuación se muestra una explicación del rotulado exigido :

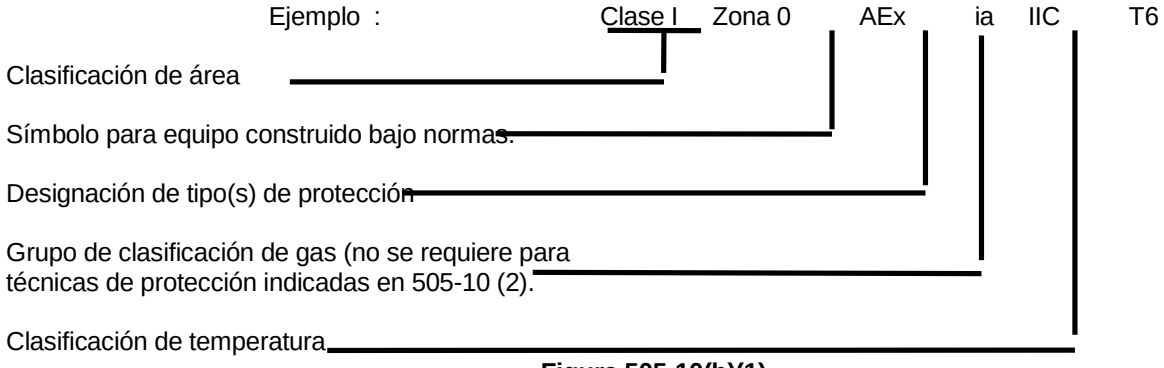


Figura 505-10(b)(1)

(3) Clasificación de temperatura. El equipo aprobado debe llevar rótulos que indiquen la temperatura o rango de temperatura de operación referenciados para un ambiente a 40℃. Si se da el rango de temperatura, se debe indicar con los códigos de identificación que se incluyen en la Tabla 505-10(b)(3).

Tabla 505-10(b)(3) Clasificación de la temperatura superficial máxima para equipos eléctricos del Grupo II

Clase de temperatura	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Temperatura superficial máxima (℃)	≤ 450	≤ 300	≤ 200	≤ 135	≤ 100	≤ 85

El equipo eléctrico diseñado para uso dentro de un rango de temperatura ambiente que esté entre -20ºC y +40ºC no necesita de rotulado adicional de temperatura.

El equipo eléctrico diseñado para uso dentro de un rango de temperatura ambiente que no esté entre -20ºC y +40ºC se considera que es especial. y su rango de temperatura ambiente se debe entonces rotular en el equipo, incluyendo el símbolo "Ta" o "Tamb" junto con el rango especial de temperatura ambiental. El rotulado puede ser por ejemplo "-30ºC Ta + 40ºC".

El equipo eléctrico adecuado para temperaturas ambientales superiores a 40ºC debe estar rotulado tanto con la temperatura ambiente máxima, como con la temperatura o rango de temperatura a esa temperatura ambiente.

Excepción 1 : No se requiere que los equipos del tipo no generadores de calor, como por ejemplo los accesorios de conduit, y los de tipo generador de calor que tengan una temperatura máxima no mayor a 100ºC lleven rotulada l temperatura de operación o el rango de temperatura.

Excepción 2 : Se permite que los equipos aprobados para lugares Clase I Divisiones 1 o 2 de acuerdo con los Artículos 505-20(b) y (c) estén rotulados de acuerdo con el Artículo 500-5(d) y la Tabla 500-5-(d).

(c) Documentación para ocupaciones industriales. Todas las áreas en ocupaciones industriales designadas como, lugares peligrosos (clasificados), deben estar documentadas apropiadamente. Esta documentación debe estar disponible a quienes están autorizados a diseñar, instalar, inspeccionar, dar servicio u operar el equipo eléctrico en el lugar.

Nota . Para ejemplos sobre planos de clasificación de áreas véanse las normas : *Electrical Apparatus for Explosive Gas Atmospheres, Classification of Hazardous Areas,* IEC 79-10-1995; *Recommended Practice for Classification of Locations for Electrical Installations of Petroleum Facilities Classified as Class I, Division 1 or Division 2,* API RP 500-1991; *Classification of Locations for Electrical Installations at Petroleum Facilities Classified as Class I, Zone 0, Zone 1 or Zone 2, API RP 505-1996, Model Code of Safe Practice in the Petroleum Industry, Part 15 : Area Classification Code for Petroleum Installations,* IP 15, *the Institute of Petroleum*, London y *Electrical Apparatus for explosive Gas Atmospheres, Classifications of Hazardous (Classified) Locations, ISA S12.24.01-1997*.

505-15. Métodos de alambrado.

(a) **En lugares de la Zona 0.** En lugares Clase I Zona 0 sólo se permiten los siguientes métodos de alambrado:

(1) Alambrado de seguridad intrínseca, según la Sección 504.

Nota : La Sección 504 solamente incluye técnica de protección "ia".

(2) Cable no conductivo de fibra óptica o sistemas con suministro aprobado de energía limitada.

(3) Se deben proporcionar sellos a menos de 3,0 m del sitio por donde el tubo conduit abandona un lugar de Zona 0. No debe haber uniones, acoples, cajas o accesorios, excepto reducciones en el sello, en el tramo de tubo conduit entre el sello y el punto por el cual el conduit sale del lugar.

Excepción : No es necesario que esté sellado un conduit rígido continuo, que pase completamente a través del lugar de Zona 0 sin accesorios a menos de 30 cm más allá de cada límite, si los puntos de terminación en el tubo conduit continuo están en lugares no clasificados.

(4) Se deben proporcionar sellos en los cables en el primer punto de terminación después de entrar en el lugar de Zona 0.

(5) No se requiere que los sellos sean a prueba de explosión o a prueba de llama.

(b) **Zona 1.** En lugares Clase I Zona 1 se permiten todos los métodos de alambrado autorizados para lugares Clase I, División 1.

Cuando se utilicen métodos de alambrado para lugares Clase I, División 1, se debe proporcionar sellante y drenaje de acuerdo con el Artículo 501-5(a), (c), (d) y (f), con la excepción que donde se utilice el término "División 1", este se debe substituir por "Zona 1".

Los métodos de alambrado deben mantener la integridad de las técnicas de protección.

Nota 1) Por ejemplo, equipo con tipo de protección "e" requiere que los accesorios de cable y conduit incorporen métodos adecuados para mantener la protección de ingreso del encerramiento.

Nota 2) Encerramientos eléctricos diferentes proporcionan diferentes grados de protección contra el ingreso. Las medidas aplicadas a los encerramientos de aparatos eléctricos incluyen : 1) Protección de las personas contra el contacto o aproximación con partes energizadas y contra el contacto con partes móviles dentro del encerramiento (diferentes a ejes rotativos suaves y similares). 2) La protección de los aparatos dentro de los encerramientos contra el ingreso de cuerpos sólidos extraños. 3) La protección de los aparatos dentro de encerramientos contra ingreso dañino de agua. Véase la norma NTC 3279*, Grados de protección dados por encerramientos de equipo eléctrico* e IEC 529-1989, *Degrees of Protection Provided by Enclosures*.

(c) **Zona 2.** En lugares Clase I, Zona 2 se permiten todos los métodos de alambrado autorizados para lugares Clase I, División 1 o Clase I División 2. Cuando se utilicen métodos de alambrado para Clase I, División 1 o Clase I, División 2, se debe proporcionar sellante y drenaje de acuerdo con el Artículo 501-5(b), (c), (e) y (f), con la excepción que donde se utilice el término "División 2", este se debe substituir por "Zona 2". Los métodos de alambrado deben mantener la integridad de la técnica de protección.

Nota : Por ejemplo, equipo con tipo de protección "nR" requiere que los accesorios de cable y conduit incorporen métodos de sellado adecuado para mantener la técnica de respiración restringida.

(d) **Obstáculos sólidos.** El equipo a prueba de llama con juntas bridadas no se debe instalar de forma tal que las aberturas bridadas estén más cerca que las distancias mostradas en la Tabla 505-15 a cualquier obstáculo sólido que no sea parte del equipo (como objetos de acero, paredes, resguardos de intemperie, abrazaderas de montaje, tubería u otro equipo eléctrico) a menos que el equipo esté certificado para una distancia de separación menor.

Tabla 505-15 Distancia mínima de obstrucciones desde aberturas bridadas a prueba de llamas "d".

Grupo de Gas	Distancia mínima (mm)
IIC	40
IIB	30

IIA	10

505-20. Equipos.

(a) **Zona 0.** En lugares Clase I Zona 0 sólo se permiten equipos específicamente certificados y rotulados como adecuados para uso en esos lugares.

(b) **Zona 1.** En lugares Clase I Zona 1 sólo se permiten equipos específicamente certificados y rotulados como adecuados para uso en esos lugares.

Excepción: Se permite usar equipos de seguridad intrínseca certificados para uso en lugares Clase I División 1 para el mismo gas o como se permite por el artículo 505-5(d) y con temperatura nominal adecuada.

(c) **Zona 2.** En lugares Clase I Zona 2 sólo se permiten equipos específicamente certificados y rotulados como adecuados para uso en esos lugares.

Excepción 1: Se permite usar equipos certificados para uso en lugares Clase I, Zona 0 o Zona 1 para el mismo gas o como se permite por el artículo 505-5(d) y con temperatura nominal adecuada.

Excepción 2 : Se permite usar equipos aprobados para su uso en lugares Clase I División 1 o Clase I División 2, para el mismo gas o como se permite por el Artículo 505-5(d) y con temperatura nominal adecuada.

Excepción 3 : En lugares Clase I Zona 2 se permite la instalación de motores abiertos, en encerramientos no a prueba de explosión o no a prueba de llamas, como los motores de inducción de jaula de ardilla sin escobillas, mecanismos de interrupción o dispositivos similares que generen arcos, siempre que en condiciones de operación normal cumpla con los niveles de temperatura establecidos en la tabla 505-10.b).3) y el motor esté dotado de elementos sensores y de protección de temperatura (termistores o termoresistencias).

(d) **Instrucciones del fabricante.** El equipo eléctrico instalado en lugares peligrosos (clasificados) se debe instalar de acuerdo con las instrucciones dadas por el fabricante (si las hay).

505-21 Motores y generadores de seguridad aumentada "e". En lugares Clase I, Zona 1, los motores y generadores de seguridad aumentada "e" para todas las tensiones nominales se deben certificar para lugares Clase I, Zona 1 y deben cumplir con lo siguiente.

(1) Los motores se deben rotular con la relación de corriente I_A / I_N y el tiempo t_E**.**

(2) Los motores deben tener los controladores identificados con el número de modelo o de identificación, potencia nominal de salida (HP o kW), corriente a plena carga (A), relación de corriente de arranque (I_A / I_N) y tiempo (t_E) de los motores que van a proteger; el rotulado del controlador también debe incluir el tipo específico de protección contra sobrecarga (y ajuste, si es aplicable) que está certificado con el motor o generador..

(3) Las conexiones se deben hacer con los terminales específicos certificados con el motor o generador.

(4) Se permite que las cajas de los terminales sean de un material en esencia no metálico y no incendiable, dotado de medios internos para puesta a tierra, entre la carcasa del motor y la conexión de puesta a tierra de equipo, incorporados dentro de la caja.

(5) Las disposiciones de la parte C de la sección 430 se deben aplicar independientemente de la tensión nominal del motor.

(6) Los motores se deben proteger contra sobrecarga por un dispositivo separado que sea sensible a la corriente del motor. Este dispositivo se debe seleccionar para que dispare o tenga una capacidad nominal de acuerdo con la certificación del motor y su protección contra sobrecarga.

(7) Los Artículos 430-34 y 430-44 no se deben aplicar a estos motores.

(8) La protección contra sobrecarga del motor no se debe puentear o quitar durante el período de arranque.

505-25. Puesta a tierra y conexión equipotencial. La puesta a tierra y las conexiones equipotenciales de estas instalaciones deben cumplir lo establecido en la Sección 250 y en el Artículo 501-16.

Sección 510 - LUGARES PELIGROSOS (CLASIFICADOS) - ESPECÍFICOS

510-1. Alcance. Las Secciones 511 a 517 se ocupan de los lugares o partes de lugares que son o pueden ser peligrosos debido a concentraciones atmosféricas de líquidos, gases o vapores inflamables o debido a depósitos o acumulaciones de materiales que puedan arder fácilmente.

510-2. Generalidades. Al alambrado y el equipo eléctrico de los que tratan las Secciones 511 a 517 se aplican las normas generales de este Código y las disposiciones de las secciones 500 a 505, excepto que esas normas resulten modificadas por las Secciones 511 a 517. Cuando en una ocupación específica existan condiciones inusuales, la autoridad competente debe decidir sobre la aplicación de normas específicas.

Sección 511 - GARAJES PÚBLICOS Y TALLERES DE REPARACIÓN

511-1. Alcance. Estas ocupaciones incluyen los lugares que se utilizan para operaciones de revisión y reparación relacionadas con vehículos automotores (incluye, pero no se limita a vehículos de pasajeros, autobuses, camiones, tractores, etc.) los cuales utilizan líquidos volátiles inflamables como combustible o fuente de energía.

511-2. Ubicación. Las áreas en las que se trasvasen los combustibles inflamables a los depósitos de combustible de los vehículos, deben cumplir lo establecido en la Sección 514. Los garajes utilizados sólo como estacionamiento o almacenaje de vehículos en los que no se realizan trabajos de reparación, excepto el cambio de piezas y las revisiones periódicas que no requieran el uso de equipos eléctricos, equipos de llama, de soldadura o el empleo de líquidos volátiles inflamables, no son clasificados.

511-3. Lugares Clase I. Clasificación bajo la Sección 500.

(a) **Hasta una altura de 0,5 m sobre el nivel del suelo.** Se considera que toda el área en cada piso a nivel del mismo o por encima de él, es un lugar de Clase I División 2, hasta una altura de 0,5 m sobre el nivel del piso.

Excepción: Cuando la autoridad competente establezca que existe ventilación mecánica que renueva el aire un mínimo de cuatro veces el volumen por hora.

(b) **Fosos o depresiones bajo el nivel del suelo.** Cualquier foso o depresión bajo el nivel del suelo se debe considerar como un lugar de Clase I División 1 hasta el nivel del suelo. La autoridad competente podrá permitir clasificar como lugar de Clase I División 2 los fosos o depresiones bajo el nivel del suelo en los que se cambie todo el aire seis veces por hora y este sea expelido hasta el nivel del suelo del foso.

Excepción: Las áreas de lubricación y revisión sin surtidores se deben clasificar de acuerdo con la Tabla 514-2.

(c) **Áreas adyacentes a lugares definidos o con ventilación de presión positiva.** Las áreas adyacentes a lugares definidos en los que no es probable que se produzcan fugas de vapores inflamables, como depósitos, cuartos de cuadros de distribución eléctricos y otros lugares similares, no se deben clasificar si se cambia el aire de las mismas mediante ventilación mecánica cuatro veces o más por hora o si están separadas eficazmente mediante paredes o tabiques.

(d) **Áreas adyacentes por permiso especial.** Las aras adyacentes que por razón de la ventilación, diferenciales de presión del aire o separación física no corran riesgo de ignición a juicio de la autoridad competente, no deben ser clasificadas.

(e) **Surtidores de combustible.** Cuando dentro de los edificios haya surtidores de combustible (excepto de gases licuados del petróleo, que están prohibidos), se deben cumplir los requisitos de la Sección 514. Cuando haya ventilación mecánica en el área de suministro de combustible, los controles deben estar interconectados de modo que el surtidor no pueda funcionar sin que se ponga en marcha la ventilación, como se describe en el Artículo 500-5(b).

(f) **Equipos portátiles de alumbrado.** Los equipos portátiles de alumbrado deben estar equipados con asas, portabombillas, ganchos y protectores adecuados sujetos al portabombillas o al asa. Todas sus superficies exteriores que puedan entrar en contacto con terminales de baterías, terminales de cables u otros objetos, deben ser de material no conductor o estar protegidas eficazmente por un aislante. Los portabombillas no deben tener interruptores ni ofrecer ningún medio para enchufar clavijas. La carcasa exterior debe ser de un compuesto moldeado u otro material adecuado. Excepto si la y su cable están soportados o dispuestos de manera que no se puedan utilizar en los lugares clasificados en el Artículo 511-3, deben ser de un tipo aprobado para su uso en lugares Clase I División 1.

511-4. Alambrado y equipos en lugares Clase I. En los lugares Clase I como se definen en el Artículo 511-3, el alambrado y los equipos deben cumplir las disposiciones aplicables de la Sección 501. Se considera que las canalizaciones empotradas en paredes o enterradas en el suelo están en un lugar de Clase I sobre el suelo, si sus conexiones o prolongaciones terminan o pasan a través de dichas áreas.

Excepción: Se permite usar tubo rígido no metálico que cumpla lo establecido en la Sección 347 cuando esté enterrado a no menos de 0,60 m bajo una cubierta. Cuando se utilice tubo rígido no metálico, en los últimos 0,60 m del tramo subterráneo hasta que salga el cable o hasta el punto de conexión de la canalización sobre el suelo, se debe utilizar tubo metálico rígido roscado o tubo intermedio de acero roscado y además se debe incluir un conductor de puesta a tierra de equipos que dé continuidad eléctrica al sistema de canalizaciones y para la puesta a tierra de las partes metálicas no portadoras de corriente.

511-5. Sellado. Se deben instalar sellos aprobados que cumplan los requisitos del Artículo 501-5. A los límites, tanto horizontales como verticales, de los lugares Clase A se aplican las disposiciones del Artículo 501-5(b)(2).

511-6. Alambrado en espacios sobre los lugares Clase I.

(a) **Alambrado fijo sobre lugares Clase I.** Todo el alambrado fijo sobre lugares Clase I debe ir en canalizaciones metálicas, tubo rígido no metálico, tuberías eléctricas no metálicas, tubo metálico flexible, tubo metálico flexible y hermético a los líquidos o tubo no metálico flexible y hermético a los líquidos o deben consistir en sistemas de alambrado fabricados tipo MC o MI o en cables PLTC que cumplan lo establecido en la Sección 725 o en cables tipo TC. Está permitido utilizar canalizaciones celulares en suelos metálicos o en suelos de concreto sólo para alimentar salidas en techos o extensiones hasta el área bajo el suelo, pero dichas canalizaciones no deben tener terminales de conexión dentro o a través de cualquier lugar de Clase I sobre el suelo.

(b) **Colgantes.** Para los colgantes se debe utilizar un cable flexible adecuado para el tipo de servicio y aprobado para uso pesado.

(c) **Conductores puestos a tierra y de puesta a tierra.** Cuando un circuito suministre corriente a equipos portátiles o colgantes y tenga un conductor puesto a tierra como exige la Sección 200, los tomacorrientes, clavijas, conectores y dispositivos similares deben ser del tipo con polo a tierra y el conductor puesto a tierra del cordón flexible debe ir conectado al terminal de tierra, al casquillo roscado o al terminal de puesta a tierra de cualquier equipo de utilización alimentado. Debe haber medios aprobados para mantener la continuidad del conductor de puesta a tierra entre el sistema de alambrado fijo y las partes metálicas no portadoras de corriente de los aparatos colgantes, bombillas portátiles y equipo de utilización portátiles.

(d) **Tomacorrientes fijos clavijas.** Los tomacorrientes para clavijas en posición fija deben estar ubicados por encima de cualquier nivel definido como lugar de Clase I o estar aprobados para el lugar donde estén instalados.

511-7. Equipos por encima de los lugares Clase I.

(a) **Equipos que puedan formar arcos.** Los equipos que estén a menos de 3,60 m sobre el nivel del suelo y puedan producir arcos, chispas o partículas de metal caliente, como cortacircuitos, interruptores, paneles de cargadores, generadores, motores u otros equipos (excepto tomacorrientes, bombillas y portabombillas) que tengan contactos de apertura y cierre del circuito o deslizantes, deben estar totalmente encerrados o construidos de modo que impidan el escape de chispas o partículas de metal caliente.

(b) **Alumbrado fijo.** Las bombillas y portabombillas para alumbrado fijo ubicadas sobre calles por los que se conduzcan normalmente los vehículos o que pudieran estar expuestas a otro tipo de daños físicos, deben estar ubicadas a no menos de 3,60 m sobre el nivel del suelo, excepto si son de tipo totalmente cerrado o están construidas de modo que impidan que salten chispas o partículas de metal caliente.

511-8. Equipo de carga de baterías. Los cargadores de baterías, sus equipos de control y las baterías que se estén cargando, no deben estar ubicados dentro de lugares clasificados en el Artículo 511-3.

511-9. Carga de vehículos eléctricos.

(a) **Generalidades.** Todos los equipos y alambrado eléctricos para carga de vehículos deben estar instalados según la Sección 625, excepto lo modificado en los siguientes apartados (b) y (c). Los cordones flexibles deben ser de un tipo aprobado para uso extrapesado.

(b) **Ubicación de los conectores.** No debe haber conectores instalados en lugares Clase I tal como los define el Artículo 511-3.

(c) **Conectores de clavija para los vehículos.** Cuando haya conectores de clavija para la conexión directa a los vehículos, el punto de conexión no debe estar en un lugar de Clase I tal como lo define el Artículo 511-3 y, si el cordón está suspendido del techo, debe estar colocado de modo que la posición más baja de la punta de la clavija quede como mínimo a 0,15 m por encima del suelo. Cuando exista un dispositivo automático que recoja el cordón y la clavija hasta donde no puedan sufrir daños físicos, no se exige un conector adicional en el cable o en la salida.

511-10. Protección del personal con interruptor de circuito por falla a tierra . Todos los tomacorrientes monofásicos de 125 V y 15 o 20 A instalados en áreas donde se utilicen equipos eléctricos de diagnóstico, herramientas eléctricas portátiles o equipos de alumbrado portátiles, deben tener protección para las personas con interruptor de circuito por falla a tierra.

511-16. Puesta a tierra. Todas las canalizaciones metálicas, cables con recubrimiento metálico y partes metálicas no portadoras de corriente de los equipos eléctricos fijos o portátiles, independientemente de su tensión, se deben poner a tierra como establece la Sección 250. La puesta a tierra de los lugares Clase I debe cumplir lo establecido en el Artículo 501-16.

Sección 513 - HANGARES PARA AVIONES

513-1. Definición. Un hangar para aviones es un lugar utilizado para el aparcamiento o revisión de las aeronaves, en el que se utiliza gasolina, otros líquidos volátiles o gases inflamables o combustibles de aviación. Estos lugares no incluyen los utilizados exclusivamente para aviones que nunca emplean tales líquidos o gases o aviones de los que se ha extraído y purgado todo el combustible (con el depósito vacío).

Nota: Para más información, véase *Standard on Aircraft hangars,* ANSI/NFPA 409-1995.

513-2 Definiciones. Para los propósitos de esta Sección se deben tener en cuenta las siguientes definiciones :

Equipo Móvil : Dispositivos con partes electrónicas, adecuados para moverse únicamente con ayudas mecánicas o que están dotados de ruedas para que los muevan las personas u otros dispositivos.

Equipo Portátil : dispositivos pequeños con partes electrónicas adecuados para moverlos por una persona sin necesidad de ayudas mecánicas.

513- 3 Clasificación de lugares.

(a) **Bajo el nivel del suelo.** Los fosos o depresiones bajo el nivel del suelo del hangar se deben clasificar como lugar de Clase I División 1 hasta el nivel del suelo.

(b) **Áreas no separadas o ventiladas.** El área total del hangar, incluidas cualquier área adyacente y que se comunique, que no esté separada adecuadamente del mismo, se debe clasificar como lugar de Clase I División 2 hasta un nivel de 0,5 m sobre el suelo.

(c) **Proximidad de aeronaves.** Las áreas ubicadas a menos de 1,50 m en horizontal de los motores o depósitos de combustible de las aeronaves se deben clasificar como lugares Clase I División 2 desde el nivel del suelo hasta 1,50 m por encima de la cara superior de las alas y carcasas de los motores.

(d) **Áreas adecuadamente separadas y ventiladas.** Las áreas adyacentes en las que no sea probable que se derramen líquidos o vapores inflamables, como depósitos, cuartos de control eléctrico y otros lugares similares, no deben ser clasificadas si están bien ventiladas y eficazmente separadas del hangar por paredes o tabiques.

513-4. Alambrado y equipos en lugares Clase I. Todo el alambrado y los equipos que estén o puedan estar instalados o funcionando en alguno de los lugares Clase I definidos en el Artículo 513-2, deben cumplir las disposiciones aplicables de la Sección 501. Todo el alambrado sobre o bajo el suelo del hangar debe cumplir los requisitos de los lugares Clase I División 1. Cuando ese alambrado esté ubicado en bóvedas, fosos o ductos, deben tener un drenaje adecuado; el alambrado no se debe ubicar dentro del mismo compartimento con cualquier otro servicio que no sean las tuberías de aire comprimido.

Los tomacorrientes y clavijas en lugares Clase I deben estar aprobados para lugares Clase I y diseñados de modo que no se puedan energizar mientras se hacen o se cortan las conexiones.

513-5. Alambrado fuera de lugares Clase I.

(a) **Alambrado fijo.** Todo el alambrado fijo de un hangar, pero que no esté en un lugar de Clase I como se define en el Artículo 513-2, debe estar en canalizaciones metálicas o consistir de cables tipo MI, TC, SNM o MC.

Excepción: El alambrado en lugares no clasificados, como se define en el Artículo 513-2(d), debe ser de un tipo reconocido en el Capítulo 3.

(b) **Colgantes.** En los colgantes se debe utilizar un cordón flexible adecuado para ese tipo de servicio y aprobado para uso pesado. Dicho cordón debe tener un conductor independiente de puesta a tierra de equipos.

(c) **Equipo portátil.** Para los equipos de utilización y bombillas portátiles se debe emplear un cordón flexible adecuado para el tipo de servicio y aprobado para uso extrapesado. Dicho cordón debe tener un conductor independiente de puesta a tierra de equipos.

(d) **Conductores puestos a tierra y de puesta a tierra.** Cuando un circuito suministre corriente a equipos portátiles y colgantes con conductor puesto a tierra, como establece la Sección 200, los tomacorrientes, clavijas, conectores y dispositivos similares deben ser del tipo con polo a tierra y el conductor de puesta a tierra del cordón flexible se debe conectar al terminal de los casquillos de cualquier portabombillas o al terminal puesto a tierra de cualquier equipo de utilización alimentado. Se debe contar con un medio aprobado para mantener la continuidad del conector de puesta a tierra entre el sistema de alambrado fijo y las partes metálicas no portadoras de corriente de los aparatos colgantes, bombillas portátiles y equipos de utilización portátiles.

513-6. Equipos fuera de lugares Clase I.

(a) **Equipos capaces de formar arcos.** En lugares distintos a los descritos en el Artículo 513-2, los equipos que estén a menos de 3,0 m por encima de las alas y las carcasas de los motores de las aeronaves y que puedan producir arcos, chispas o partículas de metal caliente, como las bombillas y portabombillas de alumbrado fijo, cortacircuitos, interruptores, tomacorrientes, paneles de cargadores, generadores, motores u otros equipos con contactos deslizantes o de apertura y cierre, deben ser de tipo totalmente cerrado o estar construidos de modo que no dejen salir chispas ni partículas de metal caliente.

Excepción: Se permite utilizar equipos de propósito general en las áreas descritas en el Artículo 513-2(d).

(b) **Portabombillas.** Para las bombillas incandescentes fijas no se deben usar portabombillas de casquillo metálico forrado de fibra.

(c) **Equipos de alumbrado portátiles.** Los equipos de alumbrado portátiles que se utilicen en los hangares deben estar aprobados para su uso en esas instalaciones.

(d) **Equipos portátiles.** Los equipos de utilización portátiles que se usen o se puedan usar en los hangares deben ser de tipo adecuado para lugares Clase I División 2.

513-7. Andamios, plataformas y muelles.

(a) **En lugares Clase I.** El alambrado, salidas y equipo eléctrico (incluidas las bombillas) existentes o asegurados a andamios, plataformas o muelles que estén ubicados o se puedan ubicar en lugares Clase I como los define el Artículo 513-2(c), deben cumplir los requisitos de los lugares Clase I División 2.

(b) **Que no estén en lugares Clase I.** Cuando no sea probable que los andamios, plataformas y muelles vayan a estar instalados en lugares Clase I como los define el Artículo 513-2(c), el alambrado y equipos deben cumplir lo establecido en los Artículos 513-4 y 513-5, excepto que tales alambrado y equipos, cuando estén a menos de 0,5 m sobre el suelo en cualquier posición, deben cumplir la anterior condición (a). Los tomacorrientes y clavijas deben ser del tipo de seguridad que no se puedan desconectar fácilmente.

(c) **De tipo móvil.** Los andamios móviles con equipos eléctricos que cumplan la anterior condición (b) deben llevar por lo menos un cartel permanente con la inscripción PRECAUCIÓN: MANTENERSE A UNA DISTANCIA DE 1,50 m DE LAS ÁREAS DE LOS MOTORES Y DEPÓSITOS DE COMBUSTIBLE DE LAS AERONAVES ("WARNING - KEEP 5 FT CLEAR OF AIRCRAFT ENGINES AND FUEL TANK AREAS").

513-8. Sellado. Se deben colocar sellos aprobados según el Artículo 501-5. A los límites horizontales y verticales de los lugares definidos como de Clase I se aplican los requisitos de sellado descritos en el Artículo 501-5(a)(4) y (b)(2). Se considera que las canalizaciones embebidas en un suelo de concreto o enterradas bajo el suelo están en lugares Clase I sobre el suelo.

513-9. Sistemas eléctricos de las aeronaves. Cuando la aeronave esté estacionada en el hangar y, siempre que sea posible, durante las tareas de mantenimiento, se deben desactivar todos sus sistemas eléctricos.

513-10. Baterías de las aeronaves: carga y equipos. Las baterías de las aeronaves no se deben cargar cuando estén instaladas en una aeronave estacionada total o parcialmente dentro de un hangar.

Los cargadores de baterías y sus equipos de control no deben estar ubicados ni funcionar en lugares Clase I tal como se definen en el Artículo 513-2 y preferiblemente deben estar ubicados en un edificio o área independiente, como se define en el Artículo 513-2(d). Los cargadores móviles deben llevar por lo menos un cartel permanente con la inscripción PRECAUCIÓN: MANTENERSE A UNA DISTANCIA DE 1,50 METROS DE LAS ÁREAS DE LOS MOTORES Y DEPÓSITOS DE COMBUSTIBLE DE LAS AERONAVES ("WARNING - KEEP 1,5 M CLEAR OF AIRCRAFT ENGINES AND FUEL TANK AREAS"). En un lugar de Clase I no debe haber mesas, bastidores, bandejas ni alambrado y además debe cumplir lo establecido en la Sección 480.

513-11. Fuentes de alimentación externas para energizar aeronaves.

(a) **A no menos de 0,5 m sobre el suelo.** Las fuentes de alimentación externas de las aeronaves deben estar diseñadas y montadas de modo que todos los equipos eléctricos y alambrado fijo queden como mínimo a 0,5 m sobre el nivel del suelo y no se deben utilizar en lugares Clase I, tal como se definen en el Artículo 513-2(c).

(b) **Rotulado para unidades móviles.** Las fuentes de alimentación móviles deben llevar por lo menos un cartel permanente con la inscripción PRECAUCIÓN: MANTENERSE A UNA DISTANCIA DE 1,50 METROS DE LAS ÁREAS DE LOS MOTORES Y DEPÓSITOS DE COMBUSTIBLE DE LAS AERONAVES ("WARNING - KEEP 1,5 M CLEAR OF AIRCRAFT ENGINES AND FUEL TANK AREAS").

(c) **Cordones.** Los cordones flexibles de las fuentes de alimentación móviles y los equipos de soporte en tierra de las aeronaves deben estar aprobados para ese tipo de servicio, para uso extrapesado y deben tener un conductor de puesta a tierra de los equipos.

513-12. Equipo móvil de servicio con componentes eléctricos.

(a) **Generalidades.** Los equipos móviles de servicio (como aspiradoras, compresores, ventiladores, etc.) que tengan alambrado y equipos eléctricos no adecuados para lugares Clase I División 2, deben estar diseñados y montados de modo que todos los equipos eléctricos y alambrado fijo queden como mínimo a 0,5 m sobre el nivel del suelo, no se deben utilizar en lugares Clase I, tal como se definen en el Artículo 513-2(c) y deben llevar por lo menos un cartel permanente con la inscripción PRECAUCIÓN: MANTENERSE A UNA DISTANCIA DE 1,50 METROS) DE LAS ÁREAS DE LOS MOTORES Y DEPÓSITOS DE COMBUSTIBLE DE LAS AERONAVES ("WARNING - KEEP 1,5 M CLEAR OF AIRCRAFT ENGINES AND FUEL TANK AREAS").

(b) **Cordones y conectores.** Los cordones flexibles de los equipos móviles deben ser adecuados para ese tipo de servicio, estar aprobados para uso extrapesado y tener un conductor de tierra de los equipos. Los tomacorrientes y clavijas deben estar aprobados para el lugar en el que estén instalados y tener conexión para el conductor de puesta a tierra de los equipos.

(c) **Uso restringido.** Los equipos no identificados para uso en lugares Clase I División 2 no se deben utilizar en lugares en los que se realicen operaciones de mantenimiento que puedan dar lugar a fugas de líquidos o vapores inflamables.

513-16. Puesta a tierra. Todas las canalizaciones metálicas, cables con recubrimiento metálico y partes metálicas no portadoras de corriente de los equipos eléctricos fijos o portátiles, independientemente de su tensión, se deben poner a tierra como establece la Sección 250. La puesta a tierra de los lugares Clase I debe cumplir lo establecido en el Artículo 501-16.

Sección 514 - GASOLINERAS Y ESTACIONES DE SERVICIO

514-1. Definición. Una gasolinera y una estación de servicio son lugares en los que se trasvasa gasolina u otros líquidos volátiles inflamables o gases licuados inflamables a los depósitos de combustible (principales y auxiliares) de vehículos autopropulsados o a recipientes aprobados.

Otras áreas como las de cambio de aceite, cuartos de servicio, cuartos de reparaciones, oficinas, salas de ventas, cuartos de compresores y similares, deben cumplir lo establecido en las Secciones 510 y 511 con respecto a su alambrado y equipos eléctricos.

Cuando la autoridad competente pueda establecer con seguridad suficiente que no se van a manipular en una zona líquidos inflamables cuyo punto de inflamación sea menor a 38℃ , como la gasolina, no es necesario qu e ese lugar sea clasificado.

Nota : Para las gasolineras en embarcaderos y puertos, véase el Artículo 555-9.

514-2^{x}. Lugares Clase I. Cuando se almacenen, manipulen o suministren líquidos de Clase I, se debe aplicar la Tabla 514-2 para delimitar y clasificar las estaciones de servicio. Un lugar de Clase I no debe prolongarse más allá de una pared sin perforar, un techo u otro tabique sólido.

Nota: Para más información sobre la clasificación de las zonas en las que se dispensan gases licuados del petróleo (GLP), véase *Standard for the Storage and Handling of Liquefied Petroleum Gases,* ANSI/NFPA 58-1995.

514-3. Alambrado y equipos en lugares Clase I. Todo el alambrado y equipos eléctricos en lugares Clase I, tal como se definen en el Artículo 514-2, deben cumplir las disposiciones aplicables de la Sección 501.

Excepción: Lo que permite el Artículo 514-8.

Nota: En cuanto a los requisitos especiales para el aislamiento de los conductores, véase el Artículo 501-13.

Tabla 514-2^{x} Lugares Clase I: Estaciones de servicio

Lugar	**Clase I, Grupo D División**	**Extensión del lugar clasificado**

Lugar	Clase I, Grupo D División	Extensión del lugar clasificado
Depósito subterráneo		
Orificio de llenado	1	Cualquier foso, caja o espacio bajo el nivel del suelo, cualquier parte de los cuales esté dentro de un lugar clasificado de División 1 o 2.
	2	Hasta 0,5 m sobre el nivel del suelo dentro de un radio horizontal de 3 m desde cualquier conexión de llenado suelta o de 1,5 m desde cualquier conexión de llenado fija.
Ventilación - descarga hacia arriba		
Orificio de llenado	1	Hasta 0,9 m desde el extremo abierto del ducto, en todas las direcciones.
	2	Espacio entre 0,9 y 1,5 m del extremo abierto del ducto, en todas las direcciones
Surtidor [(1)](#)(#) (excepto tipo colgante)*		
Fosos	1	Cualquier foso, caja o espacio bajo el nivel del suelo, cualquier parte de los cuales esté en un lugar clasificado de División 1 o 2. Nota: Para la clasificación del espacio dentro del encerramiento del surtidor, véase *Power Operated Dispensing Devices for Petroleum Products,* ANSI/UL 87-1990.
Surtidor	2	Hasta 0,5 m en horizontal en todas las direcciones hasta el nivel del suelo desde : (1) el encerramiento del surtidor o (2) la parte del encerramiento del surtidor que contenga componentes para la manipulación de los líquidos. Nota: Para la clasificación del espacio dentro del encerramiento del surtidor, véase *Power Operated Dispensing Devices for Petroleum Products,* ANSI/UL 87-1990.
Exterior	2	
Interior con ventilación mecánica	2	Hasta 0,5 m sobre el nivel del suelo y 6 m en horizontal desde cualquier borde del encerramiento.
con ventilación por gravedad	2	Hasta 0,5 m sobre el nivel del suelo y 6 m en horizontal desde cualquier borde del encerramiento.
		Hasta 0,5 m sobre el nivel del suelo y 7,5 m en horizontal desde cualquier borde del encerramiento.

Lugar	Clase I, Grupo D División	Extensión del lugar clasificado
Surtidor# De tipo colgante*	1 2 2	El espacio dentro del encerramiento del surtidor y todos los equipos eléctricos integrados en la manguera del surtidor. Un espacio que va hasta 0,5 m en horizontal en todas las direcciones alrededor del encerramiento, hasta el nivel del suelo. Hasta 0,5 m sobre el nivel del suelo y 6 m en horizontal medidos desde la vertical que delimite el encerramiento del surtidor
Bomba remota - exterior	1 2	Cualquier foso, caja o espacio bajo el nivel del suelo si cualquier parte está dentro de una distancia horizontal de 3 m desde cualquier borde de la bomba. A menos de 0,9 m de cualquier borde de la bomba, en todas las direcciones. Además, hasta 0,5 m sobre el nivel del suelo y a menos de 3 m en horizontal desde cualquier borde de la bomba.
Bomba remota - interior	1 2	Todo el espacio dentro del foso. A menos de 1,5 m desde cualquier borde de la bomba, en todas las direcciones. Además, hasta 0,9 m sobre el nivel del suelo y a menos de 7,5 m en horizontal desde cualquier borde de la bomba.
Zona de lubricación o de servicio - con surtidor Surtidor para líquidos de Clase I	1 2 2 2	Cualquier foso dentro de cualquier espacio sin ventilar. Cualquier fosos con ventilación. Espacio hasta 0,5 m sobre el nivel del suelo y hasta 0, 9 m en horizontal desde el foso de lubricación. A menos de 0,9 m de cualquier punto de llenado o surtidor, en todas las direcciones.

Lugar	Clase I, Grupo D División	Extensión del lugar clasificado
Zona de lubricación o de servicio- sin surtidor	2	Toda el área dentro de cualquier foso usado para lubricación o servicios similares cuando puedan ser liberados líquidos de Clase I.
	2	Espacio hasta 0,5 m sobre cualquier foso y 0,9 m en horizontal desde cualquier borde del foso.
	2	Toda la zona sin ventilar dentro de cualquier foso, bajo el área del suelo o el área del subsuelo.
	2	Hasta 0,5 m sobre cualquier foso sin ventilar, área de trabajo bajo el suelo o bajo subsuelo y hasta una distancia de 0,9 m en horizontal desde el borde de cualquier foso o área de trabajo bajo el nivel del suelo o del subsuelo.
	No clasificado	Cualquier Foso, área de trabajo bajo el nivel del suelo o el subsuelo con ventilación y salida de gases a una velocidad no menor a 0,3 m^3/min por m^2 de superficie del suelo en todo el tiempo que esté ocupada la edificación o cuando haya vehículos estacionados en o sobre esa zona y la toma de aire esté en un punto a menos de 0,3 m del suelo del foso, área de trabajo bajo el nivel del suelo o subsuelo.
Encerramiento especial dentro de un edificio**	1	Todo el encerramiento.
Salas de ventas, de almacenamiento y sanitarios	No clasificado	Si en estos lugares hay alguna abertura que dé a un lugar de División 1, toda la sala se debe clasificar como de División 1.
Fosos para sistemas de proceso de vapores	1	Cualquier foso, caja o espacio bajo el nivel del suelo, cualquier parte de los mismos está en un lugar de División 1 o 2 o que contiene algún equipo utilizado para transportar o procesar vapores.
Equipos de proceso de vapores ubicados dentro de encerramientos protectores	2	Dentro de cualquier encerramiento protector que contenga equipos de proceso de vapores.

Lugar	Clase I, Grupo D División	Extensión del lugar clasificado
Equipos de proceso de vapores ubicados fuera de encerramientos protectores (excepto tuberías y dispositivos de combustión)	2	El espacio hasta 0,5 m en todas las direcciones de los equipos que contengan vapores o líquidos inflamables, hasta el nivel del suelo. Hasta 0,5 m sobre el nivel del suelo a menos de 3 m en horizontal del equipo de proceso de vapores.
Encerramientos de equipos	1	Cualquier espacio dentro del encerramiento en los que haya líquidos o vapores bajo condiciones normales de funcionamiento.
Soplador asistido por vacío	2	El espacio hasta 0,5 m en todas las direcciones a nivel del suelo. Hasta 0,5 sobre el nivel del suelo a menos de 3 m en horizontal.

(1) Véanse en la Figura 1 los lugares clasificados alrededor de las gasolineras.
* Con un carrete de manguera montado en el techo.
** Nota: Véase *Automotive and Marine Service Station Code,* NFPA 30A-1996.
\# Nota: Para la clasificación de las zonas dentro del encerramiento del surtidor, véase *Power Operated Dispensing Devices for Petroleum Products,* ANSI/UL 87-1990.

(FIGURA)
Figura 514-2. Lugares clasificados alrededor de los surtidores, según la Tabla 514-2[x].

514-4. Alambrado y equipos por encima de los lugares Clase I. El alambrado y equipos por encima de los lugares Clase I definidos en el Artículo 514-2, deben cumplir lo establecido en los Artículos 511-6 y 511-7.

514-5. Desconexión de los circuitos.

(a) **Generalidades.** Todos los equipos que terminen o atraviesen los surtidores, incluidos los de sistema de bombeo remoto, deben estar dotados con un interruptor u otro medio aceptable claramente identificado y fácilmente accesible, ubicado lejos de los surtidores, para desconectar simultáneamente de su fuente de alimentación todos los conductores del circuito, incluido el puesto a tierra si lo hubiera. Todo el alambrado de control de una bomba remota desde cada dispositivo dispensador se debe separar de cada otro por un medio que elimine la retroalimentación a este alambrado en cualquier momento.

No se permiten interruptores automáticos unipolares con empuñaduras.

(b) **Estaciones de autoservicio atendidas[x].** Los controles de emergencia especificados en el anterior apartado (a) se deben instalar en un lugar aceptable para la autoridad competente, pero nunca a más de 30 m de los surtidores.

(c) **Estaciones de autoservicio no atendidas[x].** Los controles de emergencia especificados en el anterior apartado (a) se deben instalar en un lugar aceptable para la autoridad competente, pero nunca a menos de 7 m ni más de 30 m de los surtidores. En cada grupo de surtidores o equipo de control exterior utilizado para controlar los surtidores, se deben instalar controles adicionales de emergencia. Los controles de emergencia deben interrumpir toda la corriente a todos los equipos de surtidores de la

gasolinera. Los controles sólo se deben poder reactivar manualmente solo de una manera aprobada por la autoridad competente.

514-6. Sellado.

(a) **En el surtidor.** En todos los tramos de tubo que entren o salgan de un surtidor o en cualquier hueco o encerramiento en comunicación directa con el surtidor, se debe instalar un sello aprobado. El sello debe ser el primer accesorio cuando el tubo salga de la tierra o del concreto.

(b) **En los límites.** Se deben instalar otros sellos de acuerdo con el Artículo 501-5. En los límites horizontales o verticales de los lugares definidos como de Clase I se deben instalar sellos adicionales de acuerdo con el Artículo 501-5(a)(4) y (b) (2).

514-8. Alambrado subterráneo. El alambrado subterráneo debe hacerse en tubo de metal rígido roscado o tubo intermedio de acero roscado. Cualquier parte del alambrado o equipos eléctricos que esté bajo la superficie de un lugar de Clase I División 1 o División 2, como se define en la Tabla 514-2, se debe considerar lugar de Clase I División 1 que se prolonga como mínimo hasta el punto en que sale sobre el nivel del suelo. Consúltese la Tabla 300-5.

Excepción nº. 1: Se permite instalar cable tipo MI de acuerdo con la Sección 330.

Excepción nº. 2: Se permite usar tubo rígido no metálico que cumpla lo establecido en la Sección 347 cuando esté enterrado a no menos de 0,60 m de una cubierta. Cuando se use tubo rígido no metálico, en los últimos 0,60 m del tramo subterráneo hasta que salga del suelo o hasta el punto de conexión con la canalización sobre el suelo, se debe usar tubo metálico rígido roscado o tubo intermedio de acero roscado. Debe haber un conductor de tierra de los equipos que ofrezca continuidad eléctrica de toda la canalización y para la puesta a tierra de las partes metálicas no portadoras de corriente.

514-16. Puesta a tierra. Todas las canalizaciones metálicas, cables con revestimiento metálico y partes metálicas no portadoras de corriente de los equipos eléctricos fijos o portátiles, independientemente de su tensión, se deben poner a tierra como establece la Sección 250. La puesta a tierra de los lugares Clase I debe cumplir lo dispuesto en el Artículo 501-16.

Sección 515 - PLANTAS DE ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLES A GRANEL

515-1. Definición. Una planta de distribución de combustibles es la parte de una propiedad en la que se reciben líquidos inflamables en depósitos o tanques, tuberías, camiones cisterna o vagones cisterna y se almacenan o mezclan a granel para distribuir dichos líquidos por tanques, tuberías, camiones cisterna, vagones cisterna, cisternas portátiles o contenedores.

Nota: Para más información, véase *Flammable and Combustible Liquids Code,* NFPA 30-1993 (ANSI).

515-2^{x}. Lugares Clase I. Cuando se almacenen, manipulen o suministren líquidos de Clase I se debe aplicar la Tabla 515-2 para delimitar y clasificar las plantas de almacenamiento de combustibles. Los lugares Clase I no se deben prolongar más allá del suelo, paredes, tejado u otras separaciones sólidas sin aberturas de comunicación.

Nota: La clasificación de la Tabla 515-2 se basa en la premisa de que la instalación cumpla en todos sus aspectos los requisitos aplicables del Capítulo 5 del *Flammable and Combustible Liquids Code,* ANSI/NFPA 30-1993. Si no fuera así, la autoridad competente debe definir el ámbito del espacio clasificado.

515-3. Alambrado y equipos en lugares Clase I. Todo el alambrado y equipos eléctricos en lugares Clase I tal como se definen en el Artículo 515-2, deben cumplir las disposiciones aplicables de la Sección 501.

Excepción: Lo que permite el Artículo 515-5.

515-4. Alambrado y equipos sobre lugares Clase I. Todo el alambrado fijo sobre lugares Clase I debe ir en canalizaciones metálicas o en tubo no metálico rígido de PVC Schedule 80 o equivalente o con cables tipo MI, TC o MC. Los equipos fijos que puedan producir arcos, chispas o partículas de metal caliente, como las bombillas y portabombillas de alumbrado fijo, cortacircuitos, interruptores, tomacorrientes, cuadros de cargadores, generadores, motores u otros equipos con contactos deslizantes o de apertura y cierre de un circuito, deben ser de tipo totalmente cerrado o estar construidos de modo que no dejen salir chispas ni partículas de metal caliente. Las bombillas portátiles u otros equipos de utilización portátiles y sus cordones flexibles deben cumplir lo establecido en la Sección 501 respecto de la clase de lugar sobre el que estén conectados o se utilicen.

515-5. Alambrado subterráneo.

(a) **Método de alambrado.** Todos los alambrados subterráneos deben ir instalados en tubo metálico rígido roscado o tubo intermedio de acero roscado. Cuando estén enterrados a no menos de 0,60 m de una cubierta, se permite que vayan en un tubo rígido no metálico o sean de un cable aprobado. Cuando se utilice tubo rígido no metálico, en los últimos 0,60 m del tramo subterráneo hasta que salga del suelo o hasta el punto de conexión con la canalización sobre el nivel del suelo, se debe usar tubo metálico rígido roscado o tubo intermedio de acero roscado.

(b) **Aislamiento.** El aislamiento de los conductores debe cumplir lo establecido en el Artículo 501-13.

(c) **Alambrado no metálico.** Cuando se utilice tubo rígido no metálico o cables con recubrimiento no metálico, se debe instalar un conductor de puesta a tierra de los equipos, que dé continuidad eléctrica a la canalización y permita poner a tierra las partes metálicas no portadoras de corriente.

515-6. Sellado. Los requisitos de sellado del Artículo 501-5(a)(4) y (b)(2) se deben aplicar a los límites horizontales y verticales de los lugares definidos como de Clase I. Las canalizaciones enterradas bajo lugares Clase I se deben considerar como si estuvieran dentro de un lugar de Clase I División 1.

515-7. Surtido de gasolina. Cuando el surtido de gasolina, líquidos inflamables o gases licuados inflamables se lleve a cabo junto con las operaciones a granel de la planta, se deben aplicar las disposiciones de la Sección 514.

515-16. Puesta a tierra. Todas las canalizaciones metálicas, cables con revestimiento metálico y partes metálicas no portadoras de corriente de los equipos eléctricos fijos o portátiles se deben poner a tierra como establece la Sección 250, independientemente de su tensión. La puesta a tierra de los lugares Clase I debe cumplir lo dispuesto en el Artículo 501-16.

Nota: Para más información sobre tomas de tierra como protección contra la electricidad estática, véanse las Secciones 5-4.4.1.2 y 5-4.4.4.1.7 de *Flammable and Combustible Liquids Code,* ANSI/NFPA 30-1996.

Tabla 515-2[x] Lugares Clase I - Plantas de almacenamiento de combustibles

Lugar	**Clase I, División**	**Extensión del lugar clasificado**
Equipo interior instalado de acuerdo con la Sección 5-3.3.2 del *Flammable and Combustible Liquids Code,* ANSI/NFPA 30-1996, cuando bajo operación normal pueda haber mezclas inflamables de aire - vapor.	1	Espacio a menos de 1,5 m de cualquier borde de esos equipos, en todas las direcciones
	2	Espacio entre 1,5 y 2,5 m de cualquier borde de esos equipos, en todas las direcciones. Además el espacio hasta 0,9 m sobre el suelo o el nivel del suelo y dentro de 1,5 m y 7,5 m medidos horizontalmente desde cualquier borde de esos equipos*.

Lugar	**Clase I, División**	**Extensión del lugar clasificado**
Equipo exterior instalado de acuerdo con la Sección 5-3.3.2 del *Flammable and Combustible Liquids Code,* ANSI/NFPA 30-1996, cuando bajo operación normal pueda haber mezclas inflamables de aire -vapor.	1	Espacio a menos de 0,9 m de cualquier borde de esos equipos, en todas las direcciones.
	2	Espacio entre 0,9 y 7,5 m de cualquier borde de esos equipos, en todas las direcciones. Además el espacio hasta 0,9 m sobre el suelo o el nivel del suelo y dentro de 0,9 m a 7,5 m medidos horizontalmente desde cualquier borde de esos equipos*.
Tanque sobre el suelo**	1	Espacio dentro del dique cuando la altura del dique sea superior a la distancia desde el tanque al dique en más del 50% de la circunferencia del tanque.
Forro, extremos o cubierta y espacio de la zanja.	2	Hasta 3 m desde la chaqueta, extremos o cubierta del depósito. Espacio dentro del dique hasta el nivel superior del dique.
Ventilación	1	Hasta 1,5 m del extremo abierto de la ventilación en todas las direcciones.
	2	Espacio entre 1,5 y 3 m desde el extremo abierto de la ventilación en todas las direcciones.
Techo flotante	1	Espacio sobre el techo dentro del cascarón del tanque.
Orificio para llenado del tanque subterráneo	1	Cualquier foso, caja o espacio bajo el nivel del suelo, si cualquier parte está en un lugar clasificado de División 1 o 2.
	2	Hasta 0,5 m sobre el nivel del suelo dentro de un radio horizontal de 3 m desde cualquier conexión de llenado suelta o de 1,5 m desde cualquier conexión de llenado fija.
Ventilación - descarga hacia arriba	1	Hasta 0,9 m desde el extremo abierto de la ventilación, en todas las direcciones.
	2	Espacio entre 0,9 y 1,5 m del extremo abierto de la ventilación, en todas las direcciones.

Lugar	Clase I, División	Extensión del lugar clasificado
Llenado de barriles y recipientes		
Exterior o interior con ventilación adecuada	1	Hasta 0,9 m desde los orificios de ventilación y llenado, en todas las direcciones.
	2	Espacio entre 0,9 y 1,5 m del extremo del orificio de ventilación o llenado, en todas las direcciones. Además hasta 0,5 m sobre el piso o el nivel del suelo con un radio horizontal de 3 m desde los orificios de ventilación o llenado.
Bombas, purgadores, accesorios de vaciado, medidores y dispositivos similares		
Interior	2	A menos de 1,5 m desde cualquier borde de dichos dispositivos, en todas las direcciones. Además hasta 0,9 m sobre el piso o el nivel del suelo y a menos de 7,5 m en horizontal desde cualquier borde de tales dispositivos.
En el exterior	2	A menos de 0,9 m desde cualquier borde de dichos dispositivos, en todas las direcciones. Además hasta 0,5 m sobre el nivel del suelo y a menos de 3 m en horizontal desde cualquier borde de tales dispositivos.
Fosos		
Sin ventilación mecánica	1	Todo el espacio dentro del foso si alguna parte está en un lugar clasificado de la División 1 o 2.
Con ventilación mecánica adecuada	2	Todo el espacio dentro del foso si alguna parte está en un lugar clasificado de la División 1 o 2.
Que contengan válvulas, tuberías o accesorios y no estén en un lugar de la División 1 o 2.	2	Todo el foso.
Zanjas de drenaje, separadores, estanques de captación.		
En el exterior	2	Espacio hasta 0,5 m sobre la zanja, separador o estanque. Además hasta 0,5 m sobre el nivel del suelo a menos de 4,5 m en horizontal desde cualquier borde
En el interior		Igual que los fosos.

Lugar	Clase I, División	Extensión del lugar clasificado
Camiones cisterna y vagones cisterna#		
Cargando a través de una boca abierta (domo)	1	Hasta 0,9 m del borde de la boca (domo) en todas las direcciones.
	2	Espacio entre 0,9 y 4,5 m desde el borde de la boca (domo) en todas las direcciones.
Cargando a través de conexiones en el fondo del tanque con ventilación atmosférica	1	Hasta 0,9 m desde el punto de ventilación a la atmósfera, en todas las direcciones.
	2	Espacio entre 0,9 y 4,5 m desde el punto de ventilación a la atmósfera, en todas las direcciones. Además hasta 0,5 m sobre el nivel del suelo en un radio horizontal de 3 m desde el punto de conexión de carga.
Oficinas y servicios sanitarios	Ordinario	Si en estos lugares hay alguna abertura dentro de la extensión de un lugar interior clasificado, el cuarto se debe clasificar lo mismo que si la pared, bordillo o tabique no existieran.
Carga a través de boca cerrada (domo) con ventilación atmosférica	1	Hasta 0,9 m del extremo abierto de la ventilación, en todas las direcciones.
	2	Espacio entre 0,9 y 4,5 m desde el extremo abierto de la ventilación, en todas las direcciones. Además hasta 0,5 m sobre el nivel del suelo en un radio horizontal de 3 m desde el punto de conexión de carga.
Carga a través de boca cerrada (domo) con control de vapores	2	Hasta 0,9 m del punto de conexión de las líneas tanto de llenado como de vapor, en todas las direcciones.
Carga o descarga por el fondo del tanque, con control de vapor.	2	Hasta 0,9 m del punto de conexión en todas las direcciones. Además hasta 0,5 m sobre el nivel del suelo con un radio horizontal de 3 m desde el punto de conexión.
Almacenaje y taller de reparación de los camiones cisterna	1	Todos los fosos o espacios bajo el nivel del suelo.
	2	Hasta 0,5 m sobre el piso o el nivel del suelo en todo el aparcamiento o taller.

Lugar	Clase I, División	Extensión del lugar clasificado
Garajes que no sean para camiones cisterna	Ordinario	Si en estos lugares hay alguna abertura dentro de la extensión de in lugar exterior clasificado, todo el cuarto se debe clasificar igual que la clasificación del espacio en el punto de la abertura..
Almacenaje exterior de barriles	Ordinario	
Almacenaje interior cuando no hay transferencia de líquidos inflamables	Ordinario	Si en estos lugares hay alguna abertura dentro de la extensión de un lugar interior clasificado, el cuarto se debe clasificar lo mismo que si la pared, bordillo o tabique no existiera.
Muelles y embarcaderos de descarga		Véase la Figura 515-2.

* Las fugas de líquidos de Clase I pueden generar vapores hasta el punto en que todo el edificio, incluso la zona que le rodea, deban considerarse lugares Clase I División 2.

** Para tanques subterráneos véase el Artículo 514-2.

\# Al clasificar la extensión del espacio, hay que tener en cuenta que los vagones y camiones cisterna pueden adoptar distintas posiciones. Por tanto, hay que tomar las posiciones extremas de carga y descarga.

(FIGURA)

Notas:

(1) La "fuente de vapor" debe ser el protector y la posición recogida de la brida exterior de conexión del brazo (o manguera) de carga.

(2) La parte del muelle adyacente a la gabarra y tanque de carga se debe considerar de la División 2 hasta la siguiente distancia:
   a. 7,5 m en horizontal y en todas las direcciones en el lado del muelle a partir del casco del artefacto en el que estén instalados los tanques de carga.
   b. Desde el nivel del agua hasta 7,5 m sobre los tanques de carga en su posición más alta.

(3) Es posible que haya que clasificar otros lugares si existen otras fuentes de líquidos inflamables en el muelle, o de acuerdo con la legislación costera u otras normas.

Figura 515-2[x]. Terminal marino (o fluvial) para carga de combustibles inflamables.

Sección 516 - PROCESOS DE PINTURA POR ROCIADO, INMERSIÓN Y APLICACIÓN

516-1. Alcance. Esta Sección trata de la aplicación periódica o frecuente de líquidos inflamables, líquidos combustibles y polvos combustibles mediante rociado, lo mismo que de la aplicación de líquidos inflamables o

líquidos combustibles a temperaturas superiores a su punto de inflamación, mediante operaciones de inmersión, aplicación u otros medios.

Nota: Para más información sobre las medidas de seguridad en estos procesos, como protección contra incendios, instalación de carteles de precaución y medidas de mantenimiento, véanse *Standard for Spray Application Using Flammable and Combustible materials,* ANSI/NFPA 33-1995 y *Standard for Dipping and Coating Processes Using Flammable or Combustible Liquids,* ANSI/NFPA 34-1995. Para más información sobre ventilación, véase *Standard for Exhaust Systems for Air Conveying of Materials,* ANSI/NFPA 91-1995.

516-2. Clasificación de los lugares. La clasificación de los lugares se basa en las cantidades peligrosas de vapores inflamables y mezclas, residuos, polvos o depósitos combustibles.

(a) **Lugares Clase I o Clase II, División 1.** Los siguientes lugares se deben considerar como de Clase I o Clase II, División 1, según proceda:

(1)[x] El interior de las cabinas y salas de rociado, excepto lo establecido específicamente en el Artículo 516-3(d).

(2)[x] El interior de los conductos de salida de gases.

(3)[x] Cualquier área directamente en el ámbito de las operaciones de rociado.

(4)[x] En las operaciones de aplicación de pintura e inmersión, todos los espacios a una distancia radial de menos de 1,50 m de las fuentes de vapor y que se extienden desde esas superficies hasta el suelo. La fuente de vapor es el líquido expuesto en el proceso y la placa de goteo y cualquier objeto inmerso o pintado del que sea posible medir concentraciones de vapor que superen el 25% del límite inferior de inflamación a una distancia de 0,30 m del objeto en cualquier dirección.

(5)[x] Los fosos ubicados a menos de 7,5 m en horizontal de la fuente de vapor. Si los fosos se prolongan más allá de los 7,5 m de la fuente de vapor, se debe instalar un tope (barrera) de vapor o todo el pozo se debe clasificar como de Clase I División 1.

(6)[x] El interior de cualquier proceso cerrado de aplicación o inmersión.

(b) **Lugares Clase I o Clase II, División 2.** Los siguientes lugares se deben considerar como de Clase I o Clase II, División 2, según proceda:

(1)[x] En las operaciones de rociado abierta, todos los espacios exteriores pero a menos de 6 m en horizontal y de 3 m en vertical del lugar de Clase I División 1, como se define en el Artículo 516-2(a) y no separado de él por paredes. Véase la Figura 516-2(b)(1).

(2)[x] Si las operaciones de rociado se hacen en un local o cabina cerrada por arriba y abierta por los lados o abierta por delante, todo el alambrado o equipos de utilización ubicados fuera del local o cabina pero dentro de los límites establecidos en la Figura 516-2(b)(2) como de División 2, deben ser adecuados para lugares Clase I División 2 o de Clase II División 2, según lo que proceda.

Los lugares Clase I División 2 o de Clase II División 2 que se ven en la Figura 516-2(b)(2), se deben prolongar desde los bordes de la cara o lado abierto del local o cabina, hasta las siguientes distancias:

a. Si el sistema de extracción de gases está enclavado con el equipo de rociado, el lugar de la División 2 se debe prolongar hasta 1,5 m en horizontal y 0,9 m en vertical desde la cara o lado abierto del local o cabina, como se indica en la parte superior de la Figura 516-2(b)(2).

b. Si el sistema de extracción de gases no está enclavado con el equipo de rociado, el lugar de la División 2 se debe prolongar hasta 3 m en horizontal y 0,9 m en vertical desde la cara o lado abierto del local o cabina, como se indica en la parte inferior de la Figura 516-2(b)(2).

Para efectos de esta subsección, "enclavado" quiere decir que el equipo de aplicación de pintura por rociado no puede funcionar hasta que funcione adecuadamente el sistema de extracción de gases y que si se detiene el sistema de extracción, el sistema de rociado se detiene también automáticamente.

(3)[x] Para operaciones de rociado realizadas dentro de una cabina con el techo abierto, el espacio hasta 0,9 m en vertical por encima de la cabina y a menos de 0,9 m de otras aberturas de la cabina, se considera de Clase I o Clase II, División 2.

(4)[x] Para operaciones de rociado limitadas a un local o cabina cerrada, se considera lugar de Clase I o Clase II, División 2 el espacio ubicado hasta 0,9 m en todas las direcciones desde cualquier abertura, como se ve en la Figura 516-2(b)84).

(5)[x] Para los depósitos y placas de goteo, el espacio de 0,9 m que rodea el lugar de Clase I División 1, como se define en el Artículo 516-2(a)(4) y se ve en la Figura 516-2(b)(5).

(6)[x] Para los depósitos y placas de goteo, el espacio de 0,9 m por encima del suelo y que llegue hasta 6 m en horizontal en todas las direcciones alrededor del lugar de Clase I División 1.

Excepción: Este espacio no se debe considerar necesariamente peligroso (clasificado) cuando la superficie de la fuente de vapor sea de 0,46 m² o menos y el contenido del depósito, cuba o recipiente no pase de 18,9 L. Además, la concentración de vapor durante los periodos de funcionamiento y parada no debe superar el 25% del límite inferior de inflamación fuera del lugar de Clase I especificado en el Artículo 516-2(a)(4).

(FIGURA)

Figura 516-2(b)(1)[x]. Lugares Clase I o Clase II División 2 contiguos a donde se realizan operaciones de pintura por rociado.

(FIGURA)

Figura 516-2(b)(2)[x]. Lugares Clase I o Clase II División 2 al lado de donde se realizan operaciones de pintura por rociado en cabinas con la parte superior abierta, la parte delantera o una cara abierta.

(FIGURA)

Figura 516-2(b)(4)[x]. Lugares Clase I o Clase II División 2 al lado de donde se realizan operaciones de pintura por rociado en cabinas o cuartos cerrados.

(FIGURA)

Figura 516-2(b)(5)[x]. Extensión de los lugares peligrosos (clasificados) de Clase I, División 1, y Clase I División 2, para procesos abiertos de inmersión.

(c)[x] **Procesos cerrados de inmersión y aplicación de pintura.** El espacio adyacente al lugar donde se realizan procesos cerrados de inmersión y aplicación de pintura se debe considerar no clasificado.

Excepción: El espacio a menos de 0,9 m en todas las direcciones desde cualquier abertura en el encerramiento, se debe considerar lugar de Clase I División 2.

(d) **Lugares adyacentes.** Los lugares adyacentes que estén separados de los lugares definidos como de Clase I o Clase II mediante paredes fuertes sin aberturas de comunicación y en los que no sea probable que se produzcan fugas de vapores inflamables o polvos combustibles, no se deben clasificar.

(e) **Lugares No clasificados.** Si así lo estima la autoridad competente, se permite no clasificar los lugares en los que se utilicen equipos de secado, curado o fusión dotados de ventilación mecánica forzada adecuada para evitar la acumulación de vapores inflamables y dotados de un medio eficaz de enclavamiento que desenergice todos los equipos eléctricos (excepto los aprobados para su funcionamiento en lugares Clase I) si falla el equipo de ventilación.

Nota: Para más información sobre las medidas de seguridad en estos lugares, véase *Standard for Ovens and Furnaces,* ANSI/NFPA 86-1995.

516-3. Alambrado y equipos en lugares Clase I.

(a) **Alambrado y equipos para vapores.** Todo el alambrado y equipo eléctrico en lugares Clase I (que sólo contengan vapores, no residuos) definidos en el Artículo 516-2, debe cumplir las disposiciones aplicables de la Sección 501.

(b)[x] **Alambrado y equipos para vapores y residuos.** Si no están certificados específicamente para usarlos en lugares que contengan depósitos en cantidades peligrosas de vapores, mezclas, residuos, polvos o depósitos inflamables o combustibles (según proceda), no debe haber equipos eléctricos en ninguna de las áreas de pintura por rociado descritas en esta Sección en las que se puedan formar depósitos de residuos combustibles, excepto el alambrado en tubo de metal rígido, tubo metálico intermedio, cables tipo MI o en cajas o accesorios metálicos que no contengan empalmes, derivaciones ni conexiones terminales.

(c) **Alumbrado.** El alumbrado de zonas fácilmente combustibles a través de paneles de cristal u otro material transparente o translúcido está permitido únicamente si cumple las siguientes condiciones: (1) que se utilicen sólo fuentes de alumbrado fijas; (2) que los paneles aíslen eficazmente los lugares Clase I de la zona donde está ubicada la fuente de luz; (3) que la fuente de luz esté aprobada específicamente para ese lugar; (4) que el panel sea de un material o esté protegido de tal manera que sea poco probable que se rompa y (5) que la instalación esté hecha de modo que la acumulación normal de residuos peligrosos sobre la superficie del panel no alcance temperaturas peligrosas por la radiación o conducción del calor procedente de la fuente de alumbrado.

(d) **Equipo portátil.** En los lugares de pintura por rociado y durante estas operaciones, no se deben utilizar bombillas portátiles eléctricas ni otros equipos de utilización portátiles.

Excepción nº. 1: Cuando sean necesarias bombillas portátiles para la pintura en espacios que no estén bien iluminados por luces fijas dentro de la zona de rociado, deben ser de un tipo aprobado para lugares Clase I División 1 donde pueda haber residuos fácilmente combustibles.

Excepción nº. 2: Cuando se utilicen equipos eléctricos portátiles de secado en las cabinas de retoque de pintura de automóviles y se cumplan todos los requisitos siguientes: (1) el equipo y sus conexiones eléctricas no estén ubicados dentro de la cabina durante las operaciones de pintura; (2) los equipos eléctricos que estén a menos de 0,5 m del suelo estén aprobados para lugares Clase I División 2; (3)

todas las partes metálicas de los equipos de secado estén conectadas equipotencialmente y puestas a tierra y (4) el equipo de pintura y el de secado estén enclavados de modo que no pueda funcionar el equipo de pintura mientras estén los dos equipos dentro de la cabina, dejando un lapso de 3 minutos antes de poner en marcha el equipo de secado para extraer los gases de la cabina y que el equipo de secado se pare si falla el sistema de ventilación.

(e) **Equipos electrostáticos.** Los equipos electrostáticos de rociado o secado se deben instalar y utilizar sólo como se indica en el Artículo 516-4.

Nota: Para más información, véase *Standard for Spray Application Using Flammable and Combustible Materials,* ANSI/NFPA 33-1995.

516-4[x]. Equipo electrostático fijo. Este Artículo se debe aplicar a cualquier equipo que utilice elementos cargados electrostáticamente para la atomización fina, carga y/o precipitado de materiales peligrosos para pintar objetos o para otros fines similares en los que el dispositivo de carga o atomización esté unido a un soporte o manipulador mecánico, como los robots. Este Artículo no se debe aplicar a los dispositivos que se sujetan o manipulan con la mano. Cuando la programación de los robots suponga la intervención manual sobre el brazo del robot para pintar, mientras existan altas tensiones, se aplican las disposiciones del Artículo 516-5. El alambrado de equipos atomizadores electrostáticos debe cumplir las siguientes condiciones (a) a (j). El equipo de rociado debe estar certificado o aprobado. Todos los sistemas electrostáticos automáticos deben cumplir las siguientes condiciones (a) hasta (i):

(a) **Equipo de suministro y control.** Todos los transformadores, fuentes de alimentación de alta tensión, equipos de control y demás piezas eléctricas del equipo, deben instalarse fuera de los lugares Clase I como se definen en el Artículo 516-2 o ser de un tipo aprobado para el lugar donde estén instalados.

Excepción: Se permite instalar en lugares Clase I rejillas de alta tensión, electrodos y cabezales electrostáticos de atomización (pistolas) y sus conexiones.

(b) **Equipo electrostático.** Los electrodos y cabezales electrostáticos de atomización deben estar adecuadamente apoyados sobre soportes permanentes y estar aislados eficazmente de tierra. Se considera que cumplen con este Artículo los electrodos y cabezales electrostáticos de atomización que estén conectados permanentemente a sus bases, soportes, mecanismos alternativos o robots.

(c) **Terminales de alta tensión.** Los terminales de alta tensión deben estar debidamente aislados y protegidos contra daños mecánicos o de productos químicos destructivos. Cualquier elemento expuesto a alta tensión debe estar eficaz y permanentemente sujeto por aisladores adecuados y estar eficazmente protegido contra contactos accidentales o puesta a tierra.

(d) **Soporte de piezas.** Las piezas que se vayan a pintar con estos procesos deben estar colgadas de ganchos o transportadores. Estos ganchos o transportadores deben estar instalados de modo que : (1) garanticen que las piezas que se vayan a pintar estén conectadas eléctricamente a tierra con una resistencia de 1 MΩ o menos y (2) se evite que las piezas oscilen.

(e) **Controles automáticos.** Los equipos electrostáticos de pintura deben estar equipados de controles automáticos que permitan desconectar rápidamente las partes de alta tensión si se produce alguna de las circunstancias siguientes: (1) parada de los ventiladores o falla del sistema de ventilación por cualquier causa; (2) parada del transportador en una zona de alta tensión, excepto si la parada es por una condición del proceso de pintura; (3) excesiva corriente de fuga en cualquier punto de la instalación de alta tensión; (4) desenergización de la tensión primaria de entrada de la fuente de alimentación.

(f) **Puesta a tierra.** Todos los objetos eléctricamente conductivos en el área de pintura, excepto los que, por exigencias del proceso, deban mantenerse a alta tensión, se deben poner a tierra eficazmente. Este

requisito se debe aplicar a los recipientes de pintura, cubos de lavado, protectores, conectores de las mangueras, abrazaderas o cualquier otro objeto conductor de la electricidad que pueda haber en la zona.

(g) **Separación.** Alrededor del equipo, o incorporado al mismo, se deben instalar protectores como cabinas, vallas, barandillas u otros medios que, bien por su posición, carácter o ambas cosas, garanticen que se mantiene una separación de seguridad con el proceso.

(h) **Señales.** Se deben instalar señales bien visibles que : (1) indiquen que la zona es peligrosa por la posibilidad de incendio y accidente; (2) indiquen los requisitos de puesta a tierra de todos los objetos eléctricamente conductivos en la zona de la cabina y (3) limiten el acceso exclusivamente a las personas calificadas.

(i) **Aisladores.** Todos los aisladores se deben mantener limpios y secos.

(j) **Equipos diferentes a los no incendiarios.** Los equipos de pintura por rociado que no se puedan clasificar como no incendiarios, deben cumplir los siguientes requisitos (1) y (2):

(1) Los transportadores y ganchos deben estar instalados de modo que mantengan una distancia de seguridad que sea como mínimo el doble de la distancia que produciría chispas cuando los productos pintados pasen cerca de los electrodos, cabezales electrostáticos de atomización o conductores energizados. Debe haber carteles indicadores que señalen esta distancia de seguridad.

(2) El equipo debe tener un medio automático para desenergizar rápidamente los componentes de alta tensión si la distancia entre los productos pintados y los electrodos o cabezales electrostáticos es menor a la especificada en el anterior apartado (1).

516-5^{x}. Equipo manual de rociado electrostático. Este Artículo se debe aplicar a todos los equipos que utilicen elementos cargados electrostáticamente para la atomización, carga y/o precipitación de materiales para pintar objetos o para fines similares en los que el dispositivo atomizador se sujete con la mano o se manipule durante las operaciones de pintura. Los equipos y dispositivos para pintura electrostática manual que se utilicen en operaciones de pintura por rociado, deben estar aprobados y cumplir las siguientes condiciones (a) hasta (e):

(a) **Generalidades.** Los circuitos de alta tensión deben estar diseñados de modo que no produzcan chispas de suficiente intensidad para encender las mezclas aire - vapor más fácilmente inflamables de todas las que pueda haber y que se produzca un grave riesgo si entran en contacto con un objeto puesto a tierra durante su funcionamiento normal. Los elementos de la pistola manual cargados electrostáticamente deben estar en capacidad de ser energizados sólo mediante un accionador que controle también la salida de pintura.

(b) **Equipos de potencia.** Los transformadores, equipos de fuerza, aparatos de control y otras partes eléctricas de los equipos, deben estar ubicadas fuera del lugar de Clase I o estar aprobadas para su uso en ese lugar.

Excepción: Se permite usar en lugares Clase I la propia pistola manual y sus conexiones con la fuente de alimentación.

(c) **Empuñadura.** La empuñadura de la pistola de pintar debe estar conectada eléctricamente a tierra mediante conexión metálica y estar fabricada de modo que el operador, utilizándola en posición normal, esté en contacto eléctrico íntimo con la empuñadura puesta a tierra para evitar la acumulación de cargas estáticas en su cuerpo. Se deben instalar carteles en lugares bien visibles que adviertan de la necesidad de poner a tierra todas las personas que puedan entrar en la zona de pintura.

(d) **Equipo electrostático.** Todos los objetos eléctricamente conductivos de la zona de pintura se deben poner a tierra adecuadamente. Este requisito se debe aplicar a los recipientes de pintura, cubos de lavado u otros objetos conductores que pudiera haber en la zona. Los equipos deben llevar un aviso bien visible y permanente que indique la necesidad de esta puesta a tierra.

(e) **Soporte de objetos.** Los objetos que se vayan a pintar se deben mantener en contacto metálico con el transportador u otro soporte puesto a tierra. Se deben limpiar periódicamente los ganchos metálicos para asegurar una puesta a tierra eficaz de 1 MΩ o menos. Siempre que sea posible, las partes de contacto deben ser puntas finas o filos de cuchillas, los puntos de soporte del objeto se deben mantener alejados de la pintura rociada y, cuando los objetos que se vayan a pintar estén colgados de un transportador, el punto de sujeción al transportador debe estar ubicado de modo que no recoja pintura durante su funcionamiento normal.

516-6^{x}. Recubrimiento de polvos. Este Artículo se debe aplicar a los procesos en los que se utilizan polvos combustibles. Los riesgos asociados a los polvos combustibles están presentes en dichos procesos, en un grado que depende de la composición química del material, tamaño de las partículas, forma y distribución.

Nota: Los riesgos asociados a los polvos combustibles son intrínsecos a este proceso. En general, la clasificación de riesgo de los polvos utilizados depende de la composición química de los mismos, tamaño de las partículas, forma y distribución.

(a) **Equipo eléctrico y fuentes de ignición.** Los equipos eléctricos y otras fuentes de ignición deben cumplir los requisitos de la Sección 502. Las bombillas portátiles eléctricas y otros equipos de alumbrado portátiles no se deben usar en lugares Clase II durante los procesos de acabado. Cuando se utilicen dichas bombillas o equipos durante las operaciones de limpieza y reparación, deben ser de un tipo aprobado para lugares Clase II División 1 y todas las partes metálicas expuestas deben estar puestas a tierra eficazmente.

Excepción: Cuando sea necesario usar bombillas eléctricas portátiles para operaciones en espacios que no estén bien iluminados por alumbrado fijo, dentro de la zona de rociado donde pueda haber residuos fácilmente combustible, deben ser de tipo aprobado para lugares Clase II División 1.

(b) **Equipos electrostáticos fijos de rociado.** A estos equipos se les debe aplicar lo establecido en el Artículo 516-4 y en el anterior apartado (a).

(c) **Equipos electrostáticos manuales de rociado.** A estos equipos se les debe aplicar lo establecido en el Artículo 516-5 y en el anterior apartado (a).

(d) **Lecho fluidificado electrostático.** En lecho fluidificado electrostático y sus accesorios deben ser de tipo aprobado. Los circuitos de alta tensión deben estar diseñados de modo que cualquier descarga que se produzca cuando un objeto puesto a tierra toque a los electrodos del lecho fluidificado la intensidad que se produzca no sea suficiente para hacer que arda cualquier mezcla de polvo y aire que pueda haber ni que se produzca un riesgo apreciable de choque eléctrico.

(1) Los transformadores, fuentes de fuerza, equipos de control y otras partes eléctricas de los equipos deben estar instaladas fuera de la zona de recubrimiento de polvos o, si no, deben cumplir los requisitos del anterior apartado (a).

Excepción: Se permite que en la zona de recubrimiento de polvos estén los electrodos de carga y sus conexiones con la fuente de alimentación.

(2) Todos los objetos eléctricamente conductivos dentro de la zona de recubrimiento de polvos deben estar adecuadamente puestos a tierra. En el equipo de recubrimiento debe haber un cartel bien visible y permanente que advierta sobre la necesidad de poner a tierra las masas.

(3) Los objetos a recubrir se deben mantener en contacto eléctrico (menos de 1 MΩ) con el transportador u otro soporte para garantizar la puesta a tierra. Se deben limpiar periódicamente los ganchos metálicos para asegurar un contacto eléctrico conductivo. Siempre que sea posible, las zonas de contacto deben ser puntas finas o filos de cuchillas.

(4) Los equipos eléctricos y los suplementos de aire comprimido deben estar enclavados con el sistema de ventilación de modo que los equipos no puedan funcionar si no lo hacen previamente los ventiladores.

516-7. Alambrado y equipos por encima de lugares Clase I y II.

(a) **Alambrado.** Todo el alambrado fijo por encima de lugares Clase I y II deben ir en canalizaciones metálicas, tubo rígido no metálico o tubería eléctrica no metálica, o estar hechas con cables tipo MI, TC o MC. Se permite instalar canalizaciones en pisos metálicos celulares sólo para suministro de las salidas en el techo o de las extensiones hasta la zona bajo el suelo de los lugares Clase I o II; pero dichas canalizaciones no deben tener conexiones que terminen o atraviesen lugares Clase I o II por encima del suelo, a no ser que se proporcionen los sellos adecuados.

(b) **Equipos.** Los equipos fijos que puedan producir arcos, chispas o partículas de metal caliente, como las bombillas y portabombillas de alumbrado fijo, cortacircuitos, interruptores, tomacorrientes, motores u otros equipos con contactos deslizantes o de apertura y cierre, deben ser de tipo totalmente cerrado o estar construidos de modo que no dejen salir chispas ni partículas de metal caliente.

516-16. Puesta a tierra. Todas las canalizaciones metálicas, cables con revestimiento metálico y partes metálicas no portadoras de corriente de los equipos eléctricos fijos o portátiles, independientemente de su tensión se deben poner a tierra como establece la Sección 250. La puesta a tierra de los lugares Clase I debe cumplir lo dispuesto en el Artículo 501-16.

Sección 517 - INSTITUCIONES DE ASISTENCIA MÉDICA

A. Generalidades

517-1. Alcance. Las disposiciones de esta Sección se aplican al alambrado eléctrico en las instituciones de asistencia médica.

Nota 1: Esta Sección no se aplica a las instituciones veterinarias.
Nota 2: Para más información sobre el funcionamiento, mantenimiento y criterios de ensayos, consúltense los documentos adecuados para instituciones de asistencia médica..

517-2. Generalidades. Los requisitos de las Partes B y C de esta Sección se aplican no sólo a los edificios para función simple, sino también a las distintas partes de un edificio según las respectivas actividades que se desarrollen en el mismo (por ejemplo, la sala de reconocimiento médico ubicada dentro de un centro de cuidados limitados, debería cumplir lo establecido en el Artículo 517-10).

517-3. Definiciones.

Alumbrado de trabajo: Equipos de alumbrado mínimos necesarios para realizar las tareas normales en las áreas descritas, incluido el acceso seguro a los suministros y equipos y el acceso a las salidas.

Anestésicos inflamables: Gases o vapores como el fluroxeno, ciclopropano, éter divinílico, cloruro de etilo, éter etílico y etileno, que pueden formar mezclas inflamables o explosivas con el aire, oxígeno o gases reductores, como el óxido nitroso.

Área de cuidado de pacientes: Parte de una institución asistencia médica en la que se examina o trata a los pacientes. Las áreas de una institución de asistencia médica en las que se administran cuidados a los pacientes se clasifican en aéreas de atención general o de atención crítica. Cualquiera de ellas puede clasificarse como un lugar mojado. El personal directivo del centro designa esas áreas de acuerdo con el tipo de cuidados previstos a los pacientes y dentro de la siguiente clasificación:

Nota: Las oficinas, pasillos, salas de espera, salas de descanso, comedores o similares, no se clasifican normalmente como áreas de cuidado del paciente.

(1) Áreas de atención general son las habitaciones de los pacientes, salas de reconocimiento, salas de tratamiento, clínicas y áreas similares en las que está previsto que el paciente pueda entrar en contacto con artefactos eléctricos normales, como timbres para llamar a las enfermeras, camas eléctricas, lámparas de examen, teléfonos, radios y televisores. En tales áreas puede haber también pacientes conectados a equipos de electromedicina (como electrocardiógrafos, mantas eléctricas, sondas eléctricas, monitores, otoscopios, oftalmoscopios, tubos intravenosos, etc.).

(2) Áreas de atención crítica son las unidades de cuidados especiales, unidades de cuidados intensivos, unidades de cuidado coronario, laboratorios angiográficos, laboratorios de cateterismo cardiaco, salas de partos, quirófanos y áreas similares en las que se prevé que los pacientes puedan estar sometidos a procesos invasivos y en contacto con artefactos de electromedicina conectados a la red.

(3) Lugares mojados son las áreas de cuidado de los pacientes normalmente expuestas a estar mojadas mientras están presentes los pacientes, por ejemplo porque haya líquidos estancados en el suelo o se moje la área de trabajo, en cualquier caso muy cerca del paciente o del personal. No es un lugar mojado el que está sometido a los procedimientos normales de limpieza o a salpicaduras accidentales.

Área de camas de los pacientes : lugar en donde están las camas de los pacientes internados en un hospital o la cama o camilla utilizada en las áreas críticas de atención al paciente.

Centro de cuidado ambulatorio: Edificio, o parte de él, utilizado para ofrecer servicios o tratamiento médico a cuatro o más pacientes simultáneamente y que cumple además una de las dos condiciones siguientes (1) o (2):

(1) Las instituciones que ofrecen a pacientes ambulatorios tratamientos que, en caso de emergencia, les dejarían incapacitados para tomar medidas de protección sin la asistencia de otras personas, como las unidades de hemodiálisis o los servicios médicos de urgencia.

(2) Las instituciones que ofrecen a pacientes ambulatorios tratamientos quirúrgicos que requieran anestesia general.

Centro de acogida: Edificio o parte del mismo utilizado para albergar, dar de comer y atender las 24 horas del día a cuatro o más personas que por su incapacidad física o mental no pueden valerse por sí mismas. El término "centro de acogida" se utiliza en este *Código* referido a los centros de ancianos y convalecientes, instalaciones especiales de acogida, instalaciones de cuidados médicos intermedios y enfermerías de los asilos de ancianos.

Centro de cuidados limitados : Edificio o parte del mismo que funciona las 24 horas del día para albergar a cuatro o más personas incapaces de valerse por sí mismas debido a su edad, a limitaciones físicas causadas por accidente o enfermedad o a limitaciones mentales, como retraso mental, discapacidad, enfermedad mental o dependencia de productos químicos.

Cercanía de los pacientes : En una zona utilizada normalmente para atención al paciente, es el espacio con cuya superficie es probable que vaya a estar en contacto el paciente o una persona que pueda tocar al paciente. En una habitación de pacientes, la cercanía es normalmente el espacio dentro de la habitación a una distancia máxima de 1,80 m alrededor del perímetro de la cama en su posición normal y que verticalmente llega a un mínimo de 2,30 m por encima del suelo.

Corriente de riesgo : Para un número determinado de conexiones en un sistema eléctrico aislado, es la corriente total que pasaría a través de una baja impedancia si se conectara cualquier conductor aislado con tierra.

Corriente de riesgo de falla : es la corriente de riesgo de un sistema eléctrico aislado con todos sus dispositivos conectados excepto el monitor de aislamiento de línea.

Corriente de riesgo del monitor : es la corriente de riesgo sólo del monitor de aislamiento de línea.

Corriente de riesgo total : es la corriente de riesgo de un sistema eléctrico aislado con todos los dispositivos conectados, incluido el monitor de aislamiento de línea.

Equipo diatérmico para terapia de alta frecuencia : Equipo de calefacción terapéutica por inducción y dieléctrico.

Equipo eléctrico de asistencia vital : Equipo alimentado eléctricamente cuyo uso continuo es necesario para mantener con vida un paciente.

Estación de enfermeras: Área en la que ejercen su actividad un grupo de enfermeras que atienden a los pacientes internados, en la que se reciben las llamadas de los pacientes, los avisos y notas escritas para las enfermeras, se preparan las medicinas para su distribución a los pacientes internados y se preparan los cuadros clínicos de los pacientes. Cuando dichas actividades se desarrollan en más de un lugar dentro de un área de enfermería, cada lugar se considera como parte de la estación.

Fuente de alimentación alternativa : Uno o más grupos electrógenos o grupos de baterías, cuando esté permitido, destinados para suministrar energía eléctrica durante el corte del servicio normal o los servicios de la compañía eléctrica suministradora destinados para dar la suplencia durante el corte del suministro que normalmente proveen grupos de generación en el predio.

Hospital : Edificio o parte del mismo utilizado para cuidados médicos, psiquiátricos, obstétricos o quirúrgicos, las 24 horas del día, para cuatro o más pacientes internos. En este *Código* se utiliza el término Hospital referido a hospitales generales, hospitales mentales, hospitales para tuberculosis, hospitales infantiles y cualquier otro centro de atención para pacientes internados.

Hospital psiquiátrico : Edificio utilizado exclusivamente para la atención psiquiátrica a cuatro o más pacientes internos durante las 24 horas del día.

Instalación de rayos X (a régimen prolongado) : Un régimen basado en un intervalo de funcionamiento de cinco minutos o más.

Instalación de rayos X (a régimen momentáneo) : Un régimen basado en un intervalo de funcionamiento que no supera los cinco segundos.

Instalación de rayos X (móviles) : Equipo de rayos X montado en una base permanente con ruedas, rodachines o una combinación de ambas que facilita su movimiento estando totalmente montado.

Instalación de rayos X (portátiles) : Equipo de rayos X que se puede llevar a mano.

Instalación de rayos X (transportables) : Equipo de rayos X que se puede instalar en un vehículo o que se puede desmontar fácilmente para transportarlo en un vehículo.

Instituciones de asistencia médica : Edificios o partes de los edificios que comprenden ocupaciones como, entre otros, los hospitales, centros de acogida, centros de cuidados limitados, centros de supervisión, clínicas, consultas médicas y dentales y ambulatorios, ya sean permanentes o móviles.

Lugares de anestesia : Cualquier área de una institución de asistencia médica destinada para ser utilizada en la administración de agentes anestésicos inflamables o no inflamables por inhalación durante el reconocimiento o tratamiento médico, incluido el uso de dichos agentes como analgésicos relativos.

Lugares de anestesia inflamable : cualquier área de la institución destinada para ser utilizada en la administración de cualquier agente anestésico inflamable por inhalación durante el curso normal de examen o tratamiento médico.

Monitor de aislamiento de línea: Instrumento de prueba diseñado para comprobar continuamente la impedancia equilibrada y desequilibrada de cada línea de un circuito aislado a tierra y con un circuito de prueba incorporado para accionar la alarma sin aumentar el riesgo de corriente de fuga.

Punto para puesta a tierra de referencia: es la barra (bus) de puesta tierra del panel de distribución o del panel del sistema aislado de potencia que da el suministro corriente al área de cuidado de pacientes.

Punto para puesta a tierra de equipo de pacientes : Conector o bus terminal que sirve como punto colector para la puesta a tierra redundante de los artefactos eléctricos ubicados en la cercanía de los pacientes o para poner a tierra otros artefactos con el fin de eliminar problemas de interferencias electromagnéticas.

Ramal crítico : Subsistema de un sistema de emergencia consistente en alimentadores y circuitos ramales que suministran corriente al alumbrado de trabajo, circuitos especiales de fuerza y determinados tomacorrientes seleccionados para servir áreas y funciones de atención al paciente y que están conectados a fuentes de alimentación alternativas por uno o más conmutadores de transferencia durante la interrupción del servicio normal.

Ramal vital : Subsistema de una sistema de emergencia que consta de alimentadores y circuitos ramales que cumplen los requisitos de la Sección 700, destinado para suministrar la corriente necesaria que garantice la seguridad de los pacientes y del personal y que se conecta automáticamente a la fuente de alimentación alternativa cuando se produce una interrupción del servicio normal.

Sistema de emergencia : Sistema de alimentadores y circuitos ramales que cumple los requisitos de la Sección 700, excepto como se modifica por la Sección 517, destinado para suministrar la alimentación alternativa a un número limitado de funciones vitales para la protección de la vida y seguridad de los pacientes, con restablecimiento automático del suministro eléctrico dentro de los 10 segundos siguientes a la interrupción del suministro normal.

Sistema de equipos : Conjunto de alimentadores y circuitos ramales dispuesto para la conexión retardada, automática o manual a la fuente de alimentación alternativa y al que están conectados fundamentalmente equipos de potencia trifásicos.

Sistema de potencia aislado : Sistema que contiene un transformador de aislamiento o equivalente, un monitor de aislamiento de línea y sus conductores de circuito no puestos a tierra.

Sistema eléctrico esencial : Sistema compuesto por fuentes de alimentación alternativas y todos los sistemas de distribución y equipos auxiliares conectados y necesarios para asegurar la continuidad del suministro eléctrico a determinadas áreas y funciones de una institución de asistencia médica durante un corte del suministro normal y diseñado además para minimizar las interrupciones dentro del sistema interno de alambrado.

Superficies conductivas expuestas : Superficies capaces de transportar corriente eléctrica y que no están protegidas, cerradas u ocultas, por lo que permiten el contacto personal. Las pinturas, anodizado y revestimientos similares no se consideran un aislante adecuado, excepto si están certificados para dicho uso.

Tomacorrientes seleccionados : Número mínimo de tomacorrientes para conectar los artefactos utilizados normalmente para tareas locales o que se puedan utilizar en casos de emergencia.

Transformador de aislamiento : un transformador de devanado múltiple con el primario y el secundario separados físicamente, que acopla inductivamente su devanado secundario a los sistemas del alimentador puesto a tierra que energizan su devanado primario.

B. Alambrado y protección

517-10. Aplicación.

(a) Esta Parte B se aplica a todas las instituciones de asistencia médica.

(b) La Parte B no se aplica a

(1) Oficinas, pasillos, salas de espera y similares en las clínicas, consultas médicas y dentales e instalaciones ambulatorias.

(2) Areas de los centros de acogida o de cuidados limitados con alambrado que cumpla lo establecido en los Capítulos 1 a 4 de este Código, cuando estas áreas se utilicen exclusivamente como dormitorios de pacientes.

Nota: Véase *Life Safety Code,* ANSI/NFPA 101-1997.

517-11. Criterios generales de instalación y construcción. El objeto de esta Sección es establecer los criterios generales de instalación y los métodos de alambrado que permitan reducir al mínimo los riesgos eléctricos, mediante el establecimiento de unas adecuadas y bajas diferencias de potencial solo entre las superficies conductivas expuestas por las que sea probable que pase corriente y que puedan estar en contacto con los pacientes.

Nota : En una institución sanitaria es difícil evitar que se produzcan contactos conductivos o capacitivos entre el cuerpo del paciente y algún objeto puesto a tierra, bien sea por contacto accidental o por los instrumentos conectados directamente al paciente. Por tanto, otras superficies eléctricamente conductivas que puedan hacer contacto adicional con el paciente o los instrumentos conectados a él, se convierten en posibles fuentes de corriente eléctrica que puede atravesar su cuerpo. Este riesgo aumenta cuanto más artefactos puedan estar en contacto con el paciente, por lo que es necesario tomar más precauciones. El control del riesgo de descarga eléctrica exige que la limitación de las corrientes eléctricas que puedan pasar por un circuito eléctrico con el que pueda estar en contacto el cuerpo del paciente, se haga aumentando la resistencia del circuito conductor del que forma parte el paciente, o aislando las superficies expuestas por las que pueda pasar la corriente, además de reducir las diferencias de potencial que se puedan producir entre las superficies expuestas que pueda haber en la cercanía del paciente, o por la combinación de estos métodos. Se presenta un problema especial con los pacientes que tienen conectado un conductor entre el exterior y el músculo cardiaco; el paciente puede resultar electrocutado con corrientes tan bajas que es necesario establecer una mayor protección cuando se diseñan los artefactos, aislamiento de los catéteres y atención cuidadosa por parte del personal médico.

517-12. Métodos de alambrado. Excepto en lo que resulte modificado por esta Sección, los métodos de alambrado deben cumplir los requisitos aplicables de los Capítulos 1 a 4 de este *Código.*

517-13. Puesta a tierra de los tomacorrientes y equipos eléctricos fijos.

(a) **Área de cuidado del paciente.** En una área utilizada para cuidado del paciente, los terminales de tierra de todos los tomacorrientes y todas las superficies conductivas de los equipos eléctricos fijos por las que pueda pasar corriente, que estén expuestas al contacto con las personas y que funcionen a más de 100 V, se deben poner a tierra con un conductor de cobre aislado. El conductor de puesta a tierra debe tener una sección según la Tabla 250-95 y estar instalado en canalizaciones metálicas con los conductores de los circuitos ramales que suministran corriente a los tomacorrientes o equipos fijos.

Excepción nº. 1: No son necesarias canalizaciones metálicas cuando se utilicen cables certificados tipo MI, MC o AC siempre que el blindaje metálico externo o el recubrimiento del cable estén identificados como medio aceptable de puesta a tierra.

Excepción nº. 2: Se permite poner a tierra las tapas metálicas por medio del tornillo o tornillos de montaje que sujetan las tapas a una caja de salida puesta a tierra o a un dispositivo de alambrado puesto a tierra.

Excepción nº. 3: No es necesario poner a tierra mediante un conductor aislado de puesta a tierra los aparatos de alumbrado e interruptores que estén a más de 2,3 m sobre el piso.

(b) **Métodos.** Además de los requisitos del Artículo 517-13(a), todos los circuitos ramales en áreas de cuidado del paciente deben tener una vía a tierra para las corrientes de falla, mediante la instalación de un sistema de canalizaciones metálicas o cables. El sistema de canalizaciones metálicas o el blindaje o recubrimiento del cable deben estar aprobados como medio de puesta a tierra de los equipos, según lo establece el Artículo 250-91(b). Los cables tipo MC y MI deben tener un blindaje o recubrimiento metálico externo identificado como medio aceptable de puesta a tierra.

517-14. Conexión equipotencial de los paneles de distribución. Las conexiones terminales de puesta a tierra de los equipos en los paneles de distribución de los circuitos ramales normales y esenciales que den suministro a la misma área de cercanía de los pacientes, se deben conectar equipotencialmente con un conductor continuo de cobre aislado de sección no menor al 5,25 mm^2 (10 AWG). Cuando más de dos paneles de distribución sirvan el mismo lugar, este conductor debe ser continuo de un panel a otro pero se permite que sea discontinuo para terminar en el terminal (barra) de tierra de cada panel.

517-16. Tomacorrientes con polo a tierra aislado. Los tomacorrientes con polo a tierra aislado como permite el Artículo 250-74 Excepción nº. 4, deben estar identificados; dicha identificación debe ser visible después de su instalación.

Nota: Al especificar un sistema de este tipo con tomacorrientes con polo a tierra aislado, hay que tomar las máximas precauciones porque la impedancia de puesta a tierra se controla únicamente por los conductores de puesta a tierra y no aumenta la seguridad proporcionada por cualquier otra conexión a tierra en paralelo.

517-17. Protección contra fallas a tierra.

(a) **Alimentadores.** Cuando la protección contra fallas a tierra consista en el funcionamiento del medio de desconexión de la acometida o del alimentador, como se establece en los Artículos 230-95 o 215-10, se debe instalar una protección adicional contra fallas a tierra en el siguiente nivel del medio de desconexión del alimentador, en el lado de la carga. Tal protección debe consistir en dispositivos de protección contra sobrecorriente y transformadores de corriente u otro sistema protector equivalente que haga que se abra el medio de desconexión del alimentador.

Estos dispositivos adicionales de protección contra fallas a tierra no se deben instalar: (1) en el lado de la carga de un conmutador de transferencia de un sistema eléctrico esencial, ni (2) entre los grupos electrógenos de la institución de asistencia médica descritos en el Artículo 517-35(b) y el conmutador o conmutadores de transferencia del sistema eléctrico esencial, ni (3) en sistemas eléctricos en estrella no puestos a tierra sólidamente con más de 150 V a tierra pero que no superen los 600 V entre fases.

(b) **Selectividad.** Los sistemas de protección contra fallas a tierra que funcionen en la acometida y los medios de desconexión del alimentador, deben ser totalmente selectivos de modo que, cuando se produzca una falla a tierra en el lado de la carga del dispositivo de protección del alimentador, se abra el dispositivo de protección del alimentador y no el de la acometida. Entre los valores de disparo de los dispositivos de protección contra fallas a tierra de la acometida y del alimentador, debe haber una separación mínima de seis ciclos. El tiempo de funcionamiento de los dispositivos de desconexión se debe tener en cuenta al calcular la separación entre los dos disparos, para conseguir una selectividad del 100%.

Nota: Para la transferencia a la fuente alternativa de alimentación cuando se produce una falla a tierra, véase el Artículo 230-95, Nota.

(c) **Pruebas.** Para asegurar el cumplimiento de la anterior condición (b), cuando se instale por primera vez el dispositivo de protección contra fallas a tierra se debe probar en sus dos niveles.

517-18. Áreas de atención general al paciente.

(a) **Áreas de camas de los pacientes.** Cada área de camas de los pacientes debe estar servida por lo menos por dos circuitos ramales, uno procedente del sistema de emergencia y otro conectado a la red. Todos los circuitos ramales del sistema conectado a la red deben originarse en el mismo panel de distribución.

Excepción nº. 1: No es necesario que estén conectados al mismo panel o paneles de distribución los circuitos ramales utilizados únicamente para salidas o tomacorrientes para equipos especiales, como los equipos portátiles de rayos X.

Excepción nº. 2: Las clínicas, consultas médicas y dentales e instalaciones ambulatorias, hospitales psiquiátricos, hospitales dedicados a la desintoxicación y rehabilitación, centros de acogida y centros de cuidados limitados que cumplan los requisitos del Artículo 517-10.

(b) **Tomacorrientes en las áreas de camas de los pacientes.** Cada área de cama de los pacientes debe haber como mínimo cuatro tomacorrientes. Se permite que los tomacorrientes sean de tipos sencillo, doble o una combinación de ambos. Todos los tomacorrientes, si son cuatro o son más, deben estar certificados como de "tipo hospitalario" e identificados como tales. Todos los tomacorrientes deben estar puestos a tierra por medio de un conductor de cobre aislado cuya sección transversal cumpla lo establecido en la Tabla 250-95.

Excepción nº. 1: Los hospitales psiquiátricos, los dedicados a la desintoxicación y rehabilitación, que cumplan los requisitos del Artículo 517-10.

Excepción nº. 2: En las habitaciones de seguridad psiquiátricas no se requiere que haya instalados tomacorrientes.

Nota: Este *Código* no pretende que se cambien inmediatamente todas los tomacorrientes que no sean de "tipo hospitalario". No obstante, sí se pretende que cuando haya que cambiar, renovar o modificar el alambrado o tomacorrientes existentes, se utilicen sólo tomacorrientes de "tipo hospitalario".

(c) **Instalaciones pediátricas.** Los tomacorrientes de 125 V y 15 o 20 A instalados en áreas de pacientes, nidos, habitaciones u otras, deben ser resistentes al abuso. Para efectos de este Artículo, un tomacorriente resistente al abuso es el que, por su construcción, impide el acceso indeseable a los contactos energizados.

Excepción: Se permite instalar un tomacorriente con tapa en lugar del resistente al abuso, siempre que dicha tapa, por su construcción, impida el acceso indeseable a los contactos energizados.

517-19. Áreas de cuidados críticos.

(a) **Circuitos ramales en las áreas de camas de los pacientes.** En cada área de camas de pacientes debe haber por lo menos dos circuitos ramales, uno o más conectados al sistema de emergencia y uno o más a la red. Por lo menos un circuito ramal de los del sistema de emergencia debe alimentar a una salida(s) en esa área. Todos los circuitos ramales conectados a la red deben proceder de un solo panel de distribución. Los tomacorrientes conectados al sistema de emergencia deben estar identificados como tales e indicar también el panel de distribución y el circuito del que proceden.

Excepción nº. 1: Se permite que los circuitos ramales que den suministro únicamente a tomacorrientes o equipos especiales en las áreas de cuidados críticos, estén alimentados desde otros paneles de distribución.

Excepción nº. 2: No es necesario que las áreas de atención crítica servidas desde dos conmutadores de transferencia independientes y pertenecientes al sistema de emergencia, tengan circuitos conectados a la red normal.

(b) **Tomacorrientes en las áreas de camas de los pacientes.**

(1) En cada área de camas de los pacientes debe haber como mínimo seis tomacorrientes, uno de las cuales como mínimo debe estar conectado a alguno de los siguientes circuitos :

a. Ramal del sistema normal según el Artículo 517-19(a).

b. Ramal del sistema de emergencia alimentado por un conmutador de transferencia diferente del de los otros tomacorrientes en el mismo lugar.

(2) Se permite que los tomacorrientes sean de tipo sencillo, doble o una combinación de ambos. Todos los tomacorrientes, si son seis o más, deben estar certificados como de "tipo hospitalario" y estar así identificados. Todos los tomacorrientes deben estar puestos a tierra al punto de referencia de la puesta a tierra por medio de un conductor de cobre aislado para puesta a tierra de los equipos.

(c) **Puesta a tierra y conexión equipotencial en la cercanía de los pacientes (opcional).** Se permite que en la cercanía de los pacientes haya un punto de puesta a tierra de los equipos utilizados en ella. El punto de puesta a tierra, cuando lo haya, debe contener uno o más conectores certificados para ese uso. Para conectar el polo a tierra de todos los tomacorrientes con el punto de puesta a tierra de los equipos del área, se debe utilizar un puente de conexión equipotencial de sección transversal no menor a 5,25 mm^2 (10 AWG). Se permite que el conductor de conexión equipotencial se instale de modo centralizado o en anillo, como sea más conveniente.

Nota: Cuando no haya punto de puesta a tierra de los equipos del área de pacientes, es importante que la distancia entre el punto de referencia de puesta a tierra y la cercanía del paciente sea lo más corta posible para minimizar las diferencias de potencial.

(d) **Puesta a tierra de paneles de distribución.** Cuando exista un sistema de distribución puesto a tierra y haya instaladas canalizaciones metálicas del alimentador o cables tipo MC o MI, se debe poner a tierra el panel de distribución o los cuadros de distribución en cada terminación o punto de unión de la canalización o cable tipo MC o MI, por alguno de los siguientes medios:

(1) Una boquilla de puesta a tierra y un puente de conexión equipotencial continuo de cobre, de sección conforme con el Artículo 250-95 y conectado al encerramiento de la unión o la barra (bus) de tierra del panel.

(2) Conexión de las canalizaciones o cables MC o MI del alimentador a terminales o casquillos roscados en los encerramientos de las terminaciones.

(3) Otro medio aprobado, como tuercas del tipo para puesta a tierra, casquillos o pasacables (boquillas).

(e) **Técnicas de protección adicionales en las áreas de cuidados críticos (opcional).** Se permite usar sistemas eléctricos aislados en las áreas de cuidados críticos y, si se usan, los equipos deben estar certificados para ese fin y el sistema diseñado e instalado de modo que cumpla las disposiciones del Artículo 517-60.

Excepción: Se permite que los indicadores visuales y sonoros del monitor de aislamiento de línea estén ubicados en la estación de enfermeras del área correspondiente.

(f) **Puesta a tierra de un sistema de potencia aislado.** Cuando se utilice un sistema de potencia aislado sin poner a tierra y se limite la corriente de falla a un valor bajo, se permite también que el conductor de puesta a tierra del circuito secundario pueda ir por fuera del encerramiento de los conductores en tensión del mismo circuito.

Nota: Aunque se permite que el conductor de puesta a tierra pueda ir por fuera del encerramiento, es más seguro que vaya con los conductores en tensión, lo que proporcionará mayor protección en el caso de una segunda falla a tierra.

(g) **Puesta a tierra de las tomacorrientes para usos especiales.** El conductor de puesta a tierra de los equipos, que esté conectado a tomacorrientes para equipos especiales, como un equipo móvil de rayos X, debe prolongarse hasta los puntos de puesta a tierra de referencia de los circuitos secundarios en todos los lugares en los que sea probable que se utilicen tales tomacorrientes. Cuando ese circuito esté alimentado desde un sistema aislado sin poner a tierra, no es necesario que el conductor de tierra vaya con los conductores en tensión; no obstante, el polo a tierra de los equipos de esos tomacorrientes especiales debe estar conectado al punto de tierra de referencia.

517-20. Lugares mojados.

(a) Todos los tomacorrientes y equipos fijos que haya en un lugar mojado, deben estar protegidos por un interruptor de circuito por falla a tierra para la protección de las personas, en caso de que se admita el corte de corriente por una falla, o estar alimentados desde un sistema de potencia aislado si no se admite tal corte.

Excepción: Se permite que los circuitos ramales que alimenten únicamente equipos terapéuticos y de diagnóstico fijos y certificados, estén alimentados desde una instalación normal, monofásica o trifásica, puesta a tierra, siempre que:

a. El alambrado de los circuitos aislados y puestos a tierra no estén en la misma canalización, y

b. Todas las superficies conductivas de los equipos estén puestas a tierra.

(b) Cuando se utilice un sistema de `potencia aislado, los equipos deben estar certificados para ese uso e instalados de modo que cumplan las disposiciones del Artículo 517-160.

Nota: Para los requisitos de instalación en piscinas y bañeras terapéuticas, véase la Sección 680 Parte F.

517-21. Protección de las personas mediante interruptores de circuito por falla a tierra. Cuando el retrete y el lavabo estén instalados dentro de las habitaciones de los pacientes, no es necesario que los tomacorrientes instalados en las áreas de cuidados críticos estén protegidos por interruptores de circuito por falla a tierra.

C. Sistema eléctrico esencial

517-25[x]. Alcance. El sistema eléctrico esencial de las instituciones de asistencia médica debe consistir en un sistema capaz de dar suministro a un número limitado de salidas para alumbrado y potencia que se considere

esencial para la seguridad de la vida humana y que vaya interrumpiendo ordenadamente los procedimientos si, durante su funcionamiento normal, el servicio eléctrico se interrumpe por cualquier razón. Estos sistemas incluyen a las clínicas, consultas médicas y dentales, instalaciones ambulatorias, centros de acogida, centros de cuidados limitados, hospitales y otras instituciones de asistencia médica que atiendan a pacientes.

Nota: Para más información sobre la necesidad de los sistemas eléctricos esenciales, véase *Standard for Health Care Facilities,* NFPA 99-1996 (ANSI).

517-30. Sistemas eléctricos esenciales en hospitales.

(a) Aplicación. Los requisitos de la Parte C, Artículos 517-30 a 517-35, se aplican a los hospitales que requieran un sistema eléctrico esencial.

Nota 1: Para los requisitos de funcionamiento, mantenimiento y pruebas de los sistemas eléctricos esenciales en los hospitales, véase *Standard for Health Care Facilities,* ANSI/NFPA 99-1996. Para la instalación bombas centrífugas contra incendios, véase *Standard for the Installation of Centrifugal Fire Pumps,* ANSI/NFPA 20-1996.
Nota 2: Para más información, véase *Standard for Health Care Facilities,* ANSI/NFPA 99-1996.

(b) Generalidades.

(1)[x] Los sistemas eléctricos esenciales en los hospitales deben constar de dos sistemas independientes capaces de suministrar corriente a un número limitado de tomas para alumbrado y potencia que se considere esencial para la seguridad de la vida humana y que vaya interrumpiendo ordenadamente los procedimientos si, durante su funcionamiento normal, el servicio eléctrico se interrumpe por cualquier razón. Estos dos sistemas deben ser el de emergencia y el de equipos.

(2)[x] El sistema de emergencia se debe limitar a los circuitos esenciales de asistencia vital y de atención crítica a los pacientes. Estos dos circuitos se denominan "ramal vital" y "ramal crítico".

(3)[x] El sistema de los equipos debe suministrar corriente a los principales equipos eléctricos necesarios para la atención a los pacientes y el funcionamiento básico del hospital.

(4)[x] El número de conmutadores de transferencia utilizados se debe basar en consideraciones de confiabilidad, diseño y cargas. Cada ramal del sistema eléctrico esencial debe estar conectado a uno o más conmutadores de transferencia, como se ve en las Figuras 517-30(a) y 517-30(b). En una instalación cuya demanda máxima del sistema eléctrico esencial sea de 150 kVA, como se ve en la Figura 517-30(c), se permite que haya un conmutador de transferencia para uno o más ramales o sistemas.

Nota: Véanse las siguientes Secciones de la *Standard for Health Care Facilities,* ANSI/NFPA 99-1996: Sección 3-5.1.2.2(a), conmutadores de transferencia tipo I; Sección 3-4.2.1.4, interruptores automáticos; Sección 3-4.2.1.6, conmutadores de transferencia no automáticos.

(5) Otras cargas. Las cargas alimentadas por generadores no descritos específicamente en los Artículos 517-32, 33 y 34, deben estar conectadas a sus propios conmutadores de transferencia, de modo que estas cargas:

a. No se transfieran si la transferencia puede sobrecargar el generador, y
b. Se desconecten automáticamente si se produce sobrecarga del generador.

(6) Se permite que las fuentes de alimentación y las fuentes alternativas de suministro de los hospitales alimenten el sistema eléctrico esencial de instalaciones contiguas o en el mismo sitio.

(c) Requisitos del alambrado .

(1) **Separación de otros circuitos.** El ramal vital y el crítico del sistema de emergencia deben mantenerse totalmente independientes de cualquier otro alambrado y equipo y no deben estar en las mismas canalizaciones, cajas o armarios unos con otros ni con ningún otro alambrado.

Excepción nº. 1: En los encerramientos de los equipos de transferencia.

Excepción nº. 2: En los aparatos de alumbrado de salida o de emergencia que estén alimentados por las dos fuentes.

Excepción nº. 3: En una caja de unión común conectada a los aparatos de alumbrado de salida o de emergencia alimentados desde dos fuentes.

Excepción nº. 4: Se permite que el alambrado de dos o más circuitos de emergencia alimentados desde ea mismo ramal vaya en la misma canalización, cable, caja o armario.

Se permite que el alambrado del sistema de equipos vaya en las mismas canalizaciones, cajas o armarios de otros circuitos que no formen parte del sistema de emergencia.

(FIGURA)

Figura 517-30(a). Sistema eléctrico esencial en un hospital.

(2) **Sistema de potencia aislado.** Cuando en cualquiera de las áreas especificadas en el Artículo 517-33(a)(1) y (a)(2) se instalen sistemas de potencia aislados, cada sistema debe estar alimentado por un solo circuito al que no alimente otras cargas.

(3) **Protección mecánica del sistema de emergencia.** El alambrado del sistema de emergencia en un hospital debe estar protegido mecánicamente por la instalación de canalizaciones metálicas no flexibles o estar formado por cables tipo MI. Cuando la instalación sea con conductores de circuito ramal que sirven áreas de cuidados de pacientes, se deben cumplir los requisitos del artículo 517-13

Excepción nº. 1: No se requiere que estén instalados en canalizaciones los cables flexibles de artefactos u otros equipos de utilización que se conecten al sistema de emergencia.

Excepción nº. 2: No se requiere que estén instalados en canalizaciones los circuitos secundarios de los sistemas de comunicaciones o señalización alimentados por transformadores, excepto si se especifica otra cosa en los Capítulos 7 u 8.

Excepción nº. 3: Se permite usar tubo rígido no metálico Schedulle 80 siempre y cuando los circuitos ramales no alimenten áreas de cuidado de pacientes.

Excepción nº. 4: Se permite utilizar tubo rígido no metálico Schedule 40 o tuberías eléctricas no metálicas empotradas en no menos de 50 mm de concreto, siempre que los circuitos ramales no alimenten áreas de cuidado de pacientes.

Excepción nº. 5: Se permite utilizar canalizaciones metálicas flexibles y cables flexibles en paneles de pared prefabricados de grado médico o cuando sea necesario para la conexión flexible de equipos.

Nota: Para requisitos adicionales de puesta a tierra en áreas de cuidado de los pacientes, véase el Artículo 517-13(b).

(FIGURA)

Figura 517-30(c). Sistema eléctrico ampliado típico de hospitales.

(d) **Capacidad de los sistemas.** El sistema eléctrico esencial debe tener una capacidad suficiente para satisfacer la demanda de funcionamiento de todos los equipos y artefactos conectados a cada sistema y ramal.

Los alimentadores se deben dimensionar de acuerdo con las Secciones 215 y 220. El grupo o grupos electrógenos deben tener una potencia y capacidad adecuada para satisfacer la demanda que supongan las cargas de los sistemas eléctricos esenciales en cualquier momento.

El cálculo de la demanda para establecer la capacidad del grupo o grupos electrógenos, se debe basar en lo siguiente:

(1) Un prudente factor de demanda y los datos históricos, o

(2) Las cargas conectadas, o

(3) Los procedimientos de cálculo descritos en la Sección 220, o

(4) Una combinación de cualesquiera de los métodos anteriores.

(FIGURA)

Figura 517-30(c). Sistema eléctrico pequeño en un hospital (con un solo conmutador de transferencia).

517-31[x]. Sistema de emergencia. Las funciones de atención a los pacientes que dependan de alumbrado o de artefactos conectados al sistema de emergencia, se deben dividir obligatoriamente en dos ramales : el vital y el crítico, tal como se describen en los Artículos 517-32 y 517-33.

Los ramales del sistema de emergencia se deben instalar y conectar a la fuente de alimentación alternativa de forma que todas las funciones especificadas aquí para esos sistemas se restablezcan automáticamente antes de diez segundos desde la interrupción del suministro normal.

517-32[x]. Ramal vital. Al ramal vital no deben estar conectadas otras funciones que no sean las de la siguiente lista (a) a (f). El ramal vital del sistema de emergencia debe dar el suministro para las siguientes funciones de alumbrado, tomacorrientes y equipos:

(a) **Alumbrado de los medios de salida.** Alumbrado de los medios de salida, como el necesario en los pasillos, pasajes, escaleras y corredores hacia las puertas de salida, así como todos los medios necesarios para llegar a las salidas. Se permite instalar medios de conmutación que transfieran el alumbrado de los pasillos de los pacientes en los hospitales, desde los circuitos generales a los circuitos nocturnos de alumbrado, siempre y cuando se pueda seleccionar sólo uno de los dos circuitos y ambos circuitos no puedan quedar sin corriente al mismo tiempo.

Nota: Véase *Life Safety Code,* NFPA 101-1997 (ANSI), Secciones 5-8 y 5-9.

(b) **Señales de salida.** Las señales de salida y flechas que indiquen la salida.

Nota: Véase *Life Safety Code,* NFPA 101-1997 (ANSI), Sección 5-10.

(c) **Sistemas de alarma y alerta.** Los sistemas de alarma y alerta, incluidas:

(1) Las alarmas contra incendios.

Nota: Véase *Life Safety Code,* ANSI/NFPA 101-1997, Secciones 7-6 y 12-3.4.

(2) Las alarmas necesarias para sistemas usados en tuberías de gases médicos no inflamables.

Nota: Véase *Standard for Health Care Facilities,* ANSI/NFPA 99-1996.

(d) **Sistemas de comunicaciones.** Los sistemas de comunicaciones del hospital cuando se utilicen para dar instrucciones en casos de emergencia.

(e) **Cuartos de generadores.** Los cargadores de las baterías del alumbrado de trabajo, de los equipos de alumbrado alimentados por batería y tomacorrientes seleccionadas en los cuartos de generadores.

(f) **Ascensores.** Los sistemas de alumbrado, control, comunicaciones y señales de las cabinas de los ascensores.

517-33^{x}. Ramal crítico.

(a) **Alumbrado de trabajo y tomacorrientes seleccionados.** El ramal crítico del sistema de emergencia debe dar el suministro corriente para el alumbrado de trabajo, para los equipos fijos, para tomacorrientes seleccionados y para los circuitos especiales de las siguientes áreas y funciones relativas a la atención al paciente:

(1) Áreas de cuidado crítico en las que se utilicen gases anestésicos - alumbrado de trabajo, tomacorrientes seleccionados y equipos fijos.

(2) Los sistemas de potencia aislados en ambientes especiales.

(3) Áreas de cuidado del paciente - alumbrado de trabajo y tomacorrientes seleccionados en:

a. Nidos de recién nacidos.
b. Áreas de preparación de los medicamentos.
c. Área de despacho de farmacia.
d. Áreas de cuidado de agudos seleccionadas.
e. Áreas de dormitorios psiquiátricos (sin tomacorrientes).
f. Salas de tratamiento de guardia.
g. Estaciones de enfermeras (si no están bien alumbradas por las luminarias de los pasillos).

(4) Alumbrado de trabajo para cuidado especializado del paciente y tomacorrientes adicionales, cuando sean necesarias.

(5) Sistemas de llamada a las enfermeras.

(6) Bancos de sangre, de huesos y de órganos.

(7) Cuartos y armarios donde haya equipos telefónicos.

(8) Alumbrado de trabajo, tomacorrientes seleccionados y circuitos de potencia seleccionados, en:

a. Dormitorios generales (por lo menos un tomacorriente doble en cada habitación de pacientes).

b. Laboratorios de angiografía.
c. Laboratorios de cateterismo cardiaco.
d. Unidades de cuidado coronario.
e. Salas o áreas de hemodiálisis.
f. Salas y áreas de urgencias (seleccionadas).
g. Laboratorios de fisiopatología.
h. Unidades de cuidados intensivos.
i. Salas de recuperación postoperatoria (seleccionadas).

(9) Alumbrado de trabajo, tomacorrientes y circuitos de potencio adicionales y necesarios para el buen funcionamiento del hospital. Se permite conectar al ramal crítico los motores monofásicos de potencia fraccional (de menos de 746 W o 1 HP).

(b) Subdivisión del ramal crítico. Se permite subdividir el ramal crítico en dos o más ramales.

Nota: Es importante analizar las consecuencias de que una área esté servida sólo por un ramal crítico si se produce alguna falla entre esa área y el conmutador de transferencia. Podría ser adecuado que alguna parte de los circuitos normales y críticos, o sólo de los críticos, estuviera conectada a otros conmutadores de transferencia.

(c) Identificación del tomacorriente. Los tomacorrientes o las tapas de tomacorrientes alimentados por el ramal crítico deben tener un rótulo de color distintivo de manera que sea fácilmente identificable.

517-34[x]. Conexión del sistema de equipos a la fuente de alimentación alternativa. El sistema de equipos debe estar conectado con una fuente de alimentación alternativa de modo que los equipos descritos en el Artículo 517-34(a) vuelvan a funcionar automáticamente a determinados intervalos después de que entre en funcionamiento el sistema de emergencia. También se deben establecer las medidas oportunas para la consiguiente conexión de los equipos descritos en el Artículo 517-34(b).

(a)[x] Equipos para conexión automática retardada. Los siguientes equipos se deben instalar para que su conexión a la fuente de alimentación alternativa se vaya produciendo de forma automática retardada:

(1) Sistemas centralizados de succión para funciones médicas y quirúrgicas, con sus controles. Se permite que los sistemas de succión estén en el ramal crítico.

(2) Bombas de aspiración y otros equipos necesarios para el funcionamiento de equipos de seguridad o importantes, con sus controles y alarmas.

(3) Sistemas de aire comprimido para funciones médicas y quirúrgicas, con sus controles. Se permite que tales sistemas estén en el ramal crítico.

(4) Sistemas de extracción de humos y presurización de las escaleras.

(5) Sistemas de alumbrado y/o extracción de las campanas de las cocinas, si tienen que seguir funcionando durante un incendio producido en o bajo la campana.

Excepción: Se permite la conexión automática secuencial retardada a la fuente de alimentación alternativa para evitar sobrecargas del grupo electrógeno, cuando los estudios de ingeniería indiquen que es necesario.

(b)[x] Equipos para conexión automática retardado manual. Los siguientes equipos se deben instalar para su conexión automática retardada o manual a la fuente de alimentación alternativa:

(1) Equipo de calefacción de los quirófanos, salas de partos, salas de recuperación, unidades de cuidados intensivos, unidades coronarias, nidos, salas para aislamiento de infecciones, salas de tratamiento de emergencia y área general de pacientes.

Excepción: No es necesario que haya calefacción en las salas generales de pacientes y en las salas para aislamiento de infecciones si se produce un corte de corriente en la red, en cualquiera de las siguientes circunstancias:

a. Si están diseñadas para una temperatura exterior superior a -6,7°C, o

b. Si están diseñadas para una temperatura exterior menor a -6,7°C y hay habitación o habitaciones seleccionadas para las necesidades de todos los pacientes internados, entonces sólo debe haber calefacción en esa habitación o habitaciones, o

c. Si la instalación está servida por una fuente de alimentación dual de la red normal.

Nota 1 : La temperatura de diseño se basa en el 97, 5% del valor de diseño, como explica el Capítulo 24 del *Handbook of Fundamentals,* ASHRAE (1997).

Nota 2 : Véase el Artículo 517-35(c) para la descripción de una fuente dual de red normal.

(2) Uno o más ascensores elegidos para dar servicio a las pisos de pacientes, quirófanos y salas de partos durante la interrupción del servicio normal.

En los casos en los que un corte de corriente pueda hacer que los ascensores se paren entre dos plantas, debe haber medios manuales que permitan el funcionamiento de los ascensores para la liberación de los pacientes u otras personas que pudieran haber quedado atrapadas.

(3) Los sistemas de alimentación, retorno y salida de humos de los quirófanos y salas de partos, unidades de cuidados intensivos, unidades coronarias, nidos, salas para aislamiento de infecciones, salas de tratamiento de urgencias y los ventiladores de salida de humos para campanas de extracción en los laboratorios, áreas de medicina nuclear en las que se utilice material radiactivo, salida de óxido de etileno y de gases anestésicos.

(4) Cámaras hiperbáricas.

(5) Cámaras hipobáricas.

(6) Puertas automáticas.

(7) Se permite que el equipo de autoclaves de calentamiento eléctrico mínimo se pueda conectar automática o manualmente a la fuente de alimentación alternativa.

(8) Controles para los equipos relacionados en el Artículo 517-34.

(9) Se permite que otros equipos seleccionados se alimenten por el sistema de equipo.

517-35. Fuentes de alimentación.

(a)[x] **Dos fuentes de alimentación independientes.** Los sistemas eléctricos esenciales deben tener un mínimo de dos fuentes de alimentación independientes, una normal de suministro que generalmente alimenta todo el sistema eléctrico y una o más fuentes alternativas que se utilizan cuando se produce una interrupción en sistema normal de suministro.

(b)[x] **Fuente de alimentación alternativa.** La fuente de alimentación alternativa debe ser una de las siguientes :

(1) Uno o varios generadores movidos por uno o varios motores primarios y ubicados en el mismo predio.

(2) Otra(s) unidad(es) de generación cuando la fuente normal consista de unidad(es) de generación ubicadas en los predios.

(3) Una acometida externa de la red pública de suministro cuando la fuente normal consista de unidad(es) de generación ubicadas en los predios.

(c) Ubicación de los componentes del sistema eléctrico esencial. Hay que poner la máxima atención a la ubicación de los espacios en los que vayan a estar los componentes del sistema eléctrico esencial, para minimizar las interrupciones causadas por las fuerzas naturales que puedan actuar en la zona (tormentas, inundaciones, terremotos o riesgos creados por estructuras o actividades cercanos). También hay que tener en cuenta la posible interrupción del servicio eléctrico normal producida por causas similares o la producida por fallas internas del alambrado o de los equipos del edificio.

Nota: Las instituciones conectadas a dos o más redes de suministro tienen un servicio eléctrico más confiable que las que sólo están conectadas a una. Dicha doble fuente de alimentación consiste en dos o más acometidas eléctricas procedentes de dos redes de distribución o grupos electrógenos con varias entradas y dispuestas de modo que exista separación mecánica y eléctrica entre ambas, para que un fallo entre la instalación y la fuente de alimentación no cause probablemente la interrupción de más de uno de los alimentadores a la acometida del edificio.

517-40. Sistemas eléctricos esenciales para centros de acogida y de cuidados limitados.

(a) Aplicación. Los requisitos de esta Parte C, Artículos 517-40(c) a 517-44, se aplican a los centros de acogida y centros de cuidados limitados.

Excepción: Los edificios independientes utilizados como centros de acogida o de cuidados limitados, siempre que:

a. Mantengan una política de admisión y salida de pacientes que evite la aceptación de pacientes o residentes que puedan necesitar la ayuda continua de equipos eléctricos,

b. No ofrezcan tratamientos quirúrgicos que requieran anestesia general, y

c. Dispongan de sistema(s) y equipo(s) automáticos por baterías que puedan funcionar 1,5 horas como mínimo, cumplan por lo demás con lo establecido en el Artículo 700-12 y sean capaces de dar suministro al alumbrado de las salidas, de los pasillos de salida, escaleras, estaciones de enfermeras, áreas de preparación de medicamentos, cuartos de calderas y áreas de comunicación. Este sistema debe también dar suministro para operar todos los sistemas de alarma.

Nota: Véase *Life Safety Code,* NFPA 101-1997 (ANSI).

(b) Instalaciones para atención hospitalaria a pacientes internos. Los centros de acogida y de cuidados limitados que ofrezcan atención hospitalaria a pacientes internos, deben cumplir los requisitos de la Parte C, Artículos 517-30 a 517-35.

(c) Instalaciones contiguas a hospitales. Se permite que los centros de acogida y de cuidados limitados que estén contiguos o en el mismo sitio con un hospital, tengan sus sistemas eléctricos esenciales alimentados por los del hospital.

Nota 1: Para los requisitos de funcionamiento, mantenimiento y pruebas de los sistemas eléctricos esenciales en los hospitales, véase *Standard for Health Care Facilities,* ANSI/NFPA 99-1996.

517-41. Sistemas eléctricos esenciales.

(a)[x] Generalidades. Los sistemas eléctricos esenciales en los centros de acogida y de cuidados limitados deben constar de dos ramales independientes capaces de dar suministro a un número limitado de salidas para alumbrado y potencia, que se considere esencial para la protección de la vida humana y para el buen

funcionamiento de la institución si, durante su funcionamiento normal, el servicio eléctrico se interrumpe por cualquier razón. Estos dos ramales deben ser el vital y el crítico.

(b)[x] **Conmutadores de transferencia.** El número de conmutadores de transferencia utilizados se debe basar en consideraciones de confiabilidad, diseño y cargas. Cada ramal del sistema eléctrico esencial debe estar conectado a uno o más conmutadores de transferencia, como se ve en las Figuras 517-41(a) y 517-41(b). En una instalación cuya demanda máxima del sistema eléctrico esencial sea de 150 kVA, como se ve en la Figura 517-41(c), se permite que haya un conmutador de transferencia para uno o más ramales o sistemas.

Nota: Véanse las siguientes Secciones de la *Standard for Health Care Facilities,* ANSI/NFPA 99-1996: Sección 3-5.1.2.2(b), conmutadores de transferencia tipo II; Sección 3-4.2.1.4, interruptores automáticos; Sección 3-4.2.1.6, conmutadores de transferencia no automáticos.

(c) **Capacidad del sistema.** El sistema eléctrico esencial debe tener una capacidad suficiente para satisfacer la demanda de funcionamiento de todos los equipos y artefactos conectados simultáneamente a cada circuito y rama.

(FIGURA)

Figura 517-41(a). Sistema eléctrico esencial en centros de acogida y de cuidados limitados.

(d) **Separación de otros circuitos.** El ramal vital debe mantenerse totalmente independiente de cualquier otro sistema de alambrado y equipos y no debe estar en las mismas canalizaciones, cajas o armarios con cualquier otro alambrado, excepto :

(1) En conmutadores de transferencia.

(2) En aparatos para alumbrado de salida o de emergencia que estén alimentados por las dos fuentes.

(3) En una caja de conector común conectada al alumbrado de salida o de emergencia alimentado desde dos fuentes.

Se permite que el alambrado del ramal crítico vaya en las mismas canalizaciones, cajas o armarios de otros circuitos que no formen parte del ramal vital.

(FIGURA)

Figura 517-41(b). Sistema eléctrico ampliado en centros de acogida y de cuidados limitados.

(FIGURA)

Figura 517-41C. Sistema eléctrico pequeño en centros de acogida o de cuidados limitados (con un solo conmutador de transferencia).

517-42[x]**. Conexión automática al ramal vital.** El ramal vital del sistema de emergencia se debe instalar y conectar a la fuente de alimentación alternativa de forma que todas las funciones especificadas aquí para esos sistemas se restablezcan automáticamente dentro de los 10 segundos después de la interrupción del servicio normal. Al ramal

vital no debe haber conectadas otras funciones que no sean las de la siguiente lista (a) a (g). El ramal vital del sistema de emergencia debe dar suministro para las siguientes funciones de alumbrado, tomacorriente y equipos:

Nota: En la *Standard for Health Care Facilities, ANSI/* NFPA 99-1996, al ramal vital se le denomina sistema de emergencia.

(a) **Alumbrado de los medios de salida.** Alumbrado de los medios de salida, como el necesario en los pasillos, pasajes, escaleras, corredores y puertas de salida, así como todos los medios necesarios para llegar a las salidas. Se permite instalar medios de conmutación que transfieran el alumbrado de los pasillos de los pacientes en los hospitales de los circuitos generales a los circuitos nocturnos, siempre que se pueda seleccionar sólo uno de los dos circuitos y que los dos circuitos no puedan quedar sin corriente al mismo tiempo.

Nota: Véase *Life Safety Code,* ANSI/NFPA 101-1997, Secciones 5-8 y 5-9.

(b) **Señales de salida.** Señales de salida y flechas que indiquen la salida.

Nota: Véase *Life Safety Code,* ANSI/NFPA 101-1997, Sección 5-10.

(c) **Sistemas de alarma y alerta.** Sistemas de alarma y alerta, incluidas:

(1) Las alarmas contra incendios.

Nota: Véase *Life Safety Code,* ANSI/NFPA 101-1997, Secciones 7-6 y 12-3.4.

(2) Las alarmas necesarias para sistemas usados en tuberías de gases médicos no inflamables.

Nota: Véase *Standard for Health Care Facilities,* ANSI/NFPA 99-1996.

(d) **Sistemas de comunicaciones.** Sistemas de comunicaciones del hospital cuando se utilicen para dar instrucciones en casos de emergencia.

(e) **Áreas de comedores y recreo.** Alumbrado suficiente en áreas de comedores y recreo para dar iluminación a las vías de salida.

(f) **Lugares de grupos generadores.** Alumbrado de trabajo y tomacorrientes seleccionados en los cuartos de generadores.

(g) **Ascensores.** Sistemas de alumbrado, control, comunicaciones y señales de las cabinas de los ascensores.

517-43^{x}. Conexión al ramal crítico. El ramal crítico debe estar instalado y conectado a la fuente de alimentación alternativa de modo que los equipos descritos en el Artículo 517-43(a) vuelvan a funcionar automáticamente a determinados intervalos después de que entre en funcionamiento el ramal vital. También se deben establecer las medidas oportunas para la consiguiente conexión de los equipos descritos en el Artículo 517-43(b), bien sea por retardo automático o por operación manual.

(a) **Conexión automática retardada.** Los siguientes equipos se deben conectar al ramal crítico y deben estar dispuestos para conexión automática retardada a la fuente de alimentación alternativa :

(1) Áreas de cuidado del paciente - alumbrado de trabajo y tomacorrientes seleccionados en:

a. Áreas de preparación de medicamentos.
b. Áreas de despacho de la farmacia.

c. Estaciones de enfermeras (si no están bien iluminadas por las luminarias de los pasillos).

(2) Bombas de aspiración y otros equipos necesarios para el funcionamiento de los equipos de seguridad más importantes, con sus controles y alarmas.

(3) Sistemas de extracción de humos y presurización de las escaleras.

(4) Sistemas de suministro y/o extracción de las campanas de las cocinas, si tienen que seguir funcionando durante un incendio producido en o bajo la campana.

(b) **Conexión automática retardada o manual.** Los siguientes equipos se deben conectar al ramal crítico y se deben disponer para su conexión automática retardada o manual a la fuente de alimentación alternativa:

(1) Equipo de calefacción para las salas generales de pacientes.

Excepción: No es necesario que haya calefacción en la área general de pacientes si se produce un corte del suministro normal, en cualquiera de las siguientes circunstancias:

a. Si la temperatura de diseño exterior es superior a -6,7℃, o
b. Si la temperatura de diseño exterior es menor a -6,7℃ y hay habitación o habitaciones seleccionadas para las necesidades de todos los pacientes internados, entonces sólo debe haber calefacción en esa habitación o habitaciones, o
c. Si la institución esta alimentada por una fuente doble de suministro normal, como se describe en el Artículo 517-35(c) Nota.

Nota: La temperatura de diseño exterior se basa en el 97,5 % del valor de diseño, como explica el Capítulo 24 del *Handbook of Fundamentals,* ASHRAE (1997).

(2) **Ascensores.** En los casos en los que un corte de corriente pueda hacer que los ascensores se paren entre dos plantas, debe haber medios manuales que permitan el funcionamiento temporal de los ascensores para la liberación de las personas que pudieran haber quedado atrapadas. En cuanto a los requisitos de los sistemas de alumbrado, control y señales en las cabinas de los ascensores, véase el Artículo 517-42(g).

(3) Elementos adicionales de alumbrado, tomacorrientes y equipos, sólo se permite conectarlos al ramal crítico.

517-44. Fuentes de alimentación.

(a)[x] **Dos fuentes de alimentación independientes.** Los sistemas eléctricos esenciales deben tener un mínimo de dos fuentes de alimentación independientes, una normal de suministro a todo el sistema eléctrico y una o más fuentes alternativas que se utilizan cuando se produce una interrupción del suministro normal.

(b)[x] **Fuente de alimentación alternativa.** La fuente de alimentación alternativa debe consistir en uno o varios generadores movidos por uno o varios motores y ubicados en el mismo predio.

Excepción nº. 1: Cuando la fuente de alimentación normal sea un grupo electrógeno instalado en el predio, la fuente alternativa puede ser otro grupo electrógeno o una red de suministro externa.
Excepción nº. 2: Se permite que los centros de acogida o de cuidados limitados que cumplan los requisitos del Artículo 517-40(a) Excepción, tengan un sistema de baterías o un sistema autónomo de baterías integrado en los equipos.

(c) **Ubicación de los componentes del sistema eléctrico esencial.** Hay que poner la máxima atención a la ubicación de los espacios en los que vayan a estar los componentes del servicio eléctrico esencial, para minimizar las interrupciones causadas por las fuerzas naturales que puedan actuar en la zona (tormentas, inundaciones, terremotos o riesgos creados por estructuras o actividades cercanas). También hay que tener en cuenta la posible interrupción del servicio eléctrico normal producida por causas similares lo mismo que por fallas internas del alambrado y los equipos.

Nota: Las instituciones conectadas a dos o más redes de suministro tienen un suministro eléctrico más confiable que las que sólo están conectadas a una. Dicha doble fuente de alimentación consiste en dos o más acometidas eléctricas procedentes de dos redes de distribución o grupos electrógenos con varias entradas y dispuestas de modo que exista separación mecánica y eléctrica entre ambas, para que una falla entre la instalación y la fuente de alimentación no pueda causar la interrupción de más de uno de los alimentadores de la acometida de la institución.

517-45. Sistemas eléctricos esenciales para centros de atención ambulatorios.

(a) **Aplicación.** Los requisitos de este Artículo se aplican a las instituciones de asistencia médica descritas en el Artículo 517-45.

(b)[x] **Conexiones.** Los sistemas eléctricos esenciales deben dar suministro para:

(1) Alumbrado de trabajo relacionado con la seguridad de la vida humana y necesaria para la interrupción segura de los procedimientos en marcha.

(2) Todos los equipos de anestesia y resucitación utilizados en áreas en las que se administren gases anestésicos por inhalación a los pacientes, incluidos los equipos de alarma y alerta.

Nota: Véase *Standard for Health Care Facilities*, NFPA 99-1993 (ANSI), Sección 13-3.4.1.

(3) Todos los equipos eléctricos de asistencia vital en áreas en las que se realicen procedimientos que requieran el funcionamiento de tales equipos para mantener con vida a los pacientes.

(c) **Fuente de alimentación alternativa.**

(1)[x] **Fuente de alimentación**. La fuente de alimentación alternativa del sistema debe estar específicamente diseñada para ese fin y debe ser un generador, sistema de baterías o batería autónoma integrada con el equipo. Cuando en la instalación haya áreas de cuidado crítico, el sistema eléctrico esencial debe ser como se exige en los Artículos 517-30 hasta 517-35.

(2)[x] **Capacidad del sistema.** La fuente de alimentación alternativa debe estar separada y ser independiente de la fuente normal de alimentación y tener una capacidad que le permita mantener en funcionamiento las cargas conectadas como mínimo 1,5 horas después de la interrupción del suministro normal.

(3)[x] **Operación del sistema.** El sistema debe estar instalado de modo que, si se produce un corte en el suministro normal, la fuente de alimentación alternativa se conecte automáticamente a las cargas en menos de 10 segundos.

Nota: Véanse las siguientes Secciones de la *Standard for Health Care Facilities,* ANSI/NFPA 99-1996: Sección 3-5.1.2.2(c), conmutadores de transferencia tipo III para grupos electrógenos y 3-5.1.2.2(d), conmutadores de transferencia tipo III con sistemas de baterías.

517-50. Sistemas eléctricos esenciales para clínicas, consultorios médicos y dentales y otras instituciones de asistencia médica distintas a las de los Artículos 517-30, 517-40 y 517-45.

(a) **Aplicación.** Los requisitos de este Artículo se aplican a las instituciones de asistencia médica descritas en el Artículo 517-50.

(b)[x] Conexiones. Los sistemas eléctricos esenciales deben dar suministro para :

(1) Alumbrado de trabajo relacionado con la seguridad de la vida humana y necesaria para la interrupción segura de los procedimientos en marcha.

(2) Todos los equipos de anestesia y resucitación utilizados en áreas en las que se administren gases anestésicos por inhalación a los pacientes, incluidos los equipos de alarma y alerta.

Nota: Véanse *Standard for Health Care Facilities*, ANSI/NFPA 99-1996, Secciones 14-3.4.1 y 15-3.4.1.

(c) Fuente de alimentación alternativa.

(1)[x] Fuente de Alimentación. La fuente de alimentación alternativa del sistema debe estar específicamente diseñada para ese fin y debe ser un generador, sistema de baterías o batería autónoma integrada con el equipo. Si en el centro hay equipos eléctricos de asistencia vital, el sistema eléctrico esencial debe ser como exigen los Artículos 517-30 a 517-35.

(2)[x] Capacidad del sistema. La fuente de alimentación alternativa debe estar separada y ser independiente de la fuente normal de alimentación y tener una capacidad que le permita mantener en funcionamiento las cargas conectadas como mínimo 1,5 horas después del corte del suministro normal.

(3)[x] Operación del sistema. El sistema debe estar instalado de modo que, si se produce un corte en el suministro normal, la fuente de alimentación alternativa se conecte automáticamente a las cargas en menos de 10 segundos.

Nota: Véanse las siguientes Secciones de la *Standard for Health Care Facilities,* ANSI/NFPA 99-1996: Sección 3-5.1.2.2(c), conmutadores de transferencia tipo III para grupos electrógenos y 3-5.1.2.2(d), conmutadores de transferencia tipo III con sistemas de baterías.

D. Lugares de inhalación de gases anestésicos

Nota: Para más información sobre medidas de seguridad en salas de anestesia, véase *Standard for Health Care Facilities,* ANSI/NFPA 99-1996.

517-60. Clasificación de las salas de anestesia.

Nota: Si cualquiera de las salas que se describen a continuación es un lugar mojado, véase el Artículo 517-20.

(a) Lugares peligrosos (clasificados).

(1)[x] Una sala en la que se utilicen anestésicos inflamables debe considerarse en su totalidad lugar de Clase I División 1 hasta un nivel de 1,50 m sobre el piso. El resto del volumen hasta el techo se considera como lugar por encima de un lugar peligroso (clasificado).

(2) Toda sala o lugar en que se almacenen anestésicos inflamables o desinfectantes volátiles inflamables se debe considerar como lugar de Clase I División 1 desde el piso hasta el techo.

(b) Lugares diferentes a los peligrosos (clasificados). Cualquier lugar donde se inhalen anestésicos diseñado para el uso exclusivo de agentes anestésicos no inflamables, no se debe considerar como lugar peligroso (clasificado).

517-61. Alambrado y equipos.

(a) Dentro de lugares de anestesia peligrosos (clasificados).

(1)[x] Excepto lo permitido en el Artículo 517-160, todos los circuitos de potencia que estén total o parcialmente en una sala con anestésicos inflamables, como se describe en el Artículo 517-60, deben estar aislados de cualquier sistema de distribución mediante un sistema de potencia aislado.

(2) Los equipos utilizados con un sistema de potencia aislado deben estar certificados para ese fin y el sistema debe estar diseñado e instalado de modo que cumpla las disposiciones de la Parte G de esta Sección.

(3)[x] En los lugares peligrosos (clasificados) de los que trata el Artículo 517-60, todo el alambrado y equipos fijos y todos los equipos portátiles, incluso bombillas y otros equipos de utilización, que funcionen a más de 10 V entre fases, deben cumplir los requisitos de las Secciones 501-1 a 501-15 y 501-16 (a) y (b) en lo que se refiere a los lugares Clase I División 1. Todos esos equipos deben estar específicamente aprobados para las atmósferas peligrosas en que puedan funcionar.

(4) Cuando haya en un lugar peligroso (clasificado) una caja, accesorios o encerramiento parcialmente instalados en el lugar, se debe considerar que el lugar peligroso (clasificado) se extiende hasta abarcar toda la caja, accesorios o encerramiento.

(5) Los tomacorrientes y clavijas en lugares peligrosos (clasificados) deben estar certificados para usar en lugares Clase I Grupo C y tener terminal para conexión de un conductor de puesta a tierra.

(6) Los cordones flexibles utilizados en lugares peligrosos (clasificados) para conectar equipos de utilización portátiles, incluyendo las bombillas, que funcionen a más de 8 V entre fases, deben ser de tipo aprobado para uso extrapesado según la Tabla 400-4 y tener un conductor adicional para puesta a tierra.

(7) Debe existir un dispositivo para guardar el cordón flexible, que no permita que el cordón se doble a un radio menor a 75 mm.

(b) Lugares peligrosos (clasificados) ubicados por encima de áreas de anestesia.

(1) El alambrado por encima de los lugares peligrosos (clasificados) a los que se refiere el Artículo 517-60 se debe instalar hacer en tubo metálico rígido, tubería metálica eléctrica, tubo metálico intermedio o cables tipo MI o tipo MC con un recubrimiento metálico continuo y hermético al gas y al vapor.

(2) Los equipos instalados que puedan producir arcos, chispas o partículas de metal caliente, como bombillas y portabombillas de equipos fijos de alumbrado, cortacircuitos, interruptores, generadores, motores u otros equipos con contactos deslizantes o de cierre y apertura, deben ser de tipo totalmente cerrado o estar construidos de modo que impidan la salida de chispas o partículas de metal caliente.

Excepción: No es necesario que los tomacorrientes de pared instalados sobre lugares peligrosos (clasificados) en los que se utilicen anestésicos inflamables, estén totalmente cerrados o tengan sus aberturas protegidas o apantalladas para evitar la dispersión de partículas.

(3) Los equipos de alumbrado quirúrgico y de otro tipo deben cumplir lo establecido en el Artículo 501-9(b).

Excepción nº. 1: No se aplican las limitaciones de temperatura superficial del Artículo 501-9(b)(2).
Excepción nº. 2: No es necesario que sean a prueba de explosión los interruptores integrales o colgantes que estén ubicados sobre lugares peligrosos (clasificados) y no puedan bajarse hasta el lugar peligroso.

(4) En los límites horizontales y verticales de los lugares definidos como peligrosos (clasificados) deben instalarse sellos aprobados, de acuerdo con el Artículo 501-5 y 501-5(a)(4).

(5) Los tomacorrientes y clavijas ubicados sobre los lugares de anestesia peligrosos (clasificados) deben estar certificados para uso hospitalario para servicio a tensión, frecuencia, capacidad y número de conductores establecidos y tener terminal para conexión del conductor de puesta a tierra. Estos requisitos se aplican a tomacorrientes y clavijas del tipo de dos polos y tres hilos con polo a tierra, para servicio monofásico de c.a. a 120 V nominales.

(6) Las tomacorrientes y clavijas de 250 V nominales para conectar equipos médicos de c.a. de 50 y 60 A que se utilicen por encima de lugares peligrosos (clasificados), deben ser de un tipo que permita conectar clavijas de 50 o 60 A en un tomacorriente de 60 A. Los tomacorrientes de 50 A deben estar diseñados de modo que no admitan clavijas de 60 A. Las clavijas deben ser de dos polos y tres hilos con un tercer polo para conectar el conductor de tierra de los equipos (con aislante verde o verde y bandas amarillas).

(c) Lugares de anestesia no peligrosos (clasificados).

(1) El alambrado en lugares no peligrosos (clasificados), como se definen en el Artículo 517-60, deben hacerse en tubo metálico o con cables. El tubo metálico o el blindaje o recubrimiento metálico del cable deben estar calificados para usarse como conductor de puesta a tierra de los equipos, de acuerdo con lo establecido en el Artículo 250-91(b). Los cables tipo MC y MI deben tener un blindaje o recubrimiento exterior metálico identificado como aceptable para servir de conductor de puesta a tierra.

Excepción: No es necesario que los tomacorrientes colgantes de un cordón flexible tipo SJO como mínimo o equivalente, suspendidos a no menos de 1,80 m del piso, se instalen en una canalización metálica o en un conjunto de cables.

(2) Los tomacorrientes y clavijas instalados y utilizados en lugares no peligrosos (clasificados) deben estar certificados para uso hospitalario para servicio a la tensión, frecuencia, capacidad y número de conductores establecidos y tener conexión para conductor de puesta a tierra. Estos requisitos se aplican a tomacorrientes y clavijas de dos polos y tres hilos con polo a tierra para servicio monofásico de c.a. a 120, 208 o 240 V nominales.

(3) Los tomacorrientes y clavijas de 250 V nominales para conectar equipos médicos de c.a. de 50 y 60 A que se utilicen por encima de lugares peligrosos (clasificados), deben ser de un tipo que permita conectar clavijas de 50 o 60 A en un tomacorriente de 60 A. Los tomacorrientes de 50 A deben estar diseñados de modo que no admitan clavijas de 60 A. Las clavijas deben ser de dos polos y tres hilos con un tercer polo para conectar el conductor de puesta a tierra de los equipos (con aislante verde o verde y bandas amarillas).

517-62. Puesta a tierra. En todas las áreas de anestesia, todas las canalizaciones metálicas y recubrimientos metálicos de los cables y todas las partes conductivas no portadoras de corriente de los equipos eléctricos fijos, se deben poner a tierra. La puesta a tierra de los lugares Clase I debe cumplir lo establecido en el Artículo 501-16.

Excepción: No es necesario poner a tierra los equipos que funcionen a 10 V entre fases como máximo.

517-63. Sistemas de fuerza puestos a tierra en lugares de anestesia.

(a) Unidades de alumbrado de emergencia alimentados por baterías. Se deben proporcionar una o más unidades de alumbrado de emergencia alimentados por baterías de acuerdo con el artículo 700-12(e).

(b) Alambrado de circuitos ramales. Se permite que los circuitos ramales que sólo den suministro a equipos terapéuticos y de diagnóstico fijos y certificados, instalados permanentemente por encima de

lugares peligrosos (clasificados) o en lugares no peligrosos (clasificados), estén conectados a una instalación normal, monofásica o trifásica, puesta a tierra, siempre que:

(1) El alambrado para los circuitos puestos a tierra y aislados no esté en la misma canalización o cable.

(2) Todas las superficies conductivas de los equipos estén puestas a tierra.

(3) Los equipos (excepto los tubos encerrados de rayos X y sus terminales) estén ubicados como mínimo a 2,5 m por encima del suelo o fuera del lugar de anestesia.

(4) Los interruptores del circuito ramal puesto a tierra estén ubicados fuera del lugar peligroso (clasificado).

Excepción: El Artículo 517-63(b)(3) y (b)(4) no se debe aplicar a lugares diferentes a los peligrosos (clasificados).

(c) **Circuitos ramales fijos de alumbrado.** Se permite que los circuitos ramales que alimentan sólo a equipos fijos de alumbrado, estén conectados a un servicio normal puesto a tierra, siempre que:

(1) Tales equipos estén ubicados como mínimo a 2,40 m sobre el suelo.

(2) Todas las superficies conductivas de los equipos estén puestas a tierra.

(3) El alambrado de los circuitos que alimentan los equipos de alumbrado no ocupen la misma canalización o cable que alimentan los circuitos aislados.

(4) Los interruptores estén montados en la pared y ubicados por encima del lugar peligroso (clasificado).

Excepción: El Artículo 517-63(b)(3) y (b)(4) no se debe aplicar a lugares diferentes a los peligrosos (clasificados).

(d) **Estaciones de control remoto.** En cualquier lugar de anestesia se permite instalar estaciones de control remoto montadas en pared para operar a distancia interruptores de 24 V o menos.

(e) **Ubicación para sistemas eléctricos aislados.** Se permite que en una lugar de anestesia haya un sistema eléctrico aislado certificado para ese uso, con el primario del alimentador puesto a tierra, siempre que esté instalado por encima del lugar peligroso (clasificado) o en lugar diferente al peligroso (clasificado).

(f) **Circuitos en lugares de anestesia.** Excepto lo permitido en los apartados anteriores, todos los circuitos eléctricos que estén total o parcialmente en un lugar donde se utilicen anestésicos inflamables, como se describe en el Artículo 517-60, deben estar aislados de cualquier sistema de distribución distinto al del lugar de anestesia.

517-64^{x}. Equipos e instrumentos de baja tensión.

(a) **Requisitos de los equipos.** Los equipos de baja tensión que estén frecuentemente en contacto con el cuerpo de las personas o tengan elementos en tensión expuestos, deben:

(1) Funcionar a 10 V o menos, o

(2) Estar aprobados como equipos de seguridad intrínseca o de doble aislamiento.

(3) Ser resistentes a la humedad.

(b) **Fuentes de alimentación.** Los equipos de baja tensión se deben conectar a alguno de los siguientes medios :

(1) Un transformador de aislamiento portátil individual (no un autotransformador) conectado a un tomacorriente de un circuito de potencia aislado por medio de cordón con clavija adecuados.

(2) Un transformador de aislamiento común de baja tensión instalado en un lugar no peligroso (clasificado).

(3) Una pila (batería seca).

(4) Las baterías comunes formadas por celdas y ubicadas en un lugar no peligroso (clasificado).

(c) **Circuitos aislados.** Los transformadores de aislamiento para suministro de circuitos de baja tensión deben:

(1) Tener un medio aprobado que aísle el secundario del primario y

(2) Tener el núcleo y la carcasa puestos a tierra.

(d) **Controles.** Se permite utilizar dispositivos de resistencia o impedancia para controlar los equipos de baja tensión, pero no se deben utilizar para limitar la tensión máxima disponible al equipo.

(e) **Artefactos alimentados por batería.** No se deben cargar los artefactos de batería durante su funcionamiento, excepto si su circuito de carga incorpora un transformador de aislamiento integrado.

(f) **Tomacorrientes y clavijas.** Todos los tomacorrientes o clavijas que se utilicen en circuitos de baja tensión, deben ser de un tipo que no permita conectarlos a circuitos de mayor tensión.

Nota: La apertura de un circuito, aunque sólo sea de 10 V, por medio de un interruptor o una conexión floja o defectuosa, puede producir una chispa suficiente para que ardan los anestésicos inflamables. Véase la Sección 7-5.1.2.3 de *Standard for Health Care Facilities,* ANSI/NFPA 99-1996.

E. Instalaciones de rayos X

Nada de lo contenido en esta parte se debe considerar como constituyente de medidas de seguridad contra las radiaciones útiles o difusas de rayos X.

Nota : En el Decreto 2400 de mayo 22 de 1979 se establecen los niveles seguros permisibles de acuerdo con la ley colombiana. En la Resolución 9031 del 12 de julio de 1990, el Ministerio de Salud dicta normas y establece procedimientos relacionados con el funcionamiento y operación de equipos de rayos X y emisores de radiaciones ionizantes.

517-71. Conexión al circuito de suministro.

(a) **Equipos fijos y estacionarios.** Los equipos de rayos X fijos y estacionarios se deben conectar a la fuente de alimentación mediante un método de alambrado que cumpla los requisitos generales de este *Código.*

Excepción: Se permite que los equipos debidamente conectados a un circuito ramal de no más de 30 A nominales, lo estén mediante un cable o cordón de uso pesado y una clavija de conexión adecuada.

(b) **Equipos portátiles, móviles y transportables.** No se requieren circuitos ramales individuales para los equipos de rayos X móviles, portátiles y transportables que no requieran una capacidad superior a 60 A.

(c) **Suministro a más de 600 V.** Los circuitos y equipos que funcionen conectados a sistemas de más de 600 V, deben cumplir lo establecido en la Sección 710.

517-72. Medios de desconexión.

(a) **Capacidad.** En el circuito de suministro se debe instalar un medio de desconexión que tenga la mayor de las siguientes capacidades : el 50% como mínimo de la entrada necesaria para régimen momentáneo o el 100% de la entrada necesaria para régimen prolongado del equipo de rayos X.

(b) **Ubicación.** El medio de desconexión debe ser accionable desde un lugar fácilmente accesible en el puesto de control de los rayos X.

(c) **Equipos portátiles.** Como medio de desconexión para equipos conectados a circuitos ramales de 120 V y 30 A o menos, se permite utilizar, una clavija conectada a un tomacorriente de capacidad adecuada y con polo a tierra.

517-73. Valores nominales de los conductores de suministro y de la protección contra sobrecorriente.

(a) **Equipo de diagnóstico.**

(1) La capacidad de corriente de los conductores del circuito de suministro para el circuito ramal y del dispositivo de protección contra sobrecorriente, debe ser la mayor de las siguientes: el 50% como mínimo de la capacidad de corriente en régimen momentáneo o el 100% de la capacidad en régimen prolongado.

(2) La capacidad de corriente del alimentador y de los dispositivos de protección contra sobrecorriente a los que estén conectados dos o más circuitos ramales para unidades de rayos X, no debe ser menor al 50% de la demanda nominal instantánea de la unidad de mayor capacidad, más el 25% de la demanda nominal instantánea de la siguiente unidad en magnitud más el 10% de la demanda nominal instantánea de cada unidad adicional. Cuando se hagan con los artefactos de rayos X exámenes simultáneos por las dos caras, la capacidad nominal de los conductores del circuito de alimentación y de los dispositivos de protección contra sobrecorriente debe ser el 100% de la demanda nominal instantánea de cada artefacto de rayos X conectado.

Nota: La sección transversal mínima de los conductores de los circuitos alimentadores y ramales viene determinada también por las necesidades de tensión. Para una instalación específica, el fabricante suele indicar las secciones transversales mínimas de los conductores y los valores del transformador de distribución, la capacidad de los medios de desconexión y de los dispositivos de protección contra sobrecorriente.

(b) **Equipo terapéutico.** La capacidad de corriente de los conductores y del dispositivo de protección contra sobrecorriente de los equipos de radioterapia, no debe ser menor al 100% de la corriente nominal de dichos equipos.

Nota: La capacidad de corriente de los conductores del circuito ramal y los valores nominales de los medios de desconexión y dispositivos de protección contra sobrecorriente de los circuitos de artefactos de radioterapia, suelen estar dados por el fabricante para cada tipo de instalación.

517-74. Conductores de los circuitos de control.

(a) **Número de conductores en una canalización.** El número de conductores de los circuitos de control instalados en una canalización debe establecerse de acuerdo con el Artículo 300-17.

(b) **Sección transversal mínima de los conductores.** En los circuitos de control y funcionamiento de los equipos de rayos X y sus auxiliares que estén protegidos por dispositivos de protección contra

sobrecorriente de 20 A como máximo, se deben usar alambres de artefactos como especifica el Artículo 725-27 y cordones flexibles.

517-75. Instalaciones de equipos. Todos los equipos para instalaciones nuevas de rayos X y los equipos usados o reacondicionados de rayos X que se instalen en otro lugar, deben ser tipo aprobado.

517-76. Transformadores y condensadores. No es necesario que los transformadores y condensadores que formen parte de equipos de rayos X cumplan las Secciones 450 y 460.

Los condensadores se deben montar en encerramientos de material aislante o metálicos puestos a tierra.

517-77. Instalación de los cables de alta tensión para rayos X. Se permite que los cables que conecten los tubos e intensificadores de imagen de los equipos de rayos X, que tengan blindaje puesto a tierra, se instalen en bandejas o bateas de cables al lado del equipo de control y de los conductores de la fuente de alimentación, sin necesidad de barreras que los separen.

517-78. Resguardo y puesta a tierra.

(a) **Partes a alta tensión.** Todas las partes a alta tensión, incluidos los tubos de rayos X, se deben montar dentro de encerramientos puestos a tierra. Para aislar las partes a alta tensión del encerramiento puesta a tierra se deben utilizar medios aislantes como aire, aceite, gas u otro medio adecuado. La conexión desde el equipo de alta tensión a los tubos de rayos X y otros componentes también de alta tensión, se debe hacer con cables de alta tensión blindados.

(b) **Cables de baja tensión.** Los cables de baja tensión que se conecten con unidades en aceite que no estén completamente herméticas, como transformadores, condensadores, enfriadores de aceite e interruptores de alta tensión, deben tener aislante resistente al aceite.

(c) **Partes metálicas no portadoras de corriente.** Las partes metálicas no portadoras de corriente de los equipos de rayos X y equipos asociados (de control, mesas, soporte de los tubos de rayos X, tanques de transformadores, cables blindados, cabezales de los tubos de rayos X, etc.), se deben poner a tierra como especifica la Sección 250 y las modificaciones de los Artículos 517-13(a) y (b).

F. Sistemas de comunicaciones, de señalización, de datos, de alarma contra incendios y sistemas a menos de 120 V nominales

517-80. Áreas de cuidado de los pacientes. Los sistemas de comunicaciones, de señalización, de datos, de alarma contra incendios y sistemas a menos de 120 V nominales, deben tener un aislamiento y aislantes equivalentes a los exigidos en los sistemas eléctricos de distribución en las áreas de cuidado de los pacientes.

Nota: Una alternativa aceptable al aislamiento de los sistemas de llamada a las enfermeras, es el uso de sistemas de señalización, comunicación o control no eléctricos sostenidos por el paciente o que estén a su alcance.

517-81. Áreas que no sean las de cuidado de los pacientes. Las instalaciones en áreas que no sean de cuidado de los pacientes deben cumplir las disposiciones correspondientes de las Secciones 640, 725, 760 y 800.

517-82. Transmisión de señales entre artefactos.

(a) **Generalidades.** Los cables de señales instalados permanentemente que vayan desde un artefacto en las áreas de pacientes hasta artefactos remotos, deben emplear un sistema de transmisión de las señales que evite que los artefactos conectados se pongan a tierra creando peligro.

Nota: Véase el Artículo 517-13(b).

(b) **Alambre común de puesta a tierra de las señales.** Se permite usar conductores comunes de tierra de las señales (por ejemplo, la puesta a tierra del chasis de un equipo autónomo) entre los artefactos ubicados en la cercanía de los pacientes, siempre que esos artefactos estén conectados al mismo punto de puesta a tierra de referencia.

G. Sistemas de potencia aislados

517-160. Sistemas de potencia aislados.

(a) **Instalación.**

(1) Todos los circuitos de potencia aislados deben estar controlados por un interruptor que tenga un polo de desconexión en cada conductor del circuito aislado, para desconectar simultáneamente todo el suministro. Dicho aislamiento se debe realizar mediante uno o más transformadores que no tengan conexiones eléctricas entre los devanados primario y secundario, por medio de grupos electrógenos o de baterías adecuadas aisladas.

(2)[x] Los circuitos de alimentación del primario de los transformadores de aislamiento deben funcionar a no más de 600 V entre conductores y estar dotados de la adecuada protección contra sobrecorriente. La tensión del secundario de dichos transformadores no debe ser superior a 600 V entre los conductores de cada circuito. Todos los circuitos que reciban corriente desde dichos secundarios no deben estar puestos a tierra y deben tener un dispositivo aprobado de protección contra sobrecorriente en cada conductor, de la capacidad adecuada. Los circuitos conectados directamente a baterías o a grupos electrógenos no deben estar puestos a tierra y deben estar protegidos contra sobrecorriente de la misma manera que los circuitos a los que esté conectado el secundario del transformador. Si hay un blindaje electrostático, se debe conectar al punto de referencia de puesta a tierra.

(3) No se deben instalar en lugares peligrosos (clasificados) los transformadores de aislamiento, grupos electrógenos, baterías y cargadores de baterías y todos los dispositivos de protección contra sobrecorriente del primario o del secundario asociados. El alambrado del circuito secundario aislado que penetre en un lugar de anestesia peligroso, debe cumplir los requisitos de instalación del Artículo 501-4.

(4) **Transformadores de aislamiento.**

a. Un transformador de aislamiento no debe servir par más de una sala de operación. A efectos de este artículo, se considera que las salas de inducción de anestesia son parte de la sala de operación o salas servidas por las salas de inducción. Si una sala de inducción sirve a más de una sala de operación, se permite que los circuitos aislados de la sala de inducción se alimenten desde el transformador de aislamiento de cualquiera de las salas de operación servidas por esa sala de inducción.

b. Se permite que los transformadores de aislamiento alimenten tomacorrientes sencillos en muchas áreas de pacientes cuando :

1. Los tomacorrientes estén reservados para alimentar equipos que necesiten 150 V o más, como por ejemplo unidades de rayos X portátiles.

2. Los tomacorrientes y clavijas no sean intercambiables con los tomacorrientes del sistema de fuerza aislado del lugar.

(5) Los conductores de un circuito aislado se deben identificar como sigue:

Conductor aislado Nº. 1: naranja
Conductor aislado Nº. 2: marrón

Para sistemas trifásicos, el tercer conductor debe ser amarillo. Cuando los conductores del circuito aislado alimenten tomacorrientes monofásicos de 125 V, 15 y 20 A, el conductor o conductores naranja se deben conectar al terminal o terminales en el tomacorriente que están identificados de acuerdo con la sección 200-10(b) para conexión al conductor del circuito puesto a tierra.

(6) En los conductores del secundario de un circuito aislado no se deben usar compuestos para halado de los cables, que aumenten la constante dieléctrica.

Nota 1: Es aconsejable limitar la capacidad de los transformadores de aislamiento a 10 kVA y usar conductores con aislamiento que produzca pocas fugas, para cumplir los requisitos de impedancia.

Nota 2: Si se reduce la longitud de los conductores del circuito ramal y en los conductores se emplean aislantes de una constante dieléctrica menor a 3,5 y una resistencia constante al aislamiento superior a 6 100 MΩ por metro a 16℃ , se limitan las fugas de fase a tierra, reduciendo la corriente de riesgo.

(b) Monitor de aislamiento de línea.

(1) Además de los dispositivos normales de control y protección contra sobrecorriente, todos los sistemas de potencia aislados deben estar provistos de un monitor de aislamiento de línea que funcione continuamente, señalando las posibles corrientes de fuga o de falla desde cualquier conductor aislado a tierra. El monitor debe estar diseñado de modo que, mientras el sistema esté adecuadamente aislado de tierra, haya encendida una bombilla verde que puedan ver fácilmente las personas que estén en el área. Cuando la corriente total de riesgo (consistente en posibles corrientes de fuga resistivas y capacitivas) entre cualquier conductor aislado y tierra, llegue a un valor umbral de 5 mA a la tensión normal de la línea, debe encenderse una bombilla roja adyacente y producirse una señal sonora (si se quiere). El monitor de línea no debe producir alarmas para corrientes de riesgo de menos de 3,7 mA o para corrientes de riesgo totales de menos de 5,0 mA.

Excepción: Se permite diseñar un sistema para que funcione a un umbral más bajo de la corriente de riesgo total. El monitor de aislamiento de línea de dicho sistema debe estar aprobado, estableciendo que está permitido que la corriente de falla se reduzca, pero no a menos del 35% del correspondiente valor de umbral de la corriente total de riesgo y la corriente de riesgo del monitor se reduzca, en consecuencia, a no más del 50% del valor de umbral de alarma para la corriente total de riesgo.

(2) El monitor de aislamiento de línea debe estar diseñado de modo que tenga impedancia interna suficiente para que, cuando esté bien conectado al sistema aislado, la corriente interna máxima que pueda pasar por el monitor de aislamiento cuando haya algún punto del sistema aislado puesto a tierra, sea de 1 mA.

Excepción: Se permite que el monitor de aislamiento de línea sea de baja impedancia, de modo que la corriente que pase por el monitor de aislamiento cuando haya algún punto del sistema aislado puesto a tierra, no supere el doble del umbral de alarma durante un periodo no superior a 5 ms.

Nota: La reducción de la corriente de riesgo del monitor, siempre que produzca un valor de umbral de la corriente de falla que no dé lugar a una alarma, aumenta la capacidad del circuito.

(3) En un lugar bien visible del monitor de aislamiento de línea se debe montar un amperímetro calibrado a la corriente total de riesgo del sistema (corriente de riesgo por falla más corriente de

riesgo del monitor), con la zona de "alarma encendida" aproximadamente en el centro de la escala.

Excepción: Se permite que el monitor de aislamiento sea una unidad compuesta, con una parte de detección cableada a una pantalla independiente en la que estén ubicadas las funciones de alarma o prueba.

Nota: Se recomienda instalar el amperímetro de modo que sea bien visible para todas las personas que haya en el lugar de anestesia.

Sección 518 - SITIOS DE REUNIONES PÚBLICAS

518-1. Alcance. Esta Sección trata de todos los edificios o partes de edificios o estructuras diseñados o pensados para que se reúnan 100 o más personas.

518-2. Clasificación general.

(a) Ejemplos. Los lugares de reunión son, entre otros:

Auditorios
Auditorios dentro de:
- Instituciones educativas
- Edificios de oficinas
- Edificios comerciales
- Otras ocupaciones

Boleras
Comedores públicos
Cuarteles
Gimnasios
Iglesias
Museos
Piscinas cubiertas
Pistas de patinaje
Restaurantes
Salas de conferencias
Salas de espera de aeropuertos, puertos y estaciones
Salas de exhibición
Salas de juzgados
Salas de reunión de clubes
Salas de reuniones
Salas de usos múltiples
Salas de velación
Salones de baile

(**b**) **Ocupaciones Múltiples**. La ocupación de cualquier salón o espacio destinado para reuniones públicas de menos de 100 personas que forma parte de una edificación y que es ocasional para otros usos, se debe clasificar como parte de ella y debe estar sujeto a las disposiciones que le sean aplicables.

(c) Areas de Teatros. Cuando cualquiera de estas estructuras de edificaciones o parte de ellas tengan una cabina de proyección y un escenario o área fija o portátil para la presentación de espectáculos teatrales o musicales, las instalaciones en esa área y todos los equipos que se utilicen en la misma, así como los equipos e instalaciones portátiles que se utilicen en la representación y no estén conectados permanentemente a la instalación del área, deben cumplir lo establecido en la Sección 520.

Nota: Con respecto a los métodos para calcular la capacidad de personas de un lugar, véanse las normas de edificación correspondientes o, si no las hay, el *Life Safety Code,* ANSI/NFPA 101-1994.

518-3. Otras Secciones.

(a) Áreas peligrosas (clasificadas). Las instalaciones eléctricas en las áreas peligrosas (clasificadas) existentes en los lugares de reunión, deben cumplir lo establecido en la Sección 500.

(b) Alambrado provisional. En las salas de exhibición utilizadas para exponer artículos, como en las ferias comerciales, la instalación provisional debe cumplir lo establecido en la Sección 305.

Excepción nº. 1: Se permite tender sobre el suelo cables y cordones flexibles aprobados para trabajo pesado o extra pesado si están protegidos contra el contacto del público en general.
Excepción nº. 2: No son de aplicación los requisitos del Artículo 305-6 sobre interruptores automáticos por fallas a tierra.

(c) Sistemas de emergencia. El control de los sistemas de emergencia debe cumplir con la Sección 700.

518-4. Métodos de alambrado.

(a) Generalidades. Los métodos de alambrado fijos deben ser canalizaciones metálicas, conduit metálico flexible hermético a los líquidos, canalizaciones no metálicas enterradas en hormigón a una profundidad no inferior a 50 mm o cables de Tipo MI o MC.

Excepción : Los métodos de alambrado fijo deben ser como se dispone en la Sección 640 para equipo de proceso, amplificación y reproducción de señales de audio; en la sección 800 para circuitos de comunicaciones, en la Sección 725 para circuitos de señalización y control remoto de Clase 2 y Clase 3 y en la Sección 760 para circuitos de alarma contra incendio.

(b) Construcción no designada a prueba de fuego. Se permite instalar cables con recubrimiento no metálico, cables de tipo AC, tuberías eléctricas no metálicas y en tubo rígido no metálico en los edificios o parte de los mismos que, de acuerdo con su norma de edificación, no deban ser de construcción a prueba de fuego.

(Nota): La construcción a prueba de fuego es la clasificación de resistencia al fuego que se utiliza en las normas o códigos de cosntrucción.

(c) Espacios con designación de acabado. Se permite instalar tuberías eléctricas no metálicas y tubo rígido no metálico en restaurantes, salas de conferencias y reuniones en hoteles o moteles, comedores colectivos y lugares de culto religioso, sals de clubes, de juzgados y de velación, siempre que:

1. Las tuberías eléctricas no metálicas o la tubería rígida no metálica se instalen ocultas en las paredes, suelos y techos cuando ofrezcan una barrera térmica mediante un material con un acabado de clasificación ignífuga mínima de 15 minutos, según se establece en las listas de materiales resistentes al fuego.

2. Las tuberías eléctricas no metálicas o el tubo rígido no metálico se instalen sobre techos suspendidos cuando ofrezcan una barrera térmica con una clasificación ignífuga mínima de 15 minutos, según se establece en las listas de materiales resistentes al fuego.

No se deben utilizar tuberías eléctricas no metálicas ni tubo rígido no metálico en espacios por los que pase el aire ambiente de ventilación, de acuerdo con el Artículo 300-228(c).

Nota . Una designación de acabado se establece para conjuntos que tengan soportes combustibles (madera). La desiganción de acabado se define como el tiempo en el cual una viga o travesaño de madera alcanza una elevación de temperatura promedio de 121ºC o una elevación de temperatura individual de 163ºC, medida en el plano de la madera más cercano al fuego. No se pretende que una designación de acabado represente una designación para un cielo raso de membrana.

518-5. Fuente de alimentación. Los cuadros de distribución y los equipos de distribución de fuerza portátiles sólo se deben alimentar desde salidas de fuerza certificadas de capacidad nominal de corriente y tensión suficientes. Dichas salidas de fuerza deben estar protegidas por dispositivos contra sobrecorriente. Los dispositivos de protección contra sobrecorriente y salidas de fuerza no deben ser accesibles al público en general. Deben estar previstos los medios para la conexión de un conductor de puesta a tierra de equipos. El neutro de los alimentadores que dan suministro a sistemas de reguladores de nivel de intensidad (*dimmer*) trifásicos de cuatro hilos y de estado sólido, se considera como un conductor portador de corriente.

Sección 520 - TEATROS, ÁREAS DE AUDIENCIA DE LOS ESTUDIOS DE CINE Y DE TELEVISIÓN Y LUGARES SIMILARES

A. Generalidades

520-1. Alcance. Esta Sección trata de todas las edificaciones o partes de edificaciones o estructuras diseñadas o utilizadas para presentaciones, representaciones teatrales y musicales, proyección de películas de cine o fines similares y a las áreas específicas de espectadores dentro de los estudios de cine o de televisión.

520-2. Definiciones.
Agrupados: Cables o conductores ubicados unos al lado de otros pero no en contacto continuo unos con otros.

Alargadera doble : Cable adaptador que contiene una clavija (macho) y dos conectores (hembra), que permite conectar dos cargas a un circuito ramal.

Batería de conexiones : Canalización metálica de cables que contiene tomacorrientes colgantes o empotradas.

Caja colgante : Caja que contiene tomacorrientes colgantes o empotradas, que va conectada a un cable multiconductor mediante una abrazadera o a un conector múltiple.

Candilejas : Luces ubicadas en el borde del suelo del escenario.

Unida portátil de distribución de fuerza : Caja que contiene tomacorrientes y dispositivos de protección contra sobrecorriente.

Diablas : Grupo de luces (bombillas) aéreas instaladas permanentemente.

Equipo portátil : Equipo alimentado mediante cables o cordones portátiles, destinado para moverse de un sitio a otro.

Lámpara de pie (luz de trabajo) : Soporte portátil que contiene un artefacto de alumbrado o portabombillas de uso general con un protector destinado para iluminación general en el escenario o en el auditorio.

Manojo de cables : Cables o conductores que se unen, atan, sujetan con cinta o se juntan periódicamente mediante cualquier otro medio.

Proscenio : Pared y arco que separan el escenario del auditorio (platea).

Batería de luces (bombillas) : Artefacto de alumbrado que consiste en varias bombillas o lámparas dispuestas en fila.

520-3. Proyectores de películas de cine. Los equipos de proyección de películas de cine y sus instalaciones deben cumplir lo establecido en la Sección 540.

520-4. Equipos de proceso, amplificación y reproducción de sonido. Los equipos de proceso, amplificación y reproducción de sonido y sus instalaciones deben cumplir lo establecido en la Sección 640.

520-5. Métodos de Alambrado.
(a) Generalidades. El método de alambrado fijo debe ir en canalizaciones metálicas, canalizaciones no metálicas empotradas como mínimo 50 mm en hormigón o ser cables del Tipo MI o MC.

Excepción : Lol métods fijos de alambrado deben ser como se dispone en la Sección 640 para equipos de proceso, amplificación y reproducción de señales de audio, en la Sección 800 para circuitos de comunicaciones, en la

Sección 725 para circuitos de señalización y control remoto de Clase 2 y Clase 3 y en la Sección 760 para los circuitos de alarma contra incendios.

(b) Equipos Portátiles. Se permite que el alambrado para cuadros de distribución, conjuntos de luces del escenario, efectos especiales, todos portátiles y otros alambrados no fijos, se conecten mediante cables y cordones flexibles según se establece en otros apartados de la Sección 520. No se permite sujetar esos cables o cordones mediante grapas o clavos sin aislar.

(c) Construcciones resistentes al fuego. Se permite instalar cables sin recubrimiento metálico, cables de tipo AC, tuberías eléctricas no metálicas y tubo rígido no metálico en los edificios o parte de los mismos que, según el código de construcción aplicable, no necesitan ser de construcción resistente al fuego.

520-6. Número de conductores en una canalización. El número de conductores permitido en los tubos metálicos y tubos rígidos no metálicos permitidos en esta Sección, o tuberías metálicas eléctricas para circuitos de candilejas o grupos del escenario o para conductores de circuitos de control remoto, no debe superar el porcentaje de la Tabla 1, Capítulo 9. Cuando estén instalados en una canaleta auxiliar o una canalización de cables, la suma de las secciones transversales de todos los conductores contenidos en cualquier parte no debe superar al 20% de la sección interior de la canaleta o de la canalización cables. No se aplican los límites de 30 conductores de los Artículos 362-5 y 374-5.

520-7. Cerramiento y resguardo de las partes energizadas. Las partes energizadas se deben encerrar o resguardar para evitar el contacto accidental con personas u objetos. Todos los interruptores deben ser de tipo accionable desde fuera. Los reguladores de nivel de intensidad (*dimmers*), incluyendo los reguladores de nivel de iluminación, deben estar instalados en cajas o armarios que encierren todas las partes energizadas.

520-8. Sistemas de emergencia. El control de los sistemas de emergencia debe cumplir lo establecido en la Sección 700, Sistemas de emergencia.

520-9. Circuitos ramales. Se permite que las luces del escenario estén alimentadas por un circuito ramal de cualquier tamaño que alimente a uno o más tomacorrientes. La tensión nominal de los tomacorrientes no debe ser inferior a la del circuito. La capacidad nominal de corriente de los tomacorrientes y de los conductores del circuito ramal no debe ser inferior a la del dispositivo de protección de dicho circuito contra sobrecorriente. No se debe aplicar lo establecido en la Tabla 210-21(b)(2).

520-10. Equipos portátiles. Se permite usar los equipos portátiles del escenario, los de alumbrado y los de distribución de fuerza para uso provisional exterior, siempre que esos equipos estén atendidos por personal calificado mientras estén energizados y separados del público en general.

B. Cuadro de distribución fijo en el escenario

520-21. Frente muerto. Los cuadros de distribución de los escenarios deben ser del tipo de frente muerto y cumplir con la Parte D de la Sección 384, excepto si están aprobados como adecuados para instalarlos en un escenario según se determine por un ensayo de laboratorio calificado y normas y principios reconocidos de ensayos.

520-22. Resguardo de la parte posterior de cuadros de distribución. Los cuadros de distribución del escenario que tengan partes energizadas expuestas en su parte posterior, deben estar encerrados por las paredes del edificio, mallas metálicas de alambre o por otro método aprobado. La entrada a estos lugares se debe hacer por medio de una puerta de cierre automático.

520-23. Control y protección contra sobrecorriente de circuitos de tomacorrientes. En el cuadro de distribución de iluminación del escenario se deben instalar medios para que los circuitos de carga se conecten para la protección contra sobrecorriente de los circuitos ramales de iluminación del escenario, incluidos los que

alimentan a tomacorrientes del escenario o de los auditorios utilizados para conectar mediante clavijas los equipos del escenario. Cuando el cuadro de distribución del escenario contenga reguladores de nivel para luces que no sean del escenario, se permite instalar los dispositivos de protección contra sobrecorriente de esos circuitos ramales en el mismo cuadro del escenario.

520-24. Techo metálico. Un cuadro eléctrico de un escenario que no esté completamente cerrado con el frente muerto y la parte posterior resguardada, o empotrada en una pared, debe estar dotado con un techo metálico que abarque toda la longitud del cuadro, para proteger los equipos que haya en el mismo de los objetos que pudieran caer.

520-25. Reguladores de nivel de iluminación (*dimmers*). Los reguladores de nivel de iluminación deben cumplir las siguientes disposiciones (a) hasta (d) :

(a) Desconexión y protección contra sobrecorriente. Cuando se instalen reguladores de nivel de iluminación en conductores no puestos a tierra, cada regulador debe tener un dispositivo de protección contra sobrecorriente de corriente nominal no superior al 125% de su capacidad de corriente y se debe desconectar de todos los conductores no puestos a tierra cuando el interruptor principal, interruptor individual o interruptor automático que alimenta dicho regulador esté en posición de abierto.

(b) Reguladores de nivel del tipo de resistencia o de reactancia. Se permite instalar reguladores del tipo de resistencia o de reactancia serie tanto en el conductor puesto a tierra del circuito como en el no puesto tierra. Cuando estén diseñados para abrir tanto el circuito de suministro del regulador como el circuito controlado por él, dicho regulador debe cumplir lo establecido en la Sección 380(1). Los reguladores de nivel de resistencia o reactancia instalados en el conductor de neutro puesto a tierra del circuito no deben abrir el circuito.

(c) Reguladores de nivel del tipo autotransformador. El circuito de alimentación de un regulador de nivel de iluminación de tipo autotransformador no debe superar los 150 V entre conductores. El conductor puesto a tierra debe ser común para los circuitos de entrada y salida.

(d) Reguladores de nivel de iluminación de estado sólido. Los circuitos a los que haya conectados reguladores de nivel de iluminación de estado sólido no deben superar los 150 V entre fases, a menos que el regulador de nivel de iluminación esté aprobado específicamente para funcionar a mayor tensión. Cuando un conductor puesto a tierra alimente un regulador de nivel de iluminación, debe ser común para los circuitos de entrada y de salida. El chasis del regulador de nivel de iluminación se debe conectar al conductor de puesta tierra de los equipos.

(Nota): Para los circuitos derivados desde autotransformadores, véase el Artículo 210-9.

520-26. Tipos de cuadros de distribución. Los cuadros de distribución de los escenarios deben ser de uno de los siguientes tipos o cualquier combinación de ellos:

(a) Manuales. Los reguladores de nivel de iluminación e interruptores se manejan mediante asas o empuñaduras mecánicamente unidas a los dispositivos de control.

(b) De control remoto. Los dispositivos se accionan eléctricamente desde una consola o panel de control piloto. Los paneles de control piloto deben formar parte del cuadro de distribución o, si no, se permite que estén en otro lugar.

(c) Intermedios. Un cuadro de distribución del escenario con circuitos interconectados es un cuadro de distribución secundario (cuadro auxiliar o "*patch panel*") o un panel de distribución remoto, lejos del cuadro primario de distribución del escenario. En este caso el cuadro debe contener un dispositivo de protección contra sobrecorriente. Si el dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito ramal está instalado en el panel del regulador de nivel de iluminación, se permite que no haya otro en el cuadro de distribución intermedio.

520-27. Alimentadores de los cuadros de distribución del escenario.

(a) Tipo de alimentador. Los alimentadores de los cuadros de distribución del escenario deben ser de uno de los tipos siguientes:

(1) Alimentador individual. Un alimentador sencillo que se desconecte por un solo dispositivo de desconexión. El neutro de los alimentadores de sistemas de reguladores de nivel de iluminación trifásicos tetrafilares de estado sólido se debe considerar como fuera un conductor portador de corriente.

(2) Alimentadores múltiples hasta cuadros intermedios del escenario (cuadros auxiliares o "*patch panel*"). Se permiten alimentadores múltiples de cantidad no limitada de conductores, siempre que todos ellos formen parte de una solo sistema. Cuando estén combinados, los conductores de neutros de una canalización dada deben tener una capacidad de corriente nominal suficiente para transportar la corriente máxima de desequilibrio suministrada por los conductores del alimentador múltiple que haya en la misma canalización, pero no es necesario que esa corriente sea superior a la del conductor de neutro que alimenta el cuadro primario de distribución del escenario. Los conductores de neutro en paralelo deben cumplir lo establecido en el Artículo 310-4. El conductor de neutro de los alimentadores de sistemas de reguladores de nivel de iluminación trifásicos, tetrafilares, de estado sólido, se debe considerar como un conductor portador de corriente.

(3) Alimentadores separados hasta un solo cuadro de distribución primario del escenario (banco de reguladores de nivel de iluminación). Las instalaciones con alimentadores independientes que lleguen a un cuadro primario de distribución del escenario deben tener un medio de desconexión por cada alimentador. El cuadro primario de distribución del escenario debe tener una etiqueta permanente y bien visible que indique el número y ubicación de los medios de desconexión. Si los medios de desconexión están ubicados en más de un cuadro de distribución, el cuadro primario de distribución del escenario debe tener barreras que correspondan con esos múltiples lugares. El neutro de los alimentadores de sistemas de reguladores de nivel de iluminación trifásicos, tetrafilares, de estado sólido, se debe considerar como un conductor portador de corriente.

(b) Capacidad de las fuentes de alimentación. Para calcular la capacidad nominal del circuito de suministro a los cuadros de distribución, se permite considerar la carga máxima que controla el cuadro de distribución en una instalación dada, siempre que:

(1) Todos los alimentadores del cuadro de distribución estén protegidos por un dispositivo de sobrecorriente cuya capacidad que no supere la capacidad de corriente del alimentador.

(2) La apertura del dispositivo de sobrecorriente no debe afectar el funcionamiento propio de los sistemas de alumbrado de las salidas o de emergencia.

(Nota): Para el cálculo de las cargas del alimentador del cuadro de distribución del escenario, véase el Artículo 220-10.

C. Equipo fijo del escenario

520-41. Carga de los circuitos. Las diablas, candilejas y luces laterales del proscenio deben estar instaladas de modo que ningún circuito ramal que alimente a estos equipos tenga una carga superior a 20 A.

Excepción: Cuando se utilicen sólo portabombillas de trabajo pesado, se permite que dichos circuitos cumplan lo establecido en la Sección 210 para los circuitos alimentan portabombillas de trabajo pesado.

520-42. Aislamiento de los conductores. Los artefactos de iluminación para candilejas, diablas, baterías de luces, o luces del proscenio portátiles con sus baterías de conectores, se deben alambrar con conductores que

tengan un aislamiento adecuado para la temperatura a la que vayan a operar, pero nunca inferior a 125°C. La capacidad de corriente de los conductores de 125℃ debe ser la de los conductores de 60℃. Todos los colgantes de baterías de conectores deben ser alambres de 90°C dimensionados para la capacidad de corriente de los cables y cordones de 60℃, con conectores que no so bresalgan más de 0, 15 m de la batería de conectores. No se debe aplicar lo establecido en la Sección 310, Nota 8(a) a las Tablas de capacidad de corriente de 0 a 2.000 V.

(Nota): Para los tipos de conductores véase la Tabla 310-13.

520-43. Candilejas.

(a) En canaletas metálicas. Cuando las candilejas vayan instaladas en canaletas metálicas, la canaleta que contenga los conductores del circuito debe estar hecha de lámina metálica de espesor no inferior a 0,912 mm (calibre 20 MSG) y tratada de modo que se evite la oxidación. Los terminales de los portabombillas deben mantenerse a 12,7 mm como mínimo del metal de la canaleta. Los conductores de los circuitos deben ir soldados a los terminales de los portabombillas.

(b) En canaletas no metálicas. Cuando no estén instaladas en canaletas metálicas como se especifica en el Artículo 520-43(a), las candilejas deben consistir en salidas individuales con portabombillas alambrados a través de tubería conduit metálica rígida, metálica intermedia, metálica flexible, cables de tipo MC o cables con aislamiento mineral y recubrimiento metálico. Los conductores del circuito se deben soldar a los terminales del portabombillas.

(c) Candilejas disimulables. Las candilejas disimulables deben estar instaladas de modo que el circuito de suministro se desconecte automáticamente cuando las luces se metan en los compartimientos previstos para ello.

520-44. Diablas y luces laterales del proscenio.

(a) Generalidades. Las diablas y luces laterales del proscenio deben : (1) estar construidas como se especifica en el Artículo 520-43; (2) estar bien instaladas y sujetas y (3) estar diseñadas de modo que las bridas de los reflectores u otros protectores adecuados protejan las luces contra daños mecánicos y del contacto accidental con los decorados u otro material combustible.

(b) Cables para diablas. Los cables de suministro de las diablas deben estar certificados para uso extra pesado. Deben estar bien sujetos. Sólo se deben utilizar cuando sean necesarios conductores flexibles. La capacidad de corriente de estos conductores debe ser la establecida en el Artículo 400-5.

Excepción: Se permite que los cables multiconductores certificados para uso extra pesado que no estén en contacto directo con equipos que contengan elementos productores de calor, tengan una capacidad de corriente como la establecida en la Tabla 520-44. La carga máxima de cualquier conductor no debe superar los valores de la Tabla 520-44.

Tabla 520-44. Capacidad de corriente de cables certificados para uso extra pesado con temperaturas nominales de 75℃ y 90℃ *

Para temperatura ambiente de 30℃

Sección transversal		**Temperatura nominal del cable**		**Capacidad de corriente máxima nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente**
mm^2	**AWG**	**75℃**	**90℃**	

2,08	14	24	28	15
3,30	12	32	35	20
5,25	10	41	47	25
8,36	8	57	65	35
13,29	6	77	87	45
21,14	4	101	114	60
33,62	2	133	152	80

* La capacidad de corriente mostrada es la de los cables multiconductores conductores cuando sólo están energizados tres conductores de cobre. Si el número de conductores energizados de un cable es superior a tres y el factor de carga es del 50% como mínimo, la capacidad de corriente de cada conductor se debe reducir en el porcentaje de la siguiente Tabla:

Número de conductores	**Porcentaje de la capacidad de corriente**
De 4 a 6	80
De 7 a 24	70
De 25 a 42	60
De 43 en adelante	50

Nota: Temperatura de aislamiento final. En ningún caso se deben unir varios conductores de modo que superen el límite de temperatura, ni por la clase de circuito, ni por el método de instalación empleado ni por su número.

520-45. Tomacorrientes. Los tomacorrientes para equipos o artefactos eléctricos en los escenarios, deben estar normalizados en A.

Los conductores que alimentan los tomacorrientes deben cumplir lo establecido en las Secciones 310 y 400.

520-46. Baterías de conectores, cajas colgantes, tomacorrientes de piso y otras cajas de salida. Los tomacorrientes para la conexión de equipos de alumbrado portátiles en el escenario deben estar colgando o montadas en cajas o armarios adecuados y cumplir lo establecido en el Artículo 520-45. Los cables de suministro de los baterías de conectores y cajas colgantes deben cumplir lo establecido en el Artículo 520-44(b).

520-47. Bombillas entre bastidores (desnudas). Las bombillas (desnudas) instaladas entre bastidores y otras áreas auxiliares donde puedan entrar en contacto con los decorados, deben estar ubicadas y protegidas contra daños físicos y dejar un espacio libre no inferior a 0,05 m entre la bombilla y cualquier material combustible.

Excepción: Las bombillas decorativas instaladas en el escenario.

520-48. Maquinaria del telón. La maquinaria del telón debe estar certificada.

520-49. Control del ventilador de salida de humos. Cuando en el escenario se pongan en marcha ventiladores de salida de humos mediante un dispositivo eléctrico, el circuito de suministro de dicho dispositivo debe estar normalmente cerrado y controlarse por lo menos por dos interruptores accionables desde fuera, uno de ellos ubicado en un lugar accesible en el escenario y el otro donde indique la autoridad competente. El dispositivo debe estar diseñado para la máxima tensión del circuito al que vaya conectado, sin ninguna resistencia interpuesta. El dispositivo debe estar ubicado en la pasarela encima de los decorados y estar encerrado en una caja metálica adecuada con puerta fuerte de cierre automático.

D. Cuadros de distribución portátiles en el escenario

520-50. Panel de conexión para espectáculos ambulantes (panel auxiliar o *"patch panel"* de tipo A). Es un panel diseñado para permitir la conexión en espectáculos ambulantes de cuadros de distribución portátiles con tomas para luces fijas por medio de circuitos suplementarios de instalación permanente. El panel, los circuitos suplementarios y salidas deben cumplir las siguientes disposiciones (a) a (d):

(a) Circuitos de carga. Los circuitos deben terminar en entradas con polaridad y polo a tierra, de corriente y tensión nominales correspondientes con las del tomacorriente fijo.

(b) Cambio de circuitos. Los circuitos que cambien de cuadros de distribución fijos a portátiles viceversa, deben cambiar todos los conductores simultáneamente.

(c) Protección contra sobrecorriente. Los dispositivos de suministro de estos circuitos suplementarios deben tener dispositivos de protección contra sobrecorriente del circuito ramal. Estos circuitos suplementarios conectados al panel provisional y al teatro deben tener dispositivos de protección contra sobrecorriente de capacidad de corriente adecuada dentro del panel de conexión provisional.

(d) Envolvente. La construcción del panel debe cumplir lo establecido en la Sección 384.

520-51. Fuente de alimentación. Los cuadros de distribución portátiles sólo se deben alimentar desde salidas de corriente y tensión nominales suficientes. Tales salidas de fuerza deben incluir sólo interruptores accionables desde el exterior, con fusibles y encerrados o interruptores automáticos montados en el escenario o en el cuadro de distribución permanente, en lugares fácilmente accesibles desde el suelo del escenario. Debe haber instalaciones para conectar un conductor de puesta a tierra de equipos. El neutro de los alimentadores de sistemas de reguladores de nivel de iluminación trifásicos tetrafilares de estado sólido se debe considerar como si fuera un conductor energizado.

520-52. Protección contra sobrecorriente. Los circuitos procedentes de cuadros portátiles que suministren corriente directamente a equipos que contengan bombillas incandescentes de potencia no superior a 300 W, deben tener dispositivos de protección contra sobrecorriente de una capacidad de corriente o programada no superior a 20 A. Se permiten los circuitos para portabombillas de más de 300 W cuando la protección contra sobrecorriente cumpla lo establecido en la Sección 210.

520-53. Construcción y alimentadores. Los cuadros de distribución portátiles y los alimentadores que se utilicen en los escenarios deben cumplir los siguientes apartados (a) a (p):

(a) Envolventes. Los cuadros de distribución portátiles deben estar instalados dentro de una envolvente de construcción sólida y de modo que el armario pueda permanecer abierto durante el funcionamiento. Los armarios de madera deben estar forrados completamente de chapa metálica de espesor no inferior a 0,607 mm (24 MSG) y galvanizada, esmaltada o recubierta de cualquier otro modo que evite la corrosión o ser de material resistente a la corrosión.

(b) Partes energizadas. Dentro del armario no debe haber partes energizadas expuestas.

Excepción: Las caras delanteras de los reguladores de nivel de iluminación, como se indica en el siguiente apartado (e).

(c) Interruptores e interruptores automáticos. Todos los interruptores e interruptores automáticos deben ser de tipo cerrado y accionables desde el exterior.

(d) Protección de los circuitos. Debe haber dispositivos de protección contra sobrecorriente en todos los conductores no puestos conectar a tierra de todos los circuitos alimentados desde el cuadro de distribución. Además de la envolvente del cuadro de distribución, debe haber envolventes para todos los dispositivos de protección contra sobrecorriente.

(e) **Reguladores de nivel de iluminación.** Los terminales de los reguladores de nivel de iluminación deben estar en envolventes y sus caras delanteras deben estar dispuestas de manera que sea difícil el contacto accidental con los contactos del regulador de nivel de iluminación.

(f) **Conductores interiores.** Todos los conductores dentro de la envolvente del tablero, diferentes a los del bus de barras, deben estar trenzados. Los conductores deben estar aprobados para funcionar a una temperatura igual como mínimo a la temperatura aprobada de funcionamiento de los reguladores de nivel de iluminación utilizados en el cuadro de distribución y en ningún caso inferior a la siguiente: (1) reguladores de nivel de iluminación de tipo resistencia, 200℃; (2) regulad ores de nivel de iluminación de tipo reactancia, autotransformadores o de estado sólido, 125℃. Todo s los cables de control deben cumplir lo establecido en la Sección 725.

Todos los conductores deben tener una capacidad de corriente no inferior a la corriente nominal del interruptor, interruptor automático o fusible a los que vayan conectados. La interrupción del circuito y el refuerzo del bus deben cumplir lo establecido en los Artículos 110-9 y 110-10. Los cuadros de distribución con una protección insuficiente contra cortocircuitos se deben proteger en el lado de la red por limitadores de corriente. En el cuadro de distribución debe estar rotulada la corriente máxima de resistencia a los cortocircuitos.

Excepción: Se permite que los conductores de circuitos de luces piloto que tengan una protección contra sobrecorriente no superior a 20 A, tengan una capacidad de corriente inferior a la del dispositivo de protección.

Los conductores deben ir metidos en canalizaciones metálicas o bien sujetos y protegidos por pasacables cuando atraviesen partes metálicas.

(g) **Luz piloto.** Dentro del armario o envolvente debe haber instalada una bombilla de luz piloto conectada al circuito de suministro del cuadro, de modo que la apertura del interruptor maestro no impida que llegue corriente a la corriente. Esta luz debe estar instalada en un circuito ramal que tenga protección contra sobrecorriente nominal o programada a no más de 15 A.

(h) **Conductores de suministro.** La corriente debe llegar a los cuadros de distribución portátiles a través de cables o cordones certificados para uso extra pesado. Los cordones o cables de suministro deben terminar dentro de la envolvente del cuadro de distribución, en un interruptor automático o interruptor maestro con fusibles accionable desde el exterior o en un conector identificado para ese uso. Los cables o cordones de suministro (y sus conectores) deben tener una capacidad de corriente suficiente para soportar la carga total conectada al cuadro de distribución y estar protegidos por dispositivos contra sobrecorriente.

Los cables de suministro portátiles de un solo conductor no deben tener una sección transversal inferior a 33,62 mm^2 (2 AWG). El conductor de puesta a tierra de los equipos no debe tener una sección inferior a 13,29 mm^2 (6 AWG). Los cables de un solo conductor para el suministro de los cuadros de distribución deben ser de la misma longitud, tipo y sección y estar agrupados, pero no formando un manojo. Se permite que el conductor de puesta a tierra de los equipos sea de tipo distinto, siempre que cumpla los demás requisitos de esta Sección y, además, que sea de menor sección transversal, tal como se indica en el Artículo 250-95. Los conductores puestos a tierra (neutros) y de puesta a tierra de los equipos deben estar identificados según establecen los Artículos 200-6, 250-57(b) y 310-12. Se permite que los conductores puestos a tierra estén identificados por rótulos, el primero ubicado a un mínimo de 0,15 m de ambos extremos de cada conductor en color blanco o gris natural. Se permite que los conductores de puesta a tierra de los equipos estén identificados por rótulos, el primero ubicado a un mínimo de 0,15 m de ambos extremos de cada conductor en color verde o verde con rayas amarillas. Cuando en el mismo predio exista más de una tensión nominal, todos los conductores no puestos a tierra de cada instalación deben estar debidamente identificados.

Excepción nº. 1: Los conductores de suministro que no tengan más de 3,0 m de largo. Cuando los conductores de suministro no tengan más de 3,05 m de largo entre la entrada de la instalación y el cuadro de

distribución o entre la entrada y el primer dispositivo de protección contra sobrecorriente, la capacidad de corriente de los conductores de suministro debe ser como mínimo el 25% de la corriente del dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito de suministro, siempre que se cumplan todas las condiciones siguientes:

a. Los conductores del circuito de suministro deben terminar en un solo dispositivo de protección contra sobrecorriente que limite la carga a la capacidad de corriente de los conductores de suministro. Se permite que este dispositivo de sobrecorriente esté conectado a otros dispositivos adicionales de protección del circuito de suministro en el lado de la carga.
b. Los conductores del circuito de suministro no deben atravesar paredes, suelos o techos ni pasar por puertas o áreas de tráfico. Los conductores del circuito de suministro deben estar adecuadamente protegidos contra daños físicos.
c. Los conductores del circuito de suministro deben terminar de manera aprobada.
d. Los conductores del circuito de suministro deben ser continuos, sin empalmes ni conexiones.
e. Los conductores del circuito de suministro no deben formar manojos.
f. Los conductores del circuito de suministro deben estar sujetos sobre el suelo de manera aprobada.

Excepción nº. 2: Los conductores de suministro que no tengan más de 6,0 m de largo. Cuando los conductores de suministro no tengan más de 6,0 m de largo entre la entrada de la instalación y el cuadro de distribución o entre la entrada y el primer dispositivo de protección contra sobrecorriente, la capacidad de corriente de los conductores de suministro debe ser como mínimo el 50% de la corriente del dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito de suministro, siempre que se cumplan todas las condiciones siguientes:

a. Los conductores del circuito de suministro deben terminar en un solo dispositivo de protección contra sobrecorriente que limite la carga a la capacidad de corriente de los conductores de suministro. Se permite que este dispositivo de sobrecorriente esté conectado a otros dispositivos adicionales de protección del circuito de suministro en el lado de la carga.
b. Los conductores del circuito de suministro no deben atravesar paredes, suelos o techos ni pasar por puertas o áreas de tráfico. Los conductores del circuito de suministro deben estar adecuadamente protegidos contra daños físicos.
c. Los conductores del circuito de suministro deben terminar de manera aprobada.
d. Los conductores del circuito de suministro deben estar sujetos de manera aprobada a 2,1 m como mínimo sobre el piso, excepto en las terminaciones.
e. Los conductores del circuito de suministro no deben formar manojos.
f. Los conductores del circuito de suministro deben ser continuos.

(i) Disposiciones de los cables. Los cables deben estar protegidos por pasacables cuando atraviesen las envolventes y estar instalados de modo que la tensión mecánica del cable no se transmita a las conexiones. Cuando los conductores de potencia pasen a través de metal, deben cumplir las disposiciones del Artículo 300-20.

(j) Número de interconexiones del circuito de suministro. Cuando se utilicen conectores en un conductor del circuito de suministro y la longitud total desde la entrada del circuito de suministro hasta el cuadro de distribución no supere los 30,5 m, debe haber un número máximo de tres interconexiones (pares coincidentes con el conector). Cuando la longitud total desde la entrada del circuito hasta el cuadro sea superior a 30,5 m, se permite instalar una interconexión adicional por cada 30,5 m adicionales de longitud del conductor de suministro.

(k) Conectores monopolares separables. Cuando se utilicen conectores monopolares para cables portátiles, deben estar certificados y ser del tipo de seguridad. Cuando existan como dispositivos de entrada conjuntos de conectores energizados separables, monopolares y en paralelo, deben estar bien rotulados con una etiqueta de precaución que indique la presencia de conexiones internas en paralelo. El uso de estos conectores debe cumplir como mínimo una de las siguientes condiciones:

(1) La conexión y desconexión de los conectores sólo debe ser posible cuando los conectores de suministro estén enclavados a la fuente de alimentación y no debe ser posible conectarlos o desconectarlos cuando esa fuente está energizada.

(2) Los conectores deben ser de tipo certificado, enclavados secuencialmente, de modo que todos los conectores de carga se conecten en el siguiente orden:

a. Conexión del conductor de puesta a tierra de equipos.
b. Conexión del conductor puesto a tierra del circuito, si existe.
c. Conexión del conductor no puesto a tierra y que la desconexión sea en orden inverso.

(3) Al lado de los conectores de suministro debe haber un rótulo de precaución que indique que la conexión de la clavija se debe hacer en el siguiente orden:

a. Conectores del conductor de puesta a tierra de los equipos.
b. Conectores del conductor puesto a tierra del circuito, si existe.
c. Conectores del conductor no puesto a tierra y que la desconexión sea en orden inverso.

(l) Protección de los conductores y conectores de suministro. Todos los conductores y conectores de suministro deben estar protegidos contra daños físicos por un medio aprobado. No es necesaria esta protección en las canalizaciones.

(m) Entradas de superficie rebordeada. Las entradas de superficie rebordeada (clavijas empotradas) que se utilicen para recibir la alimentación, deben indicar su capacidad de corriente en amperios (A).

(n) Terminales. Los terminales a los que se vayan a conectar los cables del escenario deben estar ubicados de modo que ofrezcan un fácil acceso.

(o) Terminal de neutro del circuito de suministro. En los cuadros de distribución portátiles diseñados para usarlos con circuitos de suministro trifásicos de cuatro polos, el terminal del neutro del circuito, su bus de barras asociado, o ambos, deben tener una capacidad de corriente igual como mínimo al doble de la corriente nominal del mayor terminal del circuito de suministro no puesto a tierra. La sección transversal de los conductores del circuito de suministro de cuadros portátiles debe tener en cuenta que el neutro se considera como conductor energizado. Cuando se utilicen en circuitos de varias fases cables para alimentador de un solo conductor no instalados en canalizaciones, el conductor neutro puesto a tierra debe tener una capacidad de corriente del 130% como mínimo de la corriente nominal de los conductores no puestos a tierra del circuito de alimentación del cuadro de distribución portátil.

Excepción: Cuando los equipos del cuadro de distribución portátil estén específicamente construidos e identificados para poderlos convertir internamente en sitio, de manera aprobada, de un circuito trifásico balanceado de cuatro hilos con puesta a tierra a otro circuito monofásico balanceado de tres hilos con puesta a tierra, el terminal del neutro del circuito y su barraje asociado o alambrado equivalente, o ambos, deben tener una capacidad de corriente por lo menos igual a la corriente nominal del mayor terminal del circuito de suministro monofásico no puesto a tierra.

(p) Personal calificado. El alambrado de los conductores de los circuitos de suministro portátiles, la apertura y cierre de los conectores de suministro y otras conexiones con el circuito de suministro y la conexión y desconexión del circuito de suministro, deben ser realizadas exclusivamente por personal calificado; los cuadros de distribución portátiles deben llevar un rótulo permanente y bien visible que indique este requisito.

Excepción: Conexión a un cuadro portátil de una salida de tomacorriente instalada permanentemente, cuando el tomacorriente esté protegido a su corriente nominal por un dispositivo de protección contra sobrecorriente

de no más de 50 A y cuando la salida de tomacorriente, interconexiones y cuadro cumplan además todas las siguientes condiciones:

a. Que en todas las conexiones se utilicen conectores multipolares certificados adecuados para ese uso.
b. Que no se permita el acceso a las conexiones de suministro al público en general.
c. Que se utilicen cables o cordones de varios conductores certificados para uso extra pesado con corriente nominal adecuada para ese tipo de carga y no inferior a la capacidad de corriente de los conectores.

E. Equipos portátiles en el escenario

520-61. Artefactos con lámparas de arco. Los artefactos con lámparas de arco, incluidos los de arco encerrados con sus balastos asociados, deben estar certificados. Los cables y cordones de conexión deben ser para uso extra pesado y estar certificados.

520-62. Unidades portátiles de distribución de potencia. Las unidades portátiles de distribución de potencia deben cumplir las siguientes condiciones (a) a (e):

(a) Envolvente. La construcción de la envolvente debe ser tal que no permita que haya partes energizadas expuestas.

(b) Tomacorrientes y protección contra sobrecorriente. Los tomacorrientes deben cumplir lo establecido en el Artículo 520-45 y tener en la caja un dispositivo de protección del circuito ramal contra sobrecorriente. Los fusibles e interruptores automáticos deben estar protegidos contra daños físicos. Los cables o cordones conectados a tomacorrientes colgantes deben estar certificados para uso extra pesado.

(c) Buses de barras (barrajes) y terminales. Los buses de barras deben tener una capacidad de corriente igual a la suma de las corrientes nominales de todos los circuitos conectados a los mismos. Debe haber lengüetas para la conexión del cable maestro.

(d) Entradas de superficie rebordeada. Las entradas de superficie rebordeada (clavijas empotradas) que se utilicen para recibir alimentación, deben indicar su capacidad de corriente en amperios.

(e) Disposición de los cables. Los cables deben estar protegidos por pasacables cuando atraviesen las envolventes y estar instalados de modo que la tensión mecánica del cable no se transmita a las conexiones.

520-63. Alambrado de artefactos con brazos.

(a) Alambrado del Brazo. Los brazos que se vayan a utilizar en el escenario deben llevar alambrado interior y el tronco (cuerpo) del artefacto se debe llevar detrás del escenario, donde se debe instalar un pasacables en su extremo.

Excepción: Se permite alambrado exterior de los brazos u otros artefactos cuando esté alambrado con cordones diseñados para uso pesado que pasen a través del escenario y sin uniones ni empalmes por la tapa protectora de la parte posterior del artefacto y terminen en un conector aprobado para su uso en un escenario, ubicado, cuando sea posible, a menos de 0,5 m del artefacto.

(b) Montaje. Los artefactos deben estar bien sujetos.

520-64. Baterías de conectores portátiles. Las baterías de conectores portátiles deben estar construidas de acuerdo con los requisitos de las diablas y las luces laterales del proscenio establecidos en el Artículo 520-44(a). Cuando el cable de suministro pase a través de metal, debe estar protegido por un pasacables e instalado de modo que la tensión mecánica del cable no se transmita a las conexiones.

(Nota 1): Para las conexiones de los baterías de conectores portátiles, véase el Artículo 520-42.

(Nota 2): Para los tipos de aislamiento exigidos en los conductores individuales, véase el Artículo 520-68(a) Excepción nº. 2.

520-65. Guirnaldas de luces. Los empalmes en el alambrado de las guirnaldas deben estar escalonados. Las bombillas metidas en farolillos o elementos similares de material combustible, deben llevar protectores.

520-66. Efectos especiales. Los artefactos eléctricos utilizados para simular rayos, cascadas y similares, deben estar construidos y ubicados de modo que las llamas, chispas o partículas calientes que produzcan no puedan entrar en contacto con material combustible.

520-67. Conectores de cables multipolares de circuitos ramales. Los conectores de cables multipolares de circuitos ramales, macho y hembra, para conductores flexibles, deben estar construidos de modo que la tensión mecánica del cable o cordón no se transmita a los conectores. La parte hembra debe estar conectada al lado de la carga del cable o cordón del circuito de suministro. El conector debe estar normalizado en amperios (A) y hecho de modo que no se puedan conectar juntos artefactos de distinta corriente nominal. Los conectores múltiples de c.a. deben tener polaridad y cumplir lo establecido en la Secciones 410-56(f) y 410-58.

(Nota): Para la tensión (tracción) en los terminales, véase el Artículo 400-10.

520-68. Conductores de elementos portátiles.

(a) Tipos de conductores. Los conductores flexibles, incluyendo las extensiones de cables, utilizados para conectar equipos portátiles en el escenario, deben estar certificados como cordones o cables para uso extra pesado.

Excepción nº. 1: Se permiten cordones reforzados para conectar lámparas fijas cuando el cable no esté expuesto a daños físicos graves y esté protegido por un dispositivo contra sobrecorriente de 20 A como máximo.
Excepción nº. 2: Se permite emplear un grupo especial de conductores en un forro de no más de 1 m de largo en lugar de un cordón flexible, si los cables son trenzados, tienen una clasificación de temperatura no superior a 125℃ y su forro externo es de fibra de vidrio de un espesor no inferior a 0,635 mm.
Excepción nº. 3: Se permite utilizar otros conductores adecuados, de acuerdo con los ensayos de un laboratorio calificado que aplique métodos reconocidos de ensayo, para alimentar equipos portátiles en el escenario que requieran conductores flexibles de mayor temperatura nominal, cuando uno de sus extremos esté unido permanentemente al equipo.
Excepción nº. 4: Se permite utilizar cordones certificados de uso pesado (o semipesado) en dispositivos de desconexión cuando se cumplan todas las condiciones siguientes:

a. Los cordones se utilicen para conectar un solo conector multipolar con dos o más circuitos ramales y conectores múltiples bipolares de tres hilos.
b. El cable más largo del dispositivo de desconexión no tenga más de 6,0 m.
c. El dispositivo de desconexión esté protegido contra daños físicos en toda su longitud por medio de una tubería, armazón, andamio, torre o cualquier otro soporte sólido.
d. Todos los circuitos ramales que suministren corriente al dispositivo de desconexión estén protegidos por dispositivos de sobrecorriente de máximo 20 A nominales.

(b) Capacidad de corriente de los conductores. La capacidad de corriente de los conductores debe cumplir lo establecido en el Artículo 400-5, excepto los cordones portátiles multiconductores de uso extra pesado que no estén en contacto directo con equipos que contengan componentes productores de calor, cuya capacidad de corriente se puede calcular de acuerdo con la Tabla 520-44. La corriente a la carga máxima en cada conductor no debe superar los valores de la Tabla 520-44.

Excepción: Cuando se permitan conductores alternativos como establece el Artículo 520-68(a) Excepciones nº. 2 y 3, su capacidad de corriente debe ser la correspondiente a la que indiquen las Tablas de este Código para el tipo de conductores empleados.

520-69. Adaptadores. Los adaptadores, alargaderas dobles y otros dispositivos de salida sencillos o múltiples, deben cumplir las siguientes condiciones (a) y (b):

(a) Sin reducción en la corriente nominal. Todos los tomacorrientes y sus correspondientes cables deben tener la misma corriente y tensión nominales que las clavijas con las que vayan a ir conectados y no se deben utilizar en un circuito del escenario que tenga una capacidad de corriente mayor.

(b) Conectores. Todos los conectores deben estar alambrados de acuerdo con lo establecido en los Artículos 520-67 y 520-68(a).

F. Camerinos

520-71. Portabombillas colgantes. En los camerinos no se deben instalar portabombillas colgantes.

520-72. Resguardo de las bombillas. Todas las bombillas incandescentes expuestas que haya en los camerinos a menos de 2,5 m del piso, deben estar equipadas con protectores abiertos remachados a la tapa de la caja de salida o, si no, estar bien sujetas.

520-73. Interruptores. Todas las luces y tomacorrientes de los camerinos deben estar controlados por interruptores de pared instalados en el interior de los mismos. Todos los interruptores que controlen tomacorrientes deben llevar una luz piloto que indique cuándo están energizadas las tomas.

G. Puesta a tierra

520-81. Puesta a tierra. Todas las canalizaciones metálicas y cables con recubrimiento metálico deben estar puestos a tierra. Los soportes y envolventes metálicos de todos los equipos, incluidas las candilejas y todos los artefactos de alumbrado portátiles, deben estar puestos a tierra. Cuando se pongan los equipos a tierra se debe hacer de acuerdo con lo establecido en la Sección 250.

Sección 525 - CARNAVALES, CIRCOS, FERIAS Y ESPECTÁCULOS SIMILARES

A. Requisitos generales

525-1. Alcance. Esta Sección trata de la instalación de cables y equipos portátiles para carnavales, circos, ferias, exposiciones, atracciones ambulantes y espectáculos similares, incluido el alambrado en o sobre todas las estructuras.

525-3. Otras Secciones.

(a) Estructuras permanentes. Al alambrado en estructuras permanentes se le aplica las Secciones 518 y 520.

(b) Alambrado y equipos portátiles. Cuando los requisitos de otras Secciones de este *Código* difieran de los de la Sección 525, al alambrado y equipos portátiles se les debe aplicar lo establecido en la Sección 525.

525-6. Protección de los equipos eléctricos. Los equipos eléctricos y los métodos de alambrado en o sobre parques de atracciones, concesiones u otras unidades deben estar dotados de protección mecánica cuando estén expuestos a daños físicos.

B. Instalación

525-10. Fuentes de alimentación.

(a) Acometidas. Se deben instalar acometidas según lo establecido en la Sección 230 y además deben cumplir los siguientes requisitos:

(1) Resguardo. No se deben instalar equipos de acometida en lugares accesibles a personas no calificadas, a menos que los equipos estén guardados bajo llave.

(2) Montaje y ubicación. El equipo de la acometida se debe montar sobre una base sólida e instalar de modo que quede protegido de la intemperie, a menos que sea un equipo a ensayo de intemperie.

(b) Sistemas derivados independientes.

(1) Transformadores. Los transformadores deben cumplir los requisitos aplicables de los Artículos 240-3(a), (b), (c) y (d), 250-26 y de la Sección 450.

(2) Generadores. Los generadores deben cumplir los requisitos de la Sección 445.

525-12. Separaciones de los conductores aéreos.

(a) Distancias verticales. Los conductores aéreos deben guardar una distancia vertical al suelo de acuerdo con el Artículo 225-18.

(b) Distancias a las pistas y atracciones. Las pistas de diversión y de atracciones deben estar a una distancia de los cables aéreos no inferior a 4,5 m en cualquier dirección, para 600 V o menos, excepto los conductores que den suministro a la pista o atracción. Las pistas o atracciones no deben estar ubicadas bajo los conductores o a menos de 4,5 m en horizontal para los que operen a más de 600 V.

525-13. Métodos de alambrado.

(a) Tipo. Si no se establece otra cosa en esta Sección, los métodos de alambrado deben cumplir los requisitos aplicables de los Capítulos 1 a 4 de este *Código*. Cuando se utilicen cordones flexibles, deben estar certificados para uso extra pesado, para lugares mojados y ser resistentes a la luz del sol.

(b) Conductor sencillo. Sólo se permiten cables de un solo conductor de sección transversal 33,62 mm^2 (2 AWG) o superior.

(c) Conductores a la vista. Están prohibidos los conductores a la vista, excepto si forman parte de un conjunto o guirnalda de luces certificados e instalados de acuerdo con lo establecido en la Sección 225.

(d) Empalmes. Los cables o cordones flexibles deben ser continuos y sin empalmes ni derivaciones entre las cajas o accesorios. No debe haber conectores de cables en el suelo.

(e) Apoyo. El alambrado de una pista de atracciones no deben estar apoyados en ninguna otra pista de atracción.

(f) Protección. Los cordones flexibles tendidos sobre el suelo, cuando sean accesibles al público, deben estar cubiertos por esteras o tapetes aprobados no conductores. Los cables y tapetes se deben colocar de modo que no presenten riesgo para tropezar.

525-14. Cajas y accesorios. En todos los puntos de conexión, de unión, de salidas o de conmutadores, se debe instalar una caja o accesorio.

525-15. Cajas portátiles de distribución o de terminación. Las cajas portátiles de distribución o de terminación deben cumplir las siguientes condiciones (a) a (d):

(a) Construcción. Las cajas deben estar diseñadas de modo que no haya partes energizadas expuestas al contacto accidental. Cuando se instalen a la intemperie, las cajas deben ser de construcción a ensayo de intemperie y estar montadas de modo que la parte inferior de la caja no quede a menos de 0,15 m sobre el suelo.

(b) Buses de barras y terminales. Los buses de barras deben tener una corriente nominal no inferior a la del dispositivo de protección contra sobrecorriente del alimentador que da suministro a la caja. Cuando los conductores terminen directamente en las barras, se deben instalar conectores adecuados.

(c) Tomacorrientes y protección contra sobrecorriente. Las tomacorrientes deben llevar dentro de la caja un dispositivo de protección contra sobrecorriente. La corriente nominal del dispositivo no debe superar la corriente nominal del tomacorriente, excepto lo permitido en la Sección 430 para motores.

(d) Conectores monopolares. Cuando se utilicen conectores monopolares, deben cumplir lo establecido en el Artículo 530-23.

525-16. Protección contra sobrecorriente. Los equipos y conductores deben estar protegidos contra sobrecorriente de acuerdo con lo establecido en la Sección 420.

525-17. Motores. Los motores y sus equipos se deben instalar de acuerdo con la Sección 430.

525-18. Protección por interruptores de circuito por falla a tierra. A las instalaciones de esta Sección no se les aplican los requisitos del Artículo 305-6 sobre interruptores de circuito por falla a tierra.

C. Puesta a tierra y conexión equipotencial

525-20. Generalidades. La puesta a tierra de todas las instalaciones y equipos debe cumplir lo establecido en la Sección 250.

525-21. Equipos. Se deben conectar equipotencialmente los siguientes equipos cuando estén conectados a la misma fuente de alimentación:

(1) Canalizaciones metálicas y cables con recubrimiento metálico.

(2) Envolventes metálicas de los equipos eléctricos.

(3) Estructuras y partes metálicas de las atracciones, pistas, remolques, camiones u otros equipos que contengan o sirvan de apoyo a equipos eléctricos.

525-22. Conductor de puesta a tierra de los equipos. Todos los equipos que deban ir puestos a tierra lo deben estar mediante un conductor de puesta a tierra de equipos de tipo y sección transversal según lo establecido en el Artículo 250-91(b) e instalado de acuerdo con lo establecido en la Sección 250. El conductor de puesta a tierra de los equipos debe estar conectado equipotencialmente con el conductor de puesta a tierra de la instalación en el medio de desconexión de la acometida o, en el caso de un circuito derivado independiente, como el de un generador, en el mismo generador o el primer medio de desconexión instalado a continuación de dicho generador. El conductor del circuito puesto a tierra no se debe conectar al conductor de puesta a tierra de los equipos en el lado de la carga del medio de desconexión de la acometida ni de cualquier circuito derivado independiente.

D. Medios de desconexión

525-30. Tipo y ubicación. Todas las pistas y atracciones deben estar dotadas de un interruptor con fusible o un interruptor automático de desconexión ubicados a la vista y a menos de 1,8 m del lugar que ocupe el operador. El medio de desconexión debe ser fácilmente accesible a éste, incluso aunque la atracción esté funcionando. Cuando sea accesible a personas no calificadas, la envolvente del interruptor o interruptor automático debe tener cerradura. Un método permitido para abrir el circuito es un dispositivo de disparo en derivación que abra el interruptor o interruptor automático cuando se cierre un interruptor ubicado en el puesto del encargado.

Sección 530 - ESTUDIOS DE CINE, TELEVISIÓN Y LUGARES SIMILARES

A. Generalidades

530-1. Alcance. Los requisitos de esta Sección se aplican a los estudios de cine y de televisión en los que se utilizan cámaras con película o electrónicas, excepto lo establecido en el Artículo 520-1, y a las oficinas, fábricas, laboratorios, escenarios o partes del edificio en las que haya, se revelen, se procesen, se impriman, monten, corten, rebobinen, reparen o almacenen películas o cintas de más de 22 mm de ancho.

Nota: Para los métodos de protección contra los riesgos que suponen las películas de nitrato de celulosa, véase *Standard for Storage and Handling of Cellulose Nitrate Motion Picture Film,* ANSI/NFPA 40-1994.

530-2. Definiciones.
Accesorio de escenario (utilería) : Artículo u objeto utilizado como elemento visual en una película o producción de televisión, exceptuando los fondos pintados (decorados) y el vestuario.

Araña (bloque para empalme de cables) : Dispositivo que contiene buses de barras aislados entre sí para empalmar o distribuir potencia a cables y cordones portátiles terminados con conectores monopolares para barras.

Caja de conexiones: Dispositivo de c.c. que consta de una o más tomacorrientes no puestos a tierra, bipolares, de dos hilos no polarizados, para usarlos sólo en circuitos de c.c.

Caja de distribución de potencia c.a. (caja de conexiones de c.a.): Caja o centro de distribución de c.a. que contiene uno o más tomacorrientes con polaridad y polo a tierra y puede contener dispositivos de protección contra sobrecorriente.

Conector monopolar separable: Dispositivo que se instala en los extremos de cables portátiles flexibles de un solo conductor y que se utiliza para establecer conexión o desconexión entre dos cables o un cable y un conector monopolar separable montado en un panel.

Efecto especial (efecto de escenario): Parte de un equipo eléctrico o electromecánico utilizado para simular efectos visuales o sonoros como máquinas de viento, simuladores de rayos, proyectores que imitan la puesta de sol y similares.

Equipo portátil: Equipo diseñado para llevarlo de un sitio a otro.

Escenario (*set*)**:** Un área específica dispuesta con un decorado provisional y accesorios de escenario, preparada para rodar una escena de una película o producción para televisión.

Estudio de cine: Edificio o grupo de edificios y otras estructuras diseñados, construidos o alterados permanentemente para su uso por la industria cinematográfica con el fin de rodar películas de cine o producciones para televisión.

Estudio de televisión o escenario de una película (estudio sonoro): Edificio o parte de un edificio aislado normalmente del ruido y la luz exteriores que utiliza la industria del espectáculo para la producción de películas de cine, obras o series de televisión o comerciales.

Exteriores (lugar de rodaje): Lugar ubicado fuera del estudio donde se rueda o graba parte de una producción.

Foco (luz de trabajo): Soporte portátil que contiene un artefacto de alumbrado o portabombillas de uso general con un protector, para iluminar de manera general el estudio o escenario.

Interruptor de seguridad: Interruptor montado en la pared y accionable desde el exterior que puede contener o no protección contra sobrecorriente y diseñado para la conexión de cables y cordones portátiles.

Panel de exteriores (panel móvil): Equipo portátil que contiene un o más contactores para alumbrado y protección contra sobrecorriente diseñado para el control remoto del alambrado del escenario.

530-6. Equipo portátil. Se permite usar provisionalmente en exteriores equipos portátiles del escenario, de alumbrado del estudio y de distribución de potencia, siempre que esos equipos estén a cargo de personal calificado cuando estén energizados, y separados del público en general.

B. Escenario

530-11. Alambrado permanente. El alambrado permanente debe ser con cables de tipo MC, MI o con canalizaciones aprobadas.

Excepción: Se permite que los circuitos de comunicaciones y los de grabación y reproducción del sonido, circuitos de señalización o control remoto de Clase 2 y Clase 3 y los circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada estén alambrados según lo que se establece en las Secciones 640, 725, 760 y 800.

530-12. Alambrado portátil. El alambrado para iluminación del escenario, efectos especiales, equipos eléctricos utilizados como accesorios de escenario y otras instalaciones que no estén fijas, se deben hacer con cables y cordones flexibles aprobados. Se permite hacer empalmes o derivaciones en los cables flexibles utilizados para alimentar accesorios de escenario, siempre que se hagan con dispositivos aprobados y el circuito esté protegido por un dispositivo no superior a 20 A. Dichos cables y cordones no se deben sujetar con grapas ni clavos.

530-13. Control de las luces del escenario y los efectos especiales. Los interruptores utilizados para las luces del escenario y efectos especiales (en los propios escenarios, en todo el estudio o en exteriores), deben ser accionables desde el exterior. Cuando se utilicen contactores como medio de desconexión para fusibles, se debe instalar un interruptor individual accionable desde el exterior, como uno de tipo balancín, para el control de cada contactor y estar ubicado a una distancia no superior a 1,80 m de dicho contactor, además de los interruptores de control remoto.

Excepción: Se permite que haya un solo interruptor accionable desde el exterior que desconecte simultáneamente todos los contactores de cualquier panel de exteriores, cuando esté ubicado a una distancia no superior a 1,8 m de dicho panel.

530-14. Cajas de conexiones. Todos los tomacorrientes de las cajas de conexiones c.c. deben tener una corriente nominal no inferior a 30 A.

530-15. Envolventes y resguardo de las partes energizadas.

(a) Partes energizadas. Las partes energizadas deben estar encerradas o resguardadas para evitar el contacto accidental con personas y objetos.

(b) Interruptores. Todos los interruptores deben ser accionables desde el exterior.

(c) Reóstatos (reguladores de nivel de iluminación). Los reóstatos deben estar instalados en cajas o armarios aprobados que protejan todas sus partes energizadas, dejando sólo al exterior los controles.

(d) Partes portadoras de corriente. Las partes portadoras de corriente de los interruptores de seguridad, paneles de exteriores, arañas y cajas de conexión deben estar encerrados, resguardados o ubicados de modo que no puedan producirse contactos accidentales con las personas ni traer materiales conductivos en contacto con ellas.

530-16. Lámparas portátiles. Las lámparas y focos portátiles deben estar equipados con cordones flexibles, casquillos de porcelana protegidos por chapa metálica o una composición aprobada y con protectores o resguardos sólidos.

Excepción: Las lámparas portátiles utilizadas como accesorios de escenario en una película o producción de televisión, tanto en el estudio como en exteriores.

530-17. Lámparas portátiles de arco.

(a) Lámparas portátiles de arco de carbón. Las lámparas portátiles de arco de carbón deben ser de construcción sólida. El arco se debe producir en una envolvente diseñada de modo que no deje salir chispas ni trozos de carbón y que evite el contacto de personas o materiales con el arco o las partes desnudas energizadas. La envolvente debe estar ventilada y todos los interruptores deben ser accionables desde el exterior.

(b) Lámparas de descarga por arco eléctrico no de carbón. Las lámparas portátiles de descarga que no sean de carbón, incluidas las de arco eléctrico cerradas y sus balastos, deben estar certificadas. Los grupos de cordones y cables de interconexión deben estar certificados para uso extra pesado.

530-18. Protección contra sobrecorriente.

Generalidades. Los dispositivos automáticos de protección contra sobrecorriente (interruptores automáticos o fusibles) para la iluminación del escenario de un estudio de cine y los cables de dichos elementos de iluminación, deben cumplir lo establecido en los siguientes apartados (a) a (f). La capacidad de corriente máxima permitida en un conductor, cable o cordón de sección dada, se debe calcular de acuerdo con las Tablas de las Secciones 310 y 400.

(a) Cables del escenario. Los cables para las luces del escenario deben estar protegidos por dispositivos contra sobrecorriente ajustados a un máximo del 400 % de la capacidad de corriente dada en las Tablas correspondientes de las Secciones 310 y 400.

(b) Alimentadores. En los edificios usados fundamentalmente para la producción de películas de cine, los alimentadores desde la subestaciones hasta los escenarios deben estar protegidos por dispositivos contra sobrecorriente, ubicados generalmente en la subestación y con una capacidad de corriente adecuada. Se permite que los dispositivos de sobrecorriente sean de maniobra por grupo, unipolares o multipolares. No es necesario un dispositivo de sobrecorriente en el conductor neutro. El ajuste del dispositivo de sobrecorriente para cada alimentador no debe ser superior al 400 % de la capacidad de corriente del alimentador, como se establece en las Tablas correspondientes de la Sección 310.

(c) Paneles de exteriores. Los paneles de exteriores deben estar protegidos por dispositivos de sobrecorriente (fusibles o interruptores automáticos). Los fusibles de los cuadros de distribución de exteriores deben tener una capacidad de corriente no superior al 400 % de la capacidad de corriente de los cables que haya entre los cuadros de distribución y las cajas de conexión.

(d) Cajas de conexión. Los cables y cordones que reciban corriente de cajas de conexión, deben ser de cobre. Los cables y cordones de sección transversal inferior a 8,36 mm^2 (8 AWG) deben ir conectados a la caja de conexión por medio de un conector que contenga dos fusibles de cartucho o un interruptor automático bipolar. La corriente nominal de los fusibles o el valor de ajuste del interruptor automático no deben ser superiores al 400 % de la capacidad de corriente de los cables según las Tablas correspondientes de las Secciones 310 y 400. No está permitido utilizar cajas de conexión en instalaciones de c.a.

(e) Cajas de distribución de potencia c.a. Las cajas de distribución de potencia c.a. utilizadas en los escenarios y exteriores de rodaje deben contener tomacorrientes con polaridad del tipo con polo a tierra.

(f) Alumbrado. Los focos, bombillas y artefactos de alumbrado de 1 000 W nominales o menos y conectados a cajas de conexión de c.c., deben estarlo por medio de conectores que contengan dos fusibles de cartucho de no más de 20 A. Se permite conectarlos a salidas especiales de circuitos protegidos por fusibles o interruptores automáticos de no más de 20 A nominales. No se deben utilizar fusibles a presión excepto en el lado de la carga de los interruptores automáticos o fusibles en los paneles de exteriores.

530-19. Sección de los conductores del alimentador para estudios de televisión.

(a) Generalidades. Se permite aplicar los factores de demanda de la Tabla 530-19(a) a la parte de la carga máxima conectada para alumbrado de un estudio o escenario, a todos los alimentadores permanentemente instalados entre la subestación y el escenario y a todos los alimentadores permanentemente instalados entre el cuadro de distribución principal del escenario y los demás centros de distribución del escenario o paneles de exteriores.

Tabla 530-19(a) - Factores de demanda para la iluminación de escenarios

Parte de la carga de iluminación del escenario a la que se aplica el factor de demanda (en VA)	Factor de demanda del alimentador (%)
Primeros 50 000 o menos	100
De 50 001 a 100 000	75
De 100 001 a 200 000	60
Resto a partir de 200 000	50

(b) Alimentadores portátiles. Se permite aplicar un factor de demanda del 50% de la carga máxima posible conectada a todos los alimentadores portátiles.

530-20. Puesta a tierra. Los cables de tipo MC, MI, las canalizaciones metálicas y todas las partes metálicas no portadoras de corriente de los artefactos, dispositivos y equipos se deben poner a tierra según lo establecido en la Sección 250. Esto no se aplica a las bombillas colgantes y portátiles, alumbrado y equipo de sonido del escenario ni a otros equipos portátiles y especiales del escenario que funcionen con c.c. a menos de 150 V a tierra.

530-21. Tomacorrientes y clavijas.

(a) Valores nominales. Los tomacorrientes y clavijas se deben especificar en A. La tensión nominal de las clavijas y los tomacorrientes no debe ser inferior a la tensión nominal del circuito. La corriente nominal de los tomacorrientes y clavijas en circuitos de c.a. no debe ser inferior a la corriente nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente del alimentador o circuito ramal. No se aplica la Tabla 210-21(b)(2).

(b) Intercambiabilidad. Se permite que los tomacorrientes y clavijas utilizados en equipos profesionales portátiles de estudios de cine y de televisión sean intercambiables para c.a. y c.c. en las mismas instalaciones, siempre que estén certificados para uso de c.a./c.c. y rotulados de manera adecuada de modo que identifiquen el sistema al que están conectados.

530-22. Conectores monopolares separables. Cuando se utilicen conectores monopolares para cables portátiles, deben estar certificados y ser del tipo de seguridad. Cuando existan conjuntos de conectores energizados

separables, monopolares y en paralelo como dispositivos de entrada, deben estar bien rotulados con una etiqueta de precaución que indique la presencia de conexiones internas en paralelo. El uso de estos conectores debe cumplir con al menos una de las siguientes condiciones:

(1) La conexión y desconexión de los conectores sólo sea posible cuando los conectores de suministro estén enclavados a la fuente de alimentación y no sea posible conectarlos o desconectarlos cuando esa fuente está energizada.

(2) Los conectores sean de tipo certificado, enclavados secuencialmente, de modo que todos los conectores de carga se conecten en el siguiente orden:

a. Conexión del conductor de puesta a tierra de los equipos.
b. Conexión del conductor puesto a tierra del circuito, si existe.
c. Conexión del conductor no puesto a tierra; la desconexión debe hacerse en orden inverso.

(3) Al lado de los conectores de suministro debe haber un rótulo de precaución que indique que la conexión de la clavija se debe hacer en el siguiente orden:

a. Conectores del conductor de puesta a tierra de los equipos.
b. Conectores del conductor puesto a tierra del circuito, si existe.
c. Conectores del conductor no puesto a tierra; la desconexión debe hacerse en orden inverso.

530-23. Circuitos ramales. Se permite que los circuitos ramales de cualquier corriente que alimenten a uno o más tomacorrientes, se utilicen también para iluminación del escenario.

C. Camerinos

530-31. Camerinos. El alambrado fijo en los camerinos se debe instalar de acuerdo con los métodos establecidos en el Capítulo 3. El alambrado para camerinos portátiles debe estar aprobado.

D. Mesas de vista, corte y montaje *(patching)*

530-41. Bombillas sobre las mesas. En las mesas de vista, corte y montaje sólo se deben usar portabombillas de porcelana sin llave, protegidos por una chapa metálica o de compuesto y equipados con un medio adecuado que proteja las bombillas contra daños físicos, del contacto con las películas y desechos de películas.

E. Bóvedas para almacenamiento de películas de nitrato de celulosa

530-51. Bombillas en las bóvedas para almacenamiento de películas de nitrato de celulosa. Las bombillas instaladas en las bóvedas de almacenamiento de películas de nitrato de celulosa deben estarlo en artefactos de vidrio rígido y con juntas herméticas. Las bombillas se deben encender y apagar por un interruptor que tenga un polo en cada conductor no puesto a tierra, que debe estar ubicado fuera de la bóveda y dotado de una luz piloto que indique si está encendido o apagado. Este interruptor debe desconectar del circuito de alimentación todos los conductores no puestos a tierra que terminen en cualquier salida en la bóveda.

530-52. Motores y otros equipos en bóvedas para almacenamiento de películas de nitrato de celulosa. En las bóvedas de almacenamiento de películas de nitrato de celulosa no debe haber tomacorrientes, salidas, motores eléctricos, calentadores, luces portátiles u otros equipos eléctricos portátiles, excepto lo permitido en el Artículo 530-31.

F. Subestaciones

530-61. Subestaciones. El alambrado y equipos de subestaciones de más de 600 V nominales deben cumplir lo establecido en la Sección 710.

530-62. Cuadros de distribución de baja tensión. En las instalaciones de 600 V nominales máximo, los cuadros de distribución deben cumplir lo establecido en la Sección 384.

530-63. Protección contra sobrecorriente de los generadores de c.c. Los generadores trifilares de c.c. deben tener protección consistente en dispositivos de sobrecorriente cuya capacidad esté de acuerdo con la del generador. Se permite utilizar dispositivos de protección mono o bipolares y no es necesario instalar un dispositivo en el neutro (tanto si está puesto a tierra como si no lo está).

530-64. Espacio de trabajo y resguardo. El espacio de trabajo y el resguardo en las subestaciones fijas permanentes deben cumplir con los Artículos 110-16 y 110-17.

Nota: Véanse los Artículos 430-11 y 430-14 para la protección de las partes energizadas de motores y generadores,

Excepción: No es necesario que los cuadros de distribución, de no más de 250 V c.c. entre fases, sean de frente muerto, cuando estén ubicados en cuartos de subestaciones o en cuartos para cuadros de distribución accesibles únicamente a personas calificadas.

530-65. Subestaciones portátiles. El alambrado y equipos de subestaciones portátiles deben cumplir lo establecido en los Artículos que tratan de instalaciones en subestaciones fijas pero, debido al menor espacio disponible, se permite que el espacio de trabajo sea menor, siempre que los equipos estén instalados de modo que los operarios puedan trabajar con seguridad y que cualquier persona que haya en la cercanía no pueda entrar en contacto accidental con partes energizadas ni poner objetos conductores en contacto con las partes energizadas.

530-66. Puesta a tierra en las subestaciones. Las partes metálicas no portadoras de corriente se deben poner a tierra de acuerdo con la Sección 250.

Excepción: El armazón de los interruptores automáticos de c.c. instalados en los cuadros de distribución.

G. Sistemas derivados independientes con 60 V a tierra

530-70. Generalidades. Se permite utilizar un sistema derivado independiente monofásico de tres hilos, 120 V con 60 V entre cada uno de los dos conductores sin poner a tierra y el neutro puesto a tierra, con el fin de reducir el ruido eléctrico indeseado en los equipos electrónicos de grabación de sonido e imagen u otros equipos similares, siempre que ese uso se limite exclusivamente a los equipos electrónicos y que se cumplan todos los requisitos de los Artículos 530-71 a 530-73.

530-71. Métodos de alambrado.

(a) Paneles de distribución y protección contra sobrecorriente. Se permite usar paneles de distribución y equipos de distribución estándar monofásicos con mayor tensión nominal. El sistema debe estar claramente rotulada en la cara externa del panel o en el interior de sus puertas. Se deben instalar interruptores automáticos bipolares de disparo simultáneo identificados para su utilización a la tensión del sistema, tanto en los conductores no puestos a tierra de los alimentadores como de los circuitos ramales.

(b) Cajas de unión. Todas las tapas de las cajas de unión deben estar claramente rotuladas indicando el panel de distribución y la tensión del sistema.

(c) Códigos de color. Todos los conductores de los alimentadores y circuitos ramales instalados de acuerdo con esta Sección deben permitir identificar la instalación a que pertenecen en todos los empalmes y terminaciones, gracias a códigos de color, rótulos, etiquetas u otros medios igualmente eficaces. El medio de identificación se debe indicar en todos los paneles de distribución de cada circuito ramal y en el medio de desconexión de la acometida del edificio.

(d) Caída de tensión. La caída de tensión en cualquier circuito ramal no debe ser mayor del 1,5%. La caída de tensión conjunta en los conductores del alimentador y los circuitos ramales no debe ser mayor del 2,5%.

530-72. Puesta a tierra.

(a) Generalidades. La instalación se debe poner a tierra como se indica en el Artículo 250-26, como circuito independiente derivado monofásico de tres hilos.

(b) Conductores requeridos de puesta a tierra. Los equipos de utilización conectados permanentemente y los tomacorrientes se deben poner a tierra mediante un conductor de puesta a tierra de los equipos que discurra junto con los conductores del circuito hasta un bus de puesta a tierra rotulado claramente con una inscripción que diga "Tierra de los equipos técnicos" *("Technical Equipment Ground")* en el panel de distribución de donde salga el circuito ramal. El bus de puesta a tierra se debe conectar al conductor puesto a tierra en el lado del suministro del medio de desconexión del sistema derivado independiente. El conductor de puesta a tierra no debe ser de sección transversal inferior a lo establecido en la Tabla 250-95 y debe ir junto con los conductores del alimentador. El bus de puesta a tierra de los equipos técnicos no necesita estar conectado equipotencialmente a la envolvente del cuadro de distribución.

Excepción: Se permiten utilizar otros métodos de puesta a tierra autorizados en este Código cuando la impedancia del retorno de puesta a tierra no supere la de los conductores de puesta a tierra de los equipos, siempre que tengan la sección y estén instalados de acuerdo con la Parte G de esta Sección.

(Nota 1): Véanse en el Artículo 250-95 los requisitos del conductor de puesta a tierra para compensar las caídas de tensión.
(Nota 2): Estos requisitos limitan la impedancia del cable de puesta a tierra cuando la tensión de falla es de 60 V, en vez de los habituales 120 V.

530-73. Tomacorrientes.

(a) Generalidades. Cuando se usen tomacorrientes como medio de conexión de los equipos, deben cumplir las siguientes condiciones:

(1) Todas las salidas para tomacorriente de 15 y 20 A deben estar protegidas con interruptor de circuito por falla a tierra.

(2) Todas las regletas de salida, adaptadores, tapas y cubiertas de tomacorrientes deben ir rotuladas por alguno de los avisos como se indica a continuación:

"ATENCIÓN - SUMINISTRO TÉCNICO
No conectar a equipos de alumbrado
Sólo para equipos electrónicos.
60/120 V c.a. 1ϕ
Protegidos por interruptor de circuito por falla a tierra (GFCI)".

" WARNING - TECHNICAL POWER
Do no connect to lighting equipment
For electronic equipment use only.
60/120 volt 1 ϕ ac.
GFCI protected".

(3) Todos los tomacorrientes monofásicos de 125 V y 15 o 20 A con uno de sus polos portadores de corriente conectado a un conductor del circuito puesto a tierra, deben estar ubicados a menos de 1,8 m de todos los tomacorrientes para sistema técnico de potencia permanentemente instalados, de 60/120 V y 15 o 20 A nominales.

(4) Todos los tomacorrientes a 125 V para suministro técnico de 60/120 V, deben estar configurados e identificados de modo que sólo se puedan utilizar para esta clase de sistema.

Excepción: Se permite utilizar clavijas y salidas para tomacorrientes monofásicos a 125 V y 15 o 20 A nominales identificados para usar con conductores de circuitos puestos a tierra, en cuartos de máquinas, salas de control, salas de equipos, bastidores de equipos y otros lugares similares a los que sólo tengan acceso personas calificadas.

(b) Tomacorrientes con puesta a tierra aislada. Se permiten los tomacorrientes con polo a tierra aislado, como se describen en el Artículo 250-74 Excepción nº. 4. No obstante, el conductor de puesta a tierra de los equipos del circuito ramal debe terminar como lo exige el Artículo 530-72(b).

Sección 540 - PROYECTORES DE CINE

A. Generalidades

540-1. Alcance. Las disposiciones de esta Sección se aplican a las cabinas de proyección de cine, proyectores de cine y equipos asociados de tipo profesional y no profesional, que utilicen como fuentes de luz bombillas incandescentes, de arco de carbón, de xenón u otra fuente que pueda producir gases, polvos o radiaciones peligrosas.

(Nota): Para más información, véase *Standard for Storage and Handling of Cellulose Nitrate Motion Picture Film,* ANSI/NFPA 40-1994.

B. Definiciones

540-2. Proyector profesional. Es un proyector para película de 35 o 70 mm, con 35 mm de anchura mínima y 2,12 perforaciones por centímetro en el borde, o que utilice como fuente de luz bombillas de arco de carbón, de xenón u otra fuente que pueda producir gases, polvos o radiaciones peligrosas.

540-3. Proyector no profesional. Son todos los proyectores distintos a los descritos en el Artículo 540-2.

C. Equipos y proyectores de tipo profesional

540-10. Cabina de proyección requerida. Todos los proyectores de tipo profesional deben estar instalados en una cabina de proyección. Todas las cabinas deben ser de tipo permanente y aprobadas para el tipo de edificio en el que estén instaladas. Todas las ventanillas de proyección, las de los focos, las de visión y otras aberturas similares deben estar provistas de cristal u otro material adecuado que las cierre completamente. Las cabinas de proyección no se consideran lugares peligrosos (clasificados), tal como los define la Sección 500.

(Nota): Para más información sobre la protección de las aberturas en las cabinas de proyección donde se manipulan películas de nitrato de celulosa, véase *Life Safety Code*, ANSI/NFPA 101-1994.

540-11. Ubicación del equipo eléctrico asociado.

(a) Grupos motogeneradores, transformadores, rectificadores, reóstatos equipos similares. Los grupos motogeneradores, transformadores, rectificadores, reóstatos y equipos similares para dar el suministro o controlar el equipo de proyección o los focos, deben estar ubicados, si es posible, en un cuarto separado. Cuando estén instalados en la cabina de proyección, deben estar ubicados o resguardados de modo que los arcos o chispas que produzcan no entren en contacto con la película. Los grupos motogeneradores deben tener su extremo u extremos de conmutación protegidos como establece el Artículo 520-48.

(b) Interruptores, dispositivos de protección contra sobrecorriente u otros equipos. En las cabinas de proyección no se deben instalar interruptores, dispositivos de protección contra sobrecorriente u otros equipos que no sean necesarios normalmente para el funcionamiento de los proyectores, equipos de sonido, focos u otras luces especiales.

Excepción nº. 1: Se permite que en las cabinas de proyección aprobadas para manipular únicamente película de acetato de celulosa (de seguridad), haya instalados equipos eléctricos que se usen en relación con el equipo de proyección para el accionamiento de las luces, telones y equipos de sonido de la sala, etc. En la parte exterior de todas las puertas de dichas cabinas y en lugar bien visible de su interior, debe haber un cartel que diga : "En esta cabina sólo se permite usar películas de seguridad" ("Safety Film Only Permitted in This Room").
Excepción nº. 2: Los interruptores para el control remoto de las luces de la sala o para el control de los motores del telón o el encubrimiento de la pantalla de cine.

(c) Sistemas de emergencia. El control de los sistemas de emergencia debe cumplir lo establecido en la Sección 700.

540-12. Espacio de trabajo. Cada proyector, foco, bombilla o equipo similar debe tener un espacio de trabajo no inferior a 0,75 m a cada lado y por detrás de los mismos.

Excepción: Se permite un espacio igual entre piezas adyacentes de un equipo.

540-13. Sección transversal de los conductores. Los conductores que den suministro a salidas para proyectores profesionales de arco y de xenón, no deben ser de sección transversal inferior a 8,36 mm^2 (8 AWG) y que sea suficiente para el proyector en cuestión. Los conductores para proyectores con bombillas incandescentes deben cumplir las normas de alambrado del Artículo 210-24.

540-14. Conductores para lámparas y equipos que se calienten. Para las lámparas u otros equipos que hagan que la temperatura de los conductores instalados supere los 50℃, se deben utilizar conductores aislados con una temperatura nominal de funcionamiento no inferior a 200℃.

540-15. Cordones flexibles. Con los equipos portátiles se deben utilizar cordones flexibles aprobados para uso pesado, según la Tabla 400-4.

540-20. Aprobación. Los proyectores y envolventes para las bombillas de arco, de xenón o incandescentes, así como los rectificadores, transformadores, reóstatos y equipos similares, deben estar certificados.

540-21. Rótulos. Los proyectores y otros equipos deben estar rotulados con el nombre del fabricante o su marca comercial y con la tensión y corriente para las que están diseñados, de acuerdo con el Artículo 110-21.

D. Proyectores no profesionales

540-31. No es necesaria cabina de proyección. Se permite utilizar los proyectores de tipo no profesional o miniatura con películas de acetato de celulosa (de seguridad) fuera de las cabinas de proyección.

540-32. Aprobación. Los equipos de proyección deben estar certificados.

E. Grabación y reproducción del sonido

540-50. Equipo de grabación y reproducción del sonido. El equipo de grabación y reproducción del sonido debe instalarse de acuerdo con lo establecido en la Sección 640.

Sección 545 - EDIFICACIONES PREFABRICADAS

A. Generalidades

545-1. Alcance. Esta Sección trata de los requisitos para las edificaciones prefabricadas y sus componentes, tal como se definen aquí mismo.

545-2. Otras Secciones. Cuando los requisitos de otras Secciones de este *Código* difieran de los de la Sección 545, se debe aplicar la Sección 545.

545-3. Definiciones.
Componente de una edificación: Cualquier subsistema, subconjunto o elemento diseñado para usarlo o integrarlo o para que forme parte de una estructura y que puede contener elementos estructurales, eléctricos, mecánicos, de fontanería y de protección contra incendios y otros sistemas que afecten a la salud y a la seguridad.

Construcción cerrada: Cualquier edificación, componente de ella, conjunto o sistema prefabricado de manera que ninguna de las partes ocultas de los procesos de fabricación se pueda inspeccionar antes de su instalación en el edificio sin desmontarla, estropearla o destruirla.

Edificación prefabricada: Cualquier edificación de construcción cerrada, hecha o montada en una fábrica o en lugar distinto a donde vaya a estar instalada, o montaje e instalación en el lugar donde vaya a estar instalado, pero que no sean casas prefabricadas, viviendas móviles, caravanas ni vehículos recreativos.

Sistema de edificación. Planos, especificaciones y documentos de un sistema de edificaciones prefabricadas o de un tipo o sistema de componentes prefabricados que puede incluir sistemas estructurales, eléctricos, mecánicos, de fontanería, de protección contra incendios u otros sistemas que afecten a la salud y seguridad y que incluyan variaciones de los mismos permitidas específicamente por las normas, cuando esas variaciones se presenten como parte del sistema de edificación o como modificaciones (adendos) del mismo.

545-4. Métodos de alambrado.

(a) Métodos permitidos. Se permite utilizar todos los métodos de alambrado en cable y canalizaciones incluidos en este *Código* y cualquier otro sistema de alambrado específicamente destinado y certificado para uso en edificaciones prefabricadas, con accesorios certificados e identificados también para su uso en edificaciones prefabricadas.

(b) Fijación de los cables. En la construcción cerrada, se permite que los cables estén sujetos sólo en los armarios, cajas o accesorios cuando se utilicen conductores de sección transversal de 5,25 mm^2 (AWG 10) o menor y estén protegidos contra daños físicos según establece el Artículo 300-4.

545-5. Conductores de entrada de acometida. Los conductores de entrada a la acometida deben cumplir los requisitos de la Sección 230. Debe haber medios para llevar los conductores de entrada de acometida desde el equipo de acometida hasta su punto de conexión.

545-6. Instalación de los conductores de entrada de acometida. Los conductores de entrada de acometida se deben instalar después de levantar la edificación en su sitio.

Excepción: Cuando se conozca el punto de fijación antes de la fabricación.

545-7. Ubicación de los equipos de la acometida. Los equipos de la acometida se deben instalar según lo que establece el Artículo 230-70(a).

545-8. Protección de conductores y equipos. Durante los procesos de fabricación, embalaje, transporte e instalación en sitio de la edificación prefabricada , se deben proteger los conductores expuestos y los equipos.

545-9. Cajas.

(a) Dimensiones. Se permite instalar cajas de dimensiones distintas a las establecidas en la Tabla 370-16(a) cuando estén ensayadas, identificadas y certificadas según las normas aplicables.

(b) De no más de 1 640 cm^3. Todas las cajas que no tengan más de 1640 cm^3, diseñadas para montarlas en construcciones cerradas, deben ir sujetas con anclajes o abrazaderas de modo que constituyan un conjunto rígido.

545-10. Tomacorrientes o interruptores con envolvente integral. Se permite instalar tomacorrientes o interruptores con envolvente y medios de montaje integrales cuando estén ensayados, identificados y certificados según las normas aplicables.

545-11. Puesta a tierra y conexión equipotencial. Los paneles prealambrados y los componentes de la edificación deben tener medios para su conexión equipotencial, o para esta conexión y puesta a tierra de todas las partes metálicas expuestas que se pudieran llegar a energizar, de acuerdo con la Sección 250 Partes E, F y G.

545-12. Conductor del electrodo de puesta tierra. El conductor del electrodo de puesta a tierra debe cumplir los requisitos de la Sección 250 Parte J. Debe haber medios para llevar el conductor del electrodo de puesta a tierra desde el equipo de la acometida hasta el punto de conexión del electrodo.

545-13. Interconexión de los componentes.
Para la interconexión en sitio de módulos u otros componentes de una edificación se permite el uso de accesorios y conectores que estén destinados para quedar ocultos en el momento del montaje en sitio, cuando estén ensayados, identificados y certificados para las normas aplicables. Tales accesorios y conectores deben ser adecuados para el método de alambrado utilizado en cuanto a aislamiento, aumento de temperatura y soporte de corriente de falla y deben ser capaces de soportar las vibraciones y pequeños movimientos relativos entre los distintos componentes de la edificación prefabricada.

Sección 547 - EDIFICIOS AGRÍCOLAS

547-1. Alcance. Las disposiciones de esta Sección se aplican a los siguientes edificios agrícolas o a las partes o áreas adyacentes a los mismos, de naturaleza igual o similar a la indicada en los siguientes apartados (a) y (b):

(a) Polvo excesivo o polvo con agua. Los edificios agrícolas donde se pueda acumular polvo excesivo o polvo con agua, como las granjas de pollos, establos y piscifactorías, ya se trate de polvo de basura, piensos o partículas minerales.

(b) Atmósfera corrosiva. Los edificios agrícolas en los que se produzca una atmósfera corrosiva. Por ejemplo, las áreas en las que (1) los excrementos de aves de corral y animales puedan dar lugar a vapores corrosivos; (2) pueda haber partículas corrosivas que se mezclen con el agua; (3) áreas húmedas y mojadas que se lavan periódicamente para su limpieza y saneamiento con agua y agentes limpiadores; (4) en las que se produzcan condiciones similares.

547-2. Otras Secciones. En los edificios agrícolas cuyas condiciones no sean las especificadas en el Artículo 547-1, la instalación eléctrica se debe hacer de acuerdo con las Secciones aplicables de este *Código.*

547-3. Temperatura superficial. Los equipos o artefactos eléctricos instalados de acuerdo con lo establecido en esta Sección se deben instalar de modo que funcionen a plena carga sin que su temperatura superficial supere la temperatura de funcionamiento normal del equipo o artefacto.

547-4. Métodos de alambrado. En los edificios agrícolas descritos en el Artículo 547-1 (a) y (b), el alambrado se debe hacer con cables de tipo UF, NMC, SE de cobre u otros cables o canalizaciones adecuados para el lugar, con accesorios de terminación aprobados. Se permite utilizar los métodos de instalación de las Secciones 320 y 502 a los edificios del Artículo 547-1(a). Se permiten los métodos de instalación de las Secciones 347 y 351 Parte B. Todos los cables se deben sujetar a menos de 0,20 m de los armarios, cajas o herrajes. En los edificios a los que se refiere esta Sección no es necesario dejar el espacio de 6,35 mm que exige para las cajas, accesorios, conductos y cables no metálicos el Artículo 300-6(c).

Nota: Para la instalación de canalizaciones expuestas a grandes variaciones de temperatura, véanse los Artículos 300-7 y 347-9.

(a) Cajas, cajas, accesorios y dispositivos de alambrado. Todas las cajas y accesorios deben cumplir lo establecido en el Artículo 547-5.

(b) Conexiones flexibles. Cuando sea necesario utilizar conexiones flexibles, se deben emplear conectores flexibles estancos al polvo líquidos, conductos flexibles estancos a los líquidos o conductores flexibles certificados e identificados para uso pesado, todos ellos con accesorios certificados e identificados.

547-5. Interruptores, interruptores automáticos, controladores y fusibles. Los interruptores, interruptores automáticos, controladores y fusibles, incluidos los pulsadores, relés y dispositivos similares utilizados en los edificios descritos en el Artículo 547-1(a) y (b), deben estar provistos de envolventes como las que se especifican en los siguientes apartados (a) y (b):

(a) Polvo excesivo y polvo con agua. En los edificios descritos en el Artículo 547-1(a) se deben utilizar envolventes a ensayo de intemperie y a ensayo de polvo.

(b) Atmósfera corrosiva. En los edificios descritos en el Artículo 547-1(b) se deben utilizar envolventes adecuadas para las condiciones que se vayan a encontrar en su aplicación.

Nota 1 Véase la Tabla 430-91, para el tipo de envolvente apropiado.
Nota 2: El aluminio fundido y los aceros magnéticos se pueden corroer en los ambientes agrícolas.

547-6. Motores. Los motores y otros equipos eléctricos rotativos deben estar totalmente cerrados o diseñados de modo que se evite al máximo la entrada de polvo, humedad o partículas corrosivas.

547-7. Artefactos de alumbrado. Los artefactos de alumbrado instalados en los edificios agrícolas descritos en el Artículo 547-1, deben cumplir las siguientes condiciones:

(a) Minimizar la entrada de polvo. Los artefactos de alumbrado se deben instalar de modo que se evite al máximo la entrada de polvo, materias extrañas, humedad y materias corrosivas.

(b) Expuestos a daños físicos. Todos los artefactos de alumbrado que puedan estar expuestos a daños físicos, se deben proteger mediante un resguardo adecuado.

(c) Expuestos al agua. Todos los artefactos de alumbrado que puedan estar expuestos al agua por condensación, a la utilizada en la limpieza del edificio o en solución, deben ser herméticos al agua.

547-8. Puesta a tierra, conexión equipotencial y plano equipotencial.

(a) Puesta a tierra y conexión equipotencial. La puesta a tierra y las conexiones equipotenciales deben cumplir lo establecido en la Sección 250.

Excepción nº. 1: No es necesario un puente de conexión equipotencial en el panel de distribución o en edificios donde haya ganado o aves de corral, cuando se cumplan las siguientes condiciones:

a. Si el alambrado de todas las edificaciones y predios pertenecen al mismo propietario.
b. Si existe un conductor de puesta a tierra de equipos junto con los conductores de suministro y tiene la misma sección transversal que el mayor de los conductores de suministro, si es del mismo material, o si está ajustado de acuerdo con la Tabla 250-95 cuando es de otro material.
c. Si se proporciona medio de desconexión de la acometida en el punto de distribución para esas edificaciones.
d. Si el conductor de puesta a tierra de los equipos está conectado equipotencialmente con el conductor del circuito puesto a tierra en el equipo de acometida o donde se inicia un sistema derivado independiente.
e. Si existe un electrodo de puesta a tierra y está conectado al conductor de puesta a tierra de los equipos en el panel de distribución.

Excepción nº. 2: Se permite que las tuberías metálicas interiores de agua u otros sistemas de tuberías metálicas interiores de un edificio agrícola, a las cuales la puesta a tierra necesaria para equipo eléctrico no está unida o en contacto eléctrico, se conecten equipotencialmente al armario de los equipos de acometida, al conductor de la acometida puesto a tierra o a la barra terminal de puesta tierra de los equipos en un panel de distribución del edificio, por medio de un dispositivo de impedancia certificado para este fin, siempre que se cumplan todas las condiciones siguientes:

a. Si el dispositivo de impedancia tiene identificada una corriente nominal para soportar cortocircuitos, cuando sea distinta del mínimo de 10.000 A.
b. Si el conductor de conexión equipotencial es de cobre aislado de sección transversal no inferior a 8,36 mm^2 (8 AWG) y está instalado sin más empalmes que los que se usan para conectarlo al dispositivo de impedancia.
c. Si el conductor de conexión equipotencial está instalado en una canalización adecuada para esas condiciones.
d. Si el conductor de conexión equipotencial está conectado al sistema de tubería metálica o a otro sistema metálico por medio de un conector de presión certificado, adecuado a esas condiciones o mediante soldadura exotérmica.

(b) Elementos embebidos en hormigón. Las rejillas metálicas u otros elementos conductivos se deben instalar en el piso de concreto en las áreas donde haya ganado albergado y se deben conectar equipotencialmente con el sistema de electrodo de puesta a tierra de la edificación, con el fin de proporcionar un plano equipotencial que tenga un gradiente de tensión entradas y salidas. El conductor de conexión equipotencial debe ser de cobre, aislado, desnudo o cubierto y con sección transversal no inferior a 8,36 mm^2 (8 AWG). Los medios de conexión equipotencial a la rejilla metálica o elementos conductivos deben ser conectores a presión o abrazaderas de latón, cobre, aleación de cobre u otro medio aprobado con la misma solidez.

(Nota): Un método para establecer el gradiente de tensión se encuentra en *Equipotential Planes in Animal Containment Areas, American Society of Agricultural Engineers (ASAE), EP473-1994.*

Plano equipotencial. Un plano equipotencial es una área en la que hay embebidos en el hormigón una rejilla metálica u otros elementos conductivos, conectados equipotencialmente a todos los equipos, estructuras o

superficies conductivos adyacentes, y conectados al sistema eléctrico de puesta a tierra, para evitar que dentro del plano se produzcan diferencias de tensión.

(Nota): Si se embebe en un piso de hormigón o plataforma una rejilla o tela metálica u otro sistema conductivo y se conecta equipotencialmente a la barra de puesta a tierra del sistema eléctrico, será menos probable que el ganado que haga contacto con el piso o plataforma y un equipo o estructura metálica, pueda estar expuesto a un nivel de tensión que pudiera alterar su comportamiento o productividad.

(c) Conductor independiente de puesta a tierra de los equipos. En los edificios agrícolas descritos en el Artículo 547-1 (a) y (b), cuando haya que poner a tierra las partes metálicas no portadoras de corriente de todos los equipos, canalizaciones y otras envolventes, se debe hacer mediante un conductor de cobre para puesta a tierra de los equipos, instalado entre el equipo y el medio de desconexión del edificio. Si discurre bajo tierra, el conductor de puesta a tierra de los equipos debe estar aislado o cubierto.

(Nota): Si la instalación del sistema de electrodo para puesta a tierra tiene una resistencia menor a la exigida por la Sección 250 Parte H, se pueden reducir las diferencias de potencial en las instalaciones ganaderas.

547-10. Protección física. Todo el alambrado y los equipos eléctricos existentes en las áreas descritas en el Artículo 547-1(a) y (b) deben estar protegidos contra daños físicos.

Sección 550 - VIVIENDAS MÓVILES, CASAS PREFABRICADAS Y ESTACIONAMIENTOS DE VIVIENDAS MÓVILES

A. Generalidades

550-1. Alcance. Las disposiciones de esta Sección se refieren a los conductores y equipos eléctricos instalados en o dentro de las viviendas móviles, a los conductores que conectan las viviendas móviles con una instalación eléctrica y al alambrado de cables, artefactos, equipos y los accesorios relacionados con las instalaciones eléctricas dentro de estacionamientos de viviendas móviles hasta los conductores de entrada a la acometida de la vivienda móvil o, si no los hay, hasta el equipo de acometida de la vivienda móvil.

550-2. Definiciones.
Área de lavandería: Área que contiene o está diseñada para contener una bandeja, una lavadora o una secadora para ropas.

Artefacto eléctrico estacionario: Artefacto que no se puede llevar fácilmente de un sitio a otro en su uso normal.

Artefacto eléctrico fijo: Artefacto asegurado o sujeto en un lugar específico.

Artefacto eléctrico portátil: Artefacto que se traslada o se puede trasladar fácilmente de un lugar a otro en su uso normal.

(Nota): A los fines de esta Sección, se consideran portátiles los siguientes artefactos si no están fijos y están conectados con un cordón : refrigeradores, estufas, lavadoras de ropa, lavavajillas sin calentadores de refuerzo y otros electrodomésticos similares.

Casa prefabricada: Estructura o estructuras montadas en fábrica y transportadas en una o más partes que se construyen sobre un chasis permanente y están diseñadas para utilizarlas como unidad de vivienda sobre cimientos permanentes aceptables para la autoridad competente, cuando está conectada a los servicios necesarios y tiene instalaciones de fontanería, calefacción, aire acondicionado y eléctricas.

A los fines de este *Código* y siempre que no se indique otra cosa, "vivienda móvil" incluye también las casas prefabricadas.

Conjunto alimentador: Los conductores del alimentador, aéreos o en una canalización bajo el chasis, incluido el conductor de puesta a tierra, junto con los accesorios y equipos necesarios o el cordón de una fuente de alimentación certificado para su uso en viviendas móviles, diseñado con el propósito de transportar energía desde la fuente de alimentación hasta el panel de distribución dentro de la vivienda móvil.

Edificación o estructura auxiliar para viviendas móviles: Cualquier marquesina, toldo cabaña, cobertizo, enramada, cabina de depósito, cobertizo para automóviles, valla, cortavientos o porche dedicado al uso de los ocupantes de la vivienda móvil ubicada en una parcela para viviendas móviles.

Equipo de acometida de una vivienda móvil: Equipo que contiene el medio de desconexión, el dispositivo o dispositivos de protección contra sobrecorriente y las tomacorrientes u otros medios para conectar la vivienda móvil a un conjunto alimentador.

Panel de distribución: Ver la definición en la Sección 100.

Parcela para viviendas móviles: Parcela continua de terreno que se utiliza para acomodar viviendas móviles ocupadas.

Plaza de estacionamiento para viviendas móviles: Parte delimitada de un estacionamiento de viviendas móviles reservada para el parqueo de una vivienda móvil y sus edificios o estructuras auxiliares para uso exclusivo de sus ocupantes.

Sistema de alambrado eléctrico para las parcelas: Todo el alambrado, equipos, artefactos y accesorios eléctricos relacionados con la instalación eléctrica de una parcela para vivienda móvil, incluidos sus equipos de acometida.

Vivienda móvil: Estructura o estructuras montadas en fábrica, transportables en una o más partes, que se construyen sobre un chasis permanente y están diseñadas para utilizarlas como unidad de vivienda sin cimientos permanentes cuando están conectadas a los servicios (públicos) necesarios y tiene instalaciones internas de fontanería, calefacción, aire acondicionado y eléctricas.

A los fines de este *Código* y siempre que no se indique otra cosa, "vivienda móvil" incluye también las casas prefabricadas.

550-3. Otras Secciones. Cuando los requisitos de otras Secciones de este *Código* difieran de los de la Sección 550, se debe aplicar la Sección 550.

550-4. Requisitos generales.

(a) Vivienda móvil no destinada como unidad de vivienda. Las viviendas móviles no destinadas para utilizarlas como unidades de vivienda, por ejemplo las equipadas para usarlas sólo como dormitorio, las oficinas en sitio de obra, los dormitorios de obra, los camerinos móviles, bancos, clínicas o tiendas móviles o las diseñadas para la exposición o demostración de productos o maquinaria, no es necesario que cumplan las disposiciones de esta Sección relativas al número o capacidad de los circuitos requeridos. No obstante, deben cumplir todos los demás requisitos aplicables de esta Sección, siempre que tengan una instalación eléctrica destinada para conectarse a una fuente de alimentación de c.a. a 120 V o 120/240 V. Cuando se requiera tensión distinta, bien sea por diseño como por disponibilidad del sistema de alimentación, se deben hacer los ajustes necesarios de acuerdo con otras Secciones y Artículos de este *Código.*

(b) No instaladas en parcelas para viviendas móviles. Las viviendas móviles no instaladas en parcelas para viviendas móviles deben cumplir las disposiciones de esta Sección.

(c) Conexión al sistema de alambrado. Las disposiciones de esta Sección se aplican a las viviendas móviles destinadas para la conexión a un sistema normalizado de alambrado, de c.a., trifilar a 120/240 V nominales, con neutro puesto a tierra.

(d) Certificado o etiquetado. Todos los materiales, dispositivos, artefactos, accesorios y demás equipos eléctricos deben estar certificados o etiquetados por un organismo de ensayos calificado y, cuando se instalen, se deben conectar de manera aprobada.

B. Viviendas móviles y Casas Prefabricadas

550-5. Fuente de alimentación.

(a) Alimentador. La fuente de alimentación de una vivienda móvil debe ser un conjunto alimentador consistente en no más de un cordón de suministro para viviendas móviles, de 50 A, certificado y con enchufe bien sea integral o asegurado e instalado, o un alimentador instalado permanentemente.

Excepción nº. 1: Se permite que una vivienda móvil equipada en fábrica con equipo de calefacción central y artefactos de estufa a gas o petróleo, tenga un cordón de alimentación certificado para viviendas móviles de 40 A nominales.

Excepción nº. 2: Las viviendas prefabricadas de acuerdo con el Artículo 550-23(a) Excepción nº. 2.

(b) Cordón de alimentación. Si la vivienda móvil tiene un cordón de alimentación, debe estar permanentemente conectado al panel de distribución o a una caja de unión conectada permanentemente al panel de distribución, con su extremo libre terminado en una clavija de conexión.

Los cordones con adaptadores y extremos curvos, las extensiones y equipos similares no se deben conectar ni acoplar con las viviendas móviles.

En la salida (bocado) del panel de distribución debe haber una abrazadera o herraje similar para que la tensión transmitida por el cable de alimentación no se transmita hasta los terminales, siempre que el cordón de alimentación se utilice del modo previsto.

El cordón debe ser de tipo certificado y cuatro conductores, uno de los cuales debe estar identificado mediante un forro continuo de color verde o verde con una raya amarilla, para utilizarlo como conductor de puesta a tierra.

(c) Clavija de conexión. La clavija de conexión debe ser de tres polos, cuatro hilos, del tipo con polo a tierra, de 50 A nominales y 125/250 V, de la forma que indica la Figura 550-5(c) y estar prevista para usar con tomacorrientes de 50 A y 125/250 V como indica la Figura 550-5(c). Además debe estar certificada en sí misma o como o parte de un cordón de alimentación certificado para ese uso y ser de plástico moldeado o estar instalada en el cable flexible de modo que esté perfectamente sujeta en el punto donde entre el cable en la clavija. Si se utiliza una clavija que forme ángulo recto con el cordón, su configuración debe estar hecha de modo que el macho de puesta a tierra sea el más alejado del cordón.

(Nota): Para más detalles sobre la configuración de los tomacorrientes y clavijas de 50 A, véanse las normas *NTC 1650, Clavijas y tomacorrientes para uso general doméstico* y *Standard for Dimensions of Attachment Plugs and Receptacles,* ANSI/NEMA WD6-1989, Figura 14-50.

(FIGURA)

Tomacorriente Clavija

125/250 V, 50 A, tres polos,
cuatro hilos, con polo a tierra

Figura 550-5(c). Configuración de tomacorriente y clavija de 125/250 V, 50 A, tres polos, cuatro hilos, con polo a tierra, para uso cordones de alimentación en viviendas móviles y sus parcelas.

(d) **Longitud total del cordón de alimentación.** La longitud total del cordón de alimentación, medida desde uno de sus extremos, incluidos los terminales desnudos, hasta la cara de la clavija de conexión, no debe ser inferior a 6,4 m ni superior a 11,2 m. La longitud del cordón desde la cara de la clavija de conexión hasta el punto en que entra en la vivienda móvil, no debe ser inferior a 6,1 m.

(e) **Rótulos.** El cordón de alimentación debe llevar el siguiente rótulo: "Para uso con viviendas móviles, 40A" o "Para uso con viviendas móviles, 50 A" ("For use with mobile homes - 40 A" o "For use with mobile homes - 50 A")

(f) **Punto de entrada.** El punto de entrada del conjunto alimentador a la vivienda móvil debe estar en la pared exterior, en el piso o en el techo.

(g) **Protección.** Cuando el cordón alimentación atraviese paredes o pisos, se debe proteger por medio de conductos y pasacables o equivalente. Se permite instalar el cable dentro de las paredes de la vivienda móvil, siempre que desde el panel de distribución del circuito ramal hasta la parte inferior del piso de la casa se instale una canalización continua de tamaño comercial máximo de 31,8 mm (1 ¼ ").

(h) **Protección contra corrosión y daños físicos.** Deben tomarse medidas permanentes para la protección contra corrosión y daños físicos de la clavija del cordón de alimentación y cualquier conjunto conector o tomacorriente, si dichos elementos están ubicados al exterior mientras la vivienda móvil está en tránsito.

(i) **Mástil o canalización de intemperie.** Cuando la carga calculada de una vivienda móvil sea superior a 50 A o se use un alimentador permanente, el suministro se debe hacer por alguno de los siguientes medios :

(1) Un mástil de intemperie, instalado de acuerdo con la Sección 230, que contenga cuatro conductores de alimentador continuos aislados con código de color, uno de los cuales debe ser el conductor de puesta a tierra de los equipos.

(2) Una canalización metálica o tubería no metálica rígida, desde el medio de desconexión de la vivienda móvil hasta la parte inferior de la misma, con medios para la conexión de una caja de unión o accesorio a la canalización por la parte inferior de la vivienda móvil (con o sin conductores, como indica el Artículo 550-5(i)(1)).

550-6. Medios de desconexión y equipo protector del circuito ramal. Se permite que el equipo de protección del equipo ramal esté combinado con el medio de desconexión como un sólo conjunto. Se permite que dicha combinación sea un panel de distribución. Si se instala un panel de distribución con fusibles, la corriente máxima del fusible del circuito de alimentación debe aparecer claramente rotulada con letras de 6,4 mm de altura mínima, que sean bien visibles cuando se cambien los fusibles.

Cuando se utilicen fusibles y portafusibles a presión, deben ser de tipo S, resistentes a la manipulación e ir encerrados en un panel de fusibles de frente muerto. También deben ser de frente muerto los paneles de distribución que contengan interruptores automáticos de circuito.

(Nota): Véase el Artículo 110-22 para la identificación de cada medio de desconexión y de cada acometida, alimentador o circuito ramal en el punto de donde arranca y el tipo de rótulos necesarios

(a) **Medios de desconexión.** Cada vivienda móvil debe tener un solo medio de desconexión consistente en un interruptor automático o en interruptores y fusibles y sus accesorios, instalados en un lugar fácilmente accesible cerca del punto de entrada a la vivienda móvil del cordón o conductores de alimentación. Los interruptores automáticos o fusibles principales deben ir rotulados simplemente con la palabra "Red - Principal" ("Main"). Estos artefactos deben tener un conector de puesta a tierra sin soldar o una barra para propósitos de puesta a tierra, con terminales suficientes para todos los conductores de puesta a tierra. La terminación de la barra del neutro de los conductores de los circuitos puestos a tierra, debe estar aislada de acuerdo con el Artículo 550-11(a). El equipo de desconexión debe tener una corriente nominal suficiente para las cargas conectadas. El equipo de distribución, ya sea con interruptor automático o uno o varios fusibles, debe instalarse dejando una distancia mínima de 0,60 m entre la parte inferior de dicho equipo y el nivel del piso de la vivienda móvil.

(Nota): Véase el Artículo 550-15(b) para más información sobre los medios de desconexión de los circuitos ramales de equipos de calefacción, aire acondicionado o ambos, ubicados fuera de las viviendas móviles, excepto los acondicionadores de aire de cuartos

Un panel de distribución debe tener una capacidad de corriente mínima de 50 A y tener instalado un interruptor automático bipolar de 40 A nominales para un cordón de alimentación de 40 A o de 50 A nominales para el cordón de alimentación s de 50 A. Un panel de distribución con interruptor de desconexión y fusibles debe tener 60 A nominales mínimo y tener un portafusibles bipolar de 60 A con fusibles principales de 40 o 50 A para cordones de alimentación de 40 o 50 A, respectivamente. En la parte exterior del panel de distribución debe aparecer rotulada la capacidad de corriente de los fusibles.

El panel de distribución debe estar ubicado en un lugar accesible, pero nunca en un cuarto de baño ni en un armario para ropas. Delante del panel de distribución debe dejarse un espacio mínimo de 0,75 m de ancho y 0,75 m de fondo. En cuanto a la altura, este espacio debe ir desde el piso hasta la parte superior del panel de distribución.

(b) **Equipo protector del circuito ramal.** El equipo de distribución del circuito ramal se debe instalar en cada vivienda móvil y debe contar con protección contra sobrecorriente para cada circuito ramal, formado por interruptores automáticos o fusibles.

La corriente nominal de los dispositivos de protección contra sobrecorriente de los circuitos ramales debe ser : (1) no superior a la de los conductores del circuito y (2) no superior al 150% de la corriente nominal de cualquier artefacto eléctrico de 13,3 A o más conectado a un circuito ramal individual, pero (3) no superior a la del dispositivo de protección del tipo rotulado en el acondicionador de aire u otro artefacto motorizado.

Se permite instalar un tomacorriente múltiple de 15 A cuando esté conectado al circuito de 20 A de la lavadora.

(c) **Interruptores automáticos bipolares.** Cuando para la protección del circuito ramal se instalen interruptores automáticos, los circuitos de 240 V deben estar protegidos por interruptores automáticos bipolares de disparo común o simultáneo, o de dos palancas unidas por una empuñadura.

(d) **Placa de características eléctricas.** Al lado de la entrada del conjunto alimentador y en la parte exterior debe haber una placa metálica de características que indique: "CONEXIÓN PARA FUENTE DE ALIMENTACIÓN TRIPOLAR, CUATRO HILOS, 120/240 V, 60 HZ,_____A" ("This Connection for 120/240-Volt, 3-Pole, 4-Wire, 60 Hertz,_____ Ampere Supply"). En el espacio en blanco debe constar la capacidad nominal en Amperios del circuito.

550-7. Circuitos ramales. El número de circuitos ramales necesarios se debe calcular de acuerdo con los siguientes apartados (a) hasta (c):

(a) **Alumbrado.** Para calcular el número de circuitos de alumbrado de 15 o 20 A, se multiplica 32 VA/m² por las dimensiones externas de la vivienda móvil (sin el acoplador o enganche), dividido por 120 V:

$$No.\ de\ circuitos\ de\ 15A(\acute{o}\ 20) = \frac{32VA/m\ \ x\ largo(m)\ x\ ancho(m)}{120Vx\ 15A(\acute{o}\ 20)}$$

Se permite que a los circuitos de alumbrado se conecten las luces, relojes o minuteros de los hornos a gas o los artefactos certificados para la trituración de basuras.

(b) **Pequeños artefactos.** Los circuitos ramales para pequeños artefactos se deben instalar de acuerdo con el Artículo 210-52(b).

(c) **Artefactos de uso general.** Estos artefactos son los hornos, calentadores de agua, estufas y aire acondicionado central o artefactos de aire acondicionado para cuartos. Para ellos se debe instalar uno o más circuitos de corriente adecuada, de acuerdo con las siguientes condiciones (1) hasta (4):

(Nota 1): Para el circuito ramal de lavandería, véase el Artículo 220-4(c).
(Nota 2): Para el aire acondicionado central, véase la Sección 440.

(1) La corriente nominal de los artefactos fijos que no tengan más del 50% de la capacidad de corriente del circuito, si en el mismo hay instaladas salidas para alumbrado (los tomacorrientes distintos de los de estufa, comedor o lavadora se consideran como salidas para alumbrado).

(2) Para artefactos fijos conectados a un circuito sin salidas de alumbrado, la suma de las corrientes nominales no debe superar la capacidad de corriente del circuito ramal. Los motores u otras cargas de uso continuo no deben superar el 80% de la capacidad de corriente del circuito ramal.

(3) La corriente nominal de un solo artefacto eléctrico conectado con cordón y clavija a un circuito sin otras salidas, no debe superar el 80% de la capacidad de corriente del circuito.

(4) La capacidad de corriente de un circuito ramal para estufa se debe calcular según la demanda especificada para las estufas en el Artículo 550-13(b)(5).

550-8. Salidas para tomacorrientes.

(a) **Salidas para tomacorrientes del tipo con polo a tierra.** Todas las salidas para tomacorrientes deben : (1) ser del tipo con polo a tierra, (2) instalarse de acuerdo con lo establecido en el Artículo 210-7 y (3) deben ser sencillas o dobles, de 125 V y 15 o 20 A y aceptar clavijas con contactos machos paralelos, excepto si son para artefactos específicos.

(b) **Protección mediante interruptores de circuito por falla a tierra.** Todos los tomacorrientes monofásicos de 120 V y 15 o 20 A instalados en la parte exterior de las viviendas móviles y en los cuartos de baño, incluidos los que lleven los artefactos de alumbrado, deben estar protegidos por medio de interruptor de circuito por falla a tierra para protección de las personas. Esta protección debe afectar a todos los tomacorrientes ubicados a menos de 1,80 m de cualquier lavabo o fregadero.

Excepción: Los tomacorrientes instalados para artefactos en espacios dedicados, como lavavajillas, trituradores, refrigeradores, congeladores, lavadoras y secadoras.

No se requieren tomacorrientes en las áreas ocupadas por una ducha, taza sanitaria, tina o cualquier combinación de esos elementos. Si se instala un tomacorriente en esas áreas, debe estar protegido por medio de interruptor de circuito por falla a tierra para protección de las personas.

Se permite que los alimentadores de circuitos ramales estén protegidos por un interruptor de circuito por falla a tierra, en vez de los interruptores de circuito anteriormente descritos.

(c) Artefactos eléctricos fijos conectados por cordón. Para cada artefacto eléctrico fijo conectado por cordón se debe instalar una salida de tomacorriente con polo a tierra.

(d) Salidas para tomacorrientes necesarias. Debe haber tomacorrientes en todas las habitaciones excepto el baño, lavabo y áreas de entrada (vestíbulos) y deben estar instaladas de modo que ningún punto a lo largo de la línea del suelo quede a más de 1,80 m, medidos horizontalmente, de una salida en ese espacio. En los mostradores debe haber un tomacorriente cada 1,80 m. En las habitaciones que deban tener circuitos para pequeños electrodomésticos, se permite medir una línea continua desde el mostrador y el piso, hasta el tomacorriente correspondiente. Para calcular la separación de las salidas de tomacorrientes de otros circuitos no se deben tener en cuenta las de los circuitos de pequeños electrodomésticos.

Excepción nº. 1: Cuando esta línea atraviese una puerta interior, un fregadero, refrigerador, estufa, horno o mostrador, se debe instalar un tomacorriente más si el espacio interrumpido tiene como mínimo 0,60 m de ancho en la línea del piso y al menos 0,30 m de ancho en el mostrador.
Excepción nº. 2: Los tomacorrientes que queden ocultos y no sean fácilmente accesibles por artefactos estacionarios, no deben ser tenidos en cuenta.
Excepción nº. 3: No es necesario incluir la distancia a lo largo de la línea del suelo ocupada por una puerta abierta de par en par en el cálculo de la medida horizontal, si la puerta sólo se abre 90° porque se l o impida la pared.
Excepción nº. 4: El tomacorriente para mostradores de tipo bar y divisiones fijas de las habitaciones puede ser un tomacorriente en la pared, en el punto más cercano en que la pared corte al mostrador o a la división, siempre que:
a. Esa división no tenga más de 2,4 m de largo.
b. Esa división no tenga más de 1,20 m de alto, y
c. La pared corte a la división sólo en un extremo.

(e) Salidas para tomacorrientes exteriores. Se debe instalar por lo menos una salida de tomacorriente en el exterior. Se considera que una salida para tomacorriente ubicada en un compartimento de la vivienda móvil accesible desde el exterior, es un tomacorriente exterior. Los tomacorrientes exteriores deben estar protegidos según se establece en el Artículo 550-8(b).

(f) Salidas para tomacorriente no permitidas.

(1) En las duchas o bañeras. No se deben instalar tomacorrientes a menos de 0,75 m, inclusive, de una ducha o tina.

(2) Hacia arriba. En un mostrador no se deben instalar tomacorrientes mirando hacia arriba.

(g) Salida para cinta térmica. Una salida para cinta térmica, si está instalada y ubicada en la parte inferior de la vivienda móvil a 0,9 m o más el borde exterior, no se debe considerar como tomacorriente exterior. Si se instala una salida para cinta de calefacción, debe estar ubicada a menos de 0,6 m de la entrada de agua fría.

550-9. Aparatos y Artefactos.

(a) Sujeción de los artefactos durante el transporte. Se debe contar con medios para sujetar bien los artefactos durante el transporte de la vivienda móvil (véase el Artículo 550-11 en cuanto a las disposiciones sobre puesta a tierra,).

(b) Accesibilidad. Todos los artefactos deben ser accesibles para su inspección, servicio, reparación o cambio sin tener que quitar cualquier parte fija de su construcción.

(c) Colgantes. Los artefactos o cordones colgantes deben estar certificados e identificados para su conexión con los componentes de la edificación.

(d) Aparatos en los baños y duchas. Cuando se instale un aparato de alumbrado sobre una tina o cerca de una ducha, debe ser de tipo cerrado, con juntas herméticas y estar certificado para lugares mojados.

(e) Ubicación de los interruptores. Los interruptores de los aparatos de alumbrado de las duchas y de los ventiladores de extracción de aire ubicados sobre una tina o ducha, deben estar colocados fuera del espacio de estas.

550-10. Métodos y materiales de alambrado. Excepto si se indica específicamente otra cosa en esta Sección, en el alambrado de las viviendas móviles se deben utilizar los métodos y materiales incluidos en este *Código*.

(a) Cajas no metálicas. Se permite usar cajas no metálicas sólo con cables o canalizaciones no metálicos.

(b) Protección del cable no metálico. Los cables no metálicos ubicados a una distancia de 0,4 m del suelo o menos, si están expuestos, deben protegerse contra daños físicos mediante embellecedores, protectores o canalizaciones. Los cables que se puedan dañar mientras están guardados, deben estar siempre protegidos.

(c) Protección de cable recubierto de metal y no metálico. Se permite que los cables con recubrimiento metálico y los no metálicos pasen por el centro de montantes 50,8 mm x 101,6 mm de lado. No obstante, deben protegerse cuando pasen por montantes de 50,8 mm x 50,8 mm o por otros montantes o soportes cuando el cable o su blindaje quede a menos de 31,8 mm de la parte interior o superficie exterior de los montantes cuando el material de revestimiento de la pared esté en contacto con ellas. Para proteger el cable se debe utilizar una lámina de acero a cada lado, o un tubo, de espesor no inferior a 1,519 mm (16 MSG) . Esas placas o tubos deben sujetarse firmemente en su sitio.

(d) Placas metálicas. Cuando se utilicen placas metálicas deben estar puestas a tierra eficazmente.

(e) Requisitos de instalación. Si se conecta una estufa, secadora o artefacto similar por medio de un cable recubierto de metal o cables en un tubo metálico flexible, debe dejarse libre un tramo de cable o tubo no inferior a 0,9 m para poder mover el artefacto. El cable o el tubo metálico flexible debe ir sujeto a la pared. No se deben utilizar cables de tipo NM o SE para conectar una estufa o secadora. Esto no supone la prohibición de usar cables de tipo NM o SE entre el dispositivo de protección del circuito ramal contra sobrecorriente y la caja de unión o el tomacorriente para la estufa o la secadora.

(f) Canalizaciones. Cuando se utilicen conductos metálicos rígidos o metálicos intermedios que terminen en una envolvente con tuerca y boquilla, se deben poner dos tuercas, una por dentro de la envolvente y otra por fuera. Se permiten conductos rígidos no metálicos o tuberías eléctricas no metálicas. Todos los bordes de los tubos y conductos se deben escariar o limar para dejarlos lisos.

(g) Interruptores. Los interruptores deben tener los siguientes valores nominales:

(1) Para los circuitos de alumbrado, los interruptores no deben tener menos de 10 A para 120-125 V y en ningún caso menos que la carga conectada.

(2) Para los motores y otras cargas, los interruptores deben tener un valor nominal en W (HP), A o ambos, pero adecuado para la carga conectada (se permite usar un interruptor de acción rápida y uso general para poner en marcha y parar un motor de 1 492 W (2 HP) o menos cuya corriente a plena carga no supere el 80% de la corriente nominal del interruptor).

(h) Alambrado bajo el chasis (expuesto a la intemperie).

(1) Cuando al exterior de la caravana o bajo el chasis haya alambrado de red (a 120 V nominales o más) expuesto a la humedad o daños físicos, debe estar protegido por conductos metálicos rígidos o metálicos intermedios. Los conductores deben ser adecuados para lugares mojados.

Excepción: Se permite usar tuberías metálicas eléctricas o conductos rígidos no metálicos cuando vayan sujetas a lo largo del bastidor y de las envolventes de los equipos.

(2) Los cables o conductores deben ser de tipo NMC, TW o equivalente.

(i) Cajas, accesorios y gabinetes. Las cajas, accesorios y gabinetes deben estar bien sujetos en miembros estructurales de la vivienda, directamente o mediante un apoyo sólido.

Excepción: Cajas de tipo de fijación por resorte. Se permite que las cajas, dotadas de abrazaderas especiales para paredes o techos y de dispositivos eléctricos con envolventes integradas que se sujeten fácilmente a las paredes o techos y estén identificadas para ese uso, no estén sujetas a un miembro o un apoyo estructural. Los ensayos y la aprobación deben indicar los tipos de construcción de las paredes y techos con los que se pueden utilizar las cajas.

(j) Conexiones de los terminales de artefactos. Los artefactos que tengan conexiones con el circuito ramal que puedan funcionar a temperaturas superiores a 60℃, deben conectarse a un circuito cuyos conductores cumplan lo especificado en los siguientes apartados (1) o (2):

(1) Se permite que los conductores del circuito ramal que tengan un aislamiento adecuado para la temperatura a la que vayan a funcionar, vayan directamente hasta el artefacto.

(2) Los conductores que tengan un aislamiento adecuado para la temperatura a la que vayan a funcionar, deben ir desde la conexión del terminal del artefacto hasta una caja de unión fácilmente accesible ubicada como mínimo a 0,30 m del artefacto. Estos conductores deben ir en una canalización adecuada que tenga por lo menos 1,20 m.

(k) Interconexión de los componentes. Se permite la interconexión durante el montaje de los módulos u otros componentes del edificio, de los accesorios y conectores que estén previstos para quedar ocultos durante el montaje de la casa, cuando estén probados, identificados y certificados según las normas aplicables. Tales accesorios y conectores deben ser adecuados para el método de alambrado utilizado en cuanto a aislamiento, aumento de temperatura y fallos por falla a tierra y deben ser capaces de soportar las vibraciones y pequeños movimientos relativos entre los distintos componentes de la vivienda móvil.

550-11. Puesta a tierra. La puesta a tierra de los equipos eléctricos y de las partes metálicas no portadoras de corriente de una vivienda móvil, se debe hacer mediante la conexión a un bus o barra de puesta a tierra en el panel de distribución de la vivienda. La barra de puesta a tierra se debe poner a tierra a través del conductor aislado de color verde del cordón de suministro o el conductor puesto a tierra de la acometida del equipo de entrada a la acometida, ubicado adyacente al lugar de la vivienda móvil. Ni el chasis o bastidor de la vivienda móvil ni el de los artefactos eléctricos que haya en ella, se deben conectar al conductor puesto a tierra del circuito (neutro) en la vivienda móvil.

(a) Neutro aislado.

(1) El conductor puesto a tierra del circuito (neutro) debe estar aislado de los conductores de puesta a tierra, de los armarios de los equipos y de otras partes puestas a tierra. Los terminales del circuito puesto a tierra (neutro) del panel de distribución y de las estufas, secadoras, estufas montadas en mostradores y hornos de pared, deben estar aislados del armario de los equipos. Los tornillos, abrazaderas o barras de conexión equipotencial del panel de distribución o de los artefactos eléctricos, se deben quitar y desechar.

(2) Las conexiones de las estufas y secadoras trifilares de 120/240 V se deben hacer con cordón de cuatro conductores y clavijas tripolares, 4 hilos, con polo a tierra o con cables de tipo AC, MC o conductores dentro de conductos metálicos flexibles.

(b) Medios de puesta a tierra de equipos.

(1) El conductor de puesta a tierra con aislamiento de color verde en el cordón de suministro o en el alimentador permanente, se debe conectar al bus de puesta a tierra en el panel de distribución o en el medio de desconexión.

(2) En el sistema eléctrico, todas las partes metálicas expuestas, armarios, envolventes, bastidores, bases metálicas de los artefactos de alumbrado, etc., se deben conectar equipotencialmente de manera eficaz al terminal de puesta a tierra o al armario del panel de distribución.

(3) Los artefactos eléctricos conectados con cordón, como lavadoras, secadoras, refrigeradores, el sistema eléctrico de las estufas de gas, etc., se deben poner a tierra mediante un cordón con conductor de puesta a tierra y clavija con polo a tierra.

(c) Conexión equipotencial de las partes metálicas no portadoras de corriente.

(1) Todas las partes metálicas no portadoras de corriente expuestas por las que pueda pasar corriente, deben estar conectadas equipotencialmente al terminal de puesta a tierra o al armario del panel de distribución. Se debe conectar un conductor de conexión equipotencial entre el panel de distribución y un terminal accesible en el chasis.

(2) Los terminales de puesta a tierra deben ser de tipo sin soldadura y certificados para usarlos con conectores de presión reconocidos para alambres de la sección transversal que se emplee. El conductor de conexión equipotencial debe ser de cobre sólido o trenzado, aislado o desnudo y como mínimo 8,36 mm^2 de sección transversal (8 AWG). El conductor de conexión equipotencial no debe estar expuesto a daños físicos.

(3) Las tuberías metálicas de gas, de agua y de desagüe y los conductos metálicos de ventilación se consideran conectados equipotencialmente si están conectados al terminal del chasis (véase Artículo 550-11(c)(1)) mediante abrazaderas, conectores sin soldadura o abrazaderas adecuadas de puesta a tierra.

(4) Todos los techos y cubiertas exteriores metálicas se consideran conectados equipotencialmente si : (a) los paneles metálicos se solapan unos con otros y están bien sujetos a soportes de madera o metal mediante tornillos o pernos metálicos y (b) si el panel inferior del recubrimiento exterior metálico está sujeto por tornillos o pernos metálicos a un travesaño del chasis o bastidor por dos abrazaderas metálicas por cada vivienda móvil o parte de la misma, en ambos extremos.

El material de la abrazadera de conexión equipotencial debe tener una anchura mínima de 10 cm de material equivalente al forro o de un material de igual o mejor conductividad eléctrica. Las abrazaderas deben ir sujetas con herrajes que atraviesen la pintura, como tornillos, arandelas *"groover"* o equivalentes.

550-12. Ensayos.

(a) Ensayo de rigidez dieléctrica. El alambrado de todas las viviendas móviles se debe someter a un ensayo de rigidez dieléctrica a 900 V durante un minuto (con todos los interruptores cerrados) entre las partes energizadas (incluido el neutro) y la puesta a tierra de la vivienda. Como alternativa se permite hacer el ensayo a 1 080 V durante un segundo. Este ensayo se debe efectuar una vez instalados todos los circuitos ramales, aparatos o artefactos eléctricos.

Excepción: No es necesario que pasen el ensayo de rigidez dieléctrica los aparatos o artefactos eléctricos certificados.

(b) Ensayos de continuidad y funcionamiento y comprobación de polaridad. Todas las viviendas móviles se deben someter a:

(1) Un ensayo de continuidad eléctrica que asegure que todas las partes metálicas no portadoras de corriente expuestas están bien conectadas equipotencialmente.

(2) Un ensayo de funcionamiento eléctrico que demuestre que todos los equipos, excepto los calentadores de agua y hornos eléctricos, están conectados y funcionan bien.

(3) Comprobación de la polaridad eléctrica de todos los equipos conectados permanentemente y salidas de tomacorriente, para establecer si las conexiones están bien hechas.

550-13. Cálculos. Para calcular las cargas del cordón de suministro .y del panel de distribución de cada alimentador de una vivienda móvil, se debe emplear el siguiente método, en lugar del descrito en la Sección 220, basado en suministro a 120-240 V, tres hilos, con cargas equilibradas de 120 V entre las dos fases energizadas del sistema de tres hilos.

(a) Cargas de alumbrado y pequeños electrodomésticos.

Voltamperios para alumbrado : longitud x anchura de la planta de la vivienda móvil (dimensiones exteriores) x 32 VA por m². Por ejemplo:

VA para alumbrado = longitud x anchura x 32

Voltamperios para pequeños artefactos : número de circuitos x 1 500 VA por cada circuito de tomacorriente para artefactos de 20 A (véase la definición de "Artefactos eléctrico portátil en el Artículo 550-2, con la Nota), incluyendo 1 500 VA para el circuito de la lavadora. Por ejemplo:

VA para pequeños artefactos = nº. de circuitos x 1 500

VA totales = VA para alumbrado + VA para pequeños artefactos.

Para obtener la corriente de cada fase del circuito, se multiplican los primeros 3 000 VA al 100% y los restantes al 35% y la suma se divide por 240 V.

(b) Carga total para establecer la corriente de suministro. La carga total para establecer la corriente de suministro es la suma de:

(1) Carga para alumbrado y pequeños artefactos, como se calcula en el Artículo 550-13(a).

(2) Corrientes nominales según placas de características de las cargas de motores y calentadores (ventiladores, acondicionadores de aire, calefacción eléctrica, artefactos eléctricos de las estufas y calefacción a gas o petróleo).

Se suprime la menor de las cargas de calefacción y aire acondicionado, pero se incluye el motor del ventilador si el acondicionador de aire tiene motor con evaporador. Si no hay acondicionador de aire pero el cordón de suministro es de 40 A, se permiten 15 A en cada fase para el aire acondicionado.

(3) El 25% de la corriente del mayor motor del apartado (2).

(4) Corriente total que conste en la placa de características del triturador de basuras, lavadora, calentador de agua, secadora, horno de pared y artefactos de cocina.

Cuando el número de todos estos artefactos pase de tres, aplicar el 75% del total.

(5) Corriente que resulte para estufas normales (distintas de los hornos y unidades de cocina), dividiendo los siguientes valores por 240 V:

Potencia nominal en placa de características	Cálculo de la potencia
Hasta 10 000 W	80% de la potencia nominal
De 10 001 a 12 500 W	8 000 VA
De 12 501 a 13 500 W	8 400 VA
De 13 501 a 14 500 W	8 800 VA
De 14 501 a 15 500 W	9 200 VA
De 15 001 a 16 500 W	9 600 VA
De 16 501 a 17 500 W	10 000 VA

(6) Si existen circuitos o salidas para otros artefactos además de los instalados en fábrica, incluir también la carga que supongan.

En el siguiente ejemplo se recogen todos estos cálculos.

Ejemplo

Una vivienda móvil de 20 m x 3 m en planta, con dos circuitos para pequeños artefactos, un calentador a 240 V y 1 000 VA, un ventilador con motor de 120 V y 200 VA, una lavadora a 120 V y 400 VA y una estufa eléctrica de 7 000 VA.

Cargas de alumbrado y pequeños electrodomésticos

Alumbrado 20 m x 3 m x 32 VA/m² = 1 920 VA
Pequeños electrodomésticos 1.500 x 2 = 3 000 VA
Lavadora 1 500 x 1 = 1 500 VA
---
6 420 VA

Primeros 3 000 VA al 100% = 3 000 VA
Resto (6 420 - 3 000 =) 3 420 al 35% = 1 197 VA
---
4 197 VA

$$\frac{4197VA}{240V} = 17{,}5\ A\ por\ fase$$

	A por circuito	
	A	**B**
Alumbrado y artefactos eléctricos	17,5	17,5
Calentador, 1.000 VA/240 V =	4,2	4,2
Ventilador, (200 VA x 125%)/120 V =	2,1	
Lavavajillas, 400 VA/120 V =		3,3
Estufa, (7.000 VA x 80%)/240 V =	23,3	23,3
	---	---
Total	47,1	48,3

Según la mayor corriente calculada en cada fase, se requiere un cable de alimentación de 50 A como mínimo.

(c) Método opcional de cálculo de cargas de alumbrado y artefactos. En las viviendas móviles se permite aplicar el método opcional de cálculo de las cargas de alumbrado y artefactos que se indica en el Artículo 220-30 y la Tabla 220-30.

550-14. Interconexión de viviendas móviles de varias partes. Para unir las partes de un circuito que deba ser continuo y estén ubicadas en partes distintas de una vivienda móvil, una vez instalada la casa sobre el chasis, se deben utilizar métodos de alambrado fijos aprobados y certificados. Las uniones de los circuitos deben ser accesibles para desconectarlas cuando se vaya a trasladar la vivienda móvil.

550-15. Salidas exteriores, aparatos, equipo de aire acondicionado, etc.

(a) Certificados para uso exterior. Los equipos y aparatos que se utilicen en el exterior deben estar certificados para tal uso. Los tomacorrientes exteriores o salidas convenientes, deben ser del tipo con tapa y junta para uso en lugares mojados.

(b) Equipo exterior de calefacción, aire acondicionado o ambos. Una vivienda móvil que tenga una circuito ramal diseñado para energizar equipo de calefacción o de aire acondicionado exterior, o ambos, que estén ubicados fuera de la casa, excepto los acondicionadores de aire para cuartos, debe tener los conductores de ese circuito ramal terminados en una caja de salida o medio de desconexión certificados, ubicados también en el exterior de la casa. Cerca de la caja de unión se debe colocar una etiqueta permanente con la siguiente información:

"ESTA CONEXIÓN ES PARA EQUIPOS DE CALEFACCIÓN Y/O AIRE ACONDICIONADO. EL CIRCUITO RAMAL TIENE UNA CORRIENTE NOMINAL NO SUPERIOR A ____ A, _____V, 60 Hz, CON CAPACIDAD DE CORRIENTE DE DEL CONDUCTOR _____ A NOMINALES. DEBE HABER MEDIOS DE DESCONEXIÓN A LA VISTA DEL EQUIPO"

("THIS CONNECTION IS FOR HEATING AND/OR AIR CONDITIONING EQUIPMENT. THE BRANCH CIRCUIT IS RATED AT NOT MORE THAN _____AMPERES, AT _____VOLTS, 60-HERTZ _____ CONDUCTOR AMPACITY. A DISCONNECTING MEANS SHALL BE LOCATED WITHIN SIGHT OF THE EQUIPMENT")

En los espacios en blanco se debe anotar la tensión y corriente correctos. Esta etiqueta debe medir como mínimo 76 mm x 44,5 mm y ser de un espesor no inferior a (508 micras), de latón grabado, de acero inoxidable, aluminio anodizado, alclad o equivalente.

C. Acometidas y Alimentadores

550-21. Sistema de distribución. El sistema de distribución secundario del estacionamiento de viviendas móviles hasta cada plaza de estacionamiento debe ser monofásico y de 120/240 V nominales. A efectos de lo establecido en esta Parte C, cuando la tensión de la acometida de la parcela sea de más de 240 V nominales, se deben considerar como equipos de la acometida los transformadores y paneles de distribución secundarios.

550-22. Factores de demanda mínimos permitidos . El sistema de alambrado eléctrico para las parcelas (a 120/240 V) se debe calcular sobre el mayor de los siguientes valores: (1) 16 000 VA por cada plaza de estacionamiento de viviendas móviles o (2) la carga calculada según el Artículo 550-13 para la mayor de las viviendas móviles típicas que se puedan ubicar en cada plaza. Se permite calcular la carga del alimentador o de acometida de acuerdo con la Tabla 550-22. No se permiten factores de demanda para otras cargas, excepto lo que se establezca en este *Código*.

Se permiten conductores de acometida y de alimentador a una vivienda móvil que cumplan lo establecido en la Sección 310, Nota 3 de las notas a las Tablas de capacidad de corriente de 0 a 2 000 V.

Tabla 550-22 Factores de demanda de alimentadores y conductores de entrada a la acometida para viviendas móviles

Número de viviendas móviles	Factor de demanda (%)
1	100
2	55
3	44
4	39
5	33
6	29
7-9	28
10-12	27
13-15	26
16-21	25
22-40	24
41-60	23
De 61 en adelante	22

550-23. Equipo de acometida para viviendas móviles.

(a) Equipo de acometida. El equipo de acometida para viviendas móviles debe estar ubicado al lado de la vivienda móvil y en ningún caso dentro o sobre la propia vivienda móvil. El equipo de acometida debe estar ubicado a la vista de la pared exterior de la vivienda móvil que alimenta y a no más de 15,2 m de la misma.

Excepción nº. 1: Se permite que el equipo de acometida esté ubicado en otro lugar del predio, siempre que se cumplan todas las condiciones siguientes:

a. Que haya un medio de desconexión adecuado para el equipo de acometida, ubicado a la vista de la pared exterior de la vivienda móvil que alimenta y a no más de 15,2 m de la misma.

b. Que la puesta a tierra en el medio de desconexión cumpla lo establecido en el Artículo 250-24.

Excepción nº. 2: Se permite que el equipo de acometida esté instalado dentro o sobre una casa prefabricada, siempre que se cumplan todas las condiciones siguientes:

a. Que el equipo de la acometida esté instalado de modo aceptable para la autoridad con jurisdicción.

b. Que la instalación del equipo de la acometida cumpla lo establecido en la Sección 230.

c. Que existan medios para conectar un conductor del electrodo de puesta a tierra al equipo de la acometida, por fuera de la estructura.

(b) Capacidad nominal. El equipo de la acometida de viviendas móviles debe tener una capacidad nominal de corriente no inferior a 100 A, a 120/240 V y deben existir medios para conectar el conjunto alimentador de la vivienda móvil por un método de alambrado permanente. También se permite que las salidas de fuerza utilizadas como equipo de acometida de una vivienda móvil contengan tomacorrientes hasta de 50 A nominales con la protección contra sobrecorriente apropiada. Los tomacorrientes de 50 A deben tener la configuración mostrada en la Figura 550-5(c).

Nota: Para más detalles sobre la configuración de los tomacorrientes y clavijas de 50 A, véase *Standard for Dimensions of Attachment Plugs and Receptacles,* National Electrical Manufacturers Association, ANSI/NEMA WD6-1988, Figura 14-50.

(c) Equipos eléctricos adicionales exteriores. Los equipos de la acometida de las viviendas móviles deben tener también un medio para conectar otra estructura, edificación móvil o equipos eléctricos adicionales ubicados fuera de la vivienda móvil, mediante un sistema de alambrado fijo.

(d) Tomacorrientes adicionales. Se permite que haya otros tomacorrientes monofásicos de 125 V y 15 o 20 A para la conexión de equipos eléctricos ubicados fuera de la vivienda móvil, que deben estar protegidos por un interruptor de circuito por falla a tierra certificado.

(e) Altura de montaje. El medio de desconexión externo de las viviendas móviles debe instalarse de modo que la parte inferior del armario en el que esté instalado quede a una altura no inferior a 0,60 m sobre el suelo acabado o la plataforma de trabajo. El medio de desconexión debe estar instalado de modo que el centro del asa de la empuñadura de accionamiento, en su posición más alta, no esté a más de 2 m sobre el nivel del suelo acabado o la plataforma de trabajo.

(f) Puestos a tierra. Todos los equipos de la acometida de las viviendas móviles deben estar puestos a tierra según se indica en la Sección 250 para los equipos de la acometida.

(g) Rotulado. Cuando el equipo de acometida de las viviendas móviles utilice un tomacorriente de 125/250 V, el equipo debe estar rotulado así :

"Antes de insertar o remover el enchufe, apagar el interruptor de desconexión o el interruptor automático. El enchufe debe estar completamente insertado o removido".

"Turn disconnecting switch or circuit breaker off before inserting or removing plug. Plug must be fully inserted or removed".

Este rótulo debe estar ubicado en el equipo de la acometida, al lado de la salida de tomacorriente.

550-24. Alimentador.

(a) Conductores del alimentador. Los conductores del alimentador de las viviendas móviles deben consistir bien sea de un cordón certificado instalado en fábrica, según lo establecido en el Artículo 550-5(b), o de un alimentador permanentemente instalado consistente en cuatro conductores, aislados, con código de colores que deben estar identificados en fábrica o durante la instalación en sitio, de acuerdo con el Artículo 310-12. Los conductores para puesta a tierra de equipos no deben estar identificados pelando el aislamiento.

Excepción: Cuando el alimentador de una vivienda móvil esté instalado entre el equipo de acometida y el medio de desconexión, como se indica en el Artículo 550-23(a) Excepción nº. 1, se permite suprimir el conductor de puesta a tierra de los equipos si el conductor puesto a tierra del circuito está puesto a tierra en el medio de desconexión, como exige el Artículo 250-24(a).

(b) Capacidad adecuada del alimentador. Los conductores del circuito alimentador de una plaza de estacionamiento para viviendas móviles deben tener una capacidad adecuada para las cargas que van a alimentar y en ningún caso debe ser inferior a 100 A a 120/240 V nominales.

Sección 551 - VEHÍCULOS RECREATIVOS Y ESTACIONAMIENTOS DE VEHÍCULOS RECREATIVOS

A. Generalidades

551-1. Alcance. Las disposiciones de esta Sección se refieren a los conductores y equipos eléctricos instalados sobre o dentro de los vehículos recreativos, los conductores que conectan los vehículos recreativos a una fuente de alimentación y a la instalación de equipos y artefactos que tengan que ver con las instalaciones de los estacionamientos de vehículos recreativos.

551-2. Definiciones. (Véanse otras definiciones en la Sección 100).
Área de estacionamiento para vehículos recreativos: parte del terreno dentro de un estacionamiento de vehículos recreativos, destinada para la acomodación provisional de un vehículo recreativo, una tienda u otra unidad para acampar.

Artefacto eléctrico estacionario: artefacto eléctrico que no se puede llevar fácilmente de un sitio a otro en su uso normal.

Artefacto eléctrico fijo: artefacto eléctrico sujeto o asegurado por otros medios en un lugar específico.

Artefacto eléctrico portátil: artefacto eléctrico que se traslada o se puede trasladar fácilmente de un lugar a otro en su uso normal.

Nota: A los fines de esta Sección, se consideran portátiles los siguientes artefactos si no están fijos y están conectados con un cordón: refrigeradores, estufas, lavadoras de ropa, lavavajillas sin equipo de secado y otros artefactos similares.

Baja tensión: fuerza electromotriz de 24 V nominales o menos suministrada desde un transformador, convertidor o batería.

Bastidor : riel del chasis y cualquier parte soldada a él, de perfil metálico con un grosor de 1,519 mm (16 MSG) o superior.

Camión para acampar: unidad portátil construida para ofrecer vivienda provisional con fines recreativos, de viaje o para acampara, que consta de un techo, un piso y unos laterales, diseñada para cargarla o descargarla en el platón de un vehículo de tipo "pick-up".

Casa rodante: unidad vehicular diseñado para servir de vivienda provisional, con fines recreativos, para acampar o para viajar, construida o montada permanentemente sobre el chasis de un vehículo autopropulsado, o sobre un chasis con cabina o furgón que forma parte integral del vehículo completo (véase definición de "Vehículo recreativo").

Conductores del alimentador del área de estacionamiento para vehículos recreativos: los conductores que van desde el equipo de la acometida del estacionamiento hasta el equipo de suministro instalado en cada plaza.

Conjunto de fuente de alimentación : los conductores, incluidos los puestos a tierra, los no puestos a tierra y conductores de puesta a tierra de equipos, los conectores, clavijas y otros accesorios, soportes aislantes para cables o dispositivos instalados con el fin de suministrar energía eléctrica desde la fuente de alimentación al panel de distribución dentro del vehículo recreativo.

Convertidor: dispositivo que cambia la corriente eléctrica de una forma a otra, por ejemplo de corriente alterna a corriente continua.

Equipo de aire acondicionado o de refrigeración para comodidad : todo equipo destinado o instalado con el fin de procesar el tratamiento del aire, de manera que se controle simultáneamente su temperatura, humedad, limpieza y distribución, para cumplir con los requisitos del espacio acondicionado.

Equipo de suministro para área de vehículos recreativos: el equipo necesario, usualmente una salida de fuerza, consistente en un interruptor automático o un interruptor y fusible y sus accesorios, ubicado cerca del punto de entrada de los conductores de suministro a la plaza de estacionamiento de un vehículo recreativo y destinado para que constituya el medio de desconexión de la alimentación a dicha plaza.

Estacionamiento de vehículos recreativos: parcela de terreno en la que hay dos o más áreas de estacionamiento establecidas o mantenidas para su ocupación por vehículos recreativos del público en general, utilizados como vivienda temporal para fines recreativos o vacacionales.

Frente muerto (Aplicado a los interruptores, interruptores automáticos, cuadros de distribución y paneles de distribución) : diseñado, construido e instalado de modo que normalmente no haya partes portadoras de corriente (energizadas) expuestas en su frente.

Medio de desconexión: equipo necesario, consistente usualmente de un interruptor automático o un interruptor y fusible y sus accesorios, ubicado cerca del punto de entrada de los conductores de suministro en un vehículo recreativo y destinado para constituir el medio de corte de la alimentación a dicho vehículo.

Panel de distribución: uno o varios paneles que actúan como una unidad e incluyen buses, con o sin interruptores y/o dispositivos de protección automática contra sobrecorriente, para el control de circuitos de alumbrado, calefacción o circuitos de fuerza de pequeñas capacidades individuales o conjuntas; está diseñado para instalarlo en un armario o caja de corte ubicada en una pared o tabique, o contra ella, y accesible sólo por su frente.

Remolque para acampar: vehículo portátil montado sobre ruedas con paredes laterales total o parcialmente desmontables, que se pliegan para remolcarlo por otro vehículo y se despliegan en el campamento para servir de vivienda temporal para recreación, para acampar o para viajar (véase definición de "Vehículo recreativo").

Remolque para viaje: vehículo montado sobre ruedas, diseñado fundamentalmente como vivienda temporal para recreación, para acampar o para viajar, de tamaño o peso que no exige permisos especiales de circulación por carretera cuando circula remolcado por un vehículo a motor y cuya superficie bruta es inferior a 29,80 m² (véase también la definición de "Vehículos recreativos").

Sitio para vehículo recreativo : el lugar dentro del área de estacionamiento para vehículo recreativo destinado para la ubicación de un vehículo recreativo.

Transformador: dispositivo que eleva o reduce el valor de la tensión de corriente alterna respecto al de la fuente primaria de alimentación.

Vehículo recreativo: vehículo diseñado fundamentalmente como vivienda temporal o para uso recreativo, para acampar o para viajar, que tiene su propio motor o está montado en o remolcado por otro vehículo. Sus tipos principales son remolque para viaje, remolque para acampar, camión para acampar y casa rodante.

551-3. Otras Secciones. Cuando los requisitos de otras Secciones de este *Código* difieran de los de la Sección 551, se debe aplicar la Sección 551.

551-4. Requisitos generales.

(a) Vehículos no afectados. No es necesario que un vehículo recreativo que no se utilice para los fines definidos en el Artículo 551-2, cumpla lo establecido en la Parte A relativo al número o capacidad de corriente de los circuitos requeridos. No obstante, si el vehículo tiene una instalación eléctrica que se pueda conectar a la red de c.a. a 120 o 120/240 V nominales, debe cumplir los demás requisitos aplicables de esta Sección.

(b) Sistemas. Esta Sección cubre los sistemas eléctricos con baterías y otros de baja tensión (24 V o menos), combinación de sistemas eléctricos, instalaciones de generadores y sistemas de 120 o 120/240 V nominales.

B. Instalaciones de baja tensión

551-10. Instalaciones de baja tensión.

(a) Circuitos de baja tensión. Los circuitos de baja tensión suministrados e instalados por el fabricante del vehículo recreativo, que no sean los circuitos del automóvil o sus extensiones, están sometidos a este *Código*.

Los circuitos que alimentan el alumbrado que estén sujetos a regulación local o nacional, deben cumplir las correspondientes normas gubernamentales y además lo establecido en este *Código*.

(b) Instalaciones de baja tensión.

(1) En los circuitos de baja tensión se deben instalar conductores de cobre.

Excepción: Se permite utilizar el chasis o el bastidor metálico como retorno de la fuente de alimentación. Las conexiones con el chasis o el bastidor se deben hacer: (1) en un lugar accesible, (2) por medio de conductores de cobre y terminales de cobre o aleación de cobre sin soldadura, identificados para la sección del alambre utilizado y (3) bien sujetas mecánicamente.

(2) Los conductores deben cumplir los requisitos de los tipos HDT, SGT, SGR o SXL o deben tener aislamiento de acuerdo con la Tabla 310-13 o equivalente. Los conductores de sección transversal 13,29 mm^2 (6 AWG) a 0,82 mm^2 (18 AWG) o los SAE deben estar certificados.

(Nota): Para los conductores de tipo HDT y SXL, véanse las normas NTC 1116, Cables primarios de baja tensión y SAE J1128-1988. Para los conductores de tipo SGT y SGR, véanse la normas NTC 1957, Cables para baterías y SAE J1127-1988.

(3) Los conductores sencillos de baja tensión deben ser trenzados.

(4) Todos los conductores aislados de baja tensión deben estar rotulados en su superficie a intervalos no superiores a 1,2 m, como sigue:

a. Los conductores certificados deben llevar los rótulos que exija el organismo que los ha certificado.
b. Los conductores SAE deben llevar el nombre o logotipo del fabricante, su designación de especificaciones y sección transversal.
c. Los demás conductores deben llevar el nombre o logotipo del fabricante, clasificación de temperatura, sección transversal, material del conductor y espesor del aislante.

(5) Los conductores deben tener un aislamiento como mínimo para 90℃ en instalaciones interiores y para 125℃ en todo el alambrado del compartimiento del motor o bajo el chasis, cuando los conductores estén ubicados a menos de 0,45 m de cualquier componente del sistema de escape de un motor de combustión interna.

(c) Métodos de alambrado para baja tensión.

(1) Los conductores deben estar bien sujetos y protegidos contra daños físicos. Cuando a la estructura se sujeten conductores aislados, el aislante se debe reforzar con una capa de cinta aislante o material equivalente, aunque no es necesario proteger de esta forma los cables con chaqueta. Hay que mantener los cables alejados de bordes cortantes, piezas móviles o fuentes de calor.

(2) Los conductores se deben empalmar o unir con dispositivos de unión que ofrezcan una conexión segura o soldándolos o cobresoldándolos con un metal o aleación fusible. Los empalmes soldados se deben empalmar primero, de forma que queden mecánica y eléctricamente bien hechas y luego si soldarlos. Todos los empalmes, juntas y extremos libres de los conductores se deben proteger con cinta aislante de modo que queden igual de aislados que el resto del conductor.

(3) Los circuitos alimentados por baterías u otras fuentes de corriente continua deben separarse físicamente de los circuitos de otras fuentes de alimentación mediante un espacio mínimo de 12,5 mm o por algún otro medio aprobado. Son métodos aceptables para conseguir esa separación sujetar los cables con abrazaderas, llevarlos por otro sitio u otro método equivalente que asegure su separación total y permanente. Cuando se crucen circuitos pertenecientes a distintas fuentes de alimentación, la chaqueta externa de los cables con recubrimiento no metálico debe proporcionar la separación adecuada.

(4) Los terminales de puesta a tierra deben quedar accesibles para su servicio o mantenimiento. Las superficies de contacto de los terminales de puesta a tierra deben estar limpias y libres de óxido o pintura y conectarse eléctricamente utilizando arandelas "groover" con dientes internos y externos de cadmio, de estaño o galvanizados o mediante arandelas a rosca. Los tornillos, remaches, pernos y tuercas o arandelas de sujeción de los terminales de puesta a tierra deben ser de cadmio, de estaño o galvanizados, pero se permite que cuando vayan en estructuras de aluminio, los remaches sean de aluminio sin anodizar.

(5) El terminal del chasis de puesta a tierra de la batería debe ir conectado equipotencialmente al chasis del vehículo mediante un conductor de cobre de sección transversal 8,36 mm^2 (8 AWG) como mínimo. Si el cable de alimentación de la batería es de sección transversal mayor que 8,36 mm^2 (8 AWG), el conductor de la conexión equipotencial debe ser de la misma sección transversal.

(d) Instalaciones de baterías. Las baterías almacenadas objeto de las disposiciones de este *Código* deben estar bien sujetas al vehículo e instaladas en una área hermética a los vapores al interior y ventilada directamente al exterior del vehículo. Cuando las baterías estén instaladas en un compartimiento, éste debe estar ventilado mediante aberturas de una superficie mínima de (1 100 mm^2) en su parte superior o inferior. Cuando el compartimento tenga puertas con aberturas de ventilación, dichas aberturas deben estar a menos de 50 mm de la parte superior e inferior. No se deben instalar las baterías en compartimentos en los que haya equipos que produzcan chispas o llamas, pero se permite instalarlas en el compartimento del motogenerador si su única fuente de carga es dicho motogenerador.

(e) Protección contra sobrecorriente.

(1) Los circuitos de baja tensión deben estar protegidos por dispositivos contra sobrecorriente cuya corriente nominal no sea superior a la capacidad de corriente de los conductores de cobre, según la siguiente Tabla:

Tabla 551-10(e). Protección contra sobrecorriente de circuitos de baja tensión

Sección transversal del cable		**Capacidad de corriente**	**Tipo de cable**
mm^2	AWG		
0,82	18	6	Sólo trenzado
1,31	16	8	Sólo trenzado
2,08	14	15	Trenzado o sólido
3,30	12	20	Trenzado o sólido
5,25	10	30	Trenzado o sólido

(2) Los interruptores automáticos o fusibles deben ser de tipo aprobado, incluidos los de tipo automotriz. Los portafusibles deben estar claramente rotulados con la corriente máxima de los fusibles y resguardados contra cortocircuitos y daños físicos mediante una cubierta o medio equivalente.

(Nota): Para más información, véanse las normas *Standard for Electric Fuses (Cartridge Type).* ANSI/SAE J554(b)-1987; *Standard for Blade Type Electric Fuses,* SAE J1284-1988, y *Standard For Automotive Glass Tube Fuses,* UL 275-1993.

(3) Los artefactos de corriente continua y alto consumo de corriente, como las bombas, compresores, ventiladores y otros similares movidos a motor, se deben instalar siguiendo las instrucciones del fabricante.

Los motores controlados por interruptores automáticos o interruptores manuales con manilla se deben proteger según lo que establece el Artículo 430-32(c).

(4) El dispositivo de protección contra sobrecorriente se debe instalar en un lugar accesible del vehículo, a menos de 0,45 m del punto donde conecta la fuente de alimentación con los circuitos del vehículo. Si está fuera del vehículo recreativo, dicho dispositivo se debe proteger contra la intemperie y los daños físicos.

Excepción: Se permite que una fuente de alimentación externa de baja tensión tenga el fusible instalado a menos de 0,45 m después de la entrada de los cables en el vehículo o de la salida de una canalización metálica.

(f) Interruptores. Los interruptores deben ser para uso en c.c y tener una corriente nominal no inferior a la de la carga conectada.

(g) Artefactos de alumbrado. Todos los artefactos de alumbrado interior de baja tensión deben estar certificados.

Excepción: Los artefactos de 4 W nominales o menos que tengan lámparas de 1,2 W nominales o menos.

(h) Tomacorrientes para encendedores de cigarrillos. Los tomacorrientes de 12 V que admitan y permitan funcionar a los encendedores de cigarrillos, se deben instalar en una caja de salida no combustible o el conjunto debe estar identificado por el fabricante como protegido térmicamente.

C. Combinación de sistemas eléctricos

551-20. Sistemas eléctricos combinados.

(a) Generalidades. Se permite que el alambrado del vehículo adecuado para conexión a una batería o fuente de corriente continua, se conecte a una fuente de alimentación de 120 V siempre que todo el sistema de alambrado y equipos tengan capacidad nominal y estén instalados en total conformidad con los requisitos de las Partes A, C, D, E y F de esta Sección relativos a sistemas eléctricos de 120 V. Los circuitos alimentados desde transformadores de corriente alterna no deben alimentar artefactos de corriente continua.

(b) Rectificadores (convertidores de tensión de 120 V c.a. a c.c. de baja tensión). El lado de corriente alterna de un convertidor de tensión de 120 V se debe instalar de acuerdo con lo que establecen las Partes A, C, D, E y F de esta Sección relativas a sistemas eléctricos de 120 V.

Excepción: No están sujetos al anterior requisito los convertidores suministrados como parte integral de un artefacto eléctrico certificado.

Todos los convertidores y transformadores deben estar certificados para su uso en vehículos recreativos y diseñados o equipados para ofrecer protección contra sobretemperatura. Para establecer la corriente nominal del convertidor, se debe aplicar la siguiente fórmula a la carga total conectada de 12 V, incluida la tasa promedio de carga de la batería:

Los primeros 20 A, al 100%; más los segundos 20 A, al 50%; más el resto de la carga que supere los 40 A, al 25%.

Excepción: No se considera como carga conectada para calcular la corriente nominal del convertidor cualquier artefacto de baja tensión controlado por un interruptor provisional que esté normalmente abierto y que no tenga un medio para mantenerlo en posición cerrada. Los artefactos energizados provisionalmente se deben limitar a los que se utilicen para preparar el vehículo para su utilización o para el viaje.

(c) Conexión equipotencial de las envolventes del convertidor de tensión. Las partes metálicas no portadoras de corriente del armario o caja del convertidor de tensión se deben conectar equipotencialmente al

chasis del vehículo con un conductor de cobre con 8,36 mm^2 de sección transversal (8 AWG) como mínimo. Se permite que el conductor de puesta a tierra de la batería y el del armario metálico o caja sean el mismo.

(d) Elementos o artefactos de tensión dual. Los elementos o artefactos eléctricos que se puedan conectar tanto a 120 V como a baja tensión, deben estar certificados para tensión dual.

(e) Autotransformadores. No está permitido utilizar autotransformadores.

(f) Tomacorrientes y clavijas. Cuando un vehículo recreativo esté equipado con un sistema de corriente alterna a 120 V o 120/240 V, un sistema de baja tensión o ambos tipos, los tomacorrientes y clavijas de baja tensión deben tener un configuración claramente distinta de los de la instalación de 120 o 120/240 V. Cuando un vehículo equipado con una batería u otro sistema de baja tensión tenga una conexión externa de baja tensión, el conector debe tener una configuración tal que no admita clavijas de 120 V.

D. Otras fuentes de alimentación

551-30. Instalaciones de generadores.

(a) Montaje. Los generadores se deben montar de modo que queden conectados equipotencialmente de manera eficaz al chasis del vehículo recreativo.

(b) Protección de los generadores. Los quipos se deben instalar de modo que los conductores portadores de corriente procedentes del motor del generador y de cualquier otra fuente de alimentación externa, no puedan conectarse al mismo tiempo a un circuito del vehículo.

Los tomacorrientes utilizados como medio de desconexión deben ser accesibles (de acuerdo con los métodos de alambrado) y capaces de interrumpir la corriente para la que estén diseñados, sin riesgo para el operador.

(c) Instalación de baterías almacenadas y generadores. Las baterías almacenadas y generadores con motores de combustión interna, que deban cumplir lo establecido en este *Código*, se deben sujetar para evitar su desplazamiento por los choques y vibraciones.

(d) Ventilación de los compartimientos para generadores. Los compartimentos en los que haya instalados generadores movidos por motores de combustión interna, deben estar ventilados según las instrucciones del fabricante del generador.

Nota: Para los requisitos de construcción de los compartimentos de generadores, véase la norma *Standard on Recreational Vehicles,* ANSI/NFPA 501C-1993.

(e) Conductores de suministro. Los conductores de suministro desde el motogenerador hasta el primer terminal en el vehículo, deben ser de tipo trenzado y estar instalados en tubería flexibles certificada o tubería flexibles hermética a los líquidos certificada. El primer punto de conexión debe estar : (1) en un panel de distribución, (2) en una caja de unión con una tapa lisa, (3) en una caja de unión con un tomacorriente, (4) en un interruptor de transferencia dentro de una envolvente o (5) en un tomacorriente certificado para su uso junto con el generador.

El panel de distribución o caja de unión dentro de una envolvente, se deben instalar en el interior del vehículo y a menos de 0,5 m de la pared del compartimento, pero no dentro del mismo. Si fuera una caja de unión con una tapa lisa, se debe montar en la pared del compartimento, dentro o fuera del mismo. Un tomacorriente certificado para su uso con el generador se debe montar de acuerdo con las condiciones de su certificación. El dispositivo de protección contra sobrecorriente que establece el Artículo 240-3 debe suministrar corriente a los conductores como parte integral del generador certificado o estar ubicado a menos de 0,5 m del punto de entrada de dichos conductores al vehículo.

551-31. Fuente de alimentación múltiple.

(a) Fuentes de alimentación múltiple. Cuando haya instalado un sistema de alimentación múltiple de una fuente de alimentación alternativa y un cordón de alimentación, el alimentador procedente de la fuente alternativa debe estar protegido contra sobrecorriente. La instalación debe cumplir las disposiciones de los Artículos 551-30(a) y (b) y 551-40.

(b) Cálculo de la carga. El cálculo de la carga se debe hacer como se indica en el Artículo 551-42.

(c) Capacidad de fuentes de alimentación múltiple. No es necesario que las fuentes de alimentación múltiple sean de la misma capacidad.

(d) Fuentes de alimentación alternativas de más de 30 A. Si alguna de las fuentes de alimentación alternativas de 120 V nominales supera los 30 A nominales, se permite instalarla como si fuera un sistema de 120 V o 120/240 V nominales, siempre que en el alimentador se instale un dispositivo adecuado de protección contra sobrecorriente.

(e) Conjunto de fuente de alimentación no inferior a 30 A. Se permite que el conjunto de fuente de alimentación externa tenga una capacidad de corriente inferior a la carga calculada, pero no inferior a 30 A y su protección contra sobrecorriente no debe ser mayor que la capacidad nominal del conjunto de fuente de alimentación externa.

551-32. Otras fuentes de alimentación. Las demás fuentes de alimentación, como inversores o motogeneradores, deben estar certificadas para su uso en vehículos recreativos e instalarse de acuerdo con los términos de la certificación. Otras fuentes de alimentación de c.a. se deben instalar conforme lo establecido en las Partes A, C, D, E y F de esta Sección relativas a sistemas eléctricos de 120 V.

551-33. Restricción de las fuentes alternativas. El equipo de transferencia, si no está integrado con la fuente de alimentación certificada, se debe instalar de modo que asegure que los conductores portadores de corriente de las demás fuentes de c.a. y de cualquier fuente de alimentación externa, no puedan conectarse al mismo tiempo al circuito del vehículo.

E. Sistemas de 120 o 120/240 V nominales

551-40. Sistemas de 120 o 120/240 V nominales.

(a) Requisitos generales. Los equipos y materiales eléctricos de los vehículos recreativos que se puedan conectar a sistemas de alambrado de 120 V nominales, bifilares con polo a tierra, o de 120/240 V nominales, trifilares con polo a tierra, deben estar certificados e instalarse de acuerdo con los requisitos de las Partes A, C, D, E y F de esta Sección.

(b) Materiales y equipos. Los materiales eléctricos, dispositivos, artefactos, accesorios y otros equipos instalados, destinados para utilizarse o fijarse a un vehículo recreativo, deben estar certificados. Todos los productos se deben utilizar exclusivamente del modo en el que han sido ensayados y encontrado como adecuados para el uso destinado.

(c) Protección mediante interruptor de circuito por falla a tierra. El alambrado interior de un vehículo recreativo que tenga sólo un circuito ramal de 15 o 20 A, como permite el Artículo 551-42(a) y (b), debe ofrecer protección al personal mediante un interruptor de circuito por falla a tierra. Este se debe instalar en el punto de terminación de los cables del conjunto de fuente de alimentación dentro del vehículo recreativo. Cuando no se emplea un conjunto de cordón independiente, se permite que el interruptor de circuito por falla a tierra forme parte integral de la clavija del conjunto de fuente de alimentación. El interruptor de circuito por falla a tierra debe proteger también en el caso en que se abra un conductor puesto a tierra del circuito, que se intercambien los conductores del circuito o en ambos casos.

551-41. Salidas requeridas para tomacorriente.

(a) Separación. Las salidas para tomacorrientes se deben instalar en espacios de pared de 0,60 m o más, de modo que ningún punto a lo largo de la línea del piso del vehículo esté a más de 1,80 m de cualquier tomacorriente, medidos horizontalmente.

Excepción nº. 1: Las áreas de baños y recibidores.
Excepción nº. 2: Los espacios de pared ocupados por armarios de estufa, armarios para ropa, muebles incorporados, espacios detrás de una puerta que pueda abrirse completamente sobre la pared y otros similares.

(b) Ubicación. Los tomacorrientes deben instalarse:

(1) Al lado de los mostradores de la cocina (por lo menos uno a cada lado del lavaplatos si hay mostradores a ambos lados y tienen 0,30 m o más de ancho).

(2) Al lado del espacio del refrigerador o de la estufa de gas, excepto si hay instalado de fábrica un refrigerador o estufa de gas que no requiera conexión eléctrica.

(3) Al lado de los espacios de mostradores que tengan 0,30 m o más de ancho y desde los que no se pueda llegar a uno de los tomacorrientes exigidos por el Artículo 551-41(b)(1) con un cordón de 1,80 m sin cruzar una área de tráfico o en la que haya un artefacto de cocción o fregadero.

(c) Protección con interruptor de circuito por falla a tierra. Cuando se instalen tomacorrientes monofásicos de 125 V y 15 o 20 A, deben tener protección a las personas mediante interruptor de circuito por falla a tierra, en los siguientes lugares:

(1) Al lado del lavabo instalado en el cuarto de baño.

(2) A menos de 1,8 m de cualquier lavabo o lavaplatos.

Excepción nº. 1: Los tomacorrientes para artefactos especiales, como lavavajillas, trituradores de basura, refrigeradores, congeladores, lavadoras o secadoras.
Excepción nº. 2: Los tomacorrientes sencillos para las conexiones interiores de las habitaciones expansibles.

(3) En el área ocupada por un servicio sanitario, ducha, bañera, tina o cualquier combinación de ellos.

(4) En el exterior del vehículo.

Excepción: No es necesario que estén protegidos con interruptor de circuito por falla a tierra los tomacorrientes que estén ubicados en el interior de un panel de acceso instalado fuera del vehículo para dar suministro a un artefacto instalado.

Se permite que la salida para tomacorriente esté en un artefacto de alumbrado certificado. No se deben instalar tomacorrientes en una tina o compartimiento combinado de tina y ducha.

(d) Posición hacia arriba. Los tomacorrientes no se deben instalar con su frente hacia arriba ni en los mostradores de la cocina ni en cualquier otro espacio horizontal en el área de la vivienda.

551-42. Circuitos ramales requeridos. Todos los vehículos recreativos que tengan un sistema eléctrico a 120 V, deben tener también uno de los siguientes circuitos:

(a) **Un circuito de 15 A.** Un circuito de 15 A para alumbrado, salidas para tomacorrientes y artefactos fijos. Dichos vehículos recreativos deben estar equipados con un interruptor y fusible de 15 A o un interruptor automático de 15 A.

(b) **Un circuito de 20 A.** Un circuito de 20 A para alumbrado, salidas para tomacorrientes y artefactos fijos. Dichos vehículos recreativos deben estar equipados con un interruptor y fusible de 20 A o un interruptor automático de 20 A.

(c) **De dos a cinco circuitos de 15 o 20 A.** Se permite un máximo de cinco circuitos de 15 o 20 A para alumbrado, salidas para tomacorrientes y artefactos fijos. Dichos vehículos recreativos deben estar equipados con un panel de distribución para 120 V nominales máximo con conjunto de fuente de alimentación de 30 A nominales máximo. En tales sistemas no debe haber instalados más de dos artefactos de 120 V controlados por termostato (p. ej., un acondicionador de aire y un calentador de agua), a no ser que se utilicen dispositivos de conmutación para separación de los artefactos, sistemas de manejo de la energía o métodos similares.

Excepción: Se permiten otros circuitos de 15 o 20 A cuando en la instalación haya un sistema certificado de manejo de energía para 30 A nominales máximo.

(Nota): Respecto a las cargas permitidas, véase el Artículo 210-23(a). Respecto a los requisitos de desconexión de la red y protección contra sobrecorriente, véase el Artículo 551-45(c).

(d) **Más de cinco circuitos sin un sistema certificado de manejo de energía.** Cuando haya seis o más circuitos, el conjunto de fuente de alimentación debe ser para 120/240 V y 50 A. La distribución de cargas debe asegurar un equilibrio razonable entre las fases.

551-43. Protección de los circuitos ramales.

(a) **Capacidad nominal.** Los dispositivos de protección contra sobrecorriente deben tener una capacidad nominal :

(1) No superior a la de los conductores del circuito.

(2) No superior al 150% de la capacidad nominal de un solo artefacto de 13,3 A nominales o más y alimentado por un circuito ramal individual.

(3) No superior a la de la corriente nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente que aparezca rotulada en un artefacto de aire acondicionado o cualquier otro artefacto operado a motor.

(b) **Protección de los conductores más pequeños.** Se permite instalar un fusible o interruptor automático de 20 A para la protección de los cables o cordones de aparatos o de pequeños artefactos y los conductores de derivación con sección transversal de 2,08 mm^2 (14 AWG), de no más de 1,80 m de largo, de los aparatos de alumbrado empotrados.

(c) **Tomacorriente de 15 A considerado protegido por dispositivo de 20 A.** Si hay conectadas al circuito ramal más de una salida o carga, se permite que el tomacorriente de 15 A esté protegido por un fusible o interruptor automático de 20 A.

551-44. Conjunto de fuente de alimentación.

(a) **Conjunto de fuente de alimentación principal a 15 A.** Los vehículos recreativos que tengan el alambrado de acuerdo con el Artículo 551-42(a), deben tener un conjunto de fuente de alimentación principal a 15 A o más.

(b) **Conjunto de fuente de alimentación principal a 20 A.** Los vehículos recreativos que tengan el alambrado de acuerdo con el Artículo 551-42(b), deben tener un conjunto de fuente de alimentación principal a 20 A o más.

(c) Conjunto de fuente de alimentación principal a 30 A. Los vehículos recreativos que tengan el alambrado de acuerdo con el Artículo 551-42(c), deben tener un conjunto de fuente de alimentación principal a 30 A o más.

(d) Conjunto de fuente de alimentación a 50 A. Los vehículos recreativos que tengan el alambrado de acuerdo con el Artículo 551-42(d), deben tener un conjunto de fuente de alimentación principal a 50 A o más.

551-45. Panel de distribución.

(a) Certificado y de capacidad apropiada. Se debe instalar un panel de distribución certificado y de capacidad adecuada u otro equipo específicamente certificado para ese uso. La barra de terminación de los conductores de puesta a tierra debe estar aislada de la envolvente como establece el Artículo 551-54(c). Dentro de la envolvente metálica del panel de distribución se debe instalar una barra para los terminales de puesta a tierra de los equipos.

(b) Ubicación. El panel de distribución debe estar instalado en un lugar fácilmente accesible. El espacio de trabajo delante del panel de distribución no debe tener menos de 0,60 m de ancho por 0,70 de fondo.

Excepción nº. 1: Cuando la tapa del panel de distribución dé a un pasillo interior, se permite que una de las dimensiones del espacio de trabajo se reduzca a un mínimo de 0,55 m. Un panel de distribución se considera expuesto cuando su tapa queda a menos de 50 mm del acabado de la superficie exterior del pasillo.
Excepción nº. 2: Se permite que las puertas de acceso al compartimento de un generador tengan cerradura.

(c) Tipo de frente muerto. El panel de distribución debe ser del tipo de frente muerto y consistir de uno o más interruptores automáticos o portafusibles de Tipo S. Cuando se utilicen fusibles o más de dos interruptores automáticos, debe instalarse un medio principal de desconexión. Cuando haya más de dos circuitos ramales, debe instalarse un dispositivo principal de protección contra sobrecorriente cuya corriente nominal no supere a la del conjunto de fuente de alimentación.

551-46. Medios para conexión a la fuente de alimentación.

(a) Conjunto. El conjunto o conjuntos de fuente de alimentación deben estar dotados por el fabricante o instalados en fábrica y ser de uno de los tipos siguientes:

(1) Separable. Cuando un conjunto de fuente de alimentación separable que consiste en un cordón con un conector hembra y se proporcione una clavija moldeada, el vehículo debe estar equipado con una entrada de superficie rebordeada, permanentemente montada (clavija para base de motor de tipo macho, empotrada), alambrada directamente al panel de distribución mediante un método de alambrado aprobado. La clavija de conexión debe ser de tipo certificado.

(2) Conectada permanentemente. Cada conjunto de fuente de alimentación debe estar conectado directamente a los terminales del panel de distribución o conductores dentro de la caja de unión y estar dotado con medios para evitar que la tensión mecánica sobre los conductores se transmita a los terminales. La capacidad de corriente de los conductores entre cada caja de unión y los terminales de cada panel de distribución, debe ser como mínimo igual a la capacidad de corriente del cordón de suministro. La extremo del conjunto debe estar equipado con una clavija del tipo descrito en el Artículo 551-46(c). Cuando el cordón pase a través de paredes o pisos, se debe proteger por medio de tubo y pasacables o equivalente. El conjunto de cordón debe estar protegido permanentemente contra la corrosión y daños mecánicos mientras el vehículo esté en transito.

(b) Cordón . La longitud útil del cordón expuesto se debe medir desde el punto de entrada al vehículo recreativo o desde la cara de la entrada de superficie rebordeada (clavija para base de motor) hasta clavija en el extremo del suministro.

La longitud útil del cordón expuesto medida hasta el punto de entrada exterior al vehículo, debe ser de 7,0 m como mínimo, cuando el punto de entrada esté en un lateral del vehículo o de 8,5 m cuando el punto de entrada esté en la parte trasera del vehículo.

Cuando el punto de entrada del cordón al vehículo esté a más de 0,9 m sobre el suelo (terreno), la longitud mínima del cordón se debe aumentar en una distancia igual a la medida en la que la entrada del cordón supere los 0,9 m.

(Nota): Véase el Artículo 551-46(e).

(c) Clavijas.

(1) Los vehículos recreativos que sólo tengan un circuito ramal de 15 A, tal como permite el Artículo 551-42(a), deben tener una clavija de dos polos y tres hilos, del tipo con polo a tierra, a 125 V y 15 A, de configuración como indica la Figura 551-46(c).

(Nota): Para más detalles sobre la configuración de los tomacorrientes y clavijas, véase la norma *Standard for Dimensions of Attachment Plugs and Receptacles,* National Electrical Manufacturers Association, ANSI/NEMA WD6-1989, Figura 5-15.

(FIGURA)

Tomacorrientes	Clavijas
	125 V, 20 A, 2 polos, tres hilos, con polo a tierra
20 A	
	125 V, 15 A, 2 polos, tres hilos, con polo a tierra
125 V, 2 polos, 3 hilos con polo a tierra	
30 A	
125 V, 2 polos, 3 hilos, con polo a tierra	
50 A	
125/250 V, 3 polos, 4 hilos, con polo a tierra	

Figura 551-46(c). Configuraciones de tomacorrientes y clavijas con polo a tierra utilizadas con los cordones de suministro de vehículos recreativos y estacionamientos de vehículos recreativos.

(2) Los vehículos recreativos que sólo tengan un circuito ramal de 20 A, tal como permite el Artículo 551-42(b), deben tener una clavija de dos polos y tres hilos, con polo a tierra, a 125 V y 20 A, de configuración como indica la Figura 551-46(c).

(Nota): Para más detalles sobre la configuración de los tomacorrientes y clavijas, véase la norma *Standard for Dimensions of Attachment Plugs and Receptacles,* National Electrical Manufacturers Association, ANSI/NEMA WD6-1989, Figura 5-20.

(3) Los vehículos recreativos que sólo tengan un circuito ramal de 30 A, tal como permite el Artículo 551-42(c), deben tener una clavija de dos polos y tres hilos, con polo a tierra, a 125 V y 30 A, de configuración como indica la Figura 551-46(c).

(Nota): Para más detalles sobre la configuración de los tomacorrientes y clavijas, véase la norma *Standard for Dimensions of Attachment Plugs and Receptacles,* National Electrical Manufacturers Association, ANSI/NEMA WD6-1989, Figura TT.

(4) Los vehículos recreativos que sólo tengan un circuito ramal de 50 A, tal como permite el Artículo 551-42(d), deben tener una clavija de tres polos y cuatro hilos, con polo a tierra, a 125/250 V y 50 A, de configuración como indica la Figura 551-46(c).

(Nota): Para más detalles sobre la configuración de los tomacorrientes y clavijas, véase la norma *Standard for Dimensions of Attachment Plugs and Receptacles,* National Electrical Manufacturers Association, ANSI/NEMA WD6-1989, Figura 14-50.

(d) Identificación en la entrada de la instalación. Todos los vehículos recreativos deben tener permanentemente instalada en su cubierta externa, en el punto de entrada del cordón o cordones de alimentación o lo más cerca del mismo, una etiqueta de 75 mm por 45 mm como mínimo, y de un espesor no inferior a 508 micras, de latón grabado, de acero inoxidable, aluminio anodizado, alclad o equivalente (p. ej., de laminado plástico de 127 micras), en la que diga:

"ESTA CONEXIÓN ES PARA UNA FUENTE DE ALIMENTACIÓN DE 110-125 V C.A., 60 HZ, ... A"

O

"ESTA CONEXIÓN ES PARA UNA FUENTE DE ALIMENTACIÓN DE 120/240 V C.A., 3 POLOS, 4 HILOS, 60 HZ, ... A"

("THIS CONNECTION IS FOR 110-125 VOLT AC, 60 Hz ..... AMPERE SUPPLY", o

"THIS CONNECTION IS FOR 120/240 VOLT AC, 3-POLE, 4-WIRE 60 Hz ..... AMPERE SUPPLY").

En los espacios en blanco debe constar la corriente nominal en A.

(e) Ubicación. El punto de entrada del conjunto de fuente de alimentación debe estar ubicado a menos de 4,5 m de la parte trasera, en el lado izquierdo (lado de la vía) o en la parte trasera, a la izquierda del eje central del vehículo, a menos de 0,5 m de la pared exterior.

Excepción nº. 1: Se permite que un vehículo recreativo equipado con un solo sistema de drenaje flexible certificado o un sistema de drenaje con ventilación lateral, tenga el punto de entrada de la instalación eléctrica ubicado a cualquier lado, siempre que el drenaje o drenajes del sistema de plomería esté o estén ubicados al mismo lado.
Excepción nº. 2: Se permite que un vehículo recreativo tenga el punto de entrada de la instalación a más de 4,5 m de la parte posterior. En tal caso, a la medida del cable especificada en el Artículo 551-46(b), se debe añadir la distancia que supere los 4,5 m.

551-47. Métodos de alambrado.

(a) Sistemas de alambrado. Se permite utilizar tubería metálica rígida, metálica intermedia, eléctrica metálica, rígida no metálica, metálica flexible, cables de Tipo MC, MI, AC y cables con blindaje no metálico. Se debe proveer medios para puesta a tierra de los equipos, según establece el Artículo 250-91.

(b) **Conductos y tuberías.** Cuando se utilicen conductos metálicos rígidos o conductos metálicos intermedios que terminen en una envolvente con una conexión sujeta con una tuerca y un pasacables, se deben poner dos tuercas, una por dentro de la envolvente y otra por fuera. Todos extremos cortados de los tubos y conductos se deben biselar o limar para dejarlos lisos.

(c) **Cajas no metálicas.** Las cajas no metálicas sólo son aceptables con cables con blindaje no metálico o con tubo rígido no metálico.

(d) **Cajas.** En las paredes y techos de madera o de otro material combustible, las cajas y accesorios deben quedar a ras con la superficie de acabado o sobresalir de ella.

(e) **Montaje.** Las cajas en paredes y techos se deben montar de acuerdo con lo establecido en la Sección 370.

Excepción nº. 1: Se permiten las cajas de tipo enchufable o cajas dotadas con abrazaderas especiales para paredes o techos que permitan sujetarlas bien.
Excepción nº. 2: Se considera como medio adecuado para montar las cajas de salida una lámina de madera, que deje un soporte de 40 mm como mínimo alrededor de la caja, con un espesor de 12,7 mm útiles o mayor, unida directamente al panel de la pared.

(f) **Blindaje de los cables.** El blindaje de los cables con recubrimiento metálico y forro no metálico y los cables de Tipo AC, debe ser continuo entre las cajas de salida y cualquier otra envolvente.

(g) **Protegido.** Se permite que los cables con blindaje metálico, de Tipo AC o los de blindaje no metálico, pasen por el centro de columnas de 50 mm x 100 mm de lado. No obstante, deben protegerse cuando pasen por columnas de 50 mm x 50 mm o por otras columnas o soportes cuando el cable quede a menos de 32 mm de la parte interior o superficie exterior. Para proteger el cable se debe utilizar lámina de acero a cada lado o tubo de acero con espesor no inferior a 1,519 mm (16 MSG). Esas láminas o tubos deben sujetarse bien. Cuando los cables con recubrimiento no metálico pasen a través de ranuras o agujeros perforados, cortados o taladrados en partes metálicas, antes de instalar el cable se debe proteger por medio de arandelas o pasacables bien sujetos a la abertura.

(h) **Curvas.** Ninguna curva debe tener un radio inferior a cinco veces el diámetro del cable.

(i) **Apoyos de los cables.** Cuando los cables estén conectados con conectores o abrazaderas, se deben sujetar a menos 0,30 m de las cajas de salidas, paneles de distribución y cajas de empalmes en los artefactos. En los demás lugares, los cables deben estar sujetos cada 1,4 m.

(j) **Cajas no metálicas sin abrazaderas para cables.** Los cables con blindaje no metálico se deben sujetar a menos de 0,2 m de cualquier caja de salida no metálica que no tenga abrazaderas para cables.

Excepción: Cuando se utilicen dispositivos de alambrado con envolventes integrales que lleven un bucle de cable extra para permitir el remplazo del dispositivo en el futuro, se considera que el bucle de cable forma parte integrante del dispositivo.

(k) **Daños físicos.** Cuando estén propensos a daños físicos, los cables metálicos expuestos deben estar protegidos por cubiertas, protectores de cables, canalizaciones u otros medios.

(l) **Placas metálicas.** Las placas metálicas deben ser de metal ferroso, de un espesor no inferior a 762 micras o de metal no ferroso con espesor no inferior a 1,02 mm. Las placas no metálicas deben estar certificadas.

(m) **Placas metálicas puestas a tierra eficazmente.** Cuando se utilicen placas metálicas deben estar puestas a tierra eficazmente.

(n) **Humedad o daños físicos.** Cuando la instalación exterior o bajo el chasis sea de 120 V nominales o más y esté expuesta a humedad o daños físicos, se deben proteger los cables con tubería metálica rígida, metálica intermedia o eléctrica metálica o por tubería rígida no metálica instalada contra los bastidores y envolventes de los equipos, o por medio de otras canalizaciones o cables identificados para esa aplicación.

(o) **Interconexión de los componentes.** Los accesorios y conectores destinados para estar ocultos en el momento del montaje, deben estar certificados e identificados para la interconexión de partes de edificación. Tales accesorios y conectores deben ser iguales para el método de alambrado utilizado en cuanto a aislamiento, aumento de temperatura y soporte de la corriente de falla y deben ser capaces de soportar las vibraciones y golpes originados por el movimiento del vehículo recreativo.

(p) **Métodos de conexión en unidades ampliables.**

(1) Se permite que la parte de un circuito ramal instalada en una unidad ampliable se conecte a la parte del circuito ramal instalado en el cuerpo principal del vehículo, por medio de un cordón flexible o por cordón con clavija certificados para uso pesado. El cordón y sus conexiones deben cumplir todas las disposiciones de la Sección 400 y su uso se considera permitido de acuerdo con lo establecido en el Artículo 400-7.

Excepción: Cuando la clavija y el cordón estén ubicados en el interior del vehículo, se permite el uso de cables paralelos de plástico termoendurecido o de elastómero, de Tipo SPT-3, SP-3 o SPE.

(2) Si el tomacorriente para la conexión del cordón al circuito principal está ubicado fuera del vehículo, debe tener protección de las personas por medio de interruptor de circuito por falla a tierra y estar certificado para lugares mojados. Todos los cordones ubicados en el exterior del vehículo deben estar identificados para uso en exteriores.

(3) Si no es desmontable o si no queda almacenado dentro del vehículo, el conjunto del cordón debe estar protegido permanentemente contra la corrosión y daños mecánicos mientras el vehículo esté en transito.

(4) Si se utiliza un cordón con clavija, debe estar instalado de modo que las patas de las clavijas no queden expuestos cuando estén energizados.

(q) **Prealambrado para instalación de aire acondicionado.** El prealambrado instalado para facilitar la futura conexión de artefactos de aire acondicionado, deben cumplir las siguientes disposiciones y las demás de esta Sección que les sean aplicables. El circuito de aire acondicionado no se debe utilizar para otros fines.

(1) En el panel de distribución y en las conexiones completas del alambrado se debe instalar un dispositivo de protección contra sobrecorriente de capacidad compatible con los conductores del circuito.

(2) El extremo de la carga del circuito debe terminar en una caja de unión con una tapa lisa u otro dispositivo certificado para ese fin. Cuando se utilice una caja de unión con tapa lisa, los extremos libres de los conductores se deben aislar o cubrir con cinta aislante.

(3) Cerca de la caja de unión se debe colocar una etiqueta permanente con la siguiente información:

"CIRCUITO DE AIRE ACONDICIONADO. ESTA CONEXIÓN ES PARA EQUIPOS DE AIRE A 110-125 V C.A., 60 Hz Y _____A MÁXIMO. NO SOBREPASAR LA CORRIENTE NOMINAL DEL CIRCUITO"

AIR-CONDITIONING CIRCUIT. THIS CONNECTION IS FOR AIR CONDITIONERS RATED 110-125 VOLT AC, 60 Hz, _____ AMPERES MAXIMUN. DO NOT EXCEED CIRCUIT RATING.

En el espacio en blanco debe constar una cifra que no supere el 80% de la capacidad de corriente de la instalación.

(r) **Prealambrado para instalación de generadores.** El prealambrado instalado con el propósito de facilitar la futura conexión de generadores, debe cumplir las siguientes disposiciones y las demás de esta Sección que les sean aplicables:

(1) Los conductores del circuito deben ser apropiadamente dimensionados para la carga prevista y estar protegidos por un dispositivo contra sobrecorriente adecuado para sus capacidades de corriente.

(2) Cuando se utilicen cajas de unión en el origen o en los puntos terminales del circuito, los extremos de los conductores deben estar adecuadamente aislados o protegidos con cinta aislante.

(3) Cuando se instalen dispositivos como salidas para tomacorrientes, interruptores de transferencia, etc., la instalación debe quedar completa, incluyendo las conexiones con los conectores del circuito. Todos los dispositivos deben estar certificados y tener una capacidad adecuada.

(4) En la cubierta de cada caja de unión que contenga circuitería incompleta, se debe colocar una etiqueta, conforme al Artículo 551-46(d) con cualquiera de la siguiente información, la que sea apropiada:

"CIRCUITO DE GENERADORES. ESTA CONEXIÓN ES PARA GENERADORES A 110-125 V C.A., 60 Hz Y _____A MÁXIMO" (GENERATOR CIRCUIT. THIS CONNECTION IS FOR GENERATORS RATED 110-125 VOLT AC, 60 Hz, _____AMPERES MAXIMUN).

o

"CIRCUITO DE GENERADORES. ESTA CONEXIÓN ES PARA GENERADORES A 120/240 V C.A., 60 Hz Y _____ A MÁXIMO" (GENERATOR CIRCUIT. THIS CONNECTION IS FOR GENERATORS RATED 120/240 VOLT AC, 60 Hz, _____ AMPERES MAXIMUN).

En los espacios en blanco debe constar claramente la capacidad de corriente.

551-48. Conductores y cajas. El número máximo de conductores permitidos en las cajas debe cumplir lo establecido en el Artículo 370-16.

551-49. Conductores puestos a tierra. La identificación de los conductores puestos a tierra se debe hacer según lo establecido en el Artículo 200-6.

551-50. Conexión de terminales y empalmes. Los empalmes y conexiones de los conductores con los terminales deben cumplir lo establecido en el Artículo 110-14.

551-51. Interruptores. Los interruptores deben tener una capacidad de corriente como sigue:

(a) **Circuitos de alumbrado.** Los interruptores de los circuitos de alumbrado no deben tener menos de 10 A y 120-125 V nominales y en ningún caso deben ser de valores inferiores a la carga conectada.

(b) **Motores u otras cargas.** Para los motores u otras cargas, los interruptores deben tener un valor nominal en W (HP), A o ambos, pero adecuado a la carga conectada (se permite usar un interruptor de acción rápida y uso general para poner en marcha y parar motores de menos de 1 492 W (2 HP), cuya corriente a plena carga no supere el 80% de la corriente nominal del interruptor).

551-52. Tomacorrientes. Todos los tomacorrientes deben : (1) tener polo a tierra y (2) estar instaladas de acuerdo con los Artículos 210-17 y 210-21.

551-53. Artefactos de alumbrado.

(a) Generalidades. Cualquier pared o techo combustible que haya entre el borde del soporte de un artefacto de alumbrado y la caja de salida, debe estar cubierto por un material no combustible o un material identificado para ese uso.

(b) En las duchas. Si se instala un artefacto de alumbrado sobre una tina o plato de ducha, debe ser de tipo cerrado y con junta, estar certificado para ese tipo de instalación y protegido por interruptor de circuito por falla a tierra.

El interruptor de los artefactos de alumbrado de las duchas y de los ventiladores ubicados sobre las duchas o tinas, debe estar ubicado fuera del espacio de las mismas.

(c) Salidas, artefactos, equipos de aire acondicionado y otros para exteriores. Todos los artefactos e equipos para exteriores deben estar certificados para ese tipo de uso.

551-54. Puesta a tierra. Para la conexión equipotencial de las partes metálicas no portadoras de corriente, véase también el Artículo 551-56.

(a) Puesta a tierra de la fuente de alimentación. El conductor de puesta a tierra del cordón de suministro o alimentador se debe conectar a la barra de puesta a tierra u otro medio de aprobado en el panel de distribución.

(b) Panel de distribución. El panel de distribución debe tener una barra de puesta a tierra con terminales suficientes para todos los conductores de puesta a tierra u otros medios aprobados.

(c) Neutro aislado.

(1) El conductor del circuito puesto a tierra (neutro) debe estar aislado de los conductores de puesta a tierra, de los armarios de los equipos y de otras partes puestas a tierra. Los terminales del circuito puestos a tierra (neutro) en el panel de distribución y en las estufas, secadoras, estufas montadas en mostradores y hornos de pared, deben estar aislados del armario de los equipos. Los tornillos, abrazaderas o barras de conexión equipotencial del panel de distribución o de los artefactos eléctricos, se deben quitar y descartar.

(2) Las conexiones de las estufas y secadoras con conductor puesto a tierra (neutro), cuando se hagan con cordón, se deben hacer con cordón de cuatro hilos y tres polos, con clavijas y tomacorrientes de cuatro hilos con polo a tierra.

551-55. Puesta a tierra de los equipos interiores.

(a) Partes metálicas expuestas. En un sistema eléctrico, todas las partes metálicas expuestas, armarios, envolventes, bastidores, bases metálicas de los artefactos de alumbrado, etc., se deben conectar equipotencialmente de manera eficaz al terminal de puesta a tierra o al armario del panel de distribución.

(b) Conductores de puesta a tierra de los equipos. Como conductores de puesta a tierra de los equipos se deben utilizar únicamente alambres desnudos, con forro de color verde o de color verde con una o varias bandas amarillas.

(c) Puesta a tierra de los equipos eléctricos. Cuando se especifique la puesta a tierra de los equipos eléctricos, se permite realizarla como sigue:

(1) Conectando la canalización metálica (conductos metálicos o tuberías eléctricas metálicas), el blindaje de los cables de Tipo MC y MI, cuando esté identificado para usarlo como puesta a tierra, o la armadura de los cables de Tipo AC, a los armarios o envolventes metálicos

(2) Conectando uno o más de los conductores de puesta a tierra de los equipos con una caja metálica por medio de un tornillo de puesta a tierra que no se debe usar para otra cosa, o de un dispositivo de puesta a tierra certificado.

(3) Se permite asegurar el conductor de puesta a tierra de los equipos en cable blindado no metálico con un tornillo sujeto a la envolvente del artefacto, que no sea un tornillo de montaje o de la tapa, o a un medio de certificado de puesta a tierra (placa) en una caja de salida para montaje de artefactos (también se permite medios de puesta a tierra para tornillos de fijación artefactos).

(d) Puesta a tierra en cajas no metálicas. Se debe hacer una conexión entre uno o más de los conductores de puesta a tierra que entren en una caja de salida no metálica, de modo que los cables se puedan conectar a cualquier accesorio o dispositivo de la caja que se deba poner a tierra.

(e) Continuidad de la puesta a tierra. Cuando más de un conductor de puesta a tierra de equipos de un circuito ramal entren en una caja, todos ellos deben hacer contacto eléctrico y la conexión debe ser tal que la desconexión o desmontaje de cualquier tomacorriente, artefacto u otro dispositivo alimentado desde la caja, no interfiera ni interrumpa la continuidad de la puesta a tierra.

(f) Artefactos conectados por cordón. Los artefactos conectados por cordón, como las lavadoras, secadoras, refrigeradores, el sistema eléctrico de estufas a gas, etc., se deben poner a tierra mediante un cordón aprobado con conductor de puesta a tierra de los equipos y clavija del tipo con polo a tierra.

551-56. Conexión equipotencial de las partes metálicas no portadoras de corriente.

(a) Conexión equipotencial requerida. Todas las partes metálicas no portadoras de corriente expuestas que se puedan llegar a energizar deben estar conectadas equipotencialmente al terminal de puesta a tierra o al armario del panel de distribución.

(b) Chasis de conexión equipotencial. Se debe conectar un conductor de conexión equipotencial entre cualquier panel de distribución y un terminal accesible en el chasis No se debe usar para la conexión equipotencial conductores de aluminio o aluminio recubierto de cobre, si dichos conductores o sus terminales van a estar expuestos a elementos corrosivos.

Excepción: Se considera conectado equipotencialmente cualquier vehículo recreativo de chasis metálico unitario al cual vaya bien sujeto un panel de distribución con pernos y tuercas, soldado o remachado.

(c) Requisitos del conductor de conexión equipotencial. Los terminales de puesta a tierra deben ser de tipo sin soldadura y certificados para usarlos con conectores de presión reconocidos para la sección transversal de los conductores usados. El conductor de conexión equipotencial debe ser de cobre sólido o trenzado, aislado o desnudo y de sección transversal mínima de 8,36 mm^2 (8 AWG) en cobre o su equivalente.

(d) Techos metálicos y conexión equipotencial exterior. Los techos y revestimientos exteriores metálicos se consideran conectados equipotencialmente cuando :

(1) Los paneles metálicos se traslapan unos con otros y están bien sujetos al bastidor de madera o metal mediante tornillos o pernos metálicos, y

(2) Si el panel inferior de la cubierta exterior metálica está sujeto por tornillos o pernos metálicos a cada travesaño del chasis, o conectado equipotencialmente al chasis por medio de una abrazadera metálica.

(e) Tuberías de agua, gas y desagüe. Se considera que las tuberías de agua, gas y desagüe están puestas a tierra si están conectadas equipotencialmente al chasis.

(f) Conductos metálicos de hornos y de aire. Los conductos metálicos de hornos y de ventilación se deben conectar equipotencialmente.

551-57. Sujeción y accesibilidad a los artefactos. Todos los artefactos deben ser accesibles para su inspección, servicio, reparación y sustitución sin que ello afecte a la instalación permanente. Los artefactos deben estar bien sujetos cuando el vehículo recreativo esté transitando.

F. Ensayos en fábrica

551-60. Ensayos en fábrica (eléctricos). Todos los vehículos recreativos deben pasar por las siguientes ensayos:

(a) Circuitos de 120 V o 120/240 V. Todos los vehículos recreativos diseñados con sistemas eléctricos de 120 V o 120/240 V, deben soportar un ensayo de resistencia del dieléctrico sin ruptura a 900 V durante 60 s (con todos los interruptores conectados) entre los conductores no puestos a tierra y los puestos a tierra y la puesta a tierra del vehículo. Como alternativa se permite hacer el ensayo a 1080 V durante 1 s. No es necesario que pasen esta ensayo los artefactos y elementos eléctricos instalados permanentemente. El ensayo se debe hacer una vez instalados los circuitos ramales, antes de energizar el sistema y de nuevo después de instalar todos los armarios y sus tapas.

Todos los vehículos recreativos deben someterse a : (1) un ensayo de continuidad para ver si todas las partes metálicas están conectadas equipotencialmente y (2) ensayos de funcionamiento que demuestren que todos los equipos están apropiadamente conectados y funcionan bien y (3) ensayos de polaridad para ver si las conexiones están bien hechas.

(b) Circuitos de baja tensión. Los conductores de los circuitos de baja tensión de los vehículos recreativos deben soportar una diferencia de potencial aplicada de 500 V durante 60 s sin presentar ruptura o de 600 V durante 1 s. La diferencia de potencial se debe aplicar entre los conductores puestos a tierra y no puestos a tierra. El ensayo se debe hacer en la fase final de fabricación, una vez instalados y asegurados todos los gabinetes y cubiertas externas.

El ensayo de los circuitos de alumbrado se puede hacer antes de instalar las luces, siempre que estén asegurados y bien sujetos los gabinetes interiores y las cubiertas exteriores del vehículo. Se permite ensayar el circuito de frenos antes de conectarlo, siempre que el alambrado se haya asegurado completamente.

Excepción nº. 1: No es necesario hacer ensayos de alta tensión de los circuitos interconectados con los del automóvil.
Excepción nº. 2: No es necesario hacer ensayos de alta tensión de los artefactos instalados permanentemente.

G. Estacionamientos de vehículos recreativos

551-71. Tipos de tomacorrientes estipulados. Todas las áreas de estacionamiento de vehículos recreativos con suministro eléctrico estar equipadas como mínimo con un tomacorriente de 20 A a 125 V. Un mínimo del 5% de todas las áreas de estacionamiento con suministro eléctrico deben estar equipados con un tomacorriente de 50 A a 125/250 V, de configuración como se muestra en la Figura 551-46(c). Se permite que estos suministros eléctricos incluyan tomacorrientes adicionales que tengan configuraciones como se indica en el Artículo 551-81. Un mínimo del 70% de todas las áreas de estacionamiento de vehículos recreativos con suministro eléctrico deben estar equipados con un tomacorriente de 30 A a 125 V, de configuración como se muestra en la Figura 551-46(c). Se permite que este suministro incluya configuraciones de tomacorrientes adicionales como se indica en el Artículo 551-81. El resto de las plazas de estacionamiento con instalación eléctrica debe estar equipado con uno o más tomacorrientes de configuración como se indica en el Artículo 551-81.

Dentro del estacionamiento de vehículos recreativos se permite que haya tomacorrientes adicionales para la conexión de equipos eléctricos externos a los propios vehículos.

Todos los tomacorrientes monofásicos de 15 y 20 A a 125 V deben tener protección para las personas por medio de interruptor de circuito por falla a tierra.

Excepción: Para calcular los porcentajes de áreas de estacionamiento de vehículos recreativos con tomacorrientes de 30 o 50 A, se permite excluir los lugares dedicados exclusivamente a tiendas de campaña con suministro eléctrico de 15 y 20 A.

551-72. Sistemas de distribución. El sistema de distribución secundario del estacionamiento de vehículos recreativos hasta cada área de estacionamiento, debe arrancar de un sistema monofásico de 3 hilos a 120/240 V. La sección transversal del neutro no debe ser inferior a la de los conductores no puestos a tierra para la distribución al área. Se permite que la sección transversal del neutro sea inferior a la mínima de los conductores sin poner a tierra sólo para las cargas conectadas permanentemente a 240 V entre fases.

551-73. Cálculo de cargas.

(a) Base de los cálculos. Los conductores del alimentador y de la acometida se deben calcular para no menos de 9 600 VA por área de estacionamiento equipada con instalación de suministro a 50 A y 120/240 V; 3 600 VA por área de estacionamiento equipada con instalaciones de suministro a 20 y 30 A; 2 400 VA por área de estacionamiento equipada con una sola instalación de suministro a 20 A y 600 VA por área dedicada para tiendas de campaña equipada con una sola instalación de suministro a 20 A. Los factores de demanda de la Tabla 551-73 son los mínimos para calcular las cargas de los alimentadores y acometidas. Cuando el suministro eléctrico para un área de estacionamiento de vehículos recreativos tenga más de un tomacorriente, sólo se debe calcular la carga correspondiente al mayor de los tomacorrientes.

(b) Transformadores y paneles de distribución secundarios. A efectos de este *Código*, cuando la acometida a un estacionamiento de vehículos recreativos sea de más de 240 V, los transformadores y paneles de distribución secundarios se deben considerar como acometidas.

Tabla 551-73. Factores de demanda para los alimentadores de área y conductores de entrada de acometida acometidas para las áreas de estacionamiento.

Número de áreas para vehículos recreativos	Factor de demanda (%)	Número de áreas para vehículos recreativos	Factor de demanda (%)
1	100	10-12	50
2	90	13-15	48
3	80	16-18	47
4	75	19-21	45
5	65	22-24	43
6	60	25-35	42
7-9	55	De 36 en adelante	41

Cuando estén servidas por la misma acometida, las cargas para otras instalaciones recreativas, como los edificios de servicio, edificios recreativos y piscinas, entre otras, se deben calcular aparte y después sumarlas al total de cargas de las áreas de estacionamiento.

(c) Factores de demanda. El factor de demanda se debe aplicar a todas las áreas de estacionamiento del mismo tipo. Por ejemplo, si hay 20 áreas con un factor del 45% sobre 3 600 VA, la demanda permisible es de 1 600 VA por área, es decir, 32 400 VA para las 20 áreas.

(Nota): Estos factores de demanda pueden resultar inadecuados en zonas de mucho frío o mucho calor con circuitos cargados para calefacción o aire acondicionado.

(d) Capacidad del circuito alimentador. Los conductores del alimentador de un área de estacionamiento de vehículos recreativos deben tener una capacidad de corriente adecuada a las cargas que se vayan a conectar

y nunca menos de 30 A. Los conductores puestos a tierra deben tener la misma capacidad de corriente que los no puestos a tierra.

(Nota): Debido a la gran longitud de los circuitos típicos de la mayoría de estacionamientos de vehículos recreativos, la sección transversal de los conductores de las Tablas de capacidad de corriente de la Sección 310 puede resultar inadecuada para evitar la caída de tensión que trata la Nota del Artículo 210-19. La caída total de tensión del circuito es la suma de la caída de cada elemento en serie del mismo, calculando la carga de dicho elemento con los factores de demanda del Artículo 551-73(a).

551-74. Protección contra sobrecorriente. Debe haber protección contra sobrecorriente de acuerdo con lo establecido en la Sección 240.

551-75. Puesta a tierra. Todos los equipos e instalaciones eléctricas de los estacionamientos de vehículos recreativos se deben poner a tierra según exige la Sección 250.

551-76. Puesta a tierra de los equipos en áreas de estacionamiento de vehículos recreativos.

(a) Partes metálicas expuestas no portadoras de corriente. Las partes metálicas expuestas no portadoras de corriente de los equipos fijos, cajas y armarios metálicos y accesorios que no estén conectados eléctricamente a equipos puestos a tierra, se deben poner a tierra mediante un conductor continuo de puesta a tierra de los equipos que vaya junto con los conductores del circuito desde el equipo de la acometida o desde el transformador del sistema de distribución secundario. Los conductores de puesta a tierra de los equipos se deben dimensionar de acuerdo con el Artículo 250-95 y se permite empalmarlos por medios certificados.

La instalación de las conexiones de puesta a tierra de los equipos debe ser tal que la desconexión o desmontaje de un tomacorriente u otro dispositivo no interfiera o interrumpa la continuidad de la puesta a tierra.

(b) Sistema de distribución secundario. Todos los sistemas de distribución secundarios deben estar puestos a tierra en el transformador.

(c) Conductor de neutro no usado como tierra de los equipos. El conductor neutro de la instalación no se debe utilizar como conductor de puesta a tierra de los equipos de vehículos recreativos o de los equipos dentro de los estacionamientos.

(d) Sin conexión en el lado de la carga. El lado de la carga del medio de desconexión de la acometida o panel de distribución del transformador, no se debe conectar con el electrodo de puesta a tierra.

551-77. Equipo de suministro en las áreas de estacionamiento.

(a) Ubicación. El equipo de suministro eléctrico a una área de estacionamiento de vehículos recreativos, cuando lo haya, debe estar ubicado al lado izquierdo del vehículo aparcado (del lado de la vía), en una línea que esté a 2,7 m ± 0,3 m del centro del sitio de estacionamiento y en un punto de esa línea ubicado entre la parte posterior del sitio de estacionamiento hasta 4,5 m hacia adelante.

Excepción: En áreas para movimiento de embarcaciones se permite colocar el equipo de suministro eléctrico en cualquier punto a lo largo de dicha línea, a una distancia entre 4,8 m y 9,8 m desde la parte posterior del sitio de estacionamiento hacia adelante.

(b) Medios de desconexión. Para desconectar el suministro eléctrico al vehículo recreativo, en el equipo de suministro del área de estacionamiento se debe instalar un interruptor o interruptor automático.

(c) Acceso. Todo el equipo de suministro del área de estacionamiento debe ser accesible desde una entrada lugar o pasaje sin obstáculos, que tenga no menos de 0,6 m de ancho por 2,0 m de alto.

(d) **Altura de montaje.** El equipo de suministro del área de estacionamiento debe estar instalado a no menos de 0,60 m ni más de 2,0 m por encima del nivel del suelo.

(e) **Espacio de trabajo.** Se debe dejar y mantener espacio suficiente alrededor del equipo eléctrico para poderlo utilizar con seguridad, de acuerdo con el Artículo 110-16.

(f) **Rotulado.** Cuando el equipo de suministro del área de estacionamiento contenga un tomacorriente de 125/250 V, se debe colocar un rótulo que indique: "Antes de insertar o quitar el enchufe, desconectar el interruptor principal o interruptor automático. El enchufe debe estar metido o sacado del todo" ("Turn disconnecting switch or circuit breaker off before inserting or removing plug. Plug must be fully inserted or removed"). Este rótulo debe estar ubicado en el equipo, al lado de la salida de tomacorriente.

551-78. Protección de equipos exteriores.

(a) **En lugares mojados.** Todos los interruptores, interruptores automáticos, tomacorrientes, equipos de control y dispositivos de medida ubicados en lugares mojados o al exterior de una edificación, deben estar construidos a prueba de lluvia.

(b) **Medidores.** Si hay instalados medidores secundarios, las bases sin medidores instalados se deben cerrar con una placa ciega aprobada.

551-79. Separación con los conductores aéreos. Los conductores a la vista hasta de 600 V nominales deben estar a una distancia vertical no inferior a 5,5 m y a una distancia horizontal no inferior a 0,9 m en todos los lugares en los que haya movimiento de vehículos recreativos. En otras áreas, esta distancia debe cumplir lo establecido en los Artículos 225-18 y 225-19.

Nota: Para la distancia de los conductores de más de 600 V, véase *National Electrical Safety Code*, ANSI C2-1997.

551-80. Conductores de los circuitos subterráneos de acometida, alimentador, circuitos ramales y alimentadores para las áreas de estacionamiento de los vehículos recreativos.

(a) **Generalidades.** Todos los conductores directamente enterrados, incluido el conductor de puesta a tierra de los equipos si es de aluminio, deben estar aislados e identificados para ese uso. Todos los conductores entre un equipo y otro deben ser continuos. Los empalmes y conexiones se deben hacer en cajas de unión aprobadas o con material certificado e identificado para ese uso.

(b) **Protección contra daños físicos.** Los conductores directamente enterrados y los cables que entren o salgan de una zanja deben estar protegidos por conductos metálicos rígidos, conductos metálicos intermedios, tuberías eléctricas metálicas protegidas contra la corrosión, conductos rígidos no metálicos u otras canalizaciones o envolventes aprobadas. Cuando estén expuestos a daños físicos, los conductores y cables deben estar protegidos por conductos metálicos rígidos, conductos metálicos intermedios o conductos no metálicos rígidos Schedulle 80. Todas esas protecciones deben prolongarse desde el suelo hasta 0,5 m como mínimo dentro de la zanja.

(Nota): Para los conductores o cables de tipo UF enterrados directamente en la tierra o subterráneos, véanse el Artículo 300-5 y la Sección 339.

551-81. Tomacorrientes. Los tomacorrientes para el suministro eléctrico de fuerza a los vehículos recreativos deben ser de una de las configuraciones recogidas en la Figura 551-46(c) y de los siguientes valores nominales :

(a) **De 50 A.** Para sistemas de 120/240 V, tripolares, de cuatro hilos, con polo a tierra, de 50 A a 125/250 V.

(b) **De 30 A.** Para sistemas de 120 V, bipolares, de tres hilos, con polo a tierra, de 30 A a 125 V.

(c) **De 20 A.** Para sistemas de 120 V, bipolares, de tres hilos, con polo a tierra, de 20 A a 125 V.

(Nota): Para más detalles sobre la configuración de los tomacorrientes y clavijas, véase *Standard for Dimensions of Attachment Plugs and Receptacles,* National Electrical Manufacturers Association, ANSI/NEMA WD6-1989, Figuras 14-50, TT y 5-20.

Sección 552. REMOLQUES ESTACIONADOS

A. Generalidades

552-1. Alcance. Esta Sección trata de los conductores y equipos eléctricos instalados en o dentro de remolques estacionados, en lo que no esté recogido en las Secciones 550 y 551.

NOTA : Esta sección cubre los remolques que no se usan como residencia permanente ni se destinan para usos comerciales. Es común que estos remolques estén equipados con cargas similares a las de las viviendas móviles y los vehículos recreativos; también es común que se ubiquen en una misma comunidad, sin reubicación durante muchos años.

552-2. Definiciones. Para otras definiciones, véanse las Secciones 100, 550 y 551.
Remolque estacionado: Unidad que cumple los siguientes criterios: (a) construida sobre un chasis montado sobre ruedas y (b) con una superficie bruta como remolque no superior a 37,2 m².

552-3. Otras Secciones. Cuando lo exigido por la Sección 552 difiera de lo exigido por otras Secciones de este Código, se aplicará lo exigido en la Sección 552

552-4. Requisitos generales. Un remolque estacionado, tal como se describe en el Artículo 552-2, está pensado para un uso estacional. No está destinado para unidad de vivienda permanente ni para usos comerciales, como banco, tienda, oficina o similar.

B. Sistemas de baja tensión

552-10. Instalaciones de baja tensión.

(a) Circuitos de baja tensión. Los circuitos de baja tensión suministrados e instalados por el fabricante del remolque, excepto los de los frenos, están sometidos a este *Código*. Los circuitos de alimentación para alumbrado que estén sometidos a la legislación local, deben cumplir con dicha legislación y además con este *Código*.

(b) Alambrado de baja tensión.

(1) En los circuitos de baja tensión se deben instalar conductores de cobre.

Excepción: Se permite utilizar el chasis o el bastidor metálico como retorno de la fuente de alimentación. Las conexiones con el chasis o el bastidor se deben hacer: (1) en un lugar accesible, (2) por medio de conductores de cobre y terminales de cobre o aleación de cobre del tipo sin soldadura, identificados para la sección transversal del cable utilizado y (3) bien sujetas mecánicamente.

(2) Los conductores deben cumplir los requisitos de los tipos HDT, SGT, SGR o SXL o deben tener aislamiento de acuerdo con la Tabla 310-13 o equivalente. Los conductores con sección transversal de 13,29 mm^2 (6 AWG) hasta 0,82 mm^2 (18 AWG) o los SAE deben estar certificados.

(Nota): Para los conductores de tipo HDT y SXL, véanse las normas NTC 1116 Vehículos automotores, Cables primarios de baja tensión y SAE J1128-1988. Para los conductores de tipo SGT y SGR, véanse las normas NTC 1957 Vehículos automotores, Cables para baterías y SAE J1127-1988.

(3) Los conductores sencillos de baja tensión deben ser trenzados.

(4) Todos los conductores aislados de baja tensión deben estar rotulados en su superficie a intervalos no superiores a 1,20 m, con la siguiente información :

a. Los conductores certificados deben llevar los rótulos que exija el organismo que los ha certificado.
b. Los conductores SAE deben llevar el nombre o logotipo del fabricante, sus especificaciones y sección transversal.
c. Los demás conductores deben llevar el nombre o logotipo del fabricante, clasificación de temperatura, sección transversal, material conductor y espesor del aislante.

(c) Métodos de alambrado de baja tensión.

(1) Los conductores deben estar bien sujetos y protegidos contra daños físicos. Cuando se sujeten a la estructura conductores aislados, el aislante se debe reforzar con cinta aislante o un material equivalente, aunque no es necesario proteger así los cables con chaqueta. Hay que mantener los cables alejados de bordes cortantes, piezas móviles o fuentes de calor.

(2) Los conductores se deben empalmar o unir con dispositivos de unión que ofrezcan una conexión segura o soldándolos o cobresoldándolos con un metal o aleación fusible. Los empalmes soldados se deben empalmar primero de forma que queden mecánica y eléctricamente bien hechas y luego si soldarlas. Todos los empalmes, uniones y extremos libres de los conductores se deben proteger con cinta aislante de modo que tengan aislamiento equivalente al resto del conductor.

(3) Los circuitos alimentados por baterías y otros circuitos de baja tensión deben separarse físicamente de los circuitos de otras fuentes de alimentación mediante un espacio mínimo de 12 mm u otro medio aprobado. Son métodos aceptables para conseguir esa separación sujetar los cables con abrazaderas, llevarlos por otro sitio u otro método equivalente que asegure su separación total y permanente. Cuando se crucen circuitos pertenecientes a distintas fuentes de alimentación, la chaqueta externa de los cables con recubrimiento no metálico debe mantener la separación adecuada.

(4) Los terminales de puesta a tierra deben quedar accesibles para su servicio. Las superficies de contacto de los terminales de puesta a tierra deben estar limpias y libres de óxido o pintura y conectarse eléctricamente utilizando arandelas "groover" con dientes internos y externos de cadmio, de estaño o galvanizados o mediante arandelas a rosca. Los tornillos, remaches, pernos y tuercas o arandelas de sujeción de los terminales de puesta a tierra deben ser de cadmio, de estaño o galvanizadas, pero se permite que cuando vayan en estructuras de aluminio, los remaches sean de aluminio sin anodizar.

(5) El terminal para puesta a tierra del chasis de la batería debe ir conectado equipotencialmente al chasis del remolque mediante un conductor de cobre con sección transversal de 8,36 mm^2 (8 AWG) como mínimo. Si el cable de alimentación de la batería es de sección mayor que 8,36 mm^2 (8 AWG), el conductor de la conexión equipotencial debe ser de la misma sección transversal.

(d) Instalaciones de baterías. El soporte de las baterías sometido a las disposiciones de este *Código* debe estar bien sujeto al remolque estacionado e instalado en una área hermética a los vapores al interior y ventilada directamente al exterior de la unidad. Cuando las baterías estén instaladas en un compartimento, éste debe estar ventilado mediante aberturas con una superficie mínima de 1 100 mm^2 tanto en su parte superior como inferior. Cuando el compartimento tenga puertas con aberturas de ventilación, dichas aberturas deben estar a menos de 50 mm de la parte superior e inferior. No se deben instalar las baterías en compartimentos en los que haya equipos que produzcan chispas o llamas.

(e) Protección contra sobrecorriente.

(1) Los circuitos de baja tensión deben estar protegidos por dispositivos contra sobrecorriente cuya corriente nominal no sea superior a la capacidad de corriente de los conductores de cobre, según la siguiente Tabla:

Tabla 552-10(e) Protección contra sobrecorriente para circuitos de baja tensión

Sección del cable	Capacidad de corriente	Tipo de cable
18	6	Sólo trenzado
16	8	Sólo trenzado
14	15	Trenzado o sólido
12	20	Trenzado o sólido
10	30	Trenzado o sólido

(2) Los interruptores automáticos o fusibles deben ser de tipo aprobado, incluidos los de la instalación eléctrica del automóvil. Los portafusibles deben estar claramente rotulados con la corriente máxima de los fusibles y resguardados contra cortocircuitos y daños físicos mediante una cubierta, tapa o medio equivalente.

(Nota): Para más información, véanse *Standard for Electric Fuses (Cartridge Type).* ANSI/SAE J554(b)-1987; *Standard for Blade Type Electric Fuses,* SAE J1284-1988, y *Standard For Automotive Glass Tube Fuses,* UL 275-1993.

(3) Los artefactos de corriente continua y de alto consumo de corriente, como las bombas, compresores, sopladores de calor y otros similares movidos a motor, se deben instalar siguiendo las instrucciones del fabricante.

Los motores controlados por interruptores automáticos o interruptores manuales bloqueables se deben proteger de acuerdo con el Artículo 430-32(c).

(4) El dispositivo de protección contra sobrecorriente se debe instalar en un lugar accesible del vehículo, a menos de 0,5 m del punto donde conecta la fuente de alimentación con los circuitos del vehículo. Si están fuera del remolque estacionado, dicho dispositivo se debe proteger contra la intemperie y los daños físicos.

Excepción: Se permite que una fuente de alimentación externa de baja tensión tenga el dispositivo de protección contra sobrecorriente a menos de 0,5 m después de la entrada de los cables en el vehículo o de la salida de una canalización metálica.

(f) Interruptores. Los interruptores deben tener una corriente nominal de c.c. no inferior a la de la carga que controlen.

(g) Artefactos de alumbrado. Todos los artefactos de alumbrado interior para baja tensión deben estar certificados.

Excepción: Los artefactos de 4 W nominales o menos que tengan lámparas de 1,2 W nominales o menos.

C. Sistemas eléctricos combinados

552-20. Sistemas eléctricos combinados.

(a) Generalidades. Se permite que el alambrado de la unidad adecuado para conectarlo a una batería o fuente de corriente continua, se conecte a una fuente de alimentación de 120 V siempre que todo el sistema de alambrado y equipos estén normalizados e instalados de acuerdo con lo que establecen las Partes A, C, D y E de esta Sección relativas a sistemas eléctricos de 120 V. Los circuitos alimentados desde transformadores de corriente alterna no deben conectarse a artefactos de corriente continua.

(b) Convertidores de tensión (de 120 V c.a. a c.c. de baja tensión). El lado de corriente alterna de un convertidor de tensión de 120 V se debe alambrar de acuerdo completamente con lo que establecen las Partes A, C, D y E de esta Sección relativas a instalaciones eléctricas de 120 V.

Excepción: No están sujetos al anterior requisito los convertidores suministrados como parte integral de un artefacto eléctrico certificado.

Todos los convertidores y transformadores deben estar certificados para su uso en unidades recreativas y diseñados o equipados de modo que tengan protección contra sobretemperatura. Para establecer la corriente nominal del convertidor, se debe aplicar la siguiente fórmula a la carga total conectada de 12 V, incluida la corriente media de carga de la batería:

Los primeros 20 A, al 100%, más
Los segundos 20 A, al 50%, más
El resto de la carga que supere los 40 A, al 25%.

Excepción: No se considera como carga conectada para calcular la corriente nominal del convertidor, cualquier artefacto de baja tensión controlado por un interruptor provisional que esté normalmente abierto y que no tenga un medio para mantenerlo en posición cerrada. Los artefactos energizados provisionalmente se deben limitar a los que se utilicen para preparar el vehículo para su ocupación o para viaje.

(c) Conexión equipotencial de los armarios del convertidor de tensión. Las partes metálicas no portadoras de corriente del armario del convertidor de tensión se deben conectar equipotencialmente al chasis del vehículo con un conductor de cobre con sección transversal de 8,36 mm^2 (8 AWG) como mínimo. Se permite que el conductor de puesta a tierra para la batería y el armario metálico sean el mismo.

(d) Artefactos o aparatos de tensión dual. Los artefactos o aparatos eléctricos que se puedan conectar tanto a 120 V como o a baja tensión, deben estar certificados para tensión dual.

(e) Autotransformadores. No está permitido utilizar autotransformadores.

(f) Tomacorrientes y clavijas. Cuando un remolque estacionado esté equipado con un sistema de corriente alterna a 120 V o 120/240 V, un sistema de baja tensión o ambos tipos, los tomacorrientes y clavijas de baja tensión deben tener una configuración distinta de las del sistema de 120 o 120/240 V. Cuando un vehículo equipado con una batería o un sistema de baja tensión tenga una conexión externa de fuerza para baja tensión, el conector debe tener una configuración tal que no admita clavijas de 120 V.

D. Sistemas a 120 o 120/240 V nominales

552-40. Sistemas a 120 o 120/240 V nominales.

(a) Requisitos generales. Los equipos y materiales eléctricos de los remolques estacionados que se puedan conectar a sistemas de alambrado de 120 V nominales, bifilares con puesta a tierra o de 120/240 V nominales, trifilares, con puesta a tierra, deben estar certificadas e instalarse de acuerdo con los requisitos de las Partes A, C, D, y E de esta Sección.

(b) Materiales y equipos. Los materiales eléctricos, dispositivos, artefactos, accesorios y otros equipos instalados, diseñados para utilizarse o fijarse a un remolque estacionado, deben estar certificados. Todos los productos se deben utilizar sólo del modo en el que han sido ensayados y se han encontrado como adecuados para el uso al que se han destinado.

552-41. Salidas para tomacorrientes requeridas.

(a) **Separación.** Las salidas para tomacorrientes se deben instalar en espacios de pared de 0,60 m de ancho o más, de modo que ningún punto a lo largo de la línea del piso del vehículo esté a más de 1,8 m de cualquier tomacorriente, medidos horizontalmente.

Excepción nº. 1: Las áreas de baños y recibimientos.
Excepción nº. 2: Las paredes ocupadas por armarios de cocina, armarios para ropa, muebles incorporados, detrás de las puertas que puedan abrirse completamente contra la pared y otros sitios similares.

(b) **Ubicación.** Las salidas para tomacorrientes se deben instalar :

(1) Adyacentes a los mostradores en la cocina (por lo menos una a cada lado del lavaplatos si ha mostradores a los dos lados y tienen 0,30 m o más de ancho).

(2) Adyacentes al espacio del refrigerador o de la estufa de gas, excepto si hay instalado de fábrica un refrigerador o estufa de gas que no requiera de tomacorriente.

(3) Adyacentes a los espacios de mostradores de 0,30 m o más de ancho a los cuales no se pueda llegar desde uno de los tomacorrientes exigidos por el Artículo 551-41(b)(1) con un cordón de 1,80 m) sin cruzar una área de circulación, artefacto de cocina o lavaplatos.

(c) **Protección por interruptor de circuito contra falla a tierra.** Cuando se instalen tomacorrientes en instalaciones monofásicas de 125 V y 15 o 20 A, deben ofrecer protección a las personas mediante un interruptor de circuito por falla a tierra en los siguientes lugares :

(1) Al lado del lavabo instalado en el cuarto de baño.

(2) A menos de 1,8 m de cualquier lavabo o lavaplatos.

Excepción: Los tomacorrientes instalados para artefactos en espacios dedicados, como lavavajillas, trituradores de basura, refrigeradores, congeladores y equipo de lavandería.

(3) En el área ocupada por un servicio sanitario, ducha, bañera (tina) o cualquier combinación de ellos.

(4) En el exterior del vehículo.

Excepción: No es necesario que estén protegidos con interruptor de circuito por falla a tierra los tomacorrientes que estén ubicados en el interior de un panel de acceso instalado fuera del vehículo para dar el suministro a un artefacto instalado.

Se permite que la salida para tomacorriente esté en un artefacto de alumbrado certificado. No se deben instalar salidas tomacorriente en tinas o compartimientos combinados con tina y ducha.

(d) **Salida para cinta térmica.** Si se instala una salida para cinta térmica, debe estar ubicada sobre la parte inferior del remolque, a menos de 0,6 m de la entrada de agua fría.

(e) **Salidas para tomacorrientes exteriores.** Al menos debe haber una salida para tomacorriente exterior. Se considera que una salida para tomacorriente ubicada en un compartimento del remolque accesible desde el exterior, es un tomacorriente exterior. Las salidas para tomacorrientes exteriores deben estar protegidas según se establece en el Artículo 552-41(c)(4).

(f) **Tomacorrientes no permitidas.**

(1) **En las duchas o bañeras (tinas).** No se deben instalar tomacorrientes en o a menos de 0,8 m de una ducha o bañera (tina).

(2) **Hacia arriba.** En un mostrador no se deben instalar los tomacorrientes mirando hacia arriba.

552-43. Fuente de alimentación.

(a) Alimentador. La fuente de alimentación de un remolque estacionado debe ser un conjunto alimentador consistente en no más de un cordón de fuente suministro para remolques estacionados, de 30 o 50 A, certificado y con cubierta moldeada integrada, o un alimentador instalado permanentemente.

(b) Cordón de fuente de alimentación de alimentación. Si el remolque estacionado tiene un cordón de fuente de alimentación, debe estar permanentemente conectado al panel de distribución o a una caja de unión conectada permanentemente al panel de distribución, con su extremo libre terminado en una clavija de conexión de cubierta moldeada.

Los cordones con adaptadores y extremos curvos, los cordones de extensión y artículos similares no se deben fijar ni suministrar con los remolques estacionados.

En el bocado (salida ciega) del panel principal de distribución debe haber una abrazadera o herraje similar adecuado para que la tensión transmitida por el cordón de fuente de alimentación no se transmita hasta los terminales, siempre que el cordón se manipule del modo previsto.

El cordón debe ser de tipo certificado con tres conductores, a 120 V o cuatro conductores a 120/240 V, uno de los cuales debe estar identificado mediante un forro continuo de color verde o verde con una o más bandas amarillas, para utilizarlo como conductor de puesta a tierra.

552-44. Cordón.

(a) Conectados permanentemente. Cada conjunto de fuente de alimentación debe ser dotado de fábrica o instalado en fábrica, estar conectado directamente a los terminales del panel de distribución o de los conductores dentro de la caja de unión, y estar dotado de medios para evitar que la tensión mecánica sobre los conductores se transmita a los terminales. La capacidad de corriente de los conductores entre cada caja de unión y los terminales del panel de distribución debe ser como mínimo igual a la capacidad de corriente del cordón de fuente de alimentación. El extremo del conjunto de suministro debe estar equipado con una clavija del tipo descrito en el Artículo 552-44(c). Cuando el cordón pase a través de paredes o pisos, se debe proteger por medio de tubos y pasacables o equivalente. El conjunto del cordón debe estar protegido permanentemente contra la corrosión y daños mecánicos mientras el vehículo está en tránsito.

(b) Longitud del cordón. La longitud útil expuesta del cordón se debe medir desde el punto de entrada al remolque estacionado o desde la cara de la superficie rebordeada de la entrada (clavija de base del motor) hasta la cara de la clavija en el extremo del suministro.

La longitud útil expuesta del cordón medida hasta el punto exterior de entrada al vehículo, debe ser de 7,0 m como mínimo cuando el punto de entrada esté en un lateral del vehículo o de 8,5 m cuando el punto de entrada esté en la parte trasera del vehículo. La longitud máxima del cable debe ser 11,0 m.

Cuando el punto de entrada del cordón al remolque estacionado esté a más de 0,9 m desde el suelo, la longitud mínima del cordón se debe aumentar en una distancia igual a la medida en la que la entrada del cordón supere 0,9 m.

(c) Clavijas.

(1) Los remolques estacionados que estén alambrados según el Artículo 552-46(a), deben tener una clavija de dos polos y tres hilos, con polo a tierra, a 125 V y 30 A nominales, de configuración como se indica en la Figura 552-44(c).

(Nota): Para más detalles sobre la configuración de los tomacorrientes y clavijas, véase *Standard for Dimensions of Attachment Plugs and Receptacles,* National Electrical Manufacturers Association, ANSI/NEMA WD6-1989, Figura 5-15.

(2) Los remolques estacionados que tengan un conjunto de fuente de alimentación a 50 A nominales, tal como lo permite el Artículo 552-43(b), deben tener una clavija de conexión de tres polos y cuatro hilos, con polo a tierra, a 125/250 V y 50 A nominales, de configuración como se indica en la Figura 552-44(c).

(Nota): Para más detalles sobre la configuración de los tomacorrientes y clavijas, véase *Standard for Dimensions of Attachment Plugs and Receptacles,* National Electrical Manufacturers Association, ANSI/NEMA WD6-1989, Figura 5-15.

(FIGURA)

30 A

125 V, 2 polos, 3 hilos, con polo a tierra

50 A

125/250 V, 3 polos, 4 hilos, con polo a tierra

Figura 552-44(c).

(d) **Placas en la entrada de la instalación eléctrica.** Todas los remolques estacionados deben tener permanentemente instalada en su cubierta externa, en el punto de entrada del conjunto de fuente de alimentación o lo más cerca del mismo, una etiqueta o placa de 75 mm por 45 mm como mínimo, y de un espesor no inferior a 508 micras, de latón grabado, de acero inoxidable, aluminio anodizado, alclad o equivalente (p. ej., de laminado plástico de 127 micras, en la que se lea :

"ESTA CONEXIÓN ES PARA SUMINISTRO DE 110-125 V C.A., 60 HZ, 30 A" (THIS CONNECTION IS FOR 110-125 VOLT AC, 60 Hz 30 AMPERE SUPPLY)

O

"ESTA CONEXIÓN ES PARA SUMINISTRO DE 120-240 V C.A., 3 POLOS, 4 HILOS, 60 HZ, _____A" (THIS CONNECTION IS FOR 120/240 VOLT AC, 3-POLE, 4-WIRE 60 Hz _____ AMPERE SUPPLY).

En los espacios en blanco debe constar la corriente nominal en amperios (A).

(e) **Ubicación.** El punto de entrada del conjunto de fuente de alimentación debe estar ubicado a menos de 4,5 m de la parte trasera del remolque, al lado izquierdo (lado de la vía), a la izquierda del eje central del vehículo, a menos de 0,5 m de la pared exterior.

Excepción nº. 1: Se permite que un remolque estacionado equipado con un solo sistema de drenaje certificado o un sistema de drenaje con ventilación lateral, tenga el punto de entrada de la instalación eléctrica ubicado a cualquier lado, siempre que el drenaje o drenajes del sistema de plomería esté o estén ubicados al mismo lado.
Excepción nº. 2: Se permite que un remolque estacionado tenga el punto de entrada de la instalación a más de 4,5 m de la parte posterior. En este caso, se debe añadir a la medida del cable especificada en el Artículo 551-46(b) la distancia que supere los 4,5 m.

(f) **Mástil o canalización de intemperie.** Cuando la carga calculada de un remolque estacionado sea superior a 50 A o se use un alimentador permanente, el suministro se debe hacer por alguno de los siguientes medios :

(1) Un mástil de intemperie, de acuerdo con la Sección 230 y debe ser de cuatro conductores continuos aislados forrados de distinto color, uno de los cuales debe ser el conductor de puesta a tierra de los equipos, o

(2) Una canalización metálica o un tubo no metálico rígido que vaya desde el medio de desconexión del remolque hasta la parte inferior del mismo, con medios para asegurarla a una caja de unión o un accesorio a la canalización, por la parte inferior del remolque (con o sin conductores, como indica el Artículo 550-5(i)(1)).

552-45. Panel de distribución.

(a) Certificado y de capacidad adecuada. Se debe instalar un panel de distribución certificado y de capacidad adecuada u otro equipo específicamente certificado para ese uso. La barra terminal de los conductores de puesta a tierra debe estar aislada de la envolvente como establece el Artículo 552-55(c). Dentro de la envolvente metálica del panel de distribución se debe instalar una barra terminal para la puesta a tierra de los equipos.

(b) Ubicación. El panel de distribución debe estar instalado en un lugar fácilmente accesible. El espacio de trabajo delante del panel de distribución no debe tener menos de 0,60 m de ancho por 0,8 m de fondo.

Excepción: Cuando la tapa del panel de distribución esté expuesta en un pasillo interior, se permite que las dimensiones del espacio de trabajo se reduzcan a un mínimo de 0,5 m. Un panel de distribución se considera expuesto cuando su tapa queda a menos de 2 pulgadas 50 mm del acabado de la superficie del pasillo.

(c) Tipo de frente muerto. El panel de distribución debe ser de frente muerto. Cuando haya fusibles o más de dos interruptores automáticos, debe instalarse un medio principal de desconexión. Cuando haya más de dos circuitos ramales, debe instalarse un dispositivo principal de protección contra sobrecorriente cuya corriente nominal no supere a la del conjunto de fuente de alimentación.

552-46. Circuitos ramales. El número de circuitos ramales necesarios se debe determinar de acuerdo con los siguientes apartados:

(a) De dos a cinco circuitos de 15 o 20 A. Se permiten de dos a cinco circuitos de 15 o 20 A para alumbrado, salidas para tomacorrientes y artefactos fijos. Los remolques estacionados deben estar equipados con un panel de distribución de 120 V nominales máximo con un conjunto de fuente de alimentación principal a 30 A nominales. A dichos sistemas no se deben conectar más de dos artefactos de 120 V controlados por termostato (p. ej., acondicionadores de aire y calentadores de agua), a menos que se utilicen sistemas de conmutación de separación, sistemas de manejo de energía o métodos similares.

(b) Más de cinco circuitos. Cuando se necesiten más de cinco circuitos, se deben determinar de acuerdo con lo siguiente:

(1) Alumbrado. Para determinar el número de circuitos de alumbrado de 15 o 20 A, se multiplican 32 VA/m² por las dimensiones externas del remolque (sin el acoplador), dividido por 120 V, por ejemplo :

$$No.\ de\ circuitos\ de\ 15\ A(o\ 20\ A) = \frac{32\ x\ largo\ (m)\ xancho(m)}{120\ (V)x\ 15\ A(ó\ 20A)}$$

Se permite que los circuitos de alumbrado alimenten las luces, relojes o temporizadores de los hornos a gas o los artefactos certificados conectados a cordón para la trituración de basuras.

(2) Pequeños electrodomésticos. Los circuitos ramales para pequeños electrodomésticos se deben calcular de acuerdo con el Artículo 220-4(b).

(3) Artefactos de uso general. Estos artefactos incluyen los hornos, calentadores de agua, estufas y aire acondicionado central o de salón. Para ellos se debe instalar uno o más circuitos de capacidad adecuada, de acuerdo con las siguientes condiciones :

(Nota 1): Para los circuitos de lavandería, véase el Artículo 220-4(c).
(Nota 2): Para el circuito de aire acondicionado central, véase la Sección 440.

a. La corriente nominal de los artefactos fijos que no tengan más del 50% de la capacidad de corriente del circuito, si en el mismo hay instaladas salidas para alumbrado (tomacorrientes distintos de los de la cocina, comedor o lavadora que se consideren como salidas para alumbrado).
b. Para artefactos fijos conectados a un circuito sin salidas para alumbrado, la suma de las corrientes nominales no debe superar la capacidad de corriente del circuito ramal. Las cargas de motores u otras cargas de uso continuo no deben superar el 80% de la capacidad de corriente del circuito ramal.
c. La corriente nominal de un solo artefacto eléctrico conectado con cordón y clavija a un circuito sin otras salidas, no debe superar el 80% de la capacidad de corriente del circuito.
d. La corriente nominal de un circuito ramal para estufa se debe calcular según su demanda especificada en el Artículo 552-47(b).

552-47. Cálculos. Para calcular las cargas del cordón de suministro y del panel de distribución de cada alimentador de un remolque estacionado, se debe emplear el siguiente método, en lugar del descrito en la Sección 220, basado en una corriente de suministro a 120/240 V, tres hilos, con cargas equilibradas de 120 V entre las dos fases energizadas del sistema de trifilar:

(a) Cargas de alumbrado y pequeños artefactos.
Voltamperios para alumbrado: longitud x anchura de la planta del piso del remolque (dimensiones exteriores) x 32 VA/^{2}. Es decir :

VA para alumbrado = longitud x anchura x 32

Voltamperios para pequeños electrodomésticos: número de circuitos x 1 500 VA por cada circuito de 20 A para tomacorrientes de artefactos (véase Artículo 550-2, "Artefactos eléctricos portátiles", con la Nota), incluidos 1 500 VA para el circuito de la lavadora. Es decir:

VA para pequeños electrodomésticos = nº. de circuitos x 1 500

VA totales = VA para alumbrado + VA para pequeños electrodomésticos.

Para obtener la corriente de cada brazo del circuito, se multiplican los primeros 3 000 VA al 100% y los restantes al 35% y la suma se divide por 240 V.

(b) Carga total para determinar la corriente de suministro. La carga total para establecer la corriente de suministro es la suma de:

(1) Carga para alumbrado y pequeños artefactos, calculada en el Artículo 550-13(a).

(2) Corriente nominal por placa para cargas de motores y calentadores (ventiladores, acondicionadores de aire, calefacción eléctrica, artefactos eléctricos de las estufas y calefacción a gas o petróleo).

Se suprime la menor de las cargas de calefacción y refrigeración, pero se incluye el motor del soplador si el acondicionador de aire tiene motor con evaporador. Si no hay acondicionador de aire pero el cordón de la fuente de alimentación es de 50 A, se dejan 15 A por fase para el aire acondicionado.

(3) El 25% de la corriente del mayor motor del apartado (2).

(4) La corriente total por placa de características del triturador de basuras, lavadora de platos, calentador de agua, secadora de ropas, horno de pared y unidades de cocina.

Cuando el número de todos estos artefactos pase de tres, aplicar el 75% del total.

(5) Calcular los amperios de las estufas completas (es decir, estufa y horno incluido), dividiendo los siguientes valores por 240 V:

Potencia nominal en la placa de características	**Cálculo de la potencia**
De 0 a 10 000 W	80% de la potencia nominal
De 10 001 a 12 500 W	8 000 VA
De 12 501 a 13 500 W	8 400 VA
De 13 501 a 14 500 W	8 800 VA
De 14 501 a 15 500 W	9 200 VA
De 15 501 a 16 500 W	9 600 VA
De 16 501 a 17 500 W	10 000 VA

(6) Si existen circuitos o salidas para otros artefactos distintos de los instalados en fábrica, incluir también la carga que supongan.

En el siguiente ejemplo se aplican todos estos cálculos.

Ejemplo

Un remolque estacionado tiene 12 m por 3 m en planta, con dos circuitos para pequeños artefactos, un calentador a 240 V y 1 000 VA, un ventilador con motor de 120 V y 200 VA, una lavadora a 120 V y 400 VA y una estufa eléctrica de 7 000 VA.

Cargas de alumbrado y pequeños artefactos

Alumbrado 12 m x 3 m x 32 VA/m² = 1 152 VA
Pequeños artefactos 1 500 x 2 = 3 000 VA
Lavadora 1 500 x 1 = 1 500 VA
---
5 652 VA

Primeros 3 000 VA al 100% 3 000 VA
Resto (5 652 - 3 000 =) 2 652 al 35% 928 VA
---
3 928 VA

$$\frac{3928\ VA}{240\ V} = 16{,}36\ A\ por\ brazo$$

	Amperios por brazo	
	A	**B**
Alumbrado y artefactos eléctricos	16,36	16,36

Calentador, 1 000 VA / 240 V =	4,20	4,20	
Ventilador, (200 VA x 125%)/120 V =		2,08	
Lavavajillas, 400 VA / 120 V =		3,30	
Estufa, (7 000 VA x 80%)/240 V =	23,30	23,30	
	---	---	---
Total	43,86	49,24	

Según la mayor corriente calculada en cada brazo, se requiere un cordón de alimentación de 50 A como mínimo.

(c) Método opcional de cálculo para cargas de alumbrado y artefactos. En los remolques estacionados se permite aplicar el método opcional de cálculo de las cargas de alumbrado y artefactos que se indica en el Artículo 220-30 y la Tabla 220-30.

552-48. Métodos de alambrado.

(a) Métodos de alambrado. Se permite utilizar tubo de metal rígido, tubo metálico semi rígido, tuberías eléctricas metálicas, tubo rígido no metálico, tubo de metal flexible, cables de Tipo MC, MI, AC y cables con blindaje no metálico. Se deben instalar medios para puesta a tierra de los equipos, según establece el Artículo 250-91.

(b) Tubos y tuberías. Cuando se utilice tubo de metal rígido o semi rígido que termine en una envolvente en una conexión sujeta con tuerca y pasacables, se deben poner dos tuercas, una por dentro de la envolvente y otra por fuera. Todos los extremos cortados de los tubos y tuberías se deben biselar, limar o rebordear de alguna otra manera para dejarlos lisos.

(c) Cajas no metálicas. Las cajas no metálicas sólo son aceptables con cables con blindaje no metálico o con tubo rígido no metálico.

(d) Cajas. En las paredes y techos de madera u otro material combustible, las cajas y accesorios deben quedar a ras con la superficie o sobresalir de ella.

(e) Montaje. Las cajas en las paredes y techos se deben montar de acuerdo con lo establecido en la Sección 370.

Excepción nº. 1: Se permiten las cajas de tipo enchufable o cajas dotadas con abrazaderas especiales para paredes o techos que permitan sujetarlas bien.
Excepción nº. 2: Se considera como medio adecuado para montar las cajas de salida, una lámina de madera que deje un espacio de 38 mm como mínimo alrededor de la caja, con un espesor de 12 mm o mayor, sujeta directamente al panel de la pared.

(f) Armadura de blindaje. El blindaje de los cables con recubrimiento metálico y forro no metálico y los cables de Tipo AC, debe ser continuo entre las cajas de salida y cualquier otra envolvente.

(g) Protección. Se permite que los cables con recubrimiento metálico, de Tipo AC o los de recubrimiento no metálico, pasen por el centro de columnas de 50 mm x 100 mm de lado. No obstante, deben protegerse cuando pasen por columnas de 50 mm x 50 mm o por otras columnas o soportes cuando el cable o su blindaje quede a menos de 38 mm de la superficie interior o exterior. Para proteger el cable se debe utilizar lámina de acero a cada lado o tubo de acero con un espesor no inferior a 1,519 mm (16 MSG). Esas láminas o tubos deben sujetarse bien. Cuando los cables con recubrimiento no metálico pasen a través de ranuras o agujeros perforados, cortados o taladrados en lámina metálica, antes de instalar el cable se debe proteger por pasacables bien sujetos a la abertura.

(h) Apoyos de los cables. Cuando los cables estén conectados con conectores o abrazaderas, se deben sujetar a menos de 0,30 m de las cajas de salida, paneles de distribución y cajas de empalmes en los artefactos. En los demás lugares, los cables deben estar sujetos cada 1,4 m.

(i) **Cajas no metálicas sin abrazaderas para cables.** Los cables con blindaje no metálico se deben sujetar a menos de 0,20 m de cualquier caja no metálica de salida que no tenga abrazaderas para cables.

Excepción: Cuando se utilicen dispositivos de alambrado con envolventes integrales que lleven un bucle de cable extra para permitir el cambio futuro de los dispositivos, se considera que el bucle de cable forma parte integral del dispositivo.

(j) **Daños físicos.** Cuando estén propensos a daños físicos, los cables no metálicos expuestos deben estar protegidos por cubiertas, protectores, canalizaciones u otros medios.

(k) **Placas metálicas.** Las placas metálicas deben ser de metal ferroso, de un espesor no inferior a 762 micras o de metal no ferroso y espesor no inferior a 1,02 mm. Las placas no metálicas deben estar certificadas.

(l) **Placas metálicas puestas a tierra eficazmente.** Cuando se utilicen placas metálicas deben estar puestas a tierra eficazmente.

(m) **Humedad o daños físicos.** Cuando el alambrado exterior o bajo el chasis sea de 120 V nominales o más y esté expuesto a humedad o daños físicos, se deben proteger los cables instalándolos en tubo de metal rígido, tubo metálico semi rígido, tuberías eléctricas metálicas o tubo rígido no metálico, instalados lo más cerca posible contra los bastidores y envolventes de los equipos, o por otras canalizaciones o cables identificados para esa aplicación.

(n) **Interconexión de los componentes.** Los accesorios y conectores que estén destinados para quedar ocultos durante el montaje del vehículo, deben estar certificados e identificados para la interconexión de partes de la edificación. Tales accesorios y conectores deben ser equivalentes, para el método de alambrado usado, en aislamiento, aumento de temperatura y soporte de las corrientes de falla y deben ser capaces de soportar las vibraciones y choques que ocurren en el remolque estacionado.

(o) **Métodos de conexión en unidades ampliables.**

(1) Se permite que la parte del circuito ramal instalada en una unidad ampliable se conecte al circuito ramal instalado en el cuerpo principal del vehículo, por medio de un cordón flexible o cordón con clavija certificado para uso pesado. El cordón y sus conexiones deben cumplir todas las disposiciones de la Sección 400 y su uso se considera permitido de acuerdo con lo establecido en el Artículo 400-7.

(2) Si el tomacorriente para la conexión del cordón al circuito principal (red) está ubicado fuera del vehículo, debe llevar instalada protección para las personas por medio de un interruptor de circuito por falla a tierra y estar certificado para lugares mojados. Todos los cordones instalados en el exterior del vehículo deben estar identificados para uso en exteriores.

(3) Si no es desmontable o si no queda almacenado dentro del remolque estacionado, el conjunto del cordón debe estar protegido permanentemente contra la corrosión y daños mecánicos mientras el remolque esté en tránsito.

(4) Si se utiliza un cordón con clavija, debe estar instalado de modo que los terminales energizados de la clavija no queden expuestos.

(p) **Prealambrado para instalación de aire acondicionado.** Las instalaciones prealambradas para facilitar la futura conexión de artefactos de aire acondicionado, deben cumplir las siguientes disposiciones y las demás de esta Sección que les sean aplicables. El circuito de aire acondicionado no se debe utilizar para otros fines.

(1) En el panel de distribución se debe instalar un dispositivo de protección contra sobrecorriente de capacidad nominal compatible con los conductores del circuito. Se deben hacer todas las conexiones.

(2) El extremo de la carga del circuito debe terminar en una caja de unión con una tapa lisa u otro dispositivo certificado para ese fin. Cuando se utilice una caja de unión con tapa lisa, los extremos de los conductores se deben aislar o cubrir adecuadamente con cinta aislante.

(3) En o cerca de la caja de unión se debe colocar una etiqueta permanente con la siguiente información:

"CIRCUITO PARA AIRE ACONDICIONADO. ESTA CONEXIÓN ES PARA ACONDICIONADORES DE AIRE DE 110-125 V C.A., 60 Hz Y _____ A MÁXIMO NOMINALES. NO SOBREPASAR LA CAPACIDAD NOMINAL DEL CIRCUITO". (AIR-CONDITIONING CIRCUIT. THIS CONNECTION IS FOR AIR CONDITIONERS RATED 110-125 VOLT AC, 60 Hz, _____ AMPERES MAXIMUN. DO NOT EXCEED CIRCUIT RATING).

En los espacios en blanco se debe rotular una cifra que no supere el 80% de la corriente nominal del circuito.

552-49. Conductores y cajas.

(a) **Número máximo de conductores.** El número máximo de conductores permitidos en las cajas debe cumplir lo establecido en el Artículo 370-16.

(b) **Conductor libre en cada caja.** En cada caja se deben dejar como mínimo 0,15 m libres en el extremo de los conductores, excepto cuando éstos estén destinados para formar bucles sin uniones.

552-50. Conductores puestos a tierra. La identificación de los conductores puestos a tierra se debe hacer según lo establecido en el Artículo 200-6.

552-51. Empalmes y conexión con los terminales. Los empalmes y conexiones de los conductores con los terminales deben cumplir lo establecido en el Artículo 110-14.

552-52. Interruptores. Los interruptores deben tener una capacidad nominal de corriente como sigue:

(a) **Circuitos de alumbrado.** Los interruptores de los circuitos de alumbrado no deben tener menos de 10 A y 120/125 V nominales y en ningún caso deben ser de valores nominales inferiores a la carga conectada.

(b) **Motores y otras cargas.** Para los motores y otras cargas, los interruptores deben tener un valor nominal en W (HP), A o ambos, adecuado a la carga controlada (se permite usar un interruptor de acción rápida y uso general para controlar un motor de 1 492 W (2 HP) o menos cuya corriente a plena carga no supere el 80% de la corriente nominal del interruptor).

552-53. Tomacorrientes. Todas las salidas de tomacorrientes deben : (1) tener polo a tierra y (2) estar instaladas de acuerdo con los Artículos 210-17 y 210-21.

552-54. Artefactos de alumbrado.

(a) **Generalidades.** Cualquier pared o techo combustible que haya entre el borde del soporte de un artefacto de alumbrado y la caja de salida, debe estar cubierto por un material no combustible o un material identificado para ese propósito.

(b) **En las duchas.** Si se instala un artefacto de alumbrado sobre una bañera, tina o compartimiento de ducha, debe ser de tipo cerrado y con junta y estar certificado para ese tipo de instalación y protegido mediante interruptor de circuito por falla a tierra.

El interruptor de los artefactos de alumbrado de las duchas y de los ventiladores extractores ubicados sobre las tinas, compartimientos de las duchas o bañeras, debe estar ubicado fuera del espacio de las mismas.

(c) Tomacorrientes, artefactos, equipos de aire acondicionado, etc., para exteriores. Todos los equipos y artefactos para exteriores deben estar certificados para ese tipo de uso.

552-55. Puesta a tierra. Para la conexión equipotencial de las partes metálicas no portadoras de corriente, véase también el Artículo 552-57.

(a) Puesta a tierra de la fuente de alimentación. El conductor de puesta a tierra del cordón de suministro o del alimentador se debe conectar a la barra de puesta a tierra u otro medio de conexión aprobado en el panel de distribución.

(b) Panel de distribución. El panel de distribución debe tener una barra de puesta a tierra con terminales suficientes para todos los conductores de puesta a tierra u otros medios de puesta a tierra aprobados.

(c) Neutro aislado.

(1) El conductor del circuito puesto a tierra (neutro) debe estar aislado de los conductores de puesta a tierra de equipos, de los armarios o envolventes de los equipos y de otras partes puestas a tierra. Los terminales del circuito puesto a tierra (neutro) del panel de distribución y de las estufas, secadoras, estufas montadas en mostradores y hornos de pared, deben estar aislados del armario o envolvente de los equipos. Los tornillos, abrazaderas o barras de conexión equipotencial en el panel de distribución o en los artefactos eléctricos, se deben quitar y descartar.

(2) Las conexiones de las estufas y secadoras con conductor puesto a tierra (neutro), si se conectan con cordón, se deben hacer con cordón de cuatro hilos y con clavija de tres polos, cuatro hilos, del tipo con polo a tierra.

552-56. Puesta a tierra de los equipos interiores.

(a) Partes metálicas expuestas. En una instalación eléctrica, todas las partes metálicas expuestas, armarios, envolventes, bastidores, bases metálicas de los artefactos de alumbrado, etc., se deben conectar equipotencialmente de manera eficaz a los terminales de puesta a tierra o al armario o envolvente del panel de distribución.

(b) Conductores de puesta a tierra de los equipos. Como conductores de puesta a tierra de los equipos se deben utilizar únicamente alambres desnudos, alambres con forro de color verde o de color verde con una o varias bandas amarillas.

(c) Puesta a tierra de los equipos eléctricos. Cuando sea necesario poner a tierra los equipos eléctricos, se debe hacer como sigue:

(1) Conexión a los armarios metálicos de los tubos metálicos (conduit o tuberías eléctricas metálicas), el blindaje de los cables de Tipo MC y MI, cuando esté identificado para usarlo como puesta a tierra, o la armadura de los cables de Tipo AC.

(2) Conexión de uno o más de los conductores de puesta a tierra de los equipos con una caja metálica por medio de un tornillo de puesta a tierra que no se debe usar para otro propósito, o de un dispositivo certificado de puesta a tierra.

(3) Se permite asegurar el conductor de puesta a tierra de los equipos en cable con blindaje no metálico bajo un tornillo roscado a la envolvente del artefacto, que no sea un tornillo de montaje o de sujeción de la cubierta, o asegurado medio certificado de puesta a tierra (placa) en una caja de salida no metálica para el montaje de artefactos (también se permiten los medios de conexión como tornillos para sujetar los artefactos).

(d) **Puesta a tierra en cajas no metálicas.** Se debe hacer una conexión entre uno o más conductores de puesta a tierra que entren en una caja de salida no metálica, de modo que los cables se puedan conectar a cualquier accesorio que se deba poner a tierra.

(e) **Continuidad de la puesta a tierra.** Cuando más de un conductor de puesta a tierra de equipos de un circuito ramal entre en una caja, todos ellos deben hacer un buen contacto eléctrico y el montaje debe ser tal que la desconexión o desmontaje de cualquier tomacorriente, artefacto u otro dispositivo alimentado desde la caja no interfiera o interrumpa la continuidad de la puesta a tierra.

(f) **Artefactos conectados con cordón.** Los artefactos conectados con cordón, como las lavadoras, secadoras, refrigeradores, el sistema eléctrico de estufas a gas, etc., se deben poner a tierra mediante un cordón aprobado con conductor de puesta a tierra de equipos y clavija de tipo con polo a tierra.

552-57. Conexión equipotencial de las partes metálicas no portadoras de corriente.

(a) **Conexión equipotencial necesaria.** Todas las partes metálicas no portadoras de corriente y expuestas por las que pueda pasar corriente deben estar conectadas equipotencialmente al terminal de puesta a tierra o al armario del panel de distribución.

(b) **Chasis de conexión equipotencial.** Entre cada panel de distribución y un terminal accesible del chasis, se debe conectar un conductor de conexión equipotencial. No se debe usar para la conexión equipotencial conductores de aluminio o aluminio recubierto de cobre si dichos conductores o sus terminales van a estar expuestos a elementos corrosivos.

Excepción: Se considera conectado equipotencialmente cualquier remolque estacionado de chasis metálico unitario, al cual vaya bien sujeto un panel de distribución con pernos y tuercas, soldado o remachado.

(c) **Requisitos del conductor de conexión equipotencial.** Los terminales de puesta a tierra deben ser de tipo sin soldadura y certificados para usarlos con conectores de presión reconocidos para alambre de la sección que se emplee. El conductor de conexión equipotencial debe ser de cobre sólido o trenzado, aislado o desnudo y con sección transversal mínima de 8,36 mm^2 (8 AWG).

(d) **Techos metálicos y conexión equipotencial exterior.** Los techos y cubiertas exteriores metálicos se consideran conectados equipotencialmente cuando:

(1) Los paneles metálicos se traslapan unos con otros y están bien sujetos a los soportes de madera o metal mediante tornillos o pernos metálicos.

(2) Si el panel inferior de la cubierta exterior metálica está sujeto por tornillos o pernos metálicos a un travesaño del chasis o por una abrazadera metálica.

(e) **Conexión equipotencial de tuberías para agua, gas y desagüe.** Se considera que las tuberías para agua, gas y desagüe están puestas a tierra si están conectadas equipotencialmente al chasis.

(f) **Conexión equipotencial de ductos metálicos para hornos y para aire.** Los conductos metálicos para hornos y para ventilación se deben conectar equipotencialmente.

552-58. Sujeción y acceso a los artefactos. Todos los artefactos deben ser accesibles para su inspección, servicio, reparación y sustitución sin que se remueva la construcción permanente. Se deben proveer los medios para que los artefactos estén bien sujetos cuando el remolque estacionado esté circulando.

552-59. Tomacorrientes, accesorios, equipo de aire acondicionado, etc., en exteriores.

(a) **Certificados para uso en exteriores.** Los equipos y accesorios que se utilicen en exteriores deben estar certificados para tal uso. Los tomacorrientes exteriores deben ser del tipo con tapa y junta (empaque) aptos para utilizarlos en lugares mojados.

(b) Equipo exterior para calefacción, aire acondicionado o ambos. Un remolque estacionado que tenga una circuito ramal diseñado para energizar equipo exterior de calefacción o aire acondicionado, o ambos, que estén ubicados fuera del remolque, excepto los acondicionadores de aire para cuarto, debe tener los conductores de ese circuito ramal terminados en una caja de salida o en un medio de desconexión certificado, ubicado también en el exterior del remolque. Cerca de la caja de salida se debe colocar una placa permanente con la siguiente información:

"ESTA CONEXIÓN ES PARA EQUIPOS DE CALEFACCIÓN Y/O AIRE ACONDICIONADO. EL CIRCUITO RAMAL TIENE UNA CORRIENTE NOMINAL NO SUPERIOR A ..... A, A ..... V, 60 Hz, CON CONDUCTORES DE ..... A NOMINALES. DEBE HABER UN MEDIO DE DESCONEXIÓN A LA VISTA DEL EQUIPO".

(THIS CONNECTION IS FOR HEATING AND/OR AIR CONDITIONING EQUIPMENT. THE BRANCH CIRCUIT IS RATED AT NOT MORE THAN ..... AMPERES, AT ..... VOLTS, 60-HERTZ ..... CONDUCTOR AMPACITY. A DISCONNECTING MEANS SHALL BE LOCATED WITHIN SIGHT OF THE EQUIPMENT)

En los espacios en blanco debe constar la tensión y corriente nominales de la instalación. Esta placa debe medir como mínimo 76 mm x 44,5 mm y ser de un espesor no inferior a 508 micras, de latón grabado, de acero inoxidable, aluminio anodizado, alclad o equivalente.

E. Ensayos en fábrica

552-60. Ensayos en fábrica (eléctricos). Todas los remolques estacionados deben pasar por las siguientes ensayos:

(a) Circuitos de 120 V o 120/240 V. Todos los remolques estacionados diseñados con sistemas eléctricos de 120 V o 120/240 V, deben soportar un ensayo de resistencia del dieléctrico aplicando una tensión de 900 V durante un minuto entre los conductores no puestos a tierra y puestos a tierra y la puesta a tierra del vehículo. Como alternativa se permite hacer el ensayo a 1080 V durante un segundo. Durante el ensayo, todos los interruptores y controles deben estar en posición de "ENCENDIDO" ("ON"). No es necesario que pasen esta ensayo los aparatos y artefactos eléctricos instalados permanentemente.

Todas los remolques estacionados deben someterse a cada una de los siguientes ensayos : (1) un ensayo de continuidad para ver si todas las partes metálicas no portadoras de corriente están conectadas equipotencialmente; (2) ensayos de funcionamiento que demuestren que todos los equipos están bien conectados y trabajan bien; (3) ensayos de polaridad para ver si las conexiones están bien hechas; y (4) los tomacorrientes protegidos por interruptor de circuito por falla a tierra, se deben ensayar para comprobar que funcione bien dicho interruptor.

(b) Circuitos de baja tensión. Los conductores de los circuitos de baja tensión de los remolques estacionados deben soportar una tensión aplicada de 500 V nominales durante un minuto sin presentar ruptura o de 600 V durante un segundo. La tensión se debe aplicar entre los conductores puestos a tierra y los no puestos a tierra.

El ensayo de los circuitos de alumbrado se puede hacer antes de instalar las luces, siempre que estén instalados y bien sujetos la cubierta exterior y los gabinetes interiores del vehículo. Se permite ensayar el circuito de frenos antes de ser conectado, siempre que el alambrado se haya asegurado completamente.

Sección 553 - CASAS FLOTANTES

A. Generalidades

553-1. Alcance. Esta Sección trata del alambrado, acometidas, alimentadores y puesta a tierra de las casas flotantes.

553-2. Definición.

Casa flotante: Es una edificación, tal como se define en la Sección 100, que flota sobre el agua, está anclado permanentemente en un lugar y tiene la instalación eléctrica del predio alimentada mediante su conexión por alambrado permanente a una fuente de alimentación no ubicada dentro del mismo predio.

553-3. Aplicación de otras Secciones. El alambrado eléctrico para las casas flotantes debe cumplir las disposiciones aplicables de otras Secciones de este *Código* en cuanto no resulten modificadas por esta Sección.

B. Acometidas y alimentadores

553-4. Ubicación del equipo de acometida. El equipo de acometida de una casa flotante debe estar ubicado junto a la casa, pero no dentro ni sobre ella.

553-5. Conductores de la acometida. Se permite que el mismo grupo de conductores de acometida se utilice para más de un equipo de acometida.

553-6. Conductores del alimentador. Cada casa flotante debe estar conectada a un solo conjunto de conductores de alimentador procedentes de su equipo de acometida.

Excepción: Cuando la casa flotante se dedique a varias actividades, se permite que cada una de ellas esté alimentada por un conjunto sencillo de conductores de alimentador que vayan desde el equipo de acometida de los ocupantes hasta el panel de distribución de cada ocupación.

553-7. Instalación de las acometidas y los alimentadores.

(a) Flexibilidad. Se debe mantener una cierta flexibilidad del sistema de alambrado entre los edificios flotantes y los conductores de suministro. Todos el alambrado debe estar instalado de modo que el movimiento de la superficie del agua y sus cambios de nivel no den lugar a condiciones de peligro.

(b) Métodos de alambrado. Para los alimentadores de los edificios flotantes, cuando las acometidas deban tener conexiones flexibles, se permite utilizar tubo metálico flexible hermético a los líquidos o tubo no metálico flexible hermético a los líquidos, con accesorios aprobados. Cuando sea necesaria flexibilidad, para el alimentador de las casas flotantes se permite utilizar cables portátiles de uso extra pesado, certificados para lugares mojados y resistentes a la luz del sol.

(Nota): Véanse los Artículos 555-1 y 555-6.

C. Puesta a tierra

553-8. Requisitos generales. La puesta a tierra de las partes tanto eléctricas como no eléctricas de los edificios flotantes se debe hacer a través de la conexión a una barra de puesta a tierra en el panel de distribución del edificio. La barra de puesta a tierra se debe poner a tierra a través de un conductor de puesta a tierra de equipos con aislamiento de color verde, que discurra con los conductores del alimentador y esté conectado a un terminal de puesta a tierra en el equipo de acometida. Este terminal de puesta a tierra se debe poner a tierra conectándolo al conductor que vaya hasta un electrodo de puesta a tierra instalado en la orilla.

553-9. Neutro aislado. El conductor del circuito puesto a tierra (neutro) debe ser un conductor con aislamiento de color blanco. El conductor neutro se debe conectar al terminal de puesta a tierra de los equipos en el equipo de acometida y, excepto para esa conexión, debe estar aislado de los conductores de puesta a tierra de los equipos, de armarios de los equipos y todas las demás partes puestas a tierra. Los terminales del neutro del circuito en el panel de distribución y en las estufas, secadoras, estufas montadas en mostradores y equipos similares, deben estar aislados de las envolventes.

553-10. Puesta a tierra de los equipos.

(a) Sistemas eléctricos. Todas las envolventes y partes metálicas expuestas de los sistemas eléctricos se deben conectar equipotencialmente a la barra de puesta a tierra.

(b) Artefactos conectados con cordón. Cuando sea necesario poner a tierra artefactos conectados con cordón, se debe hacer por medio de un conductor de puesta a tierra de equipos en el cordón y una clavija con polo a tierra.

553-11. Conexión equipotencial de partes metálicas no portadoras de corriente. Todas las partes metálicas en contacto con el agua, tuberías metálicas y partes metálicas no portadoras de corriente que se pudieran energizar, se deben conectar equipotencialmente a la barra de puesta a tierra del panel de distribución.

Sección 555 - PUERTOS Y EMBARCADEROS

555-1. Alcance. Esta Sección trata de las instalaciones de alambrado y equipos eléctricos en los muelles fijos o flotantes, atraques, diques y otras similares en puertos, embarcaderos, atraques para barcas o yates, astilleros de ribera y otras instalaciones similares que se utilicen o se puedan utilizar para atracar, reparar, botar, guardar o tanquear pequeños barcos o artefactos flotantes y para el atraque de edificios flotantes.

555-2. Aplicación de otras Secciones. Las instalaciones y equipos eléctricos en puertos y embarcaderos deben cumplir esta Sección y todas las disposiciones aplicables de las demás Secciones de este *Código*.

(Nota): Para la desconexión de las fuentes auxiliares de los barcos, véase *Fire Protection Standard for Pleasure and Commercial Motor Craft,* ANSI/NFPA 302-1994.

555-3. Tomacorrientes. Cuando se dé suministro desde la orilla, los puestos de atraque de embarcaciones de hasta 6,10 m de eslora deben estar equipados con tomacorrientes de fuerza, de tipo de seguridad y con polo a tierra para 20 A nominales o más.

Cuando estén alimentados desde la orilla, los puestos de atraque de embarcaciones de más de 6,10 m de eslora deben estar equipados con tomacorrientes de fuerza, de tipo de seguridad y con polo a tierra para 30 A nominales o más.

Los tomacorrientes monofásicos de 15 y 20 A a 125 V, distintos de los que se utilicen para suministro de las embarcaciones ubicadas en los muelles, atraques y lugares similares, deben estar protegidos mediante interruptor de circuitos por falla a tierra.

(Nota 1): Para las distintas configuraciones y capacidades de los tomacorrientes y clavijas de seguridad y con polo a tierra, véase *Standard for Dimensions of Attachment Plugs and Receptacles,* National Electrical Manufacturers Association, ANSI/NEMA WD6-1989.
(Nota 2): Para tomacorrientes de seguridad y del tipo con polo a tierra para instalaciones auxiliares de los barcos, véase *Fire Protection Standard for Marinas and Boatyards,* NFPA 303-1995 (ANSI).
(Nota 3): Al ubicar los tomacorrientes hay que tener en cuenta el nivel máximo de la marea y el movimiento de las olas. Para recopilar estos datos, véase *Fire Protection Standard for Marinas and Boatyards,* NFPA 303-1995 (ANSI).

555-4. Circuitos ramales. Cada tomacorriente sencillo que se utilice para suministrar corriente a los barcos, debe estar alimentado desde una salida de fuerza o panel de distribución por un circuito ramal individual de tensión y capacidad nominales correspondientes con los del tomacorriente.

(Nota): La alimentación de tomacorrientes a tensión distinta a la rotulada en el propio tomacorriente puede causar sobrecalentamiento o hacer que funcionen mal los equipos conectados. Por ejemplo, si se alimentan cargas monofásicas, tres hilos, a 120/240 V desde una fuente de tres hilos a 208Y/120 V.

555-5. Acometidas y alimentadores. La carga de cada alimentador no puesto a tierra y de los conductores de acometida que dan suministro a tomacorrientes para embarcaciones en la orilla, se deben calcular del siguiente modo:

De 1 a 4 tomacorrientes..... 100% de la suma de la corriente nominal de cada tomacorriente
De 5 a 8 tomacorrientes..... 90% de la suma de la corriente nominal de cada tomacorriente
De 9 a 14 tomacorrientes... 80% de la suma de la corriente nominal de cada tomacorriente
De 15 a 30 tomacorrientes.. 70% de la suma de la corriente nominal de cada tomacorriente
De 31 a 40 tomacorrientes.. 60% de la suma de la corriente nominal de cada tomacorriente
De 41 a 50 tomacorrientes.. 50% de la suma de la corriente nominal de cada tomacorriente
De 51 a 70 tomacorrientes.. 40% de la suma de la corriente nominal de cada tomacorriente
De 71 a 100 tomacorrientes..30% de la suma de la corriente nominal de cada tomacorriente
De 101 tomacorrientes en adelante..20% de la suma de la corriente nominal de cada tomacorriente

(Nota 1): Estos factores de demanda pueden resultar inadecuados en áreas de mucho calor o mucho frío, en las que los circuitos estén cargados con equipos de calefacción, refrigeración o aire acondicionado.
(Nota 2): Debido a la longitud de los circuitos eléctricos en la mayoría de los puertos y embarcaderos, la sección transversal de los conductores de los alimentadores según las Tablas de capacidad de corriente de la Sección 310 puede resultar inadecuada para evitar las caídas de tensión según se indica en la Nota del Artículo 210-19. La caída total de tensión de un circuito es la suma de las caídas de cada segmento en serie de dicho circuito, donde la carga para cada segmento se calcula utilizando la distancia, la carga y el factor de demanda para la sección.

555-6. Métodos de alambrado. El método de alambrado en estos lugares deben ser de un tipo adecuado e identificado para lugares mojados. En los alimentadores que deban tener cierta flexibilidad se permite el uso de cables portátiles para uso extra pesado, certificados para lugares mojados y resistentes a la luz del sol.

(Nota): Para más información sobre los métodos de alambrado y para recopilar los datos de mareas y movimiento de las olas, véase *Fire Protection Standard for Marinas and Boatyards,* ANSI/NFPA 303-1995.

555-7. Puesta a tierra.

(a) Equipos que se deben poner a tierra. Los siguientes equipos se deben conectar al conductor de puesta a tierra de los equipos que vaya con los conductores del circuito en un cable o canalización:

(1) Las cajas, armarios y todas las demás envolventes metálicas.

(2) Los armazones metálicos de los equipos de utilización.

(3) Los terminales de puesta a tierra de los tomacorrientes con polo a tierra.

(b) Tipos de conductores de puesta a tierra de equipos. El conductor de puesta a tierra de equipos debe ser de cobre, aislado y con recubrimiento exterior continuo de color verde o verde con una o más bandas amarillas.

Excepción: Cuando se utilice como conductor de puesta a tierra un cable de Tipo MI, se permite identificarlo sólo en sus extremos.

(c) Sección transversal del conductor de puesta a tierra de equipos. El conductor de puesta a tierra de cobre aislado debe tener una sección transversal de acuerdo con lo establecido en el Artículo 250-95, pero nunca inferior 3,30 mm^2 (12 AWG).

(d) Conductor para puesta a tierra de equipos del circuito ramal. El conductor aislado de puesta a tierra de equipos para circuitos ramales debe terminar en un terminal de puesta a tierra en un panel de distribución remoto o en el equipo principal de acometida.

(e) Conductores para puesta a tierra de equipos del alimentador. Cuando un alimentador de suministro a un panel de distribución remoto, debe instalarse un conductor aislado de puesta a tierra de equipos que vaya desde el terminal de puesta a tierra en el equipo de acometida hasta el terminal de puesta a tierra en el panel remoto de distribución.

555-8. Alambrado sobre o bajo aguas navegables. El alambrado sobre o bajo aguas navegables deben someterse a la aprobación de la autoridad con jurisdicción.

555-9. Gasolineras: lugares peligrosos (clasificados). Los equipos y alambrado eléctricos ubicados en las estaciones dispensadoras de gasolina de puertos y embarcaderos deben cumplir lo establecido en la Sección 514.

(Nota): Para más información, véanse *Automotive and Marine Service Station Code,* NFPA 30A-1993 y *Fire Protection Standard for Marinas and Boatyards,* ANSI/NFPA 303-1995.

555-10. Ubicación del equipo de acometida. El equipo de acometida de los puertos o muelles flotantes debe estar ubicado al lado de la estructura flotante pero no en ella ni sobre ella.

CAPÍTULO 6. EQUIPOS ESPECIALES

Sección 600 - AVISOS LUMINOSOS ELÉCTRICOS E ILUMINACIÓN DE CONTORNO

A. Generalidades

600-1. Alcance. Esta Sección trata de la instalación de los conductores y equipos para avisos luminosos eléctricos e iluminación de contorno, tal como se definen en la Sección 100.

(NOTA): Como se define en la Sección 100, los avisos luminosos eléctricos y la iluminación de contorno incluyen todos los productos e instalaciones que utilizan tubos de neón, tales como avisos, elementos decorativos, tubos de siluetas, formas artísticas, etc.

600-2. Definiciones.

Alumbrado eléctrico de descarga: Sistema de iluminación que utiliza lámparas fluorescentes, bombillas de descarga de alta intensidad (HID) o tubos de neón.

Cuerpo de aviso luminoso: Parte de un aviso luminoso que lo puede proteger de la intemperie pero que no es un encerramiento eléctrico.

Tubos de neón: Tubos de descarga eléctrica fabricados en forma de letras, partes de letras, tubos de siluetas, luces de contorno u otras formas decorativas o artísticas, llenos de diversos gases inertes.

Tubos de siluetas: Tubos de neón que forman por sí mismos el aviso luminoso o iluminación de contorno, sin ir unidos a un encerramiento o cuerpo de aviso.

600-3. Certificación. Los avisos luminosos eléctricos y la iluminación de contorno, ya sean fijos, móviles o portátiles, deben estar certificados y se deben instalar de acuerdo con las instrucciones del certificado, excepto si se aprueba otra cosa mediante permiso especial.

Excepción nº. 1: Las siluetas instaladas en sitio, siempre que cumplan lo establecido en este Código.
Excepción nº. 2: La iluminación de contorno consistente en aparatos de alumbrado y alambrado certificados, de acuerdo con el Capítulo 3.

600-4. Rótulos.

(a) Sistemas de avisos luminosos e iluminación de contorno. Los sistemas de avisos luminosos e iluminación de contorno deben estar rotulados con el nombre del fabricante, marca comercial u otro medio de identificación y además:

(1) Los equipos y sistemas iluminados con bombillas incandescentes, con el número de portabombillas y la potencia máxima de cada bombillas en vatios, y

(2) Los equipos y sistemas iluminados con bombillas de descarga, con la tensión de entrada y la corriente nominal.

(b) Rótulos visibles. Los rótulos deben quedar visibles después de la instalación.

600-5. Circuitos ramales.

(a) Circuitos necesarios. Todos los edificios comerciales y ocupaciones comerciales de un edificio a los que tengan acceso los peatones, deben estar dotados como mínimo de una salida en un lugar accesible de cada entrada o de cada división, para la conexión de sistemas de iluminación de contorno o de avisos luminosos.

Las salidas deben estar alimentadas desde un circuito ramal de 20 A nominales, como mínimo, que no alimente otras cargas.

Excepción: Las entradas o pasillos hasta la acometida no se consideran accesibles a los peatones.

(b) Capacidad nominal.

(1) Los circuitos de suministro para sistemas de avisos luminosos y de iluminación de contorno con bombillas incandescentes, fluorescentes y de descarga de alta intensidad, deben tener una corriente nominal no menor a 20 A.

(2) Los circuitos que sólo alimenten a instalaciones con tubos de neón no deben tener una corriente nominal mayor a 30 A.

(3) Cargas calculada**.** La carga calculada del circuito ramal requerido debe ser como mínimo de 1.200 VA.

(c) Métodos de alambrado.

(1) Fuente de alimentación. El sistema de alambrado para el suministro de los sistemas de avisos luminosos y de iluminación de contorno debe terminar dentro de un encerramiento, caja o cuerpo de conduit (conduleta) del aviso luminoso o iluminación de contorno.

(2) Encerramientos como cajas de paso. Se permite usar los encerramientos de los avisos luminosos y transformadores como cajas de paso o de unión para los conductores de suministro a sistemas adyacentes de avisos luminosos, iluminación de contorno o focos que formen parte de un aviso luminoso; se permite que los encerramientos contengan conductores del circuito ramal y del secundario.

(3) Se permite que los conductores de suministro discurran por el interior de los postes metálicos utilizados como soporte de los avisos luminosos, siempre que los postes y los conductores se instalen de acuerdo con el Artículo 410-15(b).

600-6. Medios de desconexión. Todos los sistemas de avisos luminosos e iluminación de contorno deben estar controlados por un interruptor o interruptor automático accionable desde el exterior que abra todos los conductores no puestos a tierra.

Excepción nº. 1: No son necesarios medios de desconexión para los indicadores de salida ubicados en el interior de un edificio.
Excepción nº. 2: Se permite que la clavija sea el medio de desconexión para los avisos luminosos que funcionan con cordón.

(a) Ubicación. El medio de desconexión debe estar a la vista del aviso luminoso o iluminación de contorno que controle. Cuando el medio de desconexión esté fuera de la vista de cualquier parte que pueda estar energizada, el medio de desconexión debe ser capaz de bloquearse en posición de abierto.

Se permite que los sistemas de avisos luminosos o de iluminación de contorno accionados por controladores electrónicos o electromecánicos ubicados fuera de los mismos, tengan un medio de desconexión ubicado a la vista del controlador o en su mismo encerramiento. El medio de desconexión debe desconectar el sistema de aviso luminoso o de iluminación de contorno y el controlador de todos los conductores del circuito de suministro no puestos a tierra y debe estar diseñado de modo que ningún polo pueda funcionar independientemente y que se pueda bloquear en posición de abierto.

(b) Capacidad nominal de interruptores de control. Los interruptores, intermitentes y dispositivos similares que controlen transformadores y fuentes de alimentación electrónicas, deben tener una corriente nominal suficiente para controlar las cargas inductivas o no menor al doble de la corriente nominal del transformador.

(NOTA): Para los interruptores de acción rápida, véase el Artículo 380-14.

(c) Interruptores en las puertas. Las puertas o tapas de los equipos que den acceso a partes sin aislar de sistemas de avisos luminosos o de iluminación de contorno de más de 600 V nominales y que sean accesibles a personas no calificadas, deben estar dotados de interruptores de enclavamiento que, al abrir la puerta o la tapa, desconecten el circuito primario o, de lo contrario, estar cerradas de modo que no se puedan abrir con herramientas normales.

600-7. Puesta a tierra. Los avisos luminosos y partes metálicas de los sistemas de iluminación de contorno se deben poner a tierra. Se permite usar como puesta a tierra los tubos metálicos flexibles certificados en los que vaya la instalación del secundario de un transformador o fuente de alimentación para tubos de descarga, siempre que dicho tubo metálico termine en un conector que asegure una conexión equipotencial eficaz. Cuando se utilicen tuberías o tubos no metálicos flexibles para los cables del secundario de un transformador o fuente de alimentación y sea necesario un conductor para conectar equipotencialmente los tomacorrientes y otras partes metálicas de un aviso luminoso, dicho conductor debe:

(1) Estar instalado en el exterior de la tubería o tubo no metálico flexible, y

(2) Ser de cobre y de sección transversal no menor a 3,3 mm^2 (12 AWG), como establece el Artículo 250-95.

600-8. Encerramientos . Las partes en tensión, excepto las bombillas y tubos de neón, deben estar en encerramientos .

Excepción: No es necesario que un transformador o fuente de alimentación electrónica con encerramiento integral, o un encerramiento que contenga el circuito primario y el secundario, se instalen en un encerramiento adicional.

(a) Rigidez mecánica. Los encerramientos deben tener alta resistencia estructural y rigidez.

(b) Material. Los encerramientos de sistemas de avisos luminosos y de iluminación de contorno deben ser de metal o estar certificadas.

(c) Espesor mínimo de los encerramientos metálicos. Los encerramientos metálicos deben estar hechos de lámina de cobre o aluminio de 508 micras de espesor como mínimo (26 MSG). Si son de lámina de acero, debe ser de 406 micras de espesor mínimo (28 MSG).

(d) Protección del metal. Todas las partes metálicas de estos equipos deben estar protegidas contra la corrosión.

600-9. Ubicación.

(a) Con respecto a los vehículos. Los equipos de sistemas de avisos luminosos o de iluminación de contorno deben estar como mínimo a 4,4 m por encima de las zonas accesibles a los vehículos, a menos que estén protegidos contra daños físicos.

(b) Con respecto a los peatones. Los tubos de neón accesibles a los peatones deben estar protegidos contra daños físicos.

Excepción: Los avisos luminosos portátiles en lugares secos.

(c) Adyacentes a materiales combustibles. Los sistemas de avisos luminosos y de iluminación de contorno deben construirse e instalarse de modo que los materiales combustibles que pueda haber cerca no estén sometidos a temperaturas mayores a 90°C.

La distancia entre elementos de madera u otros materiales combustibles y las bombillas o portabombillas incandescentes o de descarga no debe ser menor a 50,0 mm.

(d) Lugares mojados. Los equipos para sistemas de avisos luminosos y de iluminación de contorno instalados en lugares mojados deben ser a prueba de intemperie y tener orificios de drenaje, si fuera necesario, de acuerdo con las siguientes condiciones:

(1) Los orificios de drenaje no deben tener más de 13,0 mm ni menos de 6,0 mm.

(2) En todos los puntos inferiores o partes separadas de los equipos debe haber como mínimo un orificio de drenaje.

(3) Los orificios de drenaje deben estar ubicados de modo que no encuentren obstáculos externos.

Excepción: No son necesarios orificios de drenaje en equipos certificados como impermeables (herméticos al agua).

600-10. Avisos luminosos portátiles o móviles.

(a) Soporte. Los avisos luminosos portátiles o móviles deben estar bien apoyados en un soporte y ser fácilmente movibles sin necesidad de herramientas.

(b) Clavija de conexión. Cada aviso luminoso portátil o móvil debe tener una clavija de conexión.

(c) En lugares húmedos o mojados. Los avisos luminosos portátiles o móviles para lugares húmedos o mojados deben cumplir todas las condiciones siguientes:

(1) Cordones. Todos los cordones deben ser de uso pesado o semipesado, como establece la Tabla 400-4, y deben tener conductor para puesta a tierra de quipos.

(2) Interruptor de circuito por falla a tierra. Los avisos luminosos portátiles o móviles deben tener instalado de fábrica un interruptor de circuito por falla a tierra, para la protección del personal. Dicho interruptor debe formar parte integral de la clavija de conexión o estar ubicado en el cordón de alimentación, a menos de 30 cm de la clavija.

(d) En lugares secos. Los avisos luminosos portátiles o móviles para lugares secos deben tener cordón SP-2, SPE-2, SPT-2 o más pesado, de acuerdo con la Tabla 400-4. El cordón no debe tener más de 4,5 m de largo.

600-21. Balastos, transformadores y fuentes de alimentación electrónicas.

(a) Accesibilidad. Los balastos, transformadores y fuentes de alimentación electrónicas deben estar ubicados en lugar accesible y bien sujetos.

(b) Ubicación. Los balastos, transformadores y fuentes de alimentación electrónicas deben estar instalados lo más cerca que se pueda de las bombillas o tubos de neón, de manera que los conductores secundarios sean lo más cortos posible.

.

(c) Lugares mojados. Los balastos, transformadores o fuentes de alimentación electrónicas utilizados en lugares mojados deben ser de tipo a prueba de intemperie o de tipo exterior y estar protegidos contra la intemperie mediante su instalación en un cuerpo de aviso luminoso o en un encerramiento independiente.

(d) Espacio de trabajo. En todos los balastos, transformadores y fuentes de alimentación electrónicas o su encerramiento, cuando no estén instalados en un aviso luminoso, se debe dejar un espacio de trabajo de 0,9 m de alto, 0,9 m de ancho y 0,9 m de fondo, como mínimo.

(e) En áticos. Se permite instalar los balastos, transformadores y fuentes de alimentación electrónicas en áticos y terrazas, siempre que haya una puerta de acceso de 0,9 m por 0,60 m como mínimo, con un pasillo

permanente y adecuado de 0,9 m de altura por 0,6 m de ancho, con un corredor permanente y adecuado de por lo menos 0,30 m de ancho, que vaya desde el punto de entrada hasta cada componente.

(f) En cielo rasos suspendidos. Se permite instalar los balastos, transformadores y fuentes de alimentación electrónicas sobre cielo rasos suspendidos, siempre que sus encerramientos estén bien sujetos y no se apoyen en los soportes del techo suspendido.

600-22. Balastos.

(a) Tipo. Los balastos deben estar certificados e identificados para el uso a que se destinen.

(b) Protección térmica. Los balastos deben estar protegidos térmicamente.

600-23. Transformadores y fuentes de alimentación electrónicas.

(a) Tipo. Los balastos y fuentes de alimentación electrónicas deben estar certificados e identificados para el uso a que se destinen.

(b) Protección del secundario contra fallas. Los transformadores y fuentes de alimentación electrónicas deben tener una protección del secundario contra fallas a tierra.

Excepción nº. 1: No es necesario que los transformadores con secundario aislado y una tensión máxima en circuito abierto de 7.500 V o menos, tengan el secundario protegido contra fallas a tierra.
Excepción nº. 2: No es necesario que los transformadores con el secundario encerrado en un recipiente integral de porcelana o cristal para los tubos de neón y que no vayan a llevar otras conexiones en el secundario, tengan el secundario protegido contra fallas a tierra.

(c) Tensión. La tensión del circuito del secundario no debe superar los 15.000 V nominales bajo cualquier condición de carga. La tensión a tierra de cualquier terminal de salida del circuito secundario no debe superar los 7.500 V nominales bajo cualquier condición de carga..

(d) Capacidad nominal. Los transformadores y fuentes de alimentación electrónicas deben tener un circuito secundario con una corriente nominal no mayor a 300 mA.

(e) Conexiones del secundario. Las salidas del circuito secundario no se deben conectar en serie ni en paralelo.

B. Siluetas de neón instaladas en sitio

600-30. Aplicación. La Parte B de esta Sección se aplica únicamente a las siluetas hechas con tubos de neón e instaladas en sitio. Estos requisitos son complementarios a los de la Parte A, Generalidades.

600-31. Conductores del circuito secundario para neón a 1.000 V nominales o menos.

(a) Método de alambrado. Los conductores se deben instalar siguiendo cualquier método de alambrado de los incluidos en el Capítulo 3 y adecuado para este uso.

(b) Aislamiento y sección transversal. Los conductores deben ser aislados, estar certificados para ese uso y tener sección transversal no menor a 0,82 mm^2 (18 AWG).

(c) Número de conductores en una canalización. El número de conductores en una canalización debe cumplir con lo establecido en el Capítulo 9, Tabla 1.

(d) Instalación. Los conductores se deben instalar de modo que no estén expuestos a daños físicos.

(e) Protección de los conductores. Cuando los conductores pasen por cualquier abertura a través de un metal, se deben proteger con un pasacables.

600-32. Conductores del circuito secundario para neón a más de 1.000 V nominales.

(a) Método de alambrado. Los conductores deben ir instalados sobre aisladores, en tubo de metal rígido, tubo metálico intermedio, tubo rígido no metálico, tubo no metálicos flexible y hermético a los líquidos, tubo metálico flexible, tubo metálico flexible y hermético a los líquidos, tuberías eléctricas metálicas, tuberías eléctricas no metálicas, encerramientos metálicos u otros equipos certificados para ese uso. Sólo se debe instalar un conductor en cada tramo de tubo o tubería, excepto cuando uno de los conductores sea el de puesta a tierra de los equipos. Las partes metálicas de una edificación no se deben utilizar como conductor de puesta a tierra de equipos o como conductor de puesta a tierra.

(b) Aislamiento y sección transversal. Los conductores deben ser aislados, certificados para ese uso, designados para la tensión nominal, tener una sección transversal no menor a 0,82 mm^2 (18 AWG) y una temperatura nominal mínima de 105℃.

(c) Instalación. Los conductores se deben instalar de modo que no estén expuestos a daños físicos.

(d) Curvas en los conductores. Se deben evitar las curvas pronunciadas en los conductores aislados.

(e) Separación. Los conductores deben estar separados 40 mm como mínimo unos de otros y de todos los objetos que no sean los aisladores o los tubos de neón.

(f) Aisladores y pasacables. Los aisladores y pasacables utilizados con los conductores deben estar certificados para ese fin.

(g) Conductores en las canalizaciones.

(1) En lugares húmedos o mojados, el aislamiento de todos los conductores no debe sobresalir más de 10 cm del tubo o tubería metálica.

(2) En lugares secos, el aislamiento de todos los conductores no debe sobresalir más de 65 mm del tubo o tubería metálica.

(h) Entre el tubo de neón y el punto medio puesto a tierra. Se permite instalar conductores desde los extremos del tubo de neón al punto medio puesto a tierra de los transformadores o fuentes de alimentación electrónicas certificados para ese uso y dotados de terminales en ese punto. Cuando se hagan dichas conexiones, las conexiones entre los terminales de alta tensión y los extremos de los tubos de neón deben ser lo más cortas posible.

(i) Ocupaciones de viviendas. En o encima de edificaciones para vivienda no se deben instalar equipos cuya tensión en circuito abierto sea mayor a 1.000 V.

(j) Longitud de los cables de alta tensión desde el transformador o fuente de alimentación. En una canalización metálica no debe haber más de 7 m de cable de alta tensión que vaya desde un transformador o fuente de alimentación hasta cualquier parte de un aviso luminoso. En una canalización no metálica o tubería eléctrica no metálica y flexible no debe haber más de 15,0 m de cable de alta tensión que vaya desde un transformador o fuente de alimentación hasta cualquier parte de un aviso luminoso.

600-41. Tubos de neón.

(a) Diseño. La longitud y el diseño de los tubos de neón no deben causar una sobrecorriente continua mayor a la carga de diseño para el transformador o la fuente de alimentación electrónica.

(b) Soporte. Los tubos de neón deben estar apoyados en soportes para tubo certificados.

(c) Separación. Entre los tubos de neón y su superficie más próxima, excepto los soportes, se debe dejar una separación mínima de 6,5 mm.

600-42. Conexiones de los electrodos.

(a) Accesibilidad. Los terminales de los electrodos no deben ser accesibles a personas no calificadas.

(b) Conexiones de electrodos. Las conexiones de los electrodos se deben hacer mediante un dispositivo de conexión, trenzando juntos los alambres o mediante un tomacorriente para electrodos. Las conexiones deben ser eléctrica y mecánicamente seguras y estar dentro de un encerramiento certificado para ese uso.

(c) Soporte. Los tubos de neón y los conductores deben estar apoyados a 15 cm o menos de la conexión de los electrodos.

(d) Tomacorrientes. Los tomacorrientes para los electrodos deben estar certificadas para ese uso.

(e) Pasacables. Cuando los electrodos penetren en encerramientos, deben utilizarse pasacables certificados para ese uso, excepto cuando los tomacorrientes estén ya provistos de ellos.

(f) En lugares mojados. En un lugar mojado, cuando los tomacorrientes, pasacables o tubos de neón entren en una edificación, se deben sellar, con una tapa o sellante de silicona certificados, todas las aberturas entre los tubos de neón y los tomacorrientes o pasacables.

Sección 604 - SISTEMAS DE ALAMBRADO PREFABRICADOS

604-1. Alcance. Las disposiciones de esta Sección se aplican al alambrado instalado en sitio utilizando subconjuntos prefabricados para los circuitos ramales, circuitos de control remoto, circuitos de señalización y de comunicaciones en áreas accesibles.

604-2. Definición.

Sistema de alambrado prefabricado: Instalación que contiene componentes que se han montado en el proceso de fabricación y que no se pueden inspeccionar en el sitio de la construcción sin destruir o estropear el conjunto.

604-3. Otras Secciones. A estas instalaciones se les aplican todas las demás Secciones de este *Código*, excepto en lo modificado por esta Sección.

604-4. Usos permitidos. Las sistemas de alambrado prefabricados están permitidos en lugares accesibles y secos, en las cámaras de aire y los espacios utilizados para ventilación, cuando estén certificados para esa aplicación e instalados cumpliendo lo establecido en el Artículo 300-22.

Excepción nº. 1: En los espacios ocultos, se permite que un extremo del cable derivado se prolongue por las paredes huecas para terminar directamente en interruptores y puntos de salida.
Excepción nº. 2: En exteriores, cuando estén certificados para ese tipo de instalación.

604-5. Usos no permitidos. Cuando los conductores o cables estén limitados por las disposiciones de las Secciones 333 y 334.

604-6. Construcción

(a) Tipos de cables o tubos.

(1) Los cables deben ser blindados o con recubrimiento metálico certificados, con conductores de cobre aislados con sección transversal de 5,25 mm^2 (10 AWG) o 3,30 mm^2 (12 AWG) para 600 V nominales, con un conductor para puesta a tierra de cobre aislado o desnudo con sección transversal equivalente a la de los conductores no puestos a tierra.

(2) Los tubos deben ser metálicos flexibles certificados o flexibles y herméticos a los líquidos y certificados, con conductores aislados de cobre del nº. 10 o nº. 12 de 600 V nominales con un conductor de tierra de cobre aislado o desnudo, de sección transversal equivalente a los conductores sin poner a tierra.

Excepción nº. 1 (para (1) y (2)) : Se permite una derivación para aparatos de 1,80 m de longitud máxima para conectarla a un solo aparato, que contenga conductores de sección transversal menor a 3,30 mm^2 (12 AWG) pero no menor a 0,82 mm^2 (18 AWG).

Excepción nº. 2 (para (1) y (2)) : Se permiten conductores de sección transversal menor a 3,30 mm^2 (12 AWG para circuitos de control remoto, señales o comunicaciones. El conjunto debe estar certificado para ese fin.

(3) Todas las secciones de la instalación deben estar rotuladas para identificar el tipo de cable o tubo.

(b) Tomacorrientes y conectores. Los tomacorrientes y conectores deben ser de tipo de seguridad, con polarización única e identificados para ese uso y deben ser parte de un conjunto certificado para el sistema apropiado.

(c) Otros componentes. Los demás componentes deben estar certificados para el sistema apropiado.

604-7. Tomacorrientes no utilizadas. Todos los tomacorrientes no utilizados se deben tapar para cerrar eficazmente las aberturas de los conectores.

Sección 605 - MUEBLES (DIVISIONES) DE OFICINAS
(Consistente en accesorios de alumbrado y tabiques alambrados)

605-1. Alcance. Esta Sección trata de los equipos eléctricos, accesorios de alumbrado y de los sistemas de alambrado utilizados para conectar, contener dentro de ellos, o instalarse en tabiques (divisiones) alambrados móviles.

605-2. Generalidades. Estos sistemas de alambrado deben estar identificados como adecuados para suministrar corriente a aparatos de alumbrado y artefactos en los tabiques alambrados. Estos tabiques no se deben extender desde el piso hasta el cielo raso.

Excepción: Cuando lo permita la autoridad competente, estos tabiques alambrados móviles podrán llegar hasta el cielo raso, pero sin penetrar en él.

(a) Uso. Estos conjuntos se deben instalar y usar sólo como permite esta Sección.

(b) Otras Secciones. A estas instalaciones se les aplican todas las demás Secciones de este *Código*, excepto en lo modificado por esta Sección.

(c) En lugares peligrosos (clasificados). Cuando estén instalados en lugares peligrosos (clasificados), estos conjuntos deben cumplir lo establecido en las Secciones 500 a 517, además de la presente Sección.

605-3. Canalizaciones de cables. Todos los conductores y conexiones deben estar dentro de canalizaciones de metal u otro material identificado como adecuado para esas condiciones de uso. Las canalizaciones de alambrado no deben contener salientes u otros elementos que puedan dañar el aislamiento de los conductores.

605-4. Interconexiones de los tabiques. Las conexiones eléctricas entre los distintos tabiques deben ser conjuntos flexibles identificados para usarlos con tabiques alambrados.

Excepción: Se permite conectar los tabiques con cordones flexibles, siempre que se cumplan todas las condiciones siguientes:

a. Que el cable sea de uso extrapesado.
b. Que los tabiques sean mecánicamente contiguos.
c. Que el cordón no sea más largo de lo necesario para el posicionamiento máximo de los tabiques pero en ningún caso más largo de 0,60 m.
d. Que el cordón termine en un conector de cordón y en una clavija con abrazadera que evite tensiones mecánicas.

605-5. Accesorios de alumbrado. Los equipos de alumbrado certificados e identificados para usarlos con tabiques alambrados, deben cumplir todas las siguientes condiciones:

(a) Soportes. Deben tener un medio que permita apoyarlos o sujetarlos bien.

(b) Conexiones. Cuando se proporcione conexión con cordón y clavija, la longitud del cordón debe ser adecuada para la aplicación destinada, pero nunca tener más de 2,70 m de largo. La sección transversal del cordón no debe ser menor a 0,82 mm^2 (18 AWG), debe contener un conductor para puesta a tierra de equipos y ser de tipo para uso pesado. Las conexiones por otros medios deben estar identificadas como adecuadas para las condiciones de uso.

(c) Salida para tomacorrientes. No se permite instalar tomacorrientes en accesorios de alumbrado.

605-6. Tabiques de tipo fijo. Los tabiques alambrados fijos (asegurados a las superficies de la edificación) deben estar conectados permanentemente al sistema eléctrico del edificio por alguno de los métodos de alambrado descritos en el Capítulo 3.

605-7. Tabiques de tipo móvil. Se permite que los tabiques alambrados móviles (no fijos) estén conectados permanentemente al sistema eléctrico del edificio por alguno de los métodos descritos en el Capítulo 3.

605-8. Tabiques de tipo móvil conectados con cordón y clavija. Se permite que los tabiques de tipo móvil o grupos de tabiques individuales conectados eléctricamente, mecánicamente contiguos y que una vez montados no tengan más de 9, m, estén conectados al sistema eléctrico del edificio por un solo cordón flexible con clavija, si se cumplen todas las condiciones siguientes:

(a) Cordón de alimentación flexible. El cordón de alimentación flexible debe ser de tipo para uso extrapesado con conductores de sección transversal 3,3 mm^2 (12 AWG) o mayor, con conductor aislado para puesta a tierra y que no tenga más de 0,60 m de longitud.

(b) Fuente de alimentación para tomacorrientes. Los tomacorrientes deben estar en un circuito independiente al que estén conectados sólo los tabiques y ninguna otra carga y no deben estar a más de 0,30 m del tabique al que estén conectadas.

(c) Número máximo de salidas para tomacorrientes. Los tabiques individuales o grupos de tabiques interconectados no deben contener más de 13 salidas para tomacorrientes de 15 A - 125 V.

(d) No se permiten circuitos multiconductores. Los tabiques o grupos de tabiques interconectados no deben contener circuitos multiconductores.

(NOTA): Respecto de los circuitos de suministro de los tabiques descritos en los Artículos 605-6 y 605-7, véase el Artículo 210-4.

Sección 610 - GRÚAS COLGANTES Y ELEVADORES DE CARGA

A. Generalidades

610-1. Alcance. Esta Sección trata de la instalación de los equipos eléctricos utilizados con las grúas colgantes, elevadores monorrieles, elevadores de carga en general y todo tipo de carrileras.

(NOTA): Para más información véase *Safety Code for Cranes, Derricks, Hoists, Jacks, and Slings,* ANSI B-30.

610-2. Requisitos especiales para lugares particulares.

(a) Lugares peligrosos (clasificados). Todos los equipos que funcionen en un lugar peligroso (clasificado) deben cumplir lo establecido en la Sección 500.

(1) Los equipos utilizados en lugares que son peligrosos debido a la presencia de gases o vapores inflamables deben cumplir lo establecido en la Sección 501.

(2) Los equipos utilizados en lugares que son peligrosos debido a la presencia de polvos combustibles deben cumplir lo establecido en la Sección 502.

(3) Los equipos utilizados en lugares que son peligrosos debido a la presencia de fibras o pelusas fácilmente inflamables deben cumplir lo establecido en la Sección 503.

(b) Materiales combustibles. Cuando una grúa, elevador de carga o elevador en monorriel funcione sobre materiales fácilmente combustibles, las resistencias se deben instalar en un gabinete bien ventilado de material no combustible y construido de modo que no deje salir llamas o metal fundido.

Excepción: Se permite instalar las resistencias en una jaula o cabina hecha de material no combustible que rodee todos sus lados desde el piso hasta un punto ubicado como mínimo a 15 cm por encima del nivel superior de dichas resistencias.

(c) Línea de celdas electrolíticas. Véase el Artículo 668-32.

B. Alambrado

610-11. Método de alambrado. Los conductores deben ir encerrados en canalizaciones o ser cables de Tipo AC con conductor aislado de puesta a tierra o cables de Tipo MC o MI.

Excepción nº. 1: Los conductores de contacto.
Excepción nº. 2: Los tramos cortos de conductores a la vista en las resistencias, colectores y otros equipos.
Excepción nº. 3: Cuando sean necesarias conexiones flexibles para los motores y equipos similares, se deben instalar conductores flexibles trenzados en tubo de metal flexible, tubo de metal flexible y hermético a los líquidos, tubo no metálico flexible y hermético a los líquidos, cables multiconductores o un encerramiento no metálico aprobado.
Excepción nº. 4: Cuando se utilicen cables multiconductores con una estación de pulsadores suspendida, ésta se debe soportar de algún modo satisfactorio que proteja los conductores eléctricos contra cualquier esfuerzo.
Excepción nº. 5: Cuando se requiera flexibilidad para fuerza o control de partes móviles, se permite utilizar un cordón adecuado para ese uso, siempre que:
a. Se haga de modo que no sufra tensiones mecánicas y esté protegido contra daños físicos y
b. Cuando se trate de lugares de Clase I División 2, el cable debe estar aprobado para uso extrapesado.

610-12. Accesorios terminales de canalizaciones y cables. Cuando los conductores salgan de las canalizaciones o cables, deben cumplir con alguna de las siguientes disposiciones:

(a) Agujero independiente con pasacables. Siempre que los conductores salgan de las canalizaciones o de los cables a alambrado a la vista, se debe utilizar una caja o accesorio terminal con un agujero independiente con

pasacables para cada conductor. Los accesorios utilizados para este fin no deben contener empalmes o derivaciones ni utilizarse en las salidas para aparatos.

(b) Pasacables en lugar de una caja. Se permite usar un pasacables en lugar de una caja en el extremo de un tubo de metal rígido, un tubo metálico intermedio o una tubería eléctrica metálica, cuando la canalización termine en equipos de control o similares sin encerrar, incluyendo conductores de contacto, colectores, resistencias, frenos, interruptores limitadores en circuitos de potencia y motores de c.c. de carcasa separada.

610-13. Tipos de conductores. Los conductores deben ser de los tipos establecidos en la Tabla 310-13.

Excepción nº. 1: El conductor o conductores expuestos a calor externo o conectados a resistencias deben tener un forro externo resistente a las llamas o estar cubiertos individualmente o en grupo con cinta aislante resistente a las llamas.
Excepción nº. 2: Se permite que los conductores de contacto a lo largo de carrileras, puente grúas y monorrieles estén desnudos y sean de cobre, aluminio, acero u otra aleación o combinación de aleaciones en forma de alambre duro, en T, en ángulo, en rieles en T o de cualquier otra forma rígida.
Excepción nº. 3: Cuando se requiera flexibilidad se permite usar cables o cordones flexibles y, si fuera necesario, se deberán usar carretes de cables o dispositivos para enrollar.

610-14. Capacidad nominal y sección transversal de los conductores.

(a) Capacidad de corriente. La capacidad de corriente de los conductores debe ser la que se indica en la Tabla 610-14(a).

(NOTA): Para las capacidades de corriente de los conductores entre controladores y resistencias, véase el Artículo 420-23.

Tabla 610-14(a). Capacidad de corriente en amperios (A) de conductores de cobre aislados utilizados con motores de ciclo corto en grúas colgantes y elevadores de carga. Temperatura ambiente de 30℃. Hasta cuatro conductores en canalización o cable * y hasta tres conductores de c.a. ** o cuatro conductores de c.c.* en canalización o cable.

		Temperaturas máximas de operación					
		75℃ (167℃)		90℃ (194℉)		125℃ (257℃)	
Sección transversal		Tipos MTW, RH, RHW, THW, THWN, XHHW, USE, ZW		Tipos TA, TBS, SA, SIS, PFA, FEP, FEPB, RHH, THHN, XHHW, Z, ZW		Tipos FEP, FEPB, PFA, PFAH, SA, TFE, Z, ZW	
mm^2	AWG o Kcmils	60 min.	30 min.	60 min.	30 min.	60 min.	30 min.
1,31	16	10	12	---	---	---	---
2,08	14	25	26	31	32	38	40
3,30	12	30	33	36	40	45	50
5,25	10	40	43	49	52	60	65
8,36	8	55	60	63	69	73	80
13,29	6	76	86	83	94	101	119
16,76	5	85	95	95	106	115	134
21,14	4	100	117	111	130	133	157
26,66	3	120	141	131	153	153	183
33,62	2	137	160	148	173	178	214
42,20	1	143	175	158	192	210	253
53,50	1/0	190	233	211	259	253	304
67,44	2/0	222	267	245	294	303	369
85,02	3/0	280	341	305	372	370	452
107,21	4/0	300	369	319	399	451	555
126,67	250	364	420	400	461	510	635
152,01	300	455	582	497	636	587	737
177,34	350	486	646	542	716	663	837
202,68	400	538	688	593	760	742	941
228,01	450	600	765	660	836	818	1042
253,35	500	660	847	726	914	896	1143
		FACTORES DE CORRECCIÓN DE LA CAPACIDAD DE CORRIENTE					
Temperatura ambiente en ℃		Para temperaturas ambientes distintas de 30℃ (86℉), multiplicar los anteriores amperajes por el correspondiente factor de los siguientes					
21- 25		1,05	1,05	1,04	1,04	1,02	1,02
26- 30		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
31- 35		0,94	0,94	0,96	0,96	0,97	0,97
36- 40		0,88	0,88	0,91	0,91	0,95	0,95
41- 45		0,82	0,82	0,87	0,87	0,92	0,92
46- 50		0,75	0,75	0,82	0,82	0,89	0,89
51- 55		0,67	0,67	0,76	0,76	0,86	0,86
56- 60		0,58	0,58	0,71	0,71	0,83	0,83
61- 70		0,33	0,33	0,41	0,41	0,76	0,76
71- 80		---	---	---	---	0,69	0,69
81- 90		---	---	---	---	0,61	0,61
91-100		---	---	---	---	0,51	0,51
101-120		---	---	---	---	0,40	0,40

Se permite utilizar, en lugar de los aislamientos de la Tabla 610-14(a), otros aislamientos según la Tabla 310-13 y aprobados para la temperatura y lugar en que se utilicen. La capacidad de corriente de los conductores utilizados con motores de 15 minutos debe ser la misma que la de los motores de 30 minutos más un 12 %.

* Para un número de 5 a 8 conductores de fuerza energizados simultáneamente en una canalización o cable, la capacidad de corriente de cada conductor de fuerza se debe reducir al 80 % del valor de la Tabla.

** Para un número de 4 a 6 conductores a.c. de fuerza de 125ºC energizados simultáneamente en una canalización o cable, la capacidad de corriente de cada conductor se debe reducir al 80 % del valor de la Tabla.

(b) Conductores para resistencia en el secundario. Cuando la resistencia del secundario esté separada del controlador, la sección transversal mínima de los conductores entre el controlador y la resistencia se debe calcular multiplicando la corriente del secundario del motor por el correspondiente factor de la Tabla 610-14(b) y eligiendo un conductor de la Tabla 610-14(a)

Tabla 610-14(b) Factores para la capacidad nominal de los conductores del secundario.

Tiempo en segundos		**Capacidad de corriente del alambre en porcentaje de la corriente del secundario a plena carga**
Encendido	**Apagado**	
5	75	35
10	70	45
15	75	55
15	45	65
15	30	75
15	15	85
Ciclo continuo		110

(c) Sección transversal mínima. Los conductores externos a los motores y controladores deben tener una sección transversal no menor a 1,31 mm^2 (16 AWG).

Excepción nº. 1: Para circuitos de control de no más de 7 A se permite alambre con sección transversal de 0,82 mm^2 (18 AWG) en cordón de conductor múltiple.
Excepción nº. 2: Para circuitos electrónicos se permiten alambres con sección transversal no menor a 0,51 mm^2 (20 AWG).

(d) Conductores de contacto. Los alambres de contacto deben tener una capacidad de corriente no menor a la que exige la Tabla 610-14(a) para alambre de 75℃ y en ningún caso debe ser menor a la siguiente:

Distancia entre los aisladores - tensores de los extremos o entre los apoyos intermedios de tipo abrazadera	**Sección transversal del conductor**	
	mm^2	**AWG**
Menos de 9 m	13,29	6
9-18 m	21,14	4
De 18 m en adelante	33,62	2

(e) Cálculo de la carga del motor.

(1) Para un motor se utiliza el 100 % de la corriente nominal del motor a plena carga por placa de características.

(2) Para varios motores en una sola grúa colgante o elevador de carga, la capacidad de corriente mínima de los conductores de suministro debe ser la corriente nominal a plena carga por placa de características del mayor motor o grupo de motores para cualquier movimiento simple de la grúa, más el 50 % de la corriente nominal a plena carga por placa de características del siguiente motor o grupo de motores en magnitud, usando la columna de la Tabla 610-14(a) que corresponda al motor designado con mayor tiempo de régimen de trabajo.

(3) Cuando haya varias grúas colgantes y/o elevadores de carga alimentados por un sistema de conductor común, se calcula la capacidad de corriente mínima del motor para cada grúa según el Artículo 610-14(e), se suman todas las corrientes y el total se multiplica por el correspondiente factor de demanda de la Tabla 610-14(e).

Tabla 610-14(e) Factores de demanda para varias grúas colgantes y/o elevadores de carga

Número de grúas o elevadores	Factor de demanda
2	0,95
3	0,91
4	0,87
5	0,84
6	0,81
7	0,78

(f) Otras cargas. Cuando haya otras cargas como calefacción, alumbrado y aire acondicionado, se deben aplicar los correspondientes Artículos de este *Código.*

(g) Placa de características. Todas las grúas colgantes, monorrieles o elevadores de carga deben llevar una placa de características visible en la que conste el nombre del fabricante, la tensión nominal en V, frecuencia, número de fases y corriente del circuito, calculados según el Artículo 610-14(e) y (f).

610-15. Retorno común. Cuando una grúa colgante o elevador de carga funcione con más de un motor, se permite instalar un conductor de retorno común con la capacidad de corriente adecuada.

C. Conductores de contacto

610-21. Instalación de los conductores de contacto. Los conductores de contacto deben cumplir las siguientes condiciones (a) hasta (h):

(a) Ubicación y resguardo de los conductores de contacto. Los conductores de contacto de carrileras se deben resguardar y los de los puentes deben estar ubicados o resguardados de modo que las personas no puedan entrar en contacto accidental con las partes energizadas portadoras de corriente.

(b) Alambres de contacto. Los alambres que se utilicen como conductores de contacto deben estar sujetos en sus extremos por medio de aisladores - tensores aprobados y deben montarse en los aisladores aprobados de modo que el máximo desplazamiento del alambre no lo acerque a menos de 38 mm de la superficie sobre la que van el alambrado.

(c) Soportes a lo largo de carrileras. Los conductores de contacto principales instalados a lo largo de carrileras deben estar apoyados en soportes aisladores ubicados a intervalos no mayores de 6,0 m.

Excepción: No es necesario que sean de tipo aislante los soportes de conductores instalados en rieles puestos a tierra, como se establece en el siguiente apartado (f).

Dichos conductores deben estar separados a no menos de 15 cm, excepto en el caso de los elevadores en monorriel, en donde se permite que la separación no sea menor a 76 mm. Cuando sea necesario, se permite aumentar la separación entre soportes aislantes hasta 12,0 m, en cuyo caso se debe aumentar proporcionalmente la separación entre conductores.

(d) **Soportes en puentes.** El alambre de los conductores de contacto de los puentes se debe mantener separado un mínimo 64 mm y cuando los tramos sean mayores a 24,0 m, se deben instalar caballetes aislantes a intervalos no mayores a 15,0 m.

(e) **Soportes para conductores rígidos.** Los conductores que vayan por carrileras o puente grúas y sean del tipo rígido especificado en el Artículo 610-13 Excepción nº. 2 y no estén contenidos dentro de un conjunto encerrado y aprobado, se deben apoyar en soportes aislantes ubicados a intervalos no mayores a 80 veces la medida vertical del conductor pero en ningún caso mayor a 4,50 m, y suficientemente separados como para que la separación eléctrica de los conductores o colectores adyacentes no sea menor a 25,0 mm.

(f) **Rieles como conductores del circuito.** Los rieles de monorrieles, tranvías o carrileras de grúas se permiten como conductor de corriente para una fase de un sistema de c.a. trifásico que proporciona el suministro al transportador, grúa o trole, siempre que se cumplan todas las condiciones siguientes:

(1) Que los conductores que suministren corriente a las otras dos fases estén aislados.

(2) Que la corriente de todas las fases proceda de un transformador de aislamiento.

(3) Que la instalación no tenga más de 300 V.

(4) Que el riel que sirva como un conductor esté puesto a tierra eficazmente en el transformador y también se permite ponerlo a tierra a través de los accesorios utilizados para la suspensión o sujeción del riel a la edificación o estructura.

(g) **Continuidad eléctrica de los conductores de contacto.** Todas las partes de los conductores de contacto deben estar unidas mecánicamente de modo que constituyan una conexión eléctrica continua.

h) **No deben dar suministro a otros equipos.** Los conductores de contacto no se deben usar como alimentadores para ningún otro equipo distinto a la(s) grúa(s) o elevador(es) para los cuales fueron inicialmente diseñados a servir.

610-22. Colectores. Los colectores deben estar diseñados de modo que reduzcan al mínimo la posibilidad de que se produzcan chispas entre ellos y el conductor de contacto. Cuando se utilicen en lugares destinados para almacenaje de fibras y otros materiales fácilmente combustibles, deben cumplir lo establecido en el Artículo 503-13.

D. Medios de desconexión

610-31. Medios de desconexión del conductor de carrilera. Entre los conductores de contacto de la carrilera y el circuito de suministro se debe instalar un medio de desconexión cuya corriente nominal continua no sea menor a la calculada en el Artículo 610-14(e) y (f). Dicho medio de desconexión debe consistir de un interruptor del circuito del motor, interruptor automático o interruptor en caja moldeada. Además el medio de desconexión debe:

(1) Ser fácilmente accesible y accionable desde el suelo o desde el nivel del piso.

(2) Adecuarse para quedar bloqueado en la posición de abierto.

(3) Abrir simultáneamente todos los conductores no puestos a tierra.

(4) Estar instalado a la vista de la grúa o elevador y de los conductores de contacto de la carrilera.

610-32. Medios de desconexión de las grúas colgantes y elevadores monorrieles. En los terminales que vienen de los conductores de contacto de la carrilera u otra fuente de alimentación para las grúas colgantes y

elevadores monorrieles se debe instalar un interruptor o interruptor automático del circuito del motor que se pueda bloquear en la posición de abierto.

Excepción: Se debe proporcionar un interruptor del circuito del motor, interruptor automático o interruptor en caja moldeada que se pueda bloquear en posición de abierto. Se permite suprimir el medio de desconexión cuando la instalación del elevador monorriel o grúa de propulsión manual cumpla todas las condiciones siguientes:

a. La grúa esté manejada desde el suelo o el nivel del piso.
b. La unidad esté a la vista del medio de desconexión de la fuente de alimentación.
c. No haya plataforma fija para inspección y mantenimiento de la unidad.

Cuando el medio de desconexión no sea fácilmente accesible desde la estación de control de la grúa o elevador monorriel, en dicha estación se debe instalar un medio que permita abrir el circuito de fuerza todos los motores de las grúas o elevadores.

610-33. Capacidad nominal de los medios de desconexión. La corriente nominal continua del interruptor o interruptor automático exigido en el Artículo 610-32 no debe ser menor al 50 % de la suma de todas las corrientes de los motores de corto tiempo, ni menor al 75 % de la suma de todas las corrientes de los motores de corto tiempo necesarios para cualquier movimiento simple.

E. Protección contra sobrecorriente

610-41. Alimentadores, conductores de la carrilera. Los conductores del circuito de suministro de la carrilera y los de contacto principal de una grúa o monorriel deben estar protegidos por uno o varios dispositivos contra sobrecorriente cuya corriente nominal no debe ser mayor a la corriente nominal o el valor de ajuste del mayor dispositivo de protección de cualquier circuito ramal, más la suma de las corrientes nominales por placa de características de todas las demás cargas, aplicando los correspondientes factores de demanda de la Tabla 610-14(e).

610-42. Protección del circuito ramal contra cortocircuito y falla a tierra. Los circuitos ramales se deben proteger del siguiente modo:

(a) Capacidad nominal de fusibles o interruptores automáticos. Los circuitos ramales de motores de grúas, elevadores y elevadores monorriel se deben proteger mediante fusibles o interruptores automáticos de disparo inverso cuya corriente nominal cumpla lo establecido en la Tabla 430-152. Se permite conectar derivaciones para los circuitos de control del lado de la carga del dispositivo de protección del circuito ramal, siempre que cada derivación y pieza de equipo esté debidamente protegida.

Excepción nº. 1: Cuando dos o más motores actúen en un movimiento simple, la suma de sus corrientes nominales por placa de características se debe considerar como la corriente de un sólo motor en los cálculos anteriores.

Excepción nº. 2: Se permite conectar dos o más motores al mismo circuito ramal si ninguno de los conductores de derivación a un motor individual tiene una capacidad de corriente menor a un tercio de la del circuito ramal y si cada motor está protegido contra sobrecargas de acuerdo con el Artículo 610-43.

(b) Derivaciones a bobinas de frenos. Las derivaciones a las bobinas de los frenos no tienen que estar protegidas independientemente contra sobrecorriente.

610-43. Protección de motores y circuitos ramales contra sobrecarga. Cada motor, controlador de motor y conductor de circuito ramal debe estar protegido contra sobrecarga por cualquiera de los siguientes medios:

(1) Se considera que un sólo motor está protegido cuando el dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito ramal cumple los requisitos de corriente nominal establecidos en el Artículo 610-42.

(2) Por elementos de relés de sobrecarga en cada conductor del circuito no puesto a tierra, cuando todos los elementos del relé estén protegidos contra cortocircuito por el dispositivo de protección del circuito ramal.

(3) Por sensores térmicos sensibles a la temperatura del motor o a la temperatura y a la corriente, que estén en contacto térmico con el devanado o devanados del motor. Se considera que un elevador o vehículo trole está protegido si el sensor está conectado al circuito del interruptor de limite superior del elevador, de modo que se impida su funcionamiento cuando exista una condición de sobrecarga en cualquier motor.

Excepción nº. 1: Si el motor se controla manualmente con controles de retorno por resorte, no es necesario un dispositivo de protección contra sobrecarga que proteja el motor contra condiciones de rotor bloqueado.

Excepción nº. 2: Cuando haya dos o más motores que accionan un sólo trole, vagón o puente, controlados como una unidad y protegidos por un solo conjunto de dispositivos contra sobrecarga con corriente nominal igual a la suma sus corrientes nominales a plena carga. Se considera que un elevador o un trole están protegidos si el sensor está conectado al circuito del interruptor de límite superior del elevador, de modo que se impida su funcionamiento cuando exista una condición de sobretemperatura en cualquier motor.

Excepción nº. 3: No es necesario proteger contra sobrecarga los motores de elevadores y elevadores monorriel y sus troles que no se utilicen como parte de una grúa de carriles aéreos, siempre que el motor más grande no supere 5600 W (7 ½ HP) y todos los motores estén controlados manualmente por el operario.

F. Control

610-51. Controladores independientes. Todos los motores deben tener un controlador independiente.

Excepción nº. 1: Cuando haya dos o más motores para un sólo elevador, carro, vagón o puente, se permite que cada uno tenga su propio controlador.

Excepción nº. 2: Se permite instalar un controlador conmutado entre dos motores, siempre que:
a. El controlador tenga una potencia nominal no menor a la del motor más grande.
b. Sólo un motor se accione a la vez.

610-53. Protección contra sobrecorriente. Los conductores de los circuitos de control deben estar protegidos contra sobrecorriente. Se considera que los circuitos de control están protegidos contra sobrecorriente por los dispositivos cuya corriente nominal o de ajuste no sea menor al 300 % de la capacidad de corriente de los conductores de control.

Excepción nº. 1: Las derivaciones a los transformadores de control se consideran protegidas cuando el circuito secundario esté protegido por un dispositivo cuya corriente nominal o de ajuste no sea menor al 200 % de la capacidad de corriente del circuito secundario del transformador ni mayor al 200 % de la capacidad de corriente de los conductores del circuito de control.

Excepción nº. 2: Se considera que dichos conductores están debidamente protegidos por los dispositivos de protección contra sobrecorriente del circuito ramal cuando la apertura del circuito de control pudiera crear un riesgo, como por ejemplo el circuito de control de una grúa para metal fundido.

610-55 Interruptor de límite. Se debe instalar un interruptor de límite u otro dispositivo que evite que la carga transportada sobrepase el límite superior de recorrido de todos los mecanismos elevadores.

610-57. Separación. La dimensión del espacio de trabajo en la dirección del acceso a las partes energizadas que haya que examinar, ajustar, revisar o mantener mientras están energizadas, debe ser de 0,7 m como mínimo.

Cuando los controles estén dentro de gabinetes, la puerta o puertas se deben abrir hasta 90° o deben ser desmontables.

G. Puesta a tierra

610-61. Puesta a tierra. Todas las partes metálicas expuestas no portadoras de corriente de grúas colgantes, elevadores, elevadores monorriel y sus accesorios, incluso los controles colgantes, deben estar unidas mecánicamente a un conductor eléctrico continuo de modo que toda la grúa o elevador estén puestos a tierra, según establece la Sección 250. Las partes móviles que no sean accesorios o aditamentos desmontables, que tengan superficies metálicas de contacto, se consideran conectadas eléctricamente unas con otras a través de dichas superficies para efectos de su puesta a tierra. Las carcasas de troles y puentes se consideran puestas a tierra a través de sus ruedas y sus respectivos rieles, a no ser que determinadas condiciones, como la presencia de pintura u otro material aislante, eviten el buen contacto metálico. En ese caso se debe instalar un conductor de conexión equipotencial independiente.

Sección 620 - ASCENSORES, MONTACARGAS, ESCALERAS Y PASILLOS MECÁNICOS, ASCENSORES Y ELEVADORES PARA SILLAS DE RUEDAS

A. Generalidades

620-1. Alcance. Esta Sección trata de la instalación y de los equipos eléctricos utilizados en los ascensores, montacargas, escaleras y pasillos mecánicos, ascensores y mecanismos de elevación para sillas de ruedas.

(NOTA 1): Para más información véase *Safety Code for Elevators and Escalators,* ASME/ANSI A17.1-1993.

(NOTA 2): Para más información véase *Elevator and Escalator Electrical Equipment Certification Standard,* ASME/ANSI A17.5-1991 (CSA B44.1-M91).

620-2. Definiciones.

Controlador de movimiento: Dispositivo o dispositivos eléctricos para la parte del sistema de control que regulan la velocidad, aceleración, retardo y parada del elemento móvil.

Controlador de operación: Dispositivo o dispositivos eléctricos para la parte del sistema de control que inician el arranque y parada y regulan la dirección de movimiento en respuesta a una señal procedente de un dispositivo de operación.

Controlador del motor: Unidades operativas del sistema de control consistentes en el dispositivo o dispositivos de arranque y los equipos convertidores de corriente utilizados para accionar un motor eléctrico o unidades de bombeo usadas para mover los equipos hidráulicos de control.

Dispositivo de operación: Interruptor de carro, pulsadores, teclas, interruptores de palanca u otros dispositivos utilizados para activar el controlador de operación.

Equipo de señales: Incluye equipo visual y sonoro como timbres, campanas, luces y pantallas que transmiten información al usuario.

(NOTA 1): Los controladores del motor, de movimiento y de operación pueden estar ubicados en un solo armario o en varios.
(NOTA 2): La Figura 620-2 es únicamente informativa.

Sistema de control: El sistema general que regula la puesta en marcha, parada, dirección de movimiento, velocidad, aceleración y frenado del elemento móvil.

(FIGURA 620-2, Sistema de control)

(PRIMERA COLUMNA)
Accionador de la puerta
Dispositivos de accionamiento de la cabina y del grupo
Dispositivos de señales de la cabina y el grupo

(SEGUNDA COLUMNA)
Abierto
Cerrado

(TERCERA COLUMNA)
Control de funcionamiento
Control de funcionamiento de la cabina
* Asignación de cabina
* Interfaz con el dispositivo de funcionamiento
* Interfaz de los aparatos
* Dispositivo de comprobación de carga

Control de funcionamiento del grupo
* Asignación de llamada de emergencia
* Interfaz con el dispositivo de funcionamiento
* Interfaz de los aparatos

(CUARTA COLUMNA)
Posición
Funcionamiento/parada
Dirección
Automático/manual
Control de funcionamiento de la cabina

(QUINTA COLUMNA)
Control de funcionamiento
* Control de parada
* Dirección
* Automático/manual

(SEXTA COLUMNA)
Control de movimiento
Sensores de posición y velocidad
Funcionamiento
* Generador de modelos
* Control de frenada
* Control del estator del motor
* Control de carga

Dispositivos de protección eléctricos

(SÉPTIMA COLUMNA)
Funcionamiento
Parada de emergencia
Estado

(OCTAVA COLUMNA)
Controlador del motor
Convertidor de corriente
* Control del motor de c.a.
* Control del motor de c.c.
* Control de las válvulas hidráulicas
Puesta en marcha
* A través de la línea
* Resistencia
* En delta/Y
Corriente de suministro/de reserva

(NOVENA COLUMNA)
Corriente al motor

(DÉCIMA COLUMNA)
Elemento móvil
* Motor
* Pistón hidráulico

Figura 620-2. Sistema de control de un ascensor.

620-3. Limitaciones de tensión. La tensión de suministro no debe superar los 300 V entre conductores, a menos que se permita otra cosa en los siguientes apartados (a) hasta (c):

(a) Circuitos de fuerza. Los circuitos ramales para controladores de operación de puertas y motores de puertas y los alimentadores y circuitos ramales para controladores de motores, motores de accionamiento de máquinas, frenos de motores y grupos electrógenos, no deben tener una tensión de circuito mayor a los 600 V. Se permite que las tensiones internas de los equipos de conversión de corriente y asociados, incluido el alambrado de interconexión, sean mayores siempre que dichos equipos y alambrado estén certificados para esa mayor tensión. Cuando la tensión supere los 600 V, se deben instalar, en lugar bien visible en los equipos, etiquetas o señales de advertencia con la indicación "PELIGRO - ALTA TENSIÓN" ("DANGER - HIGH VOLTAGE").

(b) Circuitos de alumbrado. Los circuitos de alumbrado deben cumplir los requisitos de la Sección 410.

(c) Circuitos de calefacción y aire acondicionado: Los circuitos ramales para los equipos de calefacción y aire acondicionado ubicados en la cabina del ascensor no deben tener una tensión de circuito mayor a 600 V.

620-4. Partes energizadas encerradas. Todas las partes energizadas de los equipos eléctricos que haya en los fosos de los ascensores, en las paradas, sobre las cabinas de los ascensores y montacargas o dentro de ellas, en los fosos o paradas de escaleras o pasillos mecánicos o en los rieles y lugares de los motores de los ascensores y elevadores de sillas de ruedas, deben estar encerradas para evitar cualquier contacto accidental.

(NOTA): Para el resguardo de partes energizadas en instalaciones de 600 V nominales o menos, véase el Artículo 110-17.

620-5. Espacios de trabajo. Alrededor de los controladores, medios de desconexión y restantes equipos eléctricos se debe dejar un espacio de trabajo. El espacio mínimo no debe ser menor al establecido en el Artículo 110-16(a).

Cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que los equipos sólo son inspeccionados, ajustados, revisados y mantenidos por personas calificadas, se permite prescindir de lo establecido en el Artículo 110-16(a), siempre que se cumplan las condiciones (a) a (d):

(a) Conexiones flexibles a equipos. Los equipos eléctricos de los siguientes apartados (1) a (4) deben tener terminales flexibles hasta todas sus conexiones externas:

(1) Los controladores y medios de desconexión de los ascensores, montacargas, pasillos y escaleras mecánicas y ascensores y elevadores de sillas de ruedas instalados en el mismo espacio que las máquinas de accionamiento.

(2) Los controladores y medios de desconexión de los ascensores instalados en el foso o sobre la cabina del ascensor.

(3) Los controladores de los operadores de las puertas.

(4) Otros equipos eléctricos instalados en el foso o sobre la cabina del ascensor.

(b) Resguardo. Las partes energizadas de los equipos eléctricos estén debidamente resguardadas, separadas o aisladas, de modo que los equipos se puedan inspeccionar, ajustar, revisar o mantener estando energizados sin quitar esta protección.

(NOTA): Véase "Expuesto", Sección 100, Definiciones.

(c) Inspección, revisión y ajuste. No sea necesario inspeccionar, revisar, ajustar o mantener los equipos eléctricos mientras estén en tensión.

(d) Baja tensión. Las partes no aisladas no tengan una tensión mayor a 30 V RMS, 42 V de pico o 60 V de c.c.

B. Conductores

620-11. Aislamiento de los conductores. El aislamiento de los conductores debe cumplir las siguientes condiciones (a) hasta (d):

(NOTA): Un medio para establecer si los conductores son retardantes de las llamas es sometiéndolos al ensayo VW-1 descrito en *Reference Standard for Electrical Wires, Cables and Flexible Cords,* ANSI/UL 1581-1991.

(a) Alambrado de enclavamiento de las puertas exteriores. Los conductores que van desde el ducto vertical del foso del ascensor hasta los enclavamientos de las puertas exteriores deben ser retardantes de las llamas y tener una temperatura de funcionamiento no menor a 200℃. Los conductores deben ser de tipo SF o equivalente.

(b) Cables móviles. Los cables móviles que se desplazan con la cabina, utilizados como conexiones flexibles entre la cabina del elevador o montacargas o entre el contrapeso y la canalización, deben ser cables de tipo ascensor según establece la Tabla 400-4 o de otro tipo aprobado.

(c) Otro alambrado. Todos los conductores en canalizaciones deben tener aislamiento retardante de las llamas. Los conductores deben ser de tipo MTW, TF, TFF, TFN, TFFN, THHN, THW, THWN, TW, XHHW, cables especiales para fosos de ascensores o cualquier otro cable con aislamiento retardante de las llamas. Se permiten los conductores blindados siempre que estén aislados para la máxima tensión nominal del circuito existente en cualquier conductor dentro del cable o sistema de canalización.

(d) Aislamiento. Todos los conductores deben tener un aislamiento con una tensión como mínimo igual a la tensión máxima nominal del circuito aplicada a cualquier conductor dentro de un encerramiento, cable o canalización. Se permiten aislamientos y recubrimientos externos designados con sufijo LS (baja producción de humo) y certificados para ese uso.

620-12. Sección transversal mínima de los conductores. La sección transversal mínima de los conductores que no formen parte integral del equipo de control, debe ser la siguiente:

(a) Cables móviles.

(1) Circuitos de alumbrado: se permite usar conductores de cobre de 2,08 mm^2 (14 AWG), de 0,51 mm^2 (20 AWG) o de menor sección transversal en paralelo, siempre que su capacidad de corriente sea equivalente como mínimo a un cable de cobre de 2,08 mm^2 (14 AWG).

(2) Para otros circuitos se permiten conductores de cobre de 0,51 mm^2 (20 AWG).

(b) Otro alambrado. Se permiten conductores de cobre 24 AWG. Se permiten también conductores de menor sección transversal si están certificados.

620-13. Conductores del alimentador y circuitos ramales. Los conductores deben tener una capacidad de corriente según los siguientes apartados (a) hasta (d). Para el control de campo del generador, la capacidad de corriente de los conductores se basa en la corriente nominal por placa de características del motor de accionamiento del grupo electrógeno que de suministro al motor del ascensor.

(NOTA 1): El calentamiento de los conductores depende de las corrientes RMS que, con la corriente del control de campo del generador, se refleja por la corriente nominal por placa de características del motor que acciona el grupo electrógeno, más que en la corriente nominal del motor del ascensor, la cual representa valores de corriente reales pero a plena carga por corto tiempo o intermitente.

(NOTA 2): Véase la Figura 620-13.

(FIGURA 620-13)

A la fuente de alimentación

Alimentador común 620-13

Factor de demanda del alimentador 620-14

Protección del alimentador contra cortocircuitos y fallas a tierra 620-61(c)

Medio de desconexión 620-51

Protección del circuito ramal del motor contra cortocircuitos y fallas a tierra 620-61(d)

Conductores del circuito ramal 620-13

Transformador externo (opcional) Sección 450

Controlador del motor 620-13, 620-15

Circuitos de control del motor 620-61(a)

Protección del motor contra sobrecargas 620-61(b)

Conductores del motor 620-13

Motor Sección 430, Parte A

Protección térmica Sección 430, Parte C

Figura 620-13. Circuitos de un ascensor.

(a) Conductores que alimentan un solo motor. Los conductores que alimentan a un solo motor deben tener una capacidad de corriente no menor al porcentaje de la corriente por placa de características del motor que se establece del Artículo 430-22(a) y Excepción nº. 1.

(NOTA): Las corrientes de los motores de los ascensores o aquellas funciones similares pueden superar los valores de su placa de características, pero como son básicamente de ciclo intermitente y el calentamiento del motor y los conductores depende del valor de la corriente RMS, los conductores se dimensionan para el ciclo de servicio según lo que indica la Tabla 430-22(a), Excepción.

(b) Conductores que alimentan un sólo controlador de motor. Los conductores que alimentan a un solo controlador de motor deben tener una capacidad de corriente no menor a la corriente nominal por placa de características del controlador, más las demás cargas conectadas.

(NOTA): La corriente nominal por placa de características del controlador del motor se puede basar en el valor RMS de la corriente del motor utilizando un ciclo intermitente y otras cargas del sistema de control, si es aplicable.

(c) Conductores que alimentan un solo transformador de fuerza. Los conductores que alimentan a un solo transformador de fuerza deben tener una capacidad de corriente no menor a la corriente nominal por placa de características del transformador de fuerza, más todas las demás cargas conectadas.

(NOTA 1): La corriente nominal por placa de características de un transformador de fuerza que alimenta un controlador de motor , refleja la corriente nominal por placa de características del controlador del motor a la tensión de la red (primario del transformador).

(NOTA 2): Véase el Capítulo 9 Ejemplo 10.

(d) Conductores que alimentan a más de un motor, controlador de motor o transformador de fuerza. Los conductores que alimentan a más de un motor, controlador de motor o transformador de fuerza, deben tener una capacidad de corriente no menor a la suma de las corrientes nominales por placas de características de esos equipos más todas las demás cargas conectadas. Las corrientes nominales de los motores que se utilizan en esta suma son las que vienen dadas en la Tabla 430-22(a) y en el Artículo 430-24 y Excepción nº. 1.

(NOTA): Véase el Capítulo 9, Ejemplos 9 y 10.

620-14. Factor de demanda del alimentador. Se permiten conductores del alimentador de capacidad de corriente menor a la establecida en el Artículo 620-13, de acuerdo con los requisitos de la Tabla 620-14.

Tabla 620-14 Factores de demanda de los conductores del alimentador de ascensores

Número de ascensores conectados al mismo alimentador	Factor de demanda

1	1,00
2	0,95
3	0,90
4	0,85
5	0,82
6	0,79
7	0,77
8	0,75
9	0,73
De 10 en adelante	0,72

Nota: Estos factores de demanda se basan en ciclo de servicio del 50 %, es decir, la mitad del tiempo funcionando y la mitad del tiempo parado.

620-15. Capacidad nominal de controladores de motores. La capacidad nominal de los controladores de motores debe cumplir lo establecido en el Artículo 430-83. Se permite que esta capacidad nominal sea menor a la corriente nominal del motor del ascensor cuando el controlador limite intrínsecamente la potencia disponible al motor y esté rotulado como de potencia limitada.

(NOTA): Para los rótulos en los controladores, véase el Artículo 430-8.

C. Alambrado

620-21. Métodos de alambrado. Los conductores y cables de fibra óptica ubicados en los fosos de los ascensores, en las canalizaciones de las escaleras y pasillos mecánicos y en las de los elevadores y ascensores para sillas de ruedas, en los cuartos de máquinas, en o sobre las cabinas y en los cuartos de control, sin incluir los cables móviles conectados a la cabina o al contrapeso y el alambrado del foso del ascensor, se deben instalar en tubo de metal rígido, tubo metálico intermedio, tuberías eléctricas metálicas, tubo rígido no metálico o canalizaciones de cables o deben ser cables de Tipo MC, MI o AC, excepto si se permite otra cosa en los siguientes apartados (a) hasta (c):

(a) Ascensores

(1) Foso del ascensor.

a. Se permite instalar tubo metálico flexible, tubo metálico flexible y hermético a los líquidos o tubo no metálico flexible y hermético a los líquidos en los fosos de los ascensores y entre los ductos verticales y los interruptores de límite, enclavamientos, botones de control y dispositivos similares.

b. Se permite instalar entre los ductos verticales y equipos de señales o dispositivos de operación los cables utilizados en los circuitos de potencia limitada de Clase 2 (de 30 V RMS o menos o de 42 V c.c. o menos), siempre que esos cables estén apoyados y protegidos contra daños físicos y estén forrados o sean de tipo retardante de la llama.

(2) Cabinas.

a. Se permite instalar en las cabinas de los ascensores tubo metálico flexible, tubo metálico flexible y hermético a los líquidos o tubo no metálico flexible y hermético a los líquidos de tamaño comercial nominal de 9,5 mm (3/8 de pulgada) o mayor pero que no superen 1,80 m de longitud, siempre que estén bien sujetos y alejados de lugares donde haya aceite o grasa.

b. Se permite instalar cordones de uso pesado y semipesado que cumplan los requisitos de la Sección 400 (Tabla 400-4) entre el alambrado fijo de la cabina y los dispositivos instalados en las puertas o salidas de las cabinas. Sólo se permite usar cordones de uso pesado como conexiones flexibles con el dispositivo de

operación o la luz de trabajo instalados encima de la cabina. Los dispositivos o aparatos deben estar puestos a tierra por medio de un conductor de puesta a tierra de equipos instalado junto con los conductores del circuito. Se permite usar cables con conductores de menor sección transversal y con aislamiento o forro de otros tipos o espesores como conexiones flexibles entre el alambrado fijo de la cabina y los dispositivos en las puertas o salidas de las mismas, si están certificados para ese uso.

c. Se permite usar cables y cordones flexibles que formen parte de equipos certificados y utilizados en circuitos de baja tensión (30 V RMS o menos o 42 V c.c. o menos) cuando su longitud no supere 1,80 m, siempre que los cables y cordones estén bien sujetos y protegidos contra daños físicos y sean de un tipo forrado y retardante de la llama.

(3) Cuarto de máquinas y espacios para maquinaria.

a. Entre los paneles de control y los motores, frenos de las máquinas, grupos electrógenos, medios de desconexión y motores y válvulas de las bombas, se permite instalar tubo metálico flexible, tubo metálico flexible y hermético a los líquidos o tubo no metálico flexible y hermético a los líquidos de tamaño comercial nominal de 9,5 mm (3/8 de pulgada) o mayor pero que no superen los 1,80 m de longitud.

b. Cuando los grupos electrógenos, motores de máquinas o de bombas y válvulas estén ubicados cerca o debajo del equipo de control y estén dotados de terminales extralargos de no más de 1,80 m de longitud, se permite que dichos cables se prolonguen hasta conectarlos directamente con las cajas terminales del controlador, independientemente de los requisitos de capacidad de carga que establecen las Secciones 430 y 445. Se permite instalar canaletas auxiliares en los cuartos de máquinas y de control entre los controladores, arrancadores y aparatos similares.

c. Se permite usar cables y cordones flexibles que formen parte de equipos certificados y utilizados en circuitos de baja tensión (30 V RMS o menos o 42 V c.c. o menos) cuando su longitud no supere los 1,80 m, siempre que los cables y cordones estén bien sujetos y protegidos contra daños físicos y sean de un tipo forrado y retardante de la llama.

d. En los equipos ya existentes o certificados, se permite también que los conductores estén agrupados y sujetos juntos con cinta aislante o cordeles, sin instalarlos en una canalización. Dichos grupos de cables se deben sujetar a intervalos no mayores a 0,9 m y colocarlos de modo que queden protegidos contra daños físicos.

(4) Contrapeso. En el contrapeso del ascensor se permite instalar tubo metálico flexible, tubo metálico flexible y hermético a los líquidos, tubo no metálico flexible y hermético a los líquidos, cables o cordones flexibles o conductores agrupados y sujetos con cinta aislante o cordeles que formen parte de equipos certificados, de máquinas de accionamiento o frenos de máquinas de accionamiento y cuya longitud no supere 1,80 m, sin necesidad de instalarlos en una canalización, siempre que estén protegidos contra daños físicos y sean de tipo retardante de la llama.

(b) Escaleras mecánicas

(1) Se permite instalar en las canalizaciones de las escaleras y pasillos mecánicos tubo metálico flexible, tubo metálico flexible y hermético a los líquidos o tubo no metálico flexible y hermético a los líquidos. Se permite instalar tubo metálico flexible o tubo metálico flexible y hermético a los líquidos de tamaño comercial nominal de 9,5 mm (3/8 de pulgada) y no más de 1,80 m de longitud.

(2) Se permite instalar en las canalizaciones de escaleras y pasillos mecánicos los cables utilizados en los circuitos de potencia limitada de Clase 2 (de 30 V RMS o menos o de 42 V c.c. o menos), siempre que esos cables estén apoyados y protegidos contra daños físicos y sean de un tipo forrado y retardante de la llama.

(3) Se permite utilizar cordones de uso pesado que cumplan los requisitos de la Sección 400 (Tabla 400-4) como conexiones flexibles en los paneles de control y medios de desconexión de las escaleras y pasillos mecánicos, siempre que todo el panel de control y medio de desconexión estén instalados de modo que se puedan quitar de los espacios de máquinas, tal como permite el Artículo 620-5.

(c) Canalizaciones de ascensores y elevadores de sillas de ruedas.

(1) Se permite utilizar tubo metálico flexible o tubo metálico flexible y hermético a los líquidos en las canalizaciones y espacios de maquinaria de los ascensores y elevadores para sillas de ruedas. Se permite usar tubo metálico flexible o tubo metálico flexible y hermético a los líquidos de tamaño comercial nominal de 9,5 mm (3/8 de pulgada) y longitud no mayor a 1,80 m.

(2) En las canalizaciones de los ascensores y elevadores para sillas de ruedas se permite instalar cables utilizados en los circuitos de potencia limitada de Clase 2 (de 30 V RMS o menos o de 42 V c.c. o menos), siempre que esos cables estén apoyados y protegidos contra daños físicos y sean de un tipo forrado y retardante de la llama.

620-22. Circuitos ramales para alumbrado, tomacorrientes, ventilación, calefacción y aire acondicionado de las cabinas de los ascensores.

(a) **Fuente para alumbrado de la cabina.** Un circuito ramal independiente debe dar el suministro a las luces, tomacorrientes, fuente auxiliar de alumbrado y ventilación de cada cabina del ascensor.

(b) **Fuente para calefacción y aire acondicionado.** Debe existir un circuito ramal independiente que de el suministro a los equipos de aire acondicionado y calefacción de cada cabina del ascensor.

620-23. Circuito ramal para alumbrado y tomacorrientes del cuarto y espacio de máquinas.

(a) Debe existir un circuito ramal independiente que de el suministro a los aparatos de alumbrado y tomacorrientes del cuarto de motores y el espacio de máquinas.

Los aparatos de alumbrado necesarios no se deben conectar a los terminales del lado de la carga de los tomacorrientes con interruptor de circuito por falla a tierra.

(b) El interruptor del alumbrado para el cuarto de motores debe estar ubicado a la entrada del mismo. o del espacio de máquinas

(c) En cada cuarto de motores y espacio de máquinas debe haber como mínimo un tomacorriente duplex, monofásico a 125 V.

(NOTA): En cuanto a los niveles de iluminación, véase *Safety Code for Elevators and Escalators,* ANSI/ASME a17.1-1993.

620-24. Circuito ramal para la alumbrado y tomacorrientes del pozo del foso del ascensor.

(a) Debe haber un circuito ramal independiente que de el suministro a los aparatos de alumbrado y tomacorrientes del pozo del foso del ascensor.

Los aparatos de alumbrado necesarios no se deben conectar a los terminales del lado de la carga de los tomacorrientes con interruptor de circuito por falla a tierra.

(b) El interruptor del alumbrado debe estar ubicado de modo que sea fácilmente accesible desde la puerta de acceso al pozo.

(c) En el pozo del foso del ascensor debe haber como mínimo un tomacorriente duplex, monofásico a 125 V.

(NOTA): En cuanto a los niveles de iluminación, véase *Safety Code for Elevators and Escalators,* ANSI/ASME a17.1-1993.

D. Instalación de conductores

620-32. Canalizaciones del alambrado metálicas y no metálicas. La suma de las secciones transversales individuales de todos los conductores de una canalización de alambrado no debe superar el 50 % de la sección transversal interior de dicha canalización.

Los tramos verticales de las canalizaciones de alambrado se deben sujetar bien a intervalos no mayores a 4,50 m y no deben tener más de una unión entre dos apoyos. Las partes consecutivas de una canalización de alambrado se deben unir bien para que formen una unión rígida.

620-33. Número de conductores en una tubería. La suma de las secciones transversales de todos los conductores individuales instalados en una tubería no debe superar el 40 % de la sección transversal interior de la tubería, excepto lo que permite el Artículo 620-32 para las canalizaciones de alambrado.

620-34. Soportes. Los soportes de los cables o canalizaciones en los fosos de los ascensores, canalizaciones de cables de escaleras o pasillos mecánicos o de ascensores o elevadores de sillas de ruedas, deben estar bien sujetos al guardarriel, al armazón de la escalera o pasillo móvil o al foso donde vaya instalado el ascensor o elevador de sillas de ruedas.

620-35. Canaletas auxiliares. Las canaletas auxiliares no deben estar sujetas a las limitaciones de longitud del Artículo 374-2 ni a las del número de conductores del Artículo 374-5.

620-36. Sistemas diferentes en una canalización o cable móvil. Se permite que los cables de fibra óptica y los conductores de los dispositivos de operación y de los circuitos de control, potencia, señales, alumbrado, calefacción y aire acondicionado de 600 V o menos estén instalados en el mismo cable móvil o sistema de canalización, siempre que todos los conductores estén aislados para la tensión máxima aplicada a cualquier conductor del cable o canalización y que todas las partes energizadas de los equipos estén aisladas de tierra para esa tensión máxima. Se permite también que en dicho cable móvil o canalización se incluyan conductores blindados y/o uno o más cables coaxiales siempre que dichos conductores estén aislados para la tensión máxima aplicada a cualquier conductor del cable o canalización. Se permite que los conductores estén cubiertos con el blindaje adecuado para circuitos de comunicaciones telefónicas, de audio, vídeo o de alta frecuencia.

620-37. Alambrado en fosos de ascensores y cuartos de máquinas.

(a) Usos permitidos. Sólo se permite que dentro del foso de ascensor o cuarto de máquinas haya alambrado, cables y canalizaciones eléctricas utilizadas directamente para el funcionamiento del ascensor o montacargas, incluido el alambrado para señales, para circuitos de comunicación con la cabina, para alumbrado, calefacción, ventilación y aire acondicionado en la cabina, para sistemas de detección de incendios, cuartos de bombas del pozo y los de calefacción, alumbrado y ventilación del propio foso de ascensor.

(b) Protección contra rayos. Se permite conectar equipotencialmente los rieles del ascensor (los de la cabina y/o los del contrapeso) con los conductores de bajada para puesta a tierra del sistema de protección contra rayos. Dichos conductores no deben estar instalados dentro del foso del ascensor. No se deben utilizar los rieles ni otros equipos existentes en el foso del ascensor como conductores de bajada para puesta a tierra del sistema de protección contra rayos.

(NOTA): Para los requisitos de la conexión equipotencial, véase el Artículo 250-46. Para más información, véanse la NTC relativa a los sistemas de protección contra rayos y *Standard for the Installation of Lightning Protection Systems,* NFPA 780-1995 (ANSI).

(c) Alimentadores principales. Los alimentadores principales para dar el suministro de fuerza a los ascensores y montacargas se deben instalar fuera del foso del ascensor, excepto si se permite otra cosa en los siguientes apartados (1) y (2):

(1) Con autorización especial se permite que los alimentadores para los ascensores estén instalados dentro de foso existente si no hay conductores empalmados dentro del mismo.

(2) Se permite que los alimentadores de los ascensores estén instalados dentro del foso con los motores de accionamiento ubicados dentro del mismo foso, en la cabina o en el contrapeso.

620-38. Equipos eléctricos en garajes y ocupaciones similares. Los equipos y alambrado eléctricos utilizado para ascensores, montacargas, escaleras y pasillos mecánicos y ascensores y elevadores de sillas de ruedas que estén instalados en garajes, deben cumplir lo establecido en la Sección 511.

(NOTA): Según el Artículo 511-2, no son lugares clasificados los garajes utilizados únicamente como estacionamiento o depósito en los que no se realizan trabajos de reparación.

E. Cables móviles

620-41. Suspensión de cables móviles. Los cables móviles deben estar suspendidos en los extremos de la cabina y del foso del ascensor, o del contrapeso cuando proceda, de modo que se reduzca al mínimo la tensión sobre los conductores de cobre.

Los cables móviles deben estar soportados por uno de los medios siguientes : (1) por su parte o partes de soporte de acero; (2) haciendo un bucle con el cable alrededor de los soportes, cuando su longitud libre sea menor a 30,5 m; (3) suspendiéndolos de los soportes por un mecanismo que haga presión alrededor del cable cuando aumente la tensión, siempre que la longitud del cable libre sea de hasta 61 m.

(NOTA): La longitud libre o no soportada del medio de suspensión existente en el foso del ascensor es la longitud del cable medida desde su punto de suspensión en el foso del ascensor hasta la parte inferior del bucle que queda bajo la cabina cuando está ubicada en su punto inferior de parada. La longitud libre del medio de suspensión de la cabina es la longitud del cable medida desde el punto de suspensión de la cabina hasta la parte inferior del bucle, cuando la cabina está ubicada en su punto superior de parada.

620-42. En lugares peligrosos (clasificados). En los lugares peligrosos (clasificados), los cables móviles de los ascensores deben ser de un tipo aprobado para su uso en tales lugares y deben cumplir las disposiciones de los Artículos 501-11, 502-12 o 503-10, según proceda.

620-43. Ubicación y protección de los cables móviles. Los soportes de los cables móviles deben estar ubicados de modo que reduzcan al mínimo la posibilidad de daño debido a que los cables entren en contacto con las paredes del foso del ascensor o con los equipos instalados en el mismo. Cuando sea necesario, se debe proporcionar el resguardo adecuado para proteger los cables contra daños.

620-44. Instalación de los cables móviles. Se permite que los cables móviles estén fuera de una canalización en una distancia no mayor a 1,80 m medida desde el primer punto de apoyo en la cabina o foso del ascensor, o del contrapeso cuando proceda, siempre que los conductores estén agrupados y sujetos con cinta aislante o cordeles o dentro de su forro original.

Se permite que los cables móviles sigan hasta los encerramientos de los controladores del ascensor y hasta las conexiones de la cabina y cuarto de máquinas del ascensor, en forma de alambrado fijo, siempre que estén debidamente apoyados y protegidos contra daños físicos.

F. Medios de desconexión y control

620-51. Medios de desconexión. Se debe instalar un solo medio que desconecte todos los conductores de suministro de fuerza no puestos a tierra de cada unidad, diseñados de modo que no se pueda operar ningún polo

independientemente. Cuando un ascensor, escalera o pasillo móvil o bomba, estén conectados a máquinas de accionamiento múltiple, debe haber un medio para desconectar el motor o motores y válvulas de control controlando los solenoides.

El medio de desconexión de los conductores de suministro de fuerza no debe desconectar el circuito ramal requerido el los Artículos 620-22, 620-23 y 620-24.

(a) **Tipo.** El medio de desconexión debe ser un interruptor con fusible o un interruptor automático del circuito de motores, accionable desde el exterior de un encerramiento y que se pueda bloquear en posición de abierto. El medio de desconexión debe ser un dispositivo certificado.

(NOTA): Para más información, véase *Safety Code for Elevators and Escalators,* ASME/ANSI A17.1-1993.

(b) **Operación.** No se debe poder abrir ni cerrar el medio de desconexión desde cualquier otra parte del predio. Si en el foso del ascensor, cuarto de máquinas o espacios de máquinas hay instalados rociadores automáticos, se permite que el medio de desconexión abra automáticamente el circuito que suministra corriente al ascensor o ascensores afectados antes de la salida del agua. No se permite que se cierre automáticamente el medio de desconexión. El suministro sólo se debe restablecer manualmente.

(NOTA): Estas disposiciones tienen por finalidad reducir los riesgos que supone la caída de agua sobre las partes energizadas del equipo eléctrico en el ascensor.

(c) **Ubicación.** El medio de desconexión debe estar ubicado donde sea fácilmente accesible a personal calificado.

(1) En los ascensores sin control de campo del generador, el medio de desconexión debe estar ubicado a la vista del controlador del motor. Las máquinas de accionamiento o los controladores de movimiento y operación que no estén a la vista del medio de desconexión deben estar dotados de un interruptor operado manualmente, instalado en el circuito de control para evitar el arranque. El interruptor o interruptores operados manualmente se deben adyacentes a estos equipos.

Cuando la máquina de accionamiento del ascensor esté ubicada en un espacio remoto de maquinaria, se debe instalar un solo medio que desconecte todos los conductores no puestos a tierra del suministro de fuerza y que pueda quedar bloqueado en posición de abierto.

(2) En los ascensores con control de campo del generador, el medio de desconexión debe estar ubicado a la vista del controlador del motor para el accionamiento del motor del grupo electrógeno. Las máquinas de accionamiento, grupos electrógenos o controladores de movimiento y operación que no estén a la vista del medio de desconexión deben estar dotados de un interruptor manual instalado en el circuito de control para evitar el arranque. El interruptor o interruptores manuales se deben instalar adyacentes a estos equipos.

Cuando la máquina de accionamiento o el grupo electrógeno estén ubicados en un lugar a remoto, se debe instalar un solo medio que desconecte todos los conductores no puestos a tierra del circuito de suministro de fuerza y que pueda quedar bloqueado en posición de abierto.

(3) En las escaleras y pasillos mecánicos el medio de desconexión se debe instalar al lado del controlador.

(4) En los ascensores y elevadores para sillas de ruedas, el medio de desconexión se debe instalar a la vista del controlador del motor.

(d) **Identificación y avisos.** Cuando en un cuarto de máquinas haya más de un máquina de accionamiento, los medios de desconexión deben estar numerados para indicar claramente las máquinas de accionamiento que controlan.

Cada medio de desconexión debe estar dotado de un aviso que indique la ubicación del lado del suministro del dispositivo de protección contra sobrecorriente.

620-52. Suministro de fuerza desde más de una fuente

(a) Instalaciones de ascensores con una y varias cabinas. En las instalaciones de ascensores con una y varias cabinas, los equipos que reciban suministro eléctrico desde más de una fuente deben tener un medio de desconexión para cada fuente. Los medios de desconexión deben estar a la vista del equipo que controlen.

(b) Aviso de advertencia para varios medios de desconexión. Cuando existan varios medios de desconexión y haya partes de los controladores que permanezcan energizadas desde fuentes que no estén desconectadas, se debe instalar sobre o cerca del medio de desconexión un cartel de advertencia en el que se lea claramente el siguiente aviso : "Atención - Partes de este controlador no quedan desenergizadas con este interruptor" ("Warning - Parts of the Controller Are Not De-energized by This Switch").

(c) Controladores de interconexión de varias cabinas. Cuando la interconexión entre controladores sea necesaria para la operación de sistemas en instalaciones de varias cabinas que permanezcan energizados desde una fuente distinta a la desconectada, encima o al lado de los medios de desconexión se deben instalar avisos de advertencia como los descritos en el Artículo 620-52(b).

620-53. Medios de desconexión del alumbrado, tomacorrientes y equipos de ventilación. Los ascensores deben tener un solo medio que desconecte todos los conductores no puestos a tierra de los circuitos de suministro para alumbrado, tomacorrientes y ventilación de cada cabina.

El medio de desconexión debe ser capaz de bloquearse en posición de abierto y estar ubicado en el cuarto de motores de esa cabina.

Cuando en el cuarto de motores haya equipos para más de una cabina, los medios de desconexión deben estar numerados de modo que permitan identificar claramente el número de la cabina cuyo circuito de alumbrado controlan.

Cada medio de desconexión debe estar dotado de un aviso que indique la ubicación del lado del suministro del dispositivo de protección contra sobrecorriente.

620-54. Medios de desconexión para calefacción y aire acondicionado. Los ascensores deben tener un solo medio que desconecte todos los conductores no puestos a tierra de los circuitos de suministro para calefacción y aire acondicionado de cada cabina.

El medio de desconexión debe ser capaz de bloquearse en posición de abierto y estar ubicado en el cuarto de motores de esa cabina.

Cuando en el cuarto de motores haya equipos para más de una cabina, los medios de desconexión deben estar numerados de modo que permitan identificar claramente el número de la cabina cuyo circuito de calefacción y aire acondicionado controlan.

Cada medio de desconexión debe estar dotado de un aviso que indique la ubicación del lado del suministro del dispositivo de protección contra sobrecorriente.

G. Protección contra sobrecorriente

620-61. Protección contra sobrecorriente. La protección contra sobrecorriente se debe proporcionar como se indica a continuación :

(a) Circuitos de los dispositivos de operación, de control y de señalización. Los circuitos de los dispositivos de operación, de control y de señalización deben estar protegidos contra sobrecorriente de acuerdo con los requisitos establecidos en los Artículos 725-23 y 725-24.

Los circuitos de potencia limitada de Clase 2 deben estar protegidos contra sobrecorriente de acuerdo con los requisitos establecidos en el Capítulo 9, Notas a las Tablas 11(a) y 11(b).

(b) Protección de motores contra sobrecargas.
(1) Los motores que mueven los ascensores y montacargas y los motores de los grupos electrógenos con control de campo del generador, deben estar clasificados como de ciclo intermitente. Dichos motores deben estar protegidos contra sobrecargas según lo establecido en el Artículo 430-33.

(2) Los motores que mueven las escaleras y pasillos mecánicos deben estar clasificados como de ciclo continuo. Dichos motores deben estar protegidos contra sobrecargas según lo establecido en el Artículo 430-32.

(3) Los motores que mueven las escaleras y pasillos mecánicos y los motores de grupos electrógenos deben estar protegidos contra sobrecarga en funcionamiento según lo establecido en la Tabla 430-37.

(4) Los motores que mueven los ascensores y elevadores para sillas de ruedas deben estar clasificados como de ciclo intermitente. Dichos motores deben estar protegidos contra sobrecargas según lo establecido en el Artículo 430-33.

(NOTA): Para más información, véase lo que se indica en el Artículo 430-44 sobre parada ordenada.

(c) Protección del alimentador de los motores contra cortocircuito y falla a tierra. La protección del alimentador de los motores contra cortocircuito y falla a tierra debe cumplir lo establecido en la sección 430 Parte E.

(d) Protección del circuito ramal de los motores contra cortocircuito y falla a tierra. La protección del circuito ramal de los motores contra cortocircuito y falla a tierra debe cumplir lo establecido en la sección 430 Parte D.

620-62. Coordinación selectiva. Cuando haya más de un medio de desconexión de motores que reciba suministro desde un solo alimentador, los dispositivos de protección contra sobrecorriente de cada medio de desconexión deben estar coordinados selectivamente con cualquier otro dispositivo de protección contra sobrecorriente instalado en el lado del suministro.

H. Cuarto de máquinas

620-71. Resguardo del equipo. Los motores, grupos electrógenos, controladores y medios de desconexión de los ascensores, montacargas, escaleras y pasillos mecánicos, deben estar instalados en un cuarto o encerramiento para ese propósito, a menos que se permita otra cosa en los siguientes apartados (a) o (b). El cuarto o encerramiento debe estar resguardado contra el acceso de personas no autorizadas.

(a) Controladores de motores. Se permite instalar los controladores de motores fuera de los espacios especificados en este Artículo, siempre que estén en armarios con puertas o paneles móviles que se puedan dejar bloqueados en su posición de cerrado y que el medio de desconexión esté ubicado al lado o forme parte integral del controlador. Se permite instalar los armarios de los controladores de motores de escaleras o pasillos mecánicos en las barandas laterales al lado del pasillo, pero lejos de los escalones o tramos móviles. Si el medio de desconexión forma parte integral del controlador, debe ser operable sin abrir el armario.

(b) Máquinas de accionamiento. Los ascensores con las máquinas de accionamiento ubicadas sobre la cabina, el contrapeso o el foso del ascensor y las máquinas de accionamiento de montacargas, elevadores y ascensores de sillas de ruedas, se permiten fuera de los espacios especificados en este Artículo.

(NOTA): Los ascensores con las máquinas de accionamiento instaladas sobre la cabina, el contrapeso o el foso el ascensor son los de tipo cremallera, tornillo y de motor lineal de inducción. Para más información, véase *Safety Code for Elevators and Escalators*, ANSI/ASME A17.1-1993.

J. Puesta a tierra

620-81. Canalizaciones metálicas unidas a las cabinas. Las canalizaciones metálicas y los cables de Tipo MC, MI o AC unidos a las cabinas de los ascensores, deben conectarse equipotencialmente a las partes metálicas puestas a tierra de la cabina con la que hagan contacto.

620-82. Ascensores eléctricos. En los ascensores eléctricos, las carcasas de todos los motores, máquinas, controladores y encerramientos metálicos de todos los equipos eléctricos instalados sobre la cabina, dentro de ella o en el foso del ascensor, se deben poner a tierra según lo especificado en la Sección 250.

620-83. Ascensores no eléctricos. En los ascensores que no sean eléctricos pero que tengan conductores eléctricos unidos a la cabina, las partes metálicas de la cabina que sean normalmente accesibles a las personas se deben poner a tierra según lo especificado en la Sección 250.

620-84. Escaleras y pasillos mecánicos, ascensores y elevadores para sillas de ruedas. Las escaleras, pasillos mecánicos, ascensores y elevadores para sillas de ruedas deben cumplir lo establecido en la Sección 250.

620-85. Interruptor de circuito por falla a tierra para la protección de las personas. Todos los tomacorrientes monofásicos de 125 V y 15 o 20 A instalados en los espacios de máquinas, pozos, encima de las cabinas y en las canalizaciones de escaleras y pasillos mecánicos, deben ser del tipo de interruptor de circuito por falla a tierra.

Todos los tomacorrientes monofásicos de 125 V y 15 o 20 A instalados en los cuartos de máquinas, deben tener protección mediante interruptor de circuito por falla a tierra.

No es necesario proteger mediante interruptor de circuito por falla a tierra los tomacorrientes para bombas de desagüe instaladas de modo permanente.

K. Sistemas de reserva y de emergencia

620-91. Sistemas de reserva y de emergencia. Se permite que los ascensores estén conectados a sistemas eléctricos de reserva o de emergencia.

(NOTA): Para más información, véase la Regla 211.2 de la norma ASME/ANSI A17.1-1993 y la Regla 3.12.13 de la norma CAN/CSA-B44-1990.

(a) Energía regenerativa. En los sistemas de ascensores que devuelvan energía no consumida a la fuente de alimentación y que sean incapaces de absorber la energía regenerativa bajo condiciones de carga transportada por el ascensor, se debe instalar un medio que absorba dicha energía.

(b) Otras cargas de la edificación. Se permite utilizar como medio de absorción de la energía requerido en el anterior apartado (a) otras cargas del edificio, tales como las de fuerza y alumbrado, siempre que dichas

cargas se conecten automáticamente al sistema de reserva o de emergencia de los ascensores y sean lo suficientemente grandes como para absorber la energía regenerativa del ascensor.

(c) Medios de desconexión. Los medios de desconexión exigidos por el Artículo 620-51 deben desconectar los ascensores tanto del sistema de suministro normal como del de reserva o de emergencia.

Cuando haya conectada una fuente de alimentación adicional en el lado de la carga del medio de desconexión, que permita el movimiento de la cabina del ascensor para evacuar a las personas, el medio de desconexión exigido por el Artículo 620-51 debe incluir un contacto auxiliar, que debe desconectar la fuente de alimentación adicional de la carga, cuando el medio de desconexión esté en posición de abierto.

Sección 625 - EQUIPOS PARA SISTEMAS DE CARGA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

A. Generalidades

625.1. Alcance. Las disposiciones de esta Sección cubren a los conductores y equipos eléctricos externos a los vehículos eléctricos y que sirven para conectarlos a una fuente de alimentación por medios conductivos o inductivos y a la instalación de los equipos y dispositivos para la carga de vehículos eléctricos.

(NOTA): Para las carretillas industriales, véase *Fire Safety Standard for Powered Industrial Trucks Including Type Designations, Areas of Use, Maintenance, and Operation*, NFPA 505-1992.

625-2. Definiciones.

Batería hermética para vehículos eléctricos: Batería herméticamente sellada compuesta de una o más celdas electroquímicas recargables que no tiene salida de gases, que no permite la adición de agua o electrolito ni tiene medios para medir la densidad del electrolito.

Conector de vehículos eléctricos: Dispositivo que actúa por conducción o inducción y que, conectado a un dispositivo de entrada en el vehículo eléctrico, establece conexión con una fuente de alimentación.

Equipo de suministro para vehículos eléctricos: Los conductores, incluidos los puestos a tierra, los no puestos a tierra y los de puesta a tierra de los equipos, los conectores para vehículos eléctricos, clavijas y otros accesorios, dispositivos, salidas de fuerza o aparatos instalados específicamente para suministrar energía eléctrica desde las instalaciones de los predios hasta los vehículos eléctricos.

Vehículo eléctrico: Vehículo tipo automotor para uso en carretera, como automóviles para pasajeros, autobuses, camiones, furgones y similares, propulsados fundamentalmente por un motor eléctrico que toma corriente de un sistema recargable de baterías, celda de combustible, montaje fotovoltaico u otra fuente de energía eléctrica. Esta Sección no incluye las motocicletas eléctricas y vehículos similares, ni los vehículos eléctricos todo terreno autopropulsados, como las carretillas industriales, elevadoras, grúas, carretillas, carritos de golf, equipo de apoyo en tierra a aeronaves, tractores, yates y similares.

625-3. Otras Secciones. Cuando haya discrepancias en los requisitos de esta Sección 625 con otras Secciones de este *Código*, se debe aplicar lo establecido en la Sección 625.

625-4. Tensiones. Si no se especifica otra cosa, los equipos de los que trata esta Sección se deben alimentar desde sistemas de c.a. con tensión nominal de 120, 120/240, 208Y/120, 240, 480Y/277, 480, 600Y/347 o 600 V.

625-5. Certificados o etiquetados. Todos los materiales eléctricos, dispositivos, accesorios y equipos asociados deben estar certificados o etiquetados.

B. Métodos de alambrado

625-9. Conectores para vehículos eléctricos. Los conectores para vehículos eléctricos deben cumplir lo establecido en los siguientes apartados (a) hasta (d):

(a) Polaridad. Los conectores para vehículos eléctricos deben tener polaridad y una configuración que no sea intercambiable con tomacorrientes de otros sistemas eléctricos del predio. Los conectores certificados para vehículos eléctricos protegidos por un sistema de doble aislamiento o equivalente, que cumpla lo establecido en la Sección 250, no deben ser intercambiables con conectores para vehículo eléctrico del tipo con puesta a tierra.

(b) Construcción e instalación. Los conectores para vehículos eléctricos deben estar construidos e instalados de modo que se evite el contacto accidental de las personas con partes del equipo de suministro del vehículo sus baterías que puedan estar energizadas.

(c) Acople. El acople entre el conector para vehículos eléctricos y el dispositivo de entrada debe tener un medio adecuado que evite su desconexión accidental.

(d) Polo de puesta a tierra. El conector de suministro para los vehículos eléctricos debe tener un polo de puesta a tierra que sea el primero que se conecte y el último que se desconecte con el dispositivo de entrada del vehículo.

Excepción: Los conectores certificados para vehículos eléctricos protegidos por un sistema de doble aislamiento o equivalente que cumpla lo establecido en la Sección 250.

C. Construcción del equipo

625-13. Equipo de suministro para vehículos eléctricos. Se permite que este equipo esté sujeto o se pueda conectar mediante cordón y clavija. El equipo no debe tener partes energizadas expuestas.

625-14. Capacidad nominal. El equipo de suministro para vehículos eléctricos debe tener una capacidad nominal suficiente para la carga que deba servir. A efectos de esta Sección, se considera que la operación para la recarga de un vehículo eléctrico supone una carga continua.

625-15. Rótulos. El equipo de suministro para vehículos eléctricos debe llevar un rótulo que indique "Para uso con vehículos eléctricos" ("For Use with Electric Vehicles").

625-16. Medios de acople. Los medios de acople con el vehículo deben ser de tipo conductivo o inductivo. Las clavijas, conectores de cordón, acoplamientos y dispositivos de entrada deben estar certificados o etiquetados para ese uso.

625-17. Cables. Los cables de los equipos de suministro para vehículos eléctricos deben ser de Tipo EV, EVJ, EVE, EVJE, EVT o cable flexible de Tipo EVJT, según se especifica en la Sección 400 y la Tabla 400-4. La capacidad de corriente de los cables debe cumplir lo establecido en la Tabla 400-5(A) para los cables con sección transversal de 5,25 mm^2 (10 AWG) y menor y en la Tabla 400-5(B) para los con sección transversal de 8,36 mm^2 (8 AWG) y mayor. La longitud total del cable no debe superar los 7,6 m. Se permite otro tipo de cables y conjuntos certificados como adecuados para ese fin, incluyendo conjuntos híbridos con cables opcionales de comunicaciones, señales y de fibra óptica.

625-18. Enclavamiento. Los equipos de suministro para vehículos eléctricos deben estar dotados con un medio de enclavamiento que desenergice el conector para vehículo y su cable del vehículo eléctrico siempre que el conector se desacople del vehículo.

Excepción: Los equipos de suministro portátiles conectados con cordón y clavija a salidas de tomacorriente monofásicas de 125 V y 15 o 20 A.

625-19. Desenergización automática del cable. El equipo de suministro para vehículos eléctricos o la combinación cable - conector del equipo debe estar dotado de un medio automático que desenergice los conductores del cable y el conector del vehículo eléctrico si se produce alguna tensión mecánica que pudiera llevar a la rotura del cable o a la separación del cable del conector, con la consiguiente exposición de partes energizadas.

Excepción: Los equipos de suministro portátiles conectados con cordón y clavija a salidas de tomacorriente monofásicas de 125 V y 15 o 20 A.

D. Control y protección

625-21. Protección contra sobrecorriente. El dispositivo de protección contra sobrecorriente de los alimentadores y circuitos ramales de los equipos de suministro para vehículos eléctricos, debe ser para uso continuo y tener una capacidad nominal no menor al 125 % de la carga máxima del equipo de suministro. Cuando haya conectadas al mismo alimentador o secundario cargas no continuas, la capacidad nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente no debe ser menor a la suma de todas las cargas no continuas más el 125 % de las continuas.

625-22. Protección de las personas contra falla a tierra. El equipo de suministro para los vehículos eléctricos debe tener un sistema certificado que proteja a las personas contra descargas eléctricas. Cuando la corriente a tierra supere cierto valor preestablecido, que debe ser menor a la corriente necesaria para que se active el dispositivo de protección de sobrecorriente del circuito de suministro, el sistema debe desenergizar el equipo de suministro dentro de un periodo preestablecido. Si se utiliza un equipo de carga de vehículos eléctricos conectado con cordón y clavija, el interruptor de circuito por falla a tierra para protección de las personas debe formar parte integral de la clavija o estar ubicado en el cable de alimentación y a una distancia no mayor de 30 cm de la clavija..

625-23. Medios de desconexión. Los equipos de suministro para vehículos eléctricos de más de 60 A o más de 150 V a tierra, nominales, deben tener un medio de desconexión instalado en un lugar fácilmente accesible y que se pueda bloquear en posición de abierto.

625-24. Puesta a tierra. Todos los equipos e instalaciones eléctricas deben estar conectados equipotencialmente y puestos a tierra según lo establecido en la Sección 250.

625-25. Pérdida de la fuente primaria. Se debe instalar un medio que evite que, cuando haya pérdida de tensión desde la red pública de energía u otro sistema o sistemas eléctricos, la energía eléctrica no pueda volver desde el equipo del vehículo hasta el sistema de alambrado de la propiedad. No se permite utilizar un vehículo eléctrico como fuente para suministro de reserva.

E. Ubicación de los equipos de alimentación para vehículos eléctricos

625-28. En lugares peligrosos (clasificados). Cuando haya instalado un equipo de alimentación para vehículos eléctricos en un lugar peligroso (clasificado), se deben aplicar las disposiciones de las Secciones 500 a 516.

625-29. Locales cubiertos. Se entiende por locales cubiertos, entre otros, los garajes integrados, anexos o separados de las viviendas, los aparcamientos cerrados y subterráneos, los garajes públicos con o sin taller de reparación y edificaciones agrícolas.

(a) Ubicación. El equipo de alimentación para vehículos eléctricos debe estar ubicado de modo que se pueda conectar directamente al vehículo.

(b) **Altura.** Si no está específicamente certificado para ese uso y lugar, el medio de conexión del equipo de alimentación para vehículos eléctricos debe estar ubicado o guardado a una altura no menor a 0,5 m y no mayor a 1,2 m sobre el nivel del piso.

(c) **Ventilación necesaria.** Cuando se requiera, se debe instalar ventilación mecánica según como se especifica en la Tabla 625-29.

La ventilación debe incluir tanto el equipo de alimentación como el equipo mecánico de salida de aire, debe estar permanentemente instalada y comprende desde la toma de aire hasta la salida al exterior. La ventilación mecánica debe tener un tamaño adecuado para suministrar el caudal mínimo especificado en la Tabla 625-29(c), en metros cúbicos por minuto, por cada plaza de aparcamiento equipada para cargar un vehículo eléctrico. Esto permite una ventilación suficiente para cualquier tipo de configuración del equipo de suministro para vehículos eléctricos y de los espacios para carga de los vehículos. La ventilación mecánica debe estar enclavada eléctricamente con el equipo de carga de modo que funcione durante todo el ciclo de carga. El equipo de suministro para vehículos eléctricos, los tomacorrientes y las salidas de fuerza, deben estar claramente rotulados con un aviso que indique "Para usar con todos los vehículos eléctricos" ("For Use with All Electric Vehicles").

Excepción: Los tomacorrientes monofásicos de 125 V y 15 o 20 A, ubicados en los espacios de carga de vehículos eléctricos que estén identificados con el rótulo "Para usar con todos los vehículos eléctricos" ("For Use with All Electric Vehicles"), deben tener un interruptor y estar enclavadas eléctricamente con el sistema de ventilación mecánica a través del interruptor del circuito de suministro del tomacorriente.

Para corrientes y tensiones no recogidas en la Tabla 625-29(c), el caudal mínimo de ventilación mecánica para instalaciones de carga de vehículos eléctricos, se calcula por medio de las siguientes fórmulas:

$$Instalaciones\ monof\ sicas: Ventilación\ = \frac{(Voltios) * (Amperios)}{48,7}$$

$$Instalaciones\ trif\ sicas:\ Ventilación\ = \frac{(Voltios) * \sqrt{3} * (Amperios)}{48,7}$$

Tabla 625-29. Ventilación mecánica mínima para cada plaza de aparcamiento dotada de equipo de carga para vehículos eléctricos (en metros cúbicos/minuto)

Corriente nominal del circuito ramal	Tensión del circuito ramal						
	Monofásico			Trifásico			
	120 V	208 V	240 V o 120/240 V	208 V o 208Y/120 V	240 V	480 V o 480Y/277 V	600 V o 600Y/347 V
15	1,0	1,8	2,0				
20	1,4	2,4	2,8	4,2	4,8	9,7	12,0
30	2,0	3,6	4,2	6,2	7,2	14,4	18,2
40	2,8	4,8	5,6	8,4	9,6	19,3	24,2
50	3,5	6,0	7,0	10,4	12,0	24,2	30,2
60	4,2	7,2	8,4	12,6	14,4	29,0	36,3
100	7,0	12,0	14,0	21,0	24,2	48,4	60,4
150				31,4	36,2	72,5	90,7
200				42,0	48,4	96,7	120,9
250				52,4	60,4	120,9	151,2
300				62,8	72,6	145,1	181,3
350				73,4	84,6	169,3	211,6
400				83,8	96,7	193,5	241,9

(d) Ventilación no necesaria. Cuando el vehículo eléctrico tenga baterías herméticas o esté certificado o etiquetado como apto para cargarlo en locales cerrados, no es necesaria ventilación mecánica. El equipo de suministro para vehículos eléctricos, los tomacorrientes y las salidas de fuerza deben estar claramente rotulados con el aviso "Para usar sólo con vehículos eléctricos que no requieran ventilación" ("For Use Only with Electric Vehicles Not Requiring Ventilation").

625-30. Lugares exteriores. Los lugares exteriores para carga de vehículos eléctricos son, entre otros, los estacionamientos y vías residenciales, estructuras de estacionamiento abiertas, bahías y plazas de estacionamiento e instalaciones comerciales de carga.

(a) Ubicación. El equipo de suministro para vehículos eléctricos debe estar ubicado de modo que se pueda conectar directamente al vehículo.

(b) Altura. Si no está específicamente certificado para ese uso y lugar, el medio de acople (conexión) del equipo de suministro para vehículos eléctricos debe estar ubicado o guardado a una altura no menor a 0,6 m y no mayor a 1,2 m sobre la superficie de parqueo.

Sección 630 - SOLDADORES ELÉCTRICOS

A. Generalidades

630-1. Alcance. Esta Sección trata de los equipos de soldadura por arco eléctrico, aparatos de soldadura por resistencia y otros equipos similares, conectados a un sistema eléctrico de suministro.

B. Soldadores de arco con transformador de c.a. y rectificador de c.c.

630-11. Capacidad de corriente de los conductores de suministro. La capacidad de corriente de los conductores de los soldadores de arco con transformador de c.a. o rectificador de c.c. debe ser la siguiente:

(a) Soldadores individuales. La capacidad de corriente de los conductores de suministro no debe ser menor a la corriente calculada multiplicando la corriente nominal del primario en A que aparece en la placa de características del soldador, por el siguiente factor basado en el ciclo de utilización o tiempo nominal de uso del soldador:

Ciclo de trabajo (en porcentaje)	100	90	80	70	60	50	40	30	20 o menos
Factor	1,0	0,95	0,89	0,84	0,78	0,71	0,63	0,55	0,45

Para un soldador con un tiempo nominal de 1 hora, el factor multiplicador debe ser 0,75.

(b) Grupos de soldadores. Se permite que la capacidad de corriente de los conductores de suministro de un grupo de soldadores sea menor a la suma de corrientes de todos los soldadores calculada según el anterior apartado (a). La capacidad de corriente de los conductores se debe calcular en cada caso de acuerdo con la carga del soldador, basada en el uso de cada soldador y las tolerancias permisibles cuando todos los soldadores alimentados por los mismos conductores no se utilicen al mismo tiempo. El valor de carga para cada soldador debe tener en cuenta tanto la magnitud de la carga como el tiempo de utilización del soldador.

(NOTA): Se supone que la corriente de los conductores calculada al 100 % de la corriente establecida según el anterior apartado (a) para los dos mayores soldadores, del 85 % para el tercero en magnitud, del 70 % para el cuarto y del 60 % para todos los restantes, ofrecen un alto margen de seguridad en condiciones de alto ritmo de producción respecto a la temperatura máxima admisible de los conductores. Cuando sea imposible que todos los soldadores funcionen simultáneamente durante mucho tiempo, se pueden tomar porcentajes menores a los anteriores.

630-12. Protección contra sobrecorriente. Los soldadores de arco con transformador de c.a. y rectificador de c.c. deben estar protegidos contra sobrecorriente de acuerdo con los siguientes apartados (a) y (b). Cuando el valor nominal más cercano del dispositivo de protección estándar utilizado sea menor al valor especificado en este Artículo o cuando los valores nominales o de ajuste de la corriente produzcan la apertura innecesaria del dispositivo de protección contra sobrecorriente, se permite tomar el valor inmediatamente superior.

(a) Para soldadores. Todos los soldadores deben tener un dispositivo de protección contra sobrecorriente de valor nominal o ajuste de disparo no mayor al 200 % de la corriente nominal del primario del soldador.

Excepción: No es necesaria protección contra sobrecorriente en los soldadores cuyos conductores de suministro estén protegidos por un dispositivo contra sobrecorriente de corriente nominal o ajuste de disparo no mayor al 200 % de la corriente nominal del primario del soldador.

(b) Para conductores. Los conductores que den suministro a uno o más soldadores deben tener un dispositivo de protección contra sobrecorriente de valor nominal o ajuste de disparo no mayor al 200 % de la capacidad de corriente del conductor.

630-13. Medios de desconexión. En el circuito de suministro de cada soldador de arco con transformador de c.a. o rectificador de c.c. que no esté equipado con un medio de desconexión que forme parte integral del soldador, se debe instalar un medio de desconexión.

Este medio puede ser un interruptor o interruptor automático de capacidad nominal no menor a la necesaria para ofrecer una protección contra sobrecorriente según lo que establece el Artículo 630-12.

630-14. Rotulado. Los soldadores de arco con transformador de c.a. o rectificador de c.c. deben tener una placa de características en la que aparezca la siguiente información: nombre del fabricante, frecuencia, número de fases,

tensión del primario, corriente nominal del primario, tensión máxima en circuito abierto, corriente nominal del secundario y condiciones de cálculo de la corriente como el ciclo de trabajo o tiempo de utilización.

C. Soldadores de arco con grupo electrógeno

630-21. Capacidad de corriente de los conductores de suministro. La capacidad de corriente de los conductores de los soldadores de arco con grupo electrógeno debe ser la siguiente:

(a) Soldadores individuales. La capacidad de corriente de los conductores de suministro no debe ser menor a la corriente calculada multiplicando la corriente nominal del primario en A que aparece en la placa de características del soldador, por el factor que se indica a continuación, basado en el ciclo de utilización o tiempo nominal de uso del soldador:

Ciclo de trabajo (en porcentaje)	100	90	80	70	60	50	40	30	20 o menos
Factor	1,0	0,96	0,91	0,86	0,81	0,75	0,69	0,62	0,55

Para un soldador con un tiempo nominal de 1 hora, el factor multiplicador debe ser 0,80.

(b) Grupos de soldadores. Se permite que la capacidad de corriente de los conductores de suministro de un grupo de soldadores sea menor a la suma de corrientes de todos los soldadores calculada según el anterior apartado (a). La capacidad de corriente de los conductores se debe calcular en cada caso de acuerdo con la carga del soldador, basada en el uso de cada soldador y las tolerancias permisibles cuando todos los soldadores alimentados por los mismos conductores no se utilicen al mismo tiempo. El valor de carga para cada soldador debe tener en cuenta tanto la magnitud de la carga como el tiempo de utilización del soldador.

(NOTA): Se supone que la corriente de los conductores calculada al 100 % de la corriente establecida según el anterior apartado (a) para los dos mayores soldadores, del 85 % para el tercero en magnitud, del 70 % para el cuarto y del 60 % para todos los restantes, ofrecen un alto margen de seguridad en condiciones de alto ritmo de producción respecto a la temperatura máxima admisible de los conductores. Cuando sea imposible que todos los soldadores funcionen simultáneamente durante mucho tiempo, se pueden tomar porcentajes menores a los anteriores.

630-22. Protección contra sobrecorriente. Los soldadores de arco conectados a grupos electrógenos deben estar protegidos contra sobrecorriente de acuerdo con los siguientes apartados (a) y (b). Cuando el valor nominal más cercano del dispositivo de protección estándar utilizado sea menor al valor especificado en este Artículo o cuando los valores nominales o de ajuste de disparo produzcan la apertura innecesaria del dispositivo de protección, se permite tomar el valor inmediatamente superior.

(a) Para soldadores. Todos los soldadores deben tener un dispositivo de protección contra sobrecorriente de valor nominal o ajuste de disparo no mayor al 200 % de la corriente nominal del primario del soldador.

Excepción: No es necesaria protección contra sobrecorriente en los soldadores cuyos conductores de suministro tengan un dispositivo de protección contra sobrecorriente de valor nominal o ajuste de disparo no mayor al 200 % de la corriente nominal del primario del soldador.

(b) Para conductores. Los conductores que den suministro a uno o más soldadores deben tener un dispositivo de protección contra sobrecorriente de valor nominal o ajuste de disparo no mayor al 200 % de la capacidad de corriente del conductor.

630-23. Medios de desconexión. En el circuito de suministro de cada soldador de arco conectado a un grupo electrógeno se debe instalar un medio de desconexión.

Este medio puede ser un interruptor o interruptor automático de capacidad nominal no menor a la necesaria para ofrecer una protección contra sobrecorriente según lo que establece el Artículo 630-22.

630-24. Rotulado. Los soldadores de arco conectados a grupos electrógenos deben tener una placa de características en la que aparezca la siguiente información: nombre del fabricante, frecuencia, número de fases, tensión de entrada, corriente nominal de entrada, tensión máxima en circuito abierto, corriente nominal de salida y condiciones de cálculo de la corriente como el ciclo de trabajo o tiempo de utilización.

D. Soldadores por resistencia

630-31. Corriente nominal de los conductores de suministro. La corriente nominal de los conductores de los soldadores por resistencia necesaria para limitar la caída de tensión a un valor que permita el funcionamiento satisfactorio del soldador, suele ser mayor que la necesaria para evitar el recalentamiento, tal como se indica en los siguientes apartados (a) y (b):

(a) Soldadores individuales. La capacidad de corriente nominal de los conductores de los soldadores individuales debe cumplir las siguientes condiciones:

(1) La capacidad de corriente de los conductores de suministro de un soldador que puede funcionar en distintos momentos a distintas corrientes del primario o en ciclos de distinta duración no debe ser menor al 70 % de la corriente nominal del primario en los soldadores de costura (cordón) y de avance automático y al 50 % de la corriente nominal del primario en los soldadores manuales no automáticos.

(2) La capacidad de corriente de los conductores de un soldador alambrado específicamente para una operación de la cual se conocen y permanecen constantes la corriente real del primario y el ciclo de trabajo, no debe ser menor al producto de la corriente real del primario por el factor dado a continuación y basado en el ciclo de utilización o tiempo nominal de uso del soldador:

Ciclo de trabajo (en porcentaje)	50	40	30	25	20	15	10	7,5	5,0 o menos
Factor	0,71	0,63	0,55	0,50	0,45	0,39	0,32	0,27	0,22

(b) Grupos de soldadores. La capacidad de corriente de los conductores que dan suministro a dos o más soldadores no debe ser menor a la suma del valor calculado según el anterior apartado (a) para el soldador alimentado mayor, más el 60 % de la corriente de todos los demás soldadores alimentados.

(NOTA): A continuación se incluye una explicación de los términos.

(1) La corriente nominal del primario es la potencia nominal en kVA multiplicada por 1 000 y dividida por la tensión nominal del primario, tomados ambos valores de la placa de características.

(2) La corriente real del primario es la corriente que pasa desde el circuito de suministro cada vez que funciona el soldador en un terminal de calor particular y un ajuste de control utilizados.

(3) Ciclo de trabajo es el porcentaje del tiempo durante el cual funciona en carga el soldador. Por ejemplo, un soldador por puntos alimentado desde un sistema de 60 Hz (216.000 ciclos por hora) que haga 400 soldaduras de 15 ciclos por hora, tiene un ciclo de trabajo de 2,8 % (400 x 15 = 6.000, dividido por 216.000 y multiplicado por 100). Un soldador de cordón que funcionara dos ciclos soldando y otros dos sin soldar tendría un ciclo de trabajo del 50 %.

630-32. Protección contra sobrecorriente. Los soldadores por resistencia deben estar protegidos contra sobrecorriente de acuerdo con los siguientes apartados (a) y (b). Cuando el valor nominal más cercano del

dispositivo de protección estándar utilizado sea menor al valor especificado en este Artículo o cuando los valores nominales o de ajuste de disparo produzcan la apertura innecesaria del dispositivo de protección, se permite tomar el valor inmediatamente superior.

(a) Para soldadores. Todos los soldadores deben tener un dispositivo de protección contra sobrecorriente de valor nominal o ajuste de disparo no mayor al 300 % de la corriente nominal del primario del soldador.

Excepción: No es necesaria protección contra sobrecorriente en los soldadores cuyos conductores de suministro tengan un dispositivo de protección contra sobrecorriente de valor nominal o ajuste de disparo no mayor al 300 % de la corriente nominal del primario del soldador.

(b) Para conductores. Los conductores que den suministro a uno o más soldadores deben llevar un dispositivo de protección contra sobrecorriente de valor nominal o ajuste de disparo no mayor al 300 % de la corriente nominal del conductor.

630-33. Medios de desconexión. Se debe proporcionar un interruptor o interruptor automático que permita desconectar del circuito de suministro al soldador por resistencia y a su equipo de control. La capacidad nominal de corriente de ese medio de desconexión no debe ser menor a la de los conductores de suministro, determinada según el Artículo 630-31. Cuando un circuito de suministro a un sólo soldador, se permite que el medio de desconexión del soldador sea el interruptor del circuito de suministro.

630-34. Rotulado. Los soldadores por resistencia deben tener una placa de características en la que aparezca la siguiente información: nombre del fabricante, frecuencia, tensión del primario, kVA nominales para un ciclo de trabajo del 50 %, tensión máxima y mínima del secundario en circuito abierto, corriente de cortocircuito del secundario a la tensión máxima del secundario y valores nominales de apertura y distancia.

E. Cable de soldar

630-41. Conductores. El aislamiento de los conductores que se vayan a utilizar en el circuito secundario de los soldadores eléctricos debe ser retardante de la llamas.

630-42. Instalación. Se permite instalar los cables en una bandeja portacables dedicada, tal como se establece en los siguientes apartados (a), (b) y (c):

(a) Apoyos de los cables. La bandeja portacables debe ofrecer apoyos a intervalos no mayores a 15 cm.

(b) Propagación del fuego y de los productos de la combustión. Estas instalaciones deben cumplir lo establecido en el Artículo 300-21.

(c) Avisos. La bandeja portacables debe llevar avisos cada 6,0 m como mínimo, en los que diga: "Bandeja sólo para cables de soldar" ("Cable Tray for Welding Cables Only").

Sección 640 - EQUIPOS DE GRABACIÓN DE SONIDO Y SIMILARES

640-1. Alcance. Esta Sección trata de los equipos y alambrado para la grabación y reproducción del sonido, distribución centralizada de sonido, megafonía, sistemas de registro de información vocal y órganos electrónicos.

640-2. Aplicación de Otras Secciones.

(a) Alambrado hasta y entre dispositivos. El alambrado y equipos que vayan desde la fuente de alimentación a los dispositivos y entre los dispositivos conectados a los sistemas de alambrado de la propiedad, deben

cumplir los requisitos de los Capítulos 1 a 4 de este *Código* excepto lo que resulte modificado por esta Sección.

(b) Alambrado y equipos. El alambrado y equipos de los sistemas de megafonía, registro de información vocal, radiofrecuencia y audiofrecuencia y equipos de amplificación de las estaciones radiorreceptoras de los sistemas de distribución centralizada deben cumplir lo establecido en la Sección 725.

640-3. Número de conductores en un conduit o tubería. El número de conductores permitidos en un solo conduit o tubería no debe superar el porcentaje de ocupación especificado en la Tabla 1 del Capítulo 9.

Excepción nº 1: Se permite instalar mediante autorización especial dos cables de dos conductores con cubierta de plomo en conduit o tubería de 19,1 mm (¾ de pulgada) siempre que la sección transversal de cada cable no pase de 70,97 mm².

Excepción nº 2: Se permite instalar mediante autorización especial dos cables de dos conductores con sección transversal de 0,65 mm^2 (19 AWG) con cubierta de plomo en conduit o tubería de 12,7 mm (1/2 pulgada), siempre que la suma de las secciones transversales de los cables no supere el 32 % de la sección transversal interior del conduit o tubería.

640-4. Canaletas para cables y canaletas auxiliares. Las canaletas para cables deben cumplir lo establecido en la Sección 362. Las canaletas auxiliares deben cumplir los requisitos de la Sección 374.

Excepción: Cuando se utilicen para equipos de grabación y reproducción del sonido, deben cumplirse los siguientes requisitos:

a. Los conductores en las canaletas para cables o canaletas auxiliares no deben llenar más del 75 % de la profundidad de las mismas.

b. Cuando la tapa de las canaletas auxiliares quede a nivel con el piso y esté expuesta al movimiento de objetos pesados, debe ser de acero de un espesor mínimo de 6,35 mm; si no está expuesta al movimiento de objetos pesados, como en la parte trasera de los paneles repartidores u otros paneles del equipo, la tapa debe ser de un grosor mínimo de 3,42 mm (10 MSG).

c. Se permite instalar canaletas para cables en lugares ocultos, siempre que vayan en línea recta entre las salidas o cajas de unión. Las tapas de las cajas deben ser accesibles. Los bordes metálicos de las salidas o cajas de unión deben estar redondeados y todos los salientes limados o suavizados para evitar la abrasión del aislamiento de los conductores.

d. Las canaletas para cables y canaletas auxiliares se deben poner a tierra y conectar equipotencialmente de acuerdo con lo establecido en la Sección 250. Cuando las canaletas no contengan alambres de suministro de fuerza, no es necesario que el conductor de tierra sea de sección transversal mayor a 2,08 mm^2 (14 AWG) de cobre o equivalente. Cuando las canaletas contengas cables de suministro de fuerza, el conductor de puesta a tierra de equipos debe tener una sección transversal no menor a la especificada en el Artículo 250-95.

640-5. Conductores. En los circuitos de salida de los amplificadores que transporten señales de audio de 70 V o menos y cuya tensión en circuito abierto no pase de 100 V, se permite utilizar alambrado de Clase 2 o Clase 3, como establece la Sección 725.

(NOTA): Lo anterior es para amplificadores cuya tensión en circuito abierto no pase de 100 V cuando están excitados por una señal de frecuencia entre 60 y 100 Hz suficiente para producir la salida nominal (70,7 V) a su carga nominal. Esto corresponde al hecho bien conocido de que el volumen medio de audición es de 12 dB por debajo de la salida nominal del amplificador. Por tanto, la salida RMS de un amplificador de 70 V en circuito abierto es de sólo 25 V.

640-6. Agrupación de conductores. Los conductores de distintos sistemas agrupados en la misma canalización u otro encerramiento o en cordones portátiles deben cumplir los siguientes requisitos (a) a (c):

(a) Conductores de suministro. Los conductores de suministro deben estar adecuadamente identificados y se deben utilizar exclusivamente para dar el suministro a los equipos a los cuales estén conectados los demás conductores.

(b) Terminales a grupos electrógenos o convertidores rotatorios. Los terminales de entrada a los grupos electrógenos o convertidores rotatorios deben estar separados de los terminales de salida.

(c) Aislamiento de los conductores. Los conductores deben estar aislados individualmente o por grupos con un aislamiento equivalente como mínimo al de los de suministro y otros conductores.

Excepción: Cuando los conductores de suministro y los demás estén separados por un recubrimiento de plomo u otro de tipo metálico y continuo.

640-7. Cordones flexibles. Los cables y cordones flexibles deben ser de Tipo S, SJ, ST, SJO, SJT o de otro tipo aprobado. Se permite que los conductores de los cordones flexibles distintos de los de suministro sean de una sección transversal no menor a 0,12 mm^2 (26 AWG), siempre que dichos conductores no estén en conexión eléctrica directa con los de suministro y estén equipados con un medio de limitación de corriente, de modo que la potencia máxima en cualquier circunstancia no supere 150 W.

640-8. Terminales. Los terminales deben ir rotulados adecuadamente para indicar las conexiones. Los terminales de los conductores distintos a los de suministro deben estar separados de éstos una distancia igual como mínimo a la distancia existente entre los terminales de los conductores de suministro de polaridad opuesta.

640-9. Baterías de acumuladores. Las baterías de acumuladores deben cumplir los siguientes requisitos (a) y (b):

(a) Instalación. Las baterías de acumuladores se deben instalar cumpliendo lo establecido en la Sección 480.

(b) Aislamiento de conductores. Los terminales de las baterías deben estar recubiertos de goma o material termoplástico.

640-10. Protección del circuito contra sobrecorriente. La protección contra sobrecorriente se debe proporcionar como sigue :

(a) Calentador o filamento (cátodo). Los circuitos hasta el calentador o filamento (cátodo) de los tubos electrónicos deben tener protección contra sobrecorriente no mayor a 15 A cuando estén alimentados por circuitos ramales para alumbrado o por baterías de acumuladores de más de 20 A/hora.

(b) Placa (ánodo o positivo). Los circuitos hasta la placa (ánodo o positivo) o la rejilla de los tubos electrónicos deben tener una protección contra sobrecorriente no mayor a 1 A.

(c) Rejilla de control. Los circuitos hasta la rejilla de control de los tubos electrónicos deben tener protección contra sobrecorriente no mayor a 1 A cuando estén alimentados por circuitos ramales para alumbrado o por baterías de acumuladores de más de 20 A/hora.

(d) Ubicación. Los dispositivos de protección contra sobrecorriente deben estar ubicados lo más cerca posible de la fuente de alimentación.

640-11. Amplificadores y rectificadores - Tipos

(a) Tipo aprobado. Los amplificadores y rectificadores deben ser de un tipo aprobado y estar adecuadamente encerrados.

(b) Fácilmente accesibles. Los amplificadores y rectificadores se deben instalar de modo que sean fácilmente accesibles.

(c) Ventilación. Los amplificadores y rectificadores deben estar ubicados de modo que tengan ventilación suficiente que evite un excesivo aumento de la temperatura dentro de sus carcasas protectoras.

640-12. Equipos utilizados en lugares peligrosos (clasificados). Los equipos de sonido utilizados en lugares peligrosos (clasificados) deben cumplir lo establecido en la Sección 500.

640-13. Protección contra daños físicos. Los amplificadores, rectificadores, altavoces y otros equipos similares deben estar ubicados o protegidos de modo que no estén expuestos a daños físicos que pudieran producir riesgos de incendio riesgos para las personas.

Sección 645 - EQUIPOS INFORMÁTICOS

645-1. Alcance. Esta Sección trata de los equipos, alambrado de suministro, alambrado de interconexión de equipos y puesta a tierra de los equipos y sistemas informáticos, incluidas unidades terminales en salas para equipos de procesamiento de datos (computadores).

(NOTA): Para más información, véase *Standard for the Protection of Electronic Computer/Data Processing Equipment*, ANSI/NFPA 75-1995

645-2. Requisitos especiales de las salas de procesamiento de datos. Esta Sección se aplica siempre que se cumplan las siguientes condiciones:

(1) Se proporcionen medios de desconexión de acuerdo con el Artículo 645-10.

(2) Se proporcione un sistema independiente de calefacción - ventilación - aire acondicionado (CVAA) dedicado para uso de los equipos de procesamiento de datos y esté separado de otras áreas de ocupación. Se permite que los equipos de CVAA que sirvan a otras ocupaciones sirvan también para las salas de procesamiento de datos, siempre que en los puntos de entrada de los límites de la sala se instalen dispositivos que impidan la entrada de fuego o humo (*dampers)*. Dichos dispositivos deben funcionar activados por detectores de humo y también cuando funcione el medio de desconexión exigido en el Artículo 645-10.

(NOTA): Para más información, véase *Standard for the Protection of Electronic Computer/Data Processing Equipment*, ANSI/NFPA 75-1995

(3) Haya instalados equipos certificados de procesamiento de datos.

(4) Que trabajen en ellas sólo el personal necesario para el funcionamiento y mantenimiento de los equipos de procesamiento de datos instalados.

(NOTA): En las salas de computadores no debe haber materiales combustibles más de lo estrictamente necesario para el funcionamiento diario de los equipos.

(5) La sala de computadores debe estar separada de otras ocupaciones adyacentes por paredes, pisos y techos resistentes al fuego y con aberturas protegidas.

(6) La edificación, las salas o áreas y ocupaciones deben cumplir las normas de construcción aplicables.

645-5. Circuitos de suministro y cables de interconexión.

(a) **Conductores de los circuitos ramales.** Los conductores de los circuitos ramales que alimenten a uno o más equipos de procesamiento de datos deben tener una capacidad de corriente no menor al 125 % de la carga total conectada.

(b) **Cables de conexión.** Se permite que el equipo de proceso de datos esté conectado a un circuito ramal por medio de cualquiera de los siguientes medios, siempre que estén certificados para ese fin:

(1) Cables y clavijas aptos para computadores y equipos de proceso de datos.

(2) Cordones flexibles con clavija.

(3) Grupos de cordones. Cuando estos cables vayan sobre la superficie del piso, deben estar debidamente protegidos contra daños físicos.

(c) **Cables de interconexión.** Se permite que los unidades separadas de proceso de datos estén conectadas entre sí por medio de cables y conjuntos de cables certificados para ese fin. Cuando estos cables vayan sobre la superficie del piso, deben estar debidamente protegidos contra daños físicos.

(d) **Bajo pisos elevados (pisos falsos).** Se permite instalar los cables de fuerza, de comunicaciones, de conexión e interconexión y los tomacorrientes asociados con equipos de proceso de datos bajo pisos elevados, siempre que se cumplan las siguientes condiciones:

(1) Que el piso elevado sea de construcción adecuada y la zona que quede bajo el mismo sea accesible.

(NOTA): Para más información, véase *Standard for the Protection of Electronic Computer/Data Processing Equipment*, ANSI/NFPA 75-1995.

(2) Que los conductores del circuito ramal de suministro para los tomacorrientes o equipos alambrados en sitio estén instalados en tubo de metal rígido, tubo rígido no metálico, tubo metálico intermedio, tuberías eléctricas metálicas, canaletas metálicas, canalizaciones metálicas superficiales con tapa metálica, tubo metálico flexible, tubo metálico o no metálico flexible y hermético a los líquidos o sean cables de Tipo MI, MC o AC. Estos conductores de suministro se deben instalar de acuerdo con lo que exige el Artículo 300-11.

(3) Que exista ventilación de la zona bajo el piso que se utilice exclusivamente para el área y los equipos de proceso de datos.

(4) Que las aberturas del piso por las que pasen los cables los protejan de la abrasión y eviten en lo posible la entrada de residuos bajo el piso.

(5) Que los cables distintos a los del anterior apartado (2) estén certificados como de Tipo DP, con características de resistencia al fuego que los hagan adecuados para usarlos bajo pisos elevados en salas de computadores.

Excepción nº 1: Cuando los cables de interconexión estén encerrados en una canalización.

Excepción nº 2: Se permite instalar los cables de interconexión certificados con equipos fabricados antes del 1 de julio de 1994 con los mismos equipos.

Excepción nº 3: Otros cables que satisfacen el requisito anterior son los de Tipo TC (Sección 340); Tipos CL2, CL3 y PLTC (Sección 725); Tipos NPLF y FPL (Sección 760); Tipos OFC y OFN (Sección 770); Tipos CM y MP (Sección 800) y Tipo CATV (Sección 820). Se permite también que estos tipos tengan una letra adicional P, R o G.

(NOTA): Un método de definir la resistencia al fuego es determinar que los cables no propaguen el fuego a la parte superior de la bandeja según la "prueba de llamas verticales en bandejas" (vertical tray flame test) definida en la norma *Standard for Electrical Wires, Cables, and Flexible Cords,* ANSI/UL 1581-1991. Otro método para definir la resistencia al fuego es comprobar si los daños (longitud de la parte carbonizada) producidos por la prueba CSA "prueba de llama vertical para cables en bandejas" (vertical flame tests - cables in cable trays), descrita en *Test Methods for Electrical Wires and Cables*, CSA C22.2 nº 0.3-M-1985, no supere 1,5 m.

(e) Sujeción de los cables. Se permite que no vayan sujetos en su lugar los cables de fuerza, de comunicaciones, de conexión e interconexión y sus cajas, conectores, tomacorrientes y clavijas que estén certificados como formando parte o para poderse utilizar con equipos de proceso de datos.

645-6. Cables fuera de las salas de computadores. Los cables que salgan fuera de las salas de computadores deben someterse a los requisitos aplicables de este *Código*.

(NOTA): Para los circuitos de señales véase la Sección 725. Para los circuitos de fibra óptica, véase la Sección 770. Para los circuitos de comunicaciones véase la Sección 800 y para los sistemas de alarma contra incendios, véase la Sección 760.

645-7. Penetración de los cables. La penetración por los límites de las salas resistentes al fuego se debe hacer de acuerdo con lo establecido en el Artículo 300-21.

645-10. Medios de desconexión. Se debe instalar un medio que desconecte todos los equipos electrónicos que haya en una sala de computadores. También debe instalarse otro medio similar que desconecte todos los sistemas de CVAA de las salas de computadores y haga que se cierren todos los cortafuegos o cortahumos (dampers). El cuadro de control de estos medios de desconexión debe ser único, estar bien identificado y ser fácilmente accesible desde las puertas principales de salida. Se permite que un solo medio de desconexión controle los equipos electrónicos y los sistemas CVAA.

Excepción: Las instalaciones que cumplan las disposiciones de la Sección 685.

645-11. Sistemas de alimentación ininterrumpida (UPS). Los UPS instalados en las salas de computadores, así como sus circuitos de suministro y salida, deben cumplir lo establecido en el Artículo 645-10. El medio de desconexión instalado debe desconectar también las baterías de los equipos conectados a ellas.

Excepción nº 1: Las instalaciones que cumplan las disposiciones de la Sección 685.

Excepción nº 2: No es necesario que exista un medio de desconexión que cumpla lo establecido en el Artículo 645-10 para fuentes de alimentación capaces de suministrar 750 VA o menos a partir de un UPS o de un sistema de baterías integrado con los equipos electrónicos, siempre que se cumplan las demás disposiciones del Artículo 645-11.

645-15. Puesta a tierra. Todas las partes metálicas expuestas no portadoras de corriente de los equipos informáticos se deben poner a tierra según establece la Sección 250 o deben tener doble aislamiento. A efectos de lo que establece el Artículo 250-5(d), las instalaciones secundarias dentro de los equipos informáticos certificados que suministran corriente a otros equipos periféricos a través de tomacorrientes o conjuntos de cables suministrados como parte de dichos equipos, no se consideran circuitos independientes.

(NOTA 1): Los equipos certificados cumplen los requisitos de puesta a tierra y conexión equipotencial que establece la Sección 250.

(NOTA 2): Cuando se utilicen tomacorrientes con puesta a tierra aislada , véase el Artículo 250-74 Excepción nº 4.

645-16. Rotulado. Cada uno de los equipos de procesamiento de datos alimentado por un circuito ramal debe llevar una placa de características en la que conste el nombre del fabricante, tensión de suministro, frecuencia y carga máxima nominal en A.

Sección 650 - ÓRGANOS DE TUBOS

650-1. Alcance. Esta Sección trata de los circuitos eléctricos y partes de los órganos de tubos que funcionan eléctricamente, que se utilizan para accionar el sistema de emisión de sonido y los teclados.

650-2. Otras Secciones. Los órganos electrónicos deben cumplir las disposiciones pertinentes de la Sección 640.

650-3. Fuentes de energía. La fuente de energía de los órganos debe ser un rectificador de tipo transformador, cuyo potencial no supere los 30 V c.c.

650-4. Puesta a tierra. El rectificador debe estar puesto a tierra según lo que establece la Sección 250.

650-5. Conductores. Los conductores de los circuitos eléctricos deben cumplir los siguientes requisitos (a) hasta (d):

(a) Sección Transversal. Se deben emplear conductores de sección transversal no menor a 0,08 mm^2 (28 AWG) para los circuitos de señales electrónicas y no menor a 0,12 mm^2 (26 AWG) para las válvulas de solenoide y similares. El conductor común de retorno de los circuitos electromagnéticos debe tener una sección transversal no menor a 2,08 mm^2 (14 AWG).

(b) Aislamiento. Todos los conductores deben tener aislamiento termoplástico o de plástico termoendurecible.

(c) Conductores a ser cableados. Excepto el conductor común de retorno y los que vayan por dentro de la caja del órgano, los conductores que discurran por otras secciones del órgano y por la consola deben ir formando cables. Se permite que el conductor común de retorno esté instalado dentro de un encerramiento adicional junto con otros cables; también se permite como conductor independiente y en contacto con otros cables.

(d) Recubrimiento de los cables. Todos los cables deben tener un recubrimiento exterior que cubra cada conductor o cualquier grupo de conductores. Se permite utilizar cinta aislante en vez del recubrimiento. Cuando no estén instalados los cables en canalizaciones metálicas, su recubrimiento debe ser retardante de la llama o los cables o grupos de cables se deben cubrir con una cinta aislante a prueba de fuego y bien enrollada.

650-6. Instalación de conductores. Los cables deben ir bien sujetos en su lugar. Se permite sujetar los cables directamente a la estructura del órgano sin necesidad de soportes aislantes. Los cables no deben estar en contacto con otros conductores.

650-7. Protección contra sobrecorriente. Todos los circuitos se deben instalar de modo que todos los conductores queden protegidos contra sobrecorriente por un dispositivo de valor nominal no mayor a 6 A.

Excepción: Los conductores del suministro principal y el conductor común de retorno.

SECCIÓN 660 - EQUIPOS DE RAYOS X

A. Generalidades

660-1. Alcance. Esta Sección trata de todos los equipos de rayos X a cualquier tensión o frecuencia y se utilizan en aplicaciones industriales u otras que no sean médicas o dentales.

Nota: Para instalaciones de rayos X en instituciones de asistencia médica, véase la Sección 517 Parte E.

Nada de lo contenido en esta Sección se debe considerar como constituyente de medidas de seguridad contra las radiaciones útiles o difusas de rayos X.

Nota : En el Decreto 2400 de mayo 22 de 1979 se establecen los niveles seguros permisibles de las radiaciones de acuerdo con la ley colombiana. En la Resolución 9031 del 12 de julio de 1990, el Ministerio de Salud dicta normas y establece procedimientos relacionados con el funcionamiento y operación de equipos de rayos X y emisores de radiaciones ionizantes.

660-2. Definiciones
Móvil: Equipo de rayos X montado en una base permanente con ruedas y/o cojinetes que se puede mover estando totalmente montado.

Portátil: Equipo de rayos X diseñado para poderlo transportar a mano.

Régimen de larga duración: Clasificación basada en un funcionamiento de 5 minutos o más.

Régimen momentáneo: Clasificación basada en un funcionamiento que no supera los 5 segundos.

Transportable: Equipo de rayos X que se instala en un vehículo o que se puede desmontar fácilmente para transportarlo en un vehículo.

660-3. En lugares peligrosos (clasificados). Excepto si está aprobado para ello, el equipo de rayos X y sus equipos accesorios no se deben instalar ni utilizar en lugares peligrosos (clasificados).

(NOTA): Véase la Sección 517 Parte D.

660-4. Conexión con el circuito de suministro

(a) Equipos fijos y estacionarios. Los equipos de rayos X fijos y estacionarios se deben conectar a la fuente de alimentación mediante un método de alambrado que cumpla los requisitos generales de este *Código.*

Excepción: Se permite que los equipos debidamente alimentados por un circuito ramal de no más de 30 A nominales, lo estén a través de una clavija adecuada con un cable o cordón de servicio pesado.

(b) Equipos portátiles, móviles y transportables. No son necesarios circuitos ramales independientes para los equipos de rayos X móviles, portátiles o transportables cuya corriente no supere los 60 A. Los equipos de rayos X portátiles y móviles de cualquier corriente se deben conectar mediante un cable o cordón adecuados de servicio pesado. Se permite que los equipos de rayos X transportables de cualquier corriente estén conectados a su fuente de alimentación mediante una conexión adecuada y un cable o cordón de servicio pesado.

(c) Circuitos de más de 600 V nominales. Los circuitos y equipos que funcionen a más de 600 V nominales deben cumplir lo establecido en la Sección 710.

660-5. Medios de desconexión. En el circuito de suministro se debe instalar un medio de desconexión de corriente adecuada, correspondiente al mayor de estos dos valores: el 50 % de la corriente necesaria para el régimen momentáneo o el 100 % de la corriente necesaria para el régimen de larga duración. El medio de desconexión debe ser fácilmente accesible y accionable desde el puesto de control del aparato de rayos X. En los equipos que funcionen a 120 V nominales y 30 A o menos, se permite que el medio de desconexión sea una tomacorriente y una clavija del tipo con polo a tierra de capacidad nominal adecuada.

660-6. Capacidad nominal de corriente de los conductores de suministro y del dispositivo de protección contra sobrecorriente

(a) Conductores del circuito ramal. La capacidad de corriente de los conductores del circuito ramal y de los dispositivos de protección contra sobrecorriente no debe ser menor al mayor de estos dos valores: el 50 % de la corriente para régimen momentáneo o el 100 % de la corriente para régimen de larga duración.

(b) Conductores alimentador. La capacidad de corriente de los conductores y del dispositivo de protección contra sobrecorriente de un alimentador para 2 o más circuitos ramales a los cuales estén conectados aparatos de rayos X, no debe ser menor al 100 % de la demanda nominal para régimen momentáneo, según se establece en el anterior apartado (a), de los dos mayores aparatos de rayos X más el 20 % de la demanda nominal para el régimen momentáneo de los demás aparatos de rayos X.

(NOTA): La sección transversal mínima de los conductores de los alimentadores y circuitos ramales viene dada también por los requisitos para regulación de tensión. Para una instalación específica, el fabricante suele especificar los valores mínimos del transformador de distribución y de la sección transversal de los conductores y la capacidad nominal de los medios de desconexión y del dispositivo de protección contra sobrecorriente.

660-7. Terminales de alambrado. Los equipos de rayos X deben estar dotados de terminales de alambrado adecuados para la conexión de los conductores de la fuente de alimentación, de la sección transversal necesaria para la capacidad nominal del circuito ramal para el equipo.

Excepción: Cuando estén dotados de un cable o cordón permanentemente instalado.

660-8. Número de conductores en una canalización. El número de conductores de los circuitos de control instalados en una canalización se debe establecer de acuerdo con las disposiciones del Artículo 300-17.

660-9. Sección transversal mínima de los conductores. Para el control y funcionamiento de los circuitos de aparatos de rayos X y equipos auxiliares que tengan dispositivos de protección contra sobrecorriente no mayor a 20 A, se permite utilizar alambres de aparatos y cordones flexibles de 0,82 mm^2 (18 AWG) y 1,31 mm^2 (16 AWG), como se especifica en el Artículo 725-27.

660-10. Instalación de los equipos. Todos los equipos de las instalaciones de rayos X nuevas o con aparatos reacondicionados o que se trasladen de una instalación a otra, deben ser de un tipo aprobado.

B. Control

660-20. Equipos fijos y estacionarios

(a) Dispositivos independientes de control. En el circuito de suministro del aparato de rayos X o en el primario del transformador de alta tensión se debe instalar un dispositivo independiente de control, además del medio de desconexión. El dispositivo debe formar parte del equipo de rayos X, pero se permite instalarlo en un encerramiento independiente ubicado a continuación de la unidad de control del equipo.

(b) Dispositivo de protección. Se debe instalar un dispositivo que controle las cargas producidas por fallos del circuito de alta tensión. Se permite que este dispositivo esté incorporado a un dispositivo independiente de control.

660-21. Equipos portátiles y móviles. Los equipos de rayos X portátiles y móviles deben cumplir lo establecido en el Artículo 660-20, pero el dispositivo de control manual debe estar ubicado dentro o sobre el equipo.

660-23. Equipos para laboratorios comerciales e industriales

(a) Equipos radiográficos y fluoroscópicos. Todos los equipos de tipo radiográfico o fluoroscópico deben estar eficazmente encerrados o disponer de enclavamientos que desenergicen automáticamente el equipo para evitar que las personas entren en contacto con las partes en tensión.

(b) Equipos de difracción y de radiación. Los equipos de difracción y de radiación deben estar dotados de un medio que indique claramente cuándo están energizados. Ese medio puede ser una luz piloto, un medidor de aguja visible u otro medio equivalente.

Excepción: Los equipos o instalaciones protegidos eficazmente o dotados de enclavamientos que eviten el acceso a las partes en tensión durante su funcionamiento.

660-24. Control independiente. Cuando desde el mismo circuito de alta tensión se opere más de un aparato de rayos X, cada aparato o grupo de aparatos que formen una unidad deben estar dotados de un interruptor de alta tensión o medio de desconexión equivalente. Dicho medio debe estar construido, encerrado o ubicado de modo que impida que las personas puedan entrar en contacto con partes energizadas.

C. Transformadores y condensadores

660-35. Generalidades. No es necesario que los transformadores y condensadores que formen parte de un equipo de rayos X cumplan lo establecido en las Secciones 450 y 460.

660-36. Condensadores. Los condensadores deben ir montados dentro de encerramientos de material aislante o, si son metálicos, que estén puestos a tierra.

D. Resguardo y puesta a tierra

660-47. Generalidades

(a) Partes que funcionan a alta tensión. Todas las partes que funcionan a alta tensión, incluidos los tubos de rayos X, deben estar montadas en encerramientos puestos a tierra. Para aislar las partes a alta tensión del encerramiento puesto a tierra se puede utilizar aire, gas, aceite u otro medio aislante adecuado. La conexión de las partes a alta tensión con los tubos de rayos X y otros componentes que funcionan también a alta tensión se debe hacer mediante cables blindados de alta tensión.

(b) Cables de baja tensión. Los cables de baja tensión que conecten los equipos de rayos X con componentes sumergidos en aceite que no sean completamente herméticos, como transformadores, condensadores, enfriadores de aceite e interruptores de alta tensión, deben tener un aislamiento de tipo resistente al aceite.

660-48. Puesta a tierra. Las partes metálicas no portadoras de corriente de los equipos de rayos X y accesorios (como los controles, mesas, soportes de los tubos de rayos X, tanques de los transformadores, cables blindados, cabezas de los tubos de rayos X, etc.) deben estar puestas a tierra según lo especificado en la Sección 250. Los equipos portátiles y móviles deben tener una clavija aprobada con polo a tierra.

Excepción: Los equipos que funcionen con batería.

Sección 665 - EQUIPO DE CALENTAMIENTO POR INDUCCIÓN Y POR PÉRDIDAS EN EL DIELÉCTRICO

A. Generalidades

665-1. Alcance. Esta Sección trata de la construcción e instalación de los equipos de calentamiento por inducción y por pérdidas en el dieléctrico y sus accesorios para aplicaciones industriales y científicas pero no para aplicaciones médicas o dentales, artefactos ni equipos para calentamiento de tuberías matrices y recipientes.

(NOTA 1): Para artefactos véase la Sección 422.

(NOTA 2): Para los equipos de calentamiento de tuberías matrices y recipientes, véase la Sección 427 Parte E.

665-2. Definiciones
Calentamiento por pérdidas en el dieléctrico: Calentamiento de un material teóricamente aislante ubicado en un campo eléctrico variable, producido por las propias pérdidas del dieléctrico.

Calentamiento por inducción: Calentamiento de un material teóricamente conductor ubicado en un campo electromagnético variable, producido por sus propias pérdidas I^2R (efecto Joule).

Equipo de calentamiento: Este término, a efectos de esta Sección, incluye todos los equipos utilizados para calentar cuyo calor está producido por inducción o por pérdidas en el dieléctrico.

665-3. Otras Secciones. El alambrado desde la fuente de alimentación hasta el equipo de calentamiento debe cumplir lo establecido en los Capítulos 1 a 4. Los circuitos y equipos que funcionen a más de 600 V nominales deben cumplir lo establecido en la Sección 710.

665-4. En lugares peligrosos (clasificados). Los equipos de calentamiento por inducción y dieléctrico no se deben instalar en los lugares peligrosos (clasificados) definidos en la Sección 500.

Excepción: Cuando el equipos y la instalación estén diseñados y aprobados para funcionar en lugares peligrosos (clasificados).

B. Resguardo, puesta a tierra y etiquetado

665-20. Encerramientos. Los aparatos de conversión (incluida la línea de c.c.) y los circuitos eléctricos de alta frecuencia (excluidos los circuitos de salida y los de control remoto) deben estar totalmente contenidos dentro de un encerramiento o encerramientos de material no combustible.

665-21. Paneles de control. Todos los paneles de control deben ser de tipo de frente muerto.

665-22. Acceso a los equipos interiores. Se deben emplear puertas o paneles desmontables. para el acceso interno. Cuando se usen las puertas para acceder a tensiones de 500 a 1.000 V de c.a. o c.c., se deben proporcionar cerraduras o enclavamiento. Cuando las puertas den acceso a tensiones de más de 1.000 V de c.a. o c.c., se deben instalar ya sea cierres mecánicos con un medio de desconexión que impida el acceso a los equipos hasta que queden sin tensión o dispondrán de puerta con enclavamiento y con cerradura. Los paneles desmontables no utilizados normalmente para el acceso a las piezas en tensión se deben sujetar de modo que resulte difícil desmontarlos.

665-23. Avisos o etiquetas de precaución. Todos los equipos deben llevar pegadas etiquetas o avisos de precaución con la inscripción "PELIGRO - ALTA TENSIÓN - MANTÉNGASE ALEJADO" ("DANGER - HIGH VOLTAGE - KEEP OUT"), que deben ser claramente visibles para toda persona no autorizada que pueda entrar en contacto con partes energizadas, incluso aunque las puertas estén abiertas o se hayan quitado los paneles de los armarios que contengan equipos a más de 250 V de c.a. o c.c.

665-24. Condensadores. Cuando en circuitos de c.c. se usen condensadores de más de 0,1 μF como componentes de filtros rectificadores, supresores, etc. y los circuitos tengan tensiones de más de 250 V a tierra,

como dispositivos de puesta a tierra se deben utilizar resistencias de drenaje o interruptores de tierra. El tiempo de descarga debe cumplir lo establecido en el Artículo 460-6(a).

Cuando se desconecten los condensadores del circuito uno a uno, como medio de descarga se debe utilizar una resistencia de drenaje o un interruptor automático.

Cuando en la salida se utilicen rectificadores auxiliares con condensadores con filtro para producir tensiones de polarización, conmutadores de tubos, etc., se deben utilizar resistencias de drenaje aunque la tensión de c.c. no supere los 240 V.

665-25. Blindaje del aplicador o dispositivo de trabajo. Para resguardar los aplicadores o dispositivos de trabajo, distintos de las bobinas de inducción para calentamiento, se deben utilizar jaulas protectoras o un blindaje adecuado. Se permite proteger las bobinas de inducción para calentamiento con materiales aislantes y/o refractarios. En todas las puertas de acceso basculantes, paneles correderos u otros medios de acceso a los elementos calentadores se deben instalar interruptores de enclavamiento. Todos los interruptores de enclavamiento se deben conectar de modo que, cuando se abra uno solo de los paneles o puertas de acceso, interrumpa todo suministro desde el aplicador. No son necesarios enclavamientos en las puertas o paneles de acceso si el aplicador es una bobina de inducción para calentamiento a un potencial de tierra en c.c. o que funcione a menos de 150 V c.a.

665-26. Puesta a tierra y conexión equipotencial. Siempre que lo exija el funcionamiento del circuito se debe utilizar puesta a tierra y/o conexión equipotencial entre equipos para limitar a valores seguros los potenciales de radiofrecuencia entre las partes metálicas expuestas no portadoras de corriente de los equipos y la tierra, lo mismo que entre las partes de los equipos y objetos que los rodean y entre tales objetos y tierra. Dicha puesta a tierra y conexión equipotencial debe hacerse de acuerdo con lo establecido en la Sección 250.

665-27. Rotulado. Todos los equipos de calentamiento deben llevar una placa de características en la que conste el nombre del fabricante, la identificación del modelo, la tensión de suministro, frecuencia, número de fases, corriente máxima, potencia a plena carga en kVA y factor de potencia.

665-28. Encerramientos de control. Se permite instalar en la parte de control del equipo de calentamiento equipos que funcionen con c.c. o con c.a. a baja frecuencia. Dichas instalaciones se deben limitar a tensiones no mayores a 150 V. Se deben utilizar cables sólidos o trenzados non 0,82 mm^2 de sección transversal (18 AWG) o mayor. Se permite instalar en el armario de control un transformador - reductor debidamente protegido contra sobrecorriente para conseguir una tensión de c.a. menor a 150 V. Los terminales de alta tensión deben estar resguardados para evitar el contacto accidental. Se permite utilizar componentes de 60 Hz para controlar los equipos de alta frecuencia, siempre que estén debidamente dimensionados por el fabricante del equipo de calentamiento por inducción. Se permite que en los circuitos electrónicos con dispositivos de estado sólido y tubos se utilicen circuitos impresos o alambres con sección transversal menor a 0,82 mm^2 (18 AWG).

C. Equipo Motor - Generador

665-40. Generalidades. Los grupos motor - generador incluyen todos los equipos rotatorios diseñados para funcionar con un motor de c.a. o c.c. o de combustión interna, para producir una corriente alterna de cualquier frecuencia que se utilice en los equipos de calentamiento por inducción o pérdidas en el dieléctrico.

665-41. Capacidad de corriente de los conductores de suministro. La capacidad de corriente de los conductores del circuito de suministro se debe calcular de acuerdo con la Sección 430.

665-42. Protección contra sobrecorriente. El circuito de suministro debe contar con protección contra sobrecorriente según lo establecido en la Sección 430.

665-43. Medios de desconexión. Se deben instalar medios de desconexión como indica la Sección 430.

Se debe instalar un medio de desconexión fácilmente accesible que permita aislar cada equipo de calentamiento de su circuito de suministro. La corriente nominal de estos medios de desconexión no debe ser menor a la corriente nominal del equipo que conste en su placa de características. Cuando el circuito alimente a un solo equipo, se permite utilizar el medio de desconexión del circuito de suministro también para el equipo de calentamiento.

665-44. Circuito de salida. El circuito de salida incluye todos los componentes de salida externos al generador, incluyendo contactores, transformadores, barras y otros conductores y debe cumplir lo establecido en los siguientes apartados (a) y (b):

(a) Salida del generador. El circuito de salida debe estar aislado de tierra.

Excepción nº 1: Cuando el acople capacitivo inherente del generador produzca en sus terminales tensiones a tierra idénticas.

Excepción nº 2: Cuando una atmósfera de vacío o controlada se use con una bobina ubicada en un tanque o cámara, el punto central de la bobina se debe poner a tierra para que la tensión entre los terminales y tierra sea la misma.

Cuando el circuito tenga más de 500 V nominales, el circuito de salida debe incorporar un protector de tierra de c.c. La tensión de c.c. del circuito de salida no debe ser mayor a 30 V ni tener una capacidad de corriente mayor a 5 mA. Si la salida del secundario no está a al mismo potencial de tierra en c.c., se permite instalar en el circuito de salida un transformador de aislamiento para acoplar la carga y la fuente.

(b) Interconexión de los componentes. Todos los componentes requeridos para la instalación completa del equipo de calentamiento por inducción se deben conectar mediante cable multiconductor, bus de barras o cable coaxial debidamente protegidos. Los cables se deben instalar en canalizaciones de metales no ferrosos. Cuando sea necesario, los buses de barras deben estar protegidos mediante encerramientos de metales no ferrosos.

665-47. Control remoto

(a) Conmutador selector. Cuando se utilicen controles remotos a distancia para aplicar el suministro, se debe instalar un conmutador selector enclavado de modo se aplique el suministro desde un sólo punto de control a la vez.

(b) Interruptores de pedal. Los interruptores accionados por presión del pie deben estar provistos de un escudo protector sobre el botón de contacto para evitar el cierre accidental del interruptor.

D. Equipos distintos de los motogeneradores

665-60. Generalidades. Los equipos que no son grupos motogeneradores consisten en todos los multiplicadores estáticos y osciladores con tubos de vacío y/o dispositivos de estado sólido. Estos equipos deben ser capaces de convertir una corriente de c.a. o c.c. a una corriente de c.a. de frecuencia adecuada para producir el calentamiento por inducción y/o pérdida en el dieléctrico.

665-61. Capacidad de corriente de los conductores de suministro. La capacidad de corriente de los conductores de suministro se debe calcular de acuerdo con los siguientes apartados (a) y (b):

(a) Valores nominales por placa de características. La capacidad de corriente de los conductores del circuito no debe ser menor a la corriente nominal que aparezca en la placa de características del equipo.

(b) Dos o más equipos. La capacidad de corriente de los conductores que alimentan a dos o más equipos no debe ser menor a la suma de todas las corrientes nominales que aparezcan en las placas de características de todos los equipos.

Excepción: Si no es posible el funcionamiento simultáneo de 2 o más equipos alimentados desde el mismo circuito de suministro, la capacidad de corriente de sus conductores no debe ser menor a la suma de todas las corrientes que consten en las placas de características del mayor grupo de máquinas que puedan funcionar simultáneamente más el 100 % de las corrientes de reserva del resto de las máquinas alimentadas.

665-62. Protección contra sobrecorriente. La protección contra sobrecorriente de todo el equipo debe cumplir lo establecido en la Sección 240. El dispositivo de protección contra sobrecorriente debe ser independiente o formar parte del equipo.

665-63. Medios de desconexión. Se debe instalar un medio de desconexión fácilmente accesible que permita desconectar cada equipo de su circuito de suministro. La corriente nominal de esos medios de desconexión no debe ser menor a la corriente nominal que conste en la placa de características de los equipos. Cuando el circuito de suministro alimente un solo equipo, se permite que el medio de desconexión del circuito lo sea también del equipo de calentamiento.

665-64. Circuito de salida. El circuito de salida incluye todos los componentes de salida externos al convertidor, incluyendo contactores, transformadores, buses de barras y otros conductores y debe cumplir lo establecido en los siguientes apartados (a) y (b):

(a) Salida del convertidor. El circuito de salida debe estar aislado de tierra.

Excepción : Cuando pueda existir una tensión de c.c. en los terminales por fallo de un componente interno, entonces el circuito de salida (directo o acoplado) debe estar al potencial de tierra en c.c.

(b) Conexiones del convertidor y del aplicador. Cuando las conexiones entre el convertidor y el aplicador de trabajo tengan más de 0,60 m de largo, deben estar encerradas o resguardadas por un material no ferroso y no combustible.

665-66. Frecuencia de línea en la salida del equipo convertidor. Se permite acoplar el equipo de salida a equipos de control a frecuencias comerciales entre 25 y 60 Hz, pero se debe limitar a no más de 150 V durante los periodos de funcionamiento del circuito.

665-67. Interrupción de alta velocidad. Cuando se utilicen circuitos de interrupción a alta velocidad con "efecto de bloqueo del oscilador", la tensión de salida pico de radiofrecuencia durante la parte en que el ciclo está bloqueado, no debe superar los 100 V en los equipos que utilicen convertidores de radiofrecuencia.

665-68. Control remoto

(a) Conmutador selector. Cuando se utilicen controles remotos para aplicar el suministro, se debe instalar un conmutador selector enclavado de modo se aplique el suministro desde un sólo punto de control a la vez.

(b) Interruptores de pedal. Los interruptores accionados por presión del pie deben estar provistos de un escudo protector sobre el botón de contacto para evitar el cierre accidental del interruptor.

Sección 668 - CELDAS ELECTROLÍTICAS

668-1. Alcance. Las disposiciones de esta Sección se aplican a la instalación de los componentes eléctricos y equipos accesorios de celdas electrolíticas, individuales o en serie, y fuentes de alimentación para los procesos de producción de aluminio, cadmio, flúor, cloro, cobre, peróxido de hidrógeno, magnesio, sodio, clorato de sodio y zinc.

Esta Sección no cubre las celdas utilizadas como fuentes de energía eléctrica para procesos galvanoplásticos ni las utilizadas para la producción de hidrógeno.

(NOTA 1) : En general, las celdas o grupos de celdas en serie que funcionan como una unidad para la obtención de un determinado metal, gas o producto químico, pueden ser distintas de otras que fabriquen el mismo producto, debido a las materias primas utilizadas, capacidad de producción, métodos o procesos especiales u otros factores, de modo que los requisitos establecidos en este *Código* pueden resultar restrictivos y hacer que no se cumplan los fines propuestos en el mismo.

(NOTA 2): Para más información véase *Standard for Electrical Safety Practices in Electrolytic Cell Line Working Zones,* IEEE 463-1993.

668-2. Definiciones.

Accesorios y equipos auxiliares de celdas en serie: A efectos de esta Sección, se consideran accesorios y equipos auxiliares de celdas en serie, entre otros, tanques auxiliares, tuberías de procesos, ductos de trabajo, soportes estructurales, conductores expuestos de celdas en serie, conduit y otras canalizaciones, bombas, equipos para posicionar y celdas de corte o dispositivos eléctricos de derivación (bypass). Los equipos auxiliares son, entre otros, las herramientas, máquinas de soldar, crisoles y otros equipos portátiles utilizados para el funcionamiento y mantenimiento dentro de la zona de trabajo de las celdas electrolíticas en serie.

El equipo auxiliar de la zona de trabajo de las celdas en serie incluye, entre otros, las superficies conductivas expuestas de las grúas no puestas a tierra y equipos montados en ellas para el servicio de las celdas electrolíticas.

Celda electrolítica: Depósito o tanque en el que se producen reacciones electroquímicas originadas por el paso de una corriente eléctrica, con el fin de refinación o producción de materiales de utilización definida.

Celdas en serie: Conjunto de celdas electrolíticas interconectadas eléctricamente entre sí y alimentadas por una fuente de c.c.

Zona de trabajo de celdas electrolíticas en serie. Espacio en el que se lleva a cabo normalmente el funcionamiento y los trabajos de mantenimiento de las celdas electrolíticas sobre o en las cercanías de las superficies energizadas expuestas de las celdas electrolíticas en serie o sus accesorios.

668-3. Otras Secciones

(a) Alumbrado, ventilación y manipulación de materiales. A las acometidas, alimentadores, circuitos ramales y equipos de suministro, alumbrado, ventilación, manipulación de materiales y operaciones similares que estén fuera de la zona de trabajo de las celdas electrolíticas en serie, se les aplican las disposiciones de los Capítulos 1 a 4 de este *Código*.

(b) Sistemas no conectados eléctricamente. Los elementos de un circuito de suministro de celdas electrolíticas en serie que no estén conectados eléctricamente al circuito de suministro de las celdas, como el devanado del primario de un transformador, un grupo electrógeno, otros alimentadores o circuitos ramales, medios de desconexión, controladores de motores y dispositivos de protección contra sobrecargas, deben cumplir todas las disposiciones aplicables de este *Código*.

(NOTA): A efectos de esta Sección, "conectado eléctricamente" quiere decir unido mediante una conexión capaz de transportar una corriente eléctrica y es distinto de conectado por inducción electromagnética.

(c) Celdas electrolíticas en serie. Las celdas electrolíticas en serie deben cumplir las disposiciones de los Capítulos 1 a 4 de este *Código*.

Excepción nº 1: No es necesario que los conductores de las celdas electrolíticas en serie cumplan las disposiciones de las Secciones 110, 210, 215, 220 y 225. Véase el Artículo 668-11.

Excepción nº 2: No es necesario que los dispositivos de protección de los circuitos de suministro de procesos de celdas electrolíticas de c.c. cumplan los requisitos de la Sección 240.

Excepción nº 3: No es necesario que los equipos ubicados o utilizados dentro de la zona de trabajo de las celdas electrolíticas en serie o asociados a los circuitos de suministro de c.c. de las mismas, cumplan lo establecido en la Sección 250.

Excepción nº 4: No es necesario que las celdas electrolíticas, sus accesorios y el alambrado de los equipos y dispositivos auxiliares instalados en su zona de trabajo, cumplan lo establecido en las Secciones 110, 210, 215, 220 y 225. Véase el Artículo 668-30.

(NOTA): Para la puesta a tierra de los equipos, aparatos y componentes estructurales, véase el Artículo 668-15.

668-10. Zona de trabajo de celdas en serie.

(a) Área cubierta. El espacio de la zona de trabajo de celdas en serie es el comprendido:

(1) A menos de 2,5 m sobre las superficies energizadas de las celdas en serie o sus accesorios energizados.

(2) Bajo las superficies energizadas de las celdas electrolíticas en serie o sus accesorios energizados, siempre que la distancia hasta el techo desde el espacio que quede por debajo sea menor a 2,5 m.

(3) A menos de 1,0 m en horizontal desde las superficies energizadas de las celdas electrolíticas en serie o sus accesorios energizados o desde el espacio descrito en los anteriores apartados (1) y (2).

(b) Área no cubierta. No es necesario que la zona de trabajo de las celdas en serie se prolongue a través o más allá de paredes, techos, pisos, tabiques, barreras o similares.

668-11. Fuente de alimentación de c.c. para procesos de celdas en serie.

(a) No puesta a tierra. No es necesario poner a tierra los conductores de las fuentes de alimentación de c.c. para procesos de celdas en serie.

(b) Encerramientos metálicos puestos a tierra. Todas los encerramientos metálicos de los equipos e instalaciones de c.c. para procesos de celdas en serie que funcionen a más de 50 V entre terminales, se deben poner a tierra:

(1) A través de circuitos con relés de protección, o

(2) Mediante un conductor de cobre de sección transversal 2/0 como mínimo u otro conductor de conductancia similar.

(c) Requisitos de la puesta a tierra. Las conexiones de puesta a tierra que exige el Artículo 668-11(b) se deben instalar de acuerdo con los Artículos 250-112, 113, 115 y 118.

668-12. Conductores de las celdas en serie.

(a) Aislamiento y materiales. Los conductores de las baterías de celdas en serie deben ser de cobre, aluminio, aluminio recubierto de cobre, acero u otro material adecuado y deben estar desnudos, cubiertos o aislados.

(b) Sección transversal. Los conductores de las celdas en línea deben tener una sección transversal tal que el aumento de temperatura en condiciones de carga y temperatura ambiente máximas no supere la temperatura normal de seguridad del aislamiento de los conductores o del material en el que vayan apoyados los mismos.

(b) Conexiones. Los conductores de las celdas enserie se deben unir mediante conectores con pernos, soldados, con abrazaderas o a presión.

668-13. Medios de desconexión

(a) Fuente de alimentación para más de un proceso. Cuando más de una fuente de alimentación de c.c. para procesos de celdas en serie sirva a las mismas celdas en serie, se debe instalar un medio de desconexión en el lado del circuito de las celdas en serie para cada fuente de alimentación para desconectarlas del circuito de las celdas en serie.

(b) Puentes o conductores desmontables. Se permite usar como medio de desconexión los puentes o conductores desmontables.

668-14. Medios de derivación (shunting)

(a) Derivación total o parcial. Se permite derivar total o parcialmente la corriente del circuito de las celdas en serie alrededor de una o más celdas.

(b) Derivación de una o más celdas. Los conductores, interruptores o combinaciones de conductores e interruptores que se usen para derivar una o más celdas electrolíticas deben cumplir los requisitos correspondientes del Artículo 668-12.

668-15. Puesta a tierra. Los equipos, aparatos y componentes estructurales que se deban poner a tierra según lo exigido por la Sección 668, deben cumplir los requisitos de la Sección 250.

Excepción nº 1: No es necesario utilizar una tubería de agua como electrodo.

Excepción nº 2: Se permite utilizar cualquier electrodo o combinación de electrodos de los descritos en los Artículos 250-81 y 250-83.

668-20. Equipos eléctricos portátiles

(a) Los equipos eléctricos portátiles no se deben poner a tierra. Los bastidores y encerramientos de los equipos eléctricos portátiles utilizados en la zona de trabajo de las celdas en serie no se deben poner a tierra.

Excepción nº 1: Cuando la tensión del circuito de las celdas en serie no supere los 200 V c.c., se permite poner a tierra dichos bastidores y encerramientos .

Excepción nº 2: Se permite poner a tierra dichos bastidores y encerramientos cuando estén resguardados.

(b) Transformadores de aislamiento. Los equipos eléctricos manuales portátiles, conectados mediante cordón con clavija, que se utilicen en la zona de trabajo de las celdas en serie, se deben conectar a circuitos de tomacorrientes que sólo tengan conductores sin poner a tierra, como un circuito ramal alimentado por un transformador de aislamiento con secundario no puesto a tierra.

(c) Rotulado. Los equipos eléctricos portátiles no puestos a tierra deben estar claramente rotulados y tener tomacorrientes y clavijas de una configuración tal que impidan su conexión a tomacorrientes con puesta a tierra y así mismo el intercambio accidental de equipos eléctricos portátiles puestos y no puestos a tierra.

668-21. Circuitos de suministro y tomacorrientes para equipos eléctricos portátiles

(a) Circuitos aislados. Los circuitos que alimenten tomacorrientes sin puesta a tierra para equipos manuales conectados mediante cordón con clavija deben estar aislados eléctricamente de cualquier sistema de distribución que alimente áreas distintas de las de zonas de trabajo de celdas en serie y no deben estar puestos a tierra. La corriente de estos circuitos debe proceder de transformadores de aislamiento. Los primarios de dichos transformadores no deben funcionar a más de 600 V entre fases y deben estar adecuadamente protegidos contra sobrecorriente. La tensión del secundario de dichos transformadores no debe superar los 300 V entre conductores; los circuitos alimentados por dichos secundarios no deben ser

puestos a tierra y deben tener instalado en cada conductor un dispositivo de protección contra sobrecorriente aprobado y de capacidad nominal adecuada.

(b) No intercambiables. Los tomacorrientes y clavijas de los equipos no puestos a tierra no deben permitir la conexión para conductor de puesta a tierra y su configuración debe ser tal que impida el uso de equipos que requieran de puesta a tierra.

(c) Rotulado. Los tomacorrientes instalados en circuitos alimentados por un transformador de aislamiento con secundario no puesto a tierra, deben tener una configuración distintiva, estar claramente rotulados y no se deben instalar en ningún otro lugar de la planta.

668-30. Equipos eléctricos fijos y portátiles

(a) Equipos eléctricos que no sea necesario poner a tierra. No es necesario poner a tierra los sistemas de c.a. que alimenten equipos eléctricos fijos y portátiles que haya dentro de la zona de trabajo de celdas electrolíticas en serie.

(b) Superficies conductivas expuestas que no es necesario poner a tierra. No es necesario poner a tierra las superficies conductivas expuestas, como las carcasas de los equipos eléctricos, los armarios, cajas, motores, canalizaciones y similares que se encuentren en la zona de trabajo de las celdas electrolíticas en serie.

(c) Métodos de alambrado. Los equipos eléctricos auxiliares como motores, transductores, sensores, aparatos de control y alarmas montados en una celda electrolítica o sobre cualquier superficie energizada, se deben conectar al sistema de alambrado de la propiedad por alguno de los medios siguientes:

(1) Cordones multiconductores de uso pesado.

(2) Cables o alambres en canalizaciones adecuadas o bandejas portacables metálicas o no metálicas. Si la instalación se hace en tubo metálico, bandejas portacables, cables blindados u otros medios metálicos similares, se deben instalar con separaciones aislantes para que no produzcan una condición eléctrica potencialmente peligrosa.

(d) Protección de los circuitos. No es necesario proteger los circuitos de controladores e instrumentos que estén totalmente dentro de la zona de trabajo de las celdas electrolíticas en serie.

(e) Conexión equipotencial. Se permite conectar equipotencialmente los equipos eléctricos fijos a las superficies energizadas de las celdas en serie, a sus accesorios o equipos auxiliares. Cuando se monte un equipo eléctrico fijo sobre una superficie conductiva energizada, se debe conectar equipotencialmente a la misma.

668-31. Conexiones auxiliares no eléctricas. No es necesario que las conexiones auxiliares no eléctricas de las celdas electrolíticas, sus accesorios o equipos auxiliares con otros elementos no eléctricos, como mangueras de aire, mangueras de agua y similares, tengan continuidad eléctrica mediante cables metálicos, pantallas, blindajes y similares. Las mangueras deben ser de material no conductor.

668-32. Grúas y elevadores.

(a) Superficies conductivas aisladas de tierra. No es necesario poner a tierra las superficies conductivas de las grúas y elevadores que puedan entrar en la zona de trabajo de las celdas electrolíticas en serie. Las partes de las grúas o elevadores aéreos que puedan entrar en contacto con partes energizadas de celdas electrolíticas o sus accesorios se deben aislar de tierra.

(b) Condiciones eléctricas peligrosas. Los controles remotos de grúas o elevadores que puedan introducir condiciones eléctricas peligrosas dentro de la zona de trabajo de celdas electrolíticas en serie , deben estar dotados de uno o más de los siguientes sistemas:

(1) Circuito de control aislado y no puesto a tierra, según lo establecido en el Artículo 668-21(a).

(2) Cuerda no conductora del operador.

(3) Pulsador colgante con medios de soporte no conductivos y con superficies no conductivas o superficies conductivas no puestas a tierra.

(4) Radio.

668-40. Encerramientos . Cuando exista un sistema de ventilación natural que impida la acumulación de gases, se permite utilizar encerramientos para equipos eléctricos de propósito general.

Sección 669 - GALVANOPLASTIA

669-1. Alcance. Las disposiciones de esta Sección se aplican a la instalación de los equipos, componentes y accesorios eléctricos de suministro de corriente y de control para procesos de galvanoplastia, anodizado, electropulido y electrodecapado. A efectos de esta Sección, cuando se utilice el término "galvanoplastia" se entenderá aplicado a cualquiera o todos estos procesos.

669-2. Otras Secciones. Excepto en lo que modifique esta Sección, las instalaciones y equipos utilizados en los procesos galvanoplásticos deben cumplir los requisitos de los Capítulos 1 a 4 de este *Código*.

669-3. Generalidades. Los equipos utilizados en procesos galvanoplásticos deben estar identificados para dicho servicio.

669-5. Conductores de los circuitos ramales. Los conductores de los circuitos ramales que alimentan a uno o más equipos para galvanoplastia deben tener una capacidad de corriente no menor al 125 % del total de las cargas conectadas. La capacidad de corriente de los barrajes debe cumplir lo establecido en el Artículo 374-6.

669-6. Métodos de alambrado. Los conductores que conecten los equipos de los tanques electrolíticos a los equipos de conversión deben cumplir los siguientes requisitos:

(a) **Sistemas que no superan los 50 V c.c.** Se permite instalar conductores aislados sin soportes aislantes, siempre que estén protegidos contra daños físicos. Se permite instalar conductores desnudos de cobre o aluminio cuando estén apoyados en aisladores.

(b) **Sistemas a más de 50 V c.c.** Se permite instalar conductores aislados en soportes aislantes, siempre que estén protegidos contra daños físicos. Se permite instalar conductores desnudos de cobre o aluminio cuando estén apoyados en aisladores y resguardados contra contactos accidentales, como establece el Artículo 110-17.

Excepción: Se permite instalar en los terminales conductores desnudos sin resguardar.

669-7. Señales de advertencia. Cuando haya conductores desnudos se deben instalar señales de atención que lo adviertan.

669-8. Medios de desconexión.

(a) **Más de una fuente de alimentación.** Cuando haya más de una fuente de alimentación para un sistema de c.c., en la salida de c.c. para cada fuente de alimentación se debe instalar un medio de desconexión.

(b) **Puentes o conductores desmontables.** Se permite usar puentes o conductores desmontables como medio de desconexión.

669-9. Protección contra sobrecorriente. Los conductores de c.c. deben estar protegidos contra sobrecorriente por uno o más de los medios siguientes: 1) fusibles o interruptores automáticos; 2) dispositivos sensores de corriente que funcionen como medios de desconexión o 3) otro medio aprobado.

Sección 670 - MAQUINARIA INDUSTRIAL

670-1. Alcance. Esta Sección trata de la definición, datos de la placa de características, sección transversal y protección contra sobrecorriente de los conductores de los circuitos eléctricos que suministran corriente a la maquinaria industrial.

(NOTA): Para más información véase *Electric Standard for Industrial Machinery*, ANSI/NFPA 79-1994.

670-2. Definiciones
Maquinaria industrial (máquina): Máquina (o grupo de máquinas que funcionan juntas de manera coordinada) movida eléctricamente, que no se puede transportar manualmente mientras está funcionando y que se utiliza para procesar materiales mediante corte, moldeado, presión o técnicas eléctricas, térmicas u ópticas, por laminación o por combinación de estos procesos. Puede incluir los equipos asociados utilizados para mover el material o las herramientas (incluidos los portaherramientas) y para montar o desmontar, inspeccionar o probar el conjunto. Se consideran como parte de la maquinaria industrial los equipos eléctricos asociados a la misma incluyendo los controladores programables, cuando existan, con su correspondiente software o soporte lógico y los correspondientes sensores y actuadores.

Sistema de fabricación industrial: Conjunto coordinado de una o más máquinas industriales no portátiles con sus correspondientes equipos de manejo y manipulación de los materiales, equipos de calibrado, medida o inspección.

670-3. Datos de la placa de características de las máquinas.

(a) Placa de características permanente. Toda máquina industrial debe llevar instalada en su carcasa o en la del equipo de control una placa de características permanente, claramente visible una vez instalada la máquina y en la que conste la tensión de suministro, las fases, frecuencia, corriente a plena carga, corriente nominal máxima de los dispositivos de protección contra falla a tierra y cortocircuito, la corriente nominal del mayor motor o carga conectados, la capacidad de interrupción de cortocircuito del dispositivo de protección contra sobrecorriente de la máquina, si lo lleva instalado, y el número de serie.

La corriente máxima a plena carga de la placa de características no debe ser menor a la suma de las corrientes a plena carga de todos los motores y otros equipos que puedan funcionar simultáneamente en condiciones normales de uso. Cuando por el tipo inusual de cargas, ciclos de servicio, etc., sea necesario instalar conductores de mayor sección transversal, la "corriente a plena carga" debe incluir todas estas circunstancias.

Cuando haya que instalar más de un circuito de suministro de entrada, en la placa de características deben aparecer todos los datos anteriores referidos para cada uno de los circuitos.

(b) Protección contra sobrecorriente. Cuando la máquina esté protegida contra sobrecorriente según lo establecido en el Artículo 670-4(b), en la placa de características debe constar "Con protección contra sobrecorriente en los terminales de suministro de la máquina" ("Overcurrent protection provided at machine supply terminals").

670-4. Conductores de suministro y protección contra sobrecorriente.

(a) **Sección transversal de los conductores.** La sección transversal de los conductores debe ser tal que tengan una capacidad de corriente no menor al 125 % de la corriente nominal a plena carga de todas las cargas resistivas de calefacción, más el 125 % de la corriente nominal a plena carga del mayor de los motores, más la suma de las corrientes nominales a plena carga de todos los demás motores y equipos que puedan estar funcionando al mismo tiempo.

(NOTA): Para la capacidad de corriente de los conductores de 600 V y menos, véanse las Tablas de corriente de 0 a 2.000 V de la Sección 310.

(b) **Protección contra sobrecorriente.** Cada máquina se debe considerar como una unidad independiente y, como tal, debe tener su propio medio de desconexión. Se permite que el medio de desconexión esté alimentado por un circuito ramal dotado de fusibles o interruptores automáticos. No es necesario que el medio de desconexión incluya protección contra sobrecorriente. Cuando forme parte integral de la máquina, el dispositivo de protección contra sobrecorriente debe consistir en un solo interruptor automático o en un conjunto de fusibles, la máquina debe llevar los rótulos que exige el Artículo 670-3 y los conductores del circuito de suministro se deben considerar como alimentadores o derivaciones, tal como establece el Artículo 240-21.

La corriente nominal o ajuste de disparo del dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito que alimenta la máquina no debe ser mayor que la suma de la corriente del mayor de los dispositivos de protección del circuito ramal de la máquina contra cortocircuito y falla a tierra, más el 125 % de la corriente nominal a plena carga de todas las cargas de calefacción por resistencia, más la suma de la corriente a plena carga de todos los demás motores y equipos que puedan estar funcionando al mismo tiempo.

Excepción: Cuando, para la protección contra cortocircuitos y fallas a tierra del circuito ramal de los motores, se utilicen uno o más interruptores automáticos de disparo instantáneo, tal como permite el Artículo 430-52(c), se debe aplicar el anterior procedimiento de cálculo de la corriente nominal máxima del dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito que alimenta la máquina, con la siguiente particularidad: a efectos de cálculo, se debe suponer que cada interruptor automático de disparo instantáneo o cada dispositivo de protección del motor contra cortocircuitos tiene una capacidad nominal que no supera el porcentaje máximo de la corriente del motor a plena carga establecido en la Tabla 430-152 para el tipo de dispositivo de protección del circuito de suministro para la máquina utilizado.

Cuando la máquina no lleve instalado un dispositivo de protección contra cortocircuito y falla a tierra del circuito ramal, la capacidad nominal o el ajuste de disparo del dispositivo de protección contra sobrecorriente se debe basar en los Artículos 430-52 o 430-53, según proceda.

670-5. Distancias. Cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión de la instalación permitan asegurar que a ésta sólo tienen acceso personas calificadas, las dimensiones del espacio de trabajo para acceder a las partes energizadas que funcionen a no más de 150 V y que sea probable que haya que examinar, ajustar, revisar o mantener mientras estén energizadas, debe ser de 0,8 m como mínimo. Cuando haya controles encerrados en armarios, las puertas de éstos se deben abrir como mínimo a 90°o ser desmontables.

Excepción: Cuando haya que utilizar una herramienta para abrir el armario y sólo sea necesario hacer tareas de diagnóstico y localización de averías en las partes energizadas que funcionen a no más de 150 V entre fases, se permite que el espacio de trabajo sea menor a 0,8 m.

Sección 675 - MÁQUINAS DE RIEGO MOVIDAS O CONTROLADAS ELÉCTRICAMENTE

A. Generalidades

675-1. Alcance. Las disposiciones de esta Sección se aplican a las máquinas de riego movidas o controladas eléctricamente y a los circuitos ramales y controladores para dichas máquinas.

675-2. Definiciones
Anillos colectores: Conjunto de anillos deslizantes que transmiten la corriente eléctrica de una parte estacionaria a otra rotatoria de una máquina.

Máquina de riego: Máquina movida o controlada eléctricamente con uno o más motores, no portátil, que se utiliza fundamentalmente para transportar y distribuir agua para las tareas agrícolas.

Máquina de riego con pivote central: Máquina de riego con varios motores que gira alrededor de un pivote central y utiliza interruptores de alineación o dispositivos similares para controlar cada uno de esos motores.

675-3. Otras Secciones. A las máquinas de riego y sus circuitos se aplican las disposiciones de la Sección 430 y otras de este *Código*, excepto lo que modifique o añada esta Sección.

675-4. Cables de riego
(a) Construcción. El cable utilizado para interconectar encerramientos de la estructura de una máquina de riego debe ser un conjunto de conductores aislados y trenzados con relleno no higroscópico y que no se deshilache, con un núcleo de material no metálico, resistente a la humedad y a las llamas, recubierto de material metálico y forrado exteriormente de otro material no metálico y resistente a la humedad, la corrosión y la luz solar.

El aislamiento de los conductores debe ser de un tipo listado en la Tabla 310-13 para una temperatura de operación de 75℃ y para uso en lugares mojados. El material aislante del núcleo debe tener un espesor no menor a 762 micras y el recubrimiento metálico debe tener un espesor no menor a 203 micras. El espesor del forro exterior no debe ser menor a 1,27 mm.

Se permite que en el mismo cable haya conductores de fuerza, de puesta a tierra y de control.

(b) Métodos alternativos de alambrado. Se permite utilizar otros cables certificados para ese propósito.

(c) Soportes. El cable de riego se debe sujetar con abrazaderas, ganchos o herrajes similares identificados para ese uso e instalados de modo que no dañen el cable, colocados a intervalos no mayores a 1,2 m.

(d) Herrajes. Se deben instalar herrajes en todos los puntos de terminación del cable de riego. Los herrajes deben estar diseñados para usarlos con el cable y ser adecuados para ese tipo de aplicación.

675-5. Más de tres conductores en una canalización o cable. Para los factores de ajuste de la Sección 310, Nota 8(a) de las Notas a las Tablas de capacidad de corriente de 0 a 2.000 V, no se deben tener en cuenta los conductores de señalización y de control instalados en canalizaciones o en cables.

675-6. Rotulado en el panel principal de control. En el panel principal de control debe haber una placa de características con la siguiente información: (1) nombre del fabricante, tensión nominal, fases y frecuencia; (2) corriente nominal de la máquina y (3) corriente nominal del medio principal de desconexión y del dispositivo de protección contra sobrecorriente requerido.

675-7. Corriente nominal equivalente. Cuando la máquina no vaya a funcionar intermitentemente, se deben utilizar las disposiciones de la Sección 430 para calcular la corriente nominal de los controladores, medios de desconexión, conductores y similares. Cuando la máquina de riego sea de ciclo de servicio intrínsecamente intermitente, se debe calcular la corriente nominal equivalente de acuerdo con los siguientes parámetros:

(a) Corriente en régimen continuo. La corriente en régimen continuo para la selección de los conductores del circuito ramal y de los dispositivos de protección contra sobrecorriente debe ser igual al 125 % de la corriente nominal a plena carga por placa de características del mayor de los motores, más la suma de todas las corrientes nominales a plena carga del resto de los motores del circuito, multiplicada por el porcentaje máximo del ciclo de trabajo al que pueden funcionar de modo continuo.

(b) Corriente a rotor bloqueado. La corriente nominal equivalente a rotor bloqueado debe ser igual a la suma de las corrientes a rotor bloqueado de los dos motores mayores más el 100% de la suma de todas las corrientes nominales a plena carga por placa de características del resto de los motores del circuito.

675-8. Medios de desconexión

(a) Controlador principal. Un controlador que se utilice para arrancar y detener toda la máquina, debe cumplir todas las siguientes condiciones:

(1) Debe tener una corriente nominal en funcionamiento continuo no menor a la especificada en los Artículos 675-7(a) o 675-22(a).

(2) Debe tener una potencia nominal (W o HP) no menor a la que dan las Tablas 430-151A y 430-151B, basada en la corriente equivalente a rotor bloqueado especificada en los Artículos 675-7(b) o 675-22(b).

(b) Medio principal de desconexión. El medio principal de desconexión de la máquina debe protegerla también contra sobrecorriente y estar en el punto de conexión de la máquina al suministro o debe estar visible a no más de 15,0 m de la máquina, fácilmente accesible y poderse bloquear en posición de abierto. Este medio de desconexión debe tener una corriente nominal y una potencia nominal adecuadas al controlador principal.

Excepción: Se permite utilizar interruptores automáticos sin potencia nominal rotulada, de acuerdo con lo establecido en el Artículo 430-19.

(c) Medios de desconexión de motores y controladores individuales. Se debe instalar un medio de desconexión que desconecte simultáneamente todos los conductores no puestos a tierra de cada motor y controlador: debe estar ubicado según lo que establece la Sección 430 Parte I. No es necesario que este medio de desconexión sea fácilmente accesible.

675-9. Conductores del circuito ramal. Los conductores del circuito ramal deben tener una capacidad de corriente no menor que la especificada en los Artículos 675-7(a) o 675-22(a).

675-10. Varios motores en un circuito ramal.

(a) Protección necesaria. En el circuito de una máquina de riego, protegido a no más de 30 A y 600 V nominales o menos, se permite instalar varios motores de no más de 1 490 W (2 HP) nominales cada uno, siempre que se cumplan todas las condiciones siguientes:

(1) Que la corriente nominal a plena carga de cualquier motor del circuito no supere los 6 A.

(2) Que cada motor del circuito esté protegido individualmente contra sobrecargas, según lo que establece el Artículo 430-32.

(3) Que las derivaciones a cada motor no tengan una sección transversal menor a 2,08 mm^2 (14 AWG) de cobre y no tengan más de 8,0 m de largo.

(b) No es necesaria protección individual. Cuando se cumplan las condiciones del Artículo 675-10(a), no es necesario proteger individualmente cada circuito ramal para motores y controladores contra cortocircuitos.

675-11. Anillos colectores

(a) Transmisión de corriente para fuerza. Los anillos colectores deben tener una corriente nominal no menor al 125 % de la corriente nominal a plena carga del mayor de los aparatos servidos, más la suma de las corrientes a plena carga del resto de los aparatos, o como se determina según los Artículos 675-7(a) o 675-22(a).

(b) Para señales y control. Los anillos colectores para señales y control deben tener una corriente nominal no menor al 125 % de la corriente nominal a plena carga del mayor de los dispositivos servidos, más la suma de las corrientes a plena carga del resto de los dispositivos.

(c) Puesta a tierra. El anillo colector que se utilice como puesta a tierra debe tener una corriente nominal no menor a la dimensionada según el Artículo 675-11(a).

(d) Protección. Los anillos colectores deben protegerse, mediante un encerramiento adecuado, de las circunstancias físicas que se prevean y de contactos accidentales.

675-12. Puesta a tierra. Se deben poner a tierra los siguientes equipos: (1) todos los equipos eléctricos de la máquina de riego; (2) todos los equipos eléctricos asociados a la misma; (3) las cajas metálicas de unión y encerramientos metálicos y (4) los paneles y equipos de control de los equipos eléctricos de la máquina de riego.

Excepción: No es necesario poner a tierra las máquinas en las que se cumplen todas las condiciones siguientes:
a. Que la máquina no se mueva eléctricamente, aunque esté controlada eléctricamente.
b. Que la tensión de la parte de control sea de 30 V o menos.
c. Que los circuitos de control o de señales sean de corriente limitada, de acuerdo con las Tablas 11(a) y 11(b) del Capítulo 9.

675-13. Métodos de puesta a tierra. Las máquinas que se deban poner a tierra deben tener un conductor de puesta a tierra de equipos, no portador de corriente, que forme parte integral de todos los cables, cordones o canalizaciones. Este conductor de puesta a tierra debe tener una sección transversal no menor a la del conductor de suministro de mayor sección transversal de cada cordón, cable o canalización. Los alimentadores para suministro a máquinas de riego deben tener un conductor de puesta a tierra de equipos que cumpla lo establecido en la Tabla 250-95.

675-14. Conexiones equipotenciales. Cuando haya que poner a tierra una máquina de riego, la estructura metálica de la máquina, el tubo metálico o el recubrimiento metálico de los cables se deben conectar equipotencialmente con el conductor de puesta a tierra. Se considera un buen método de conexión equipotencial el contacto de metal a metal con una parte metálica no portadora de corriente conectada equipotencialmente con el conductor de puesta a tierra.

675-15. Protección contra rayos. Si una máquina de riego tiene un punto fijo de sujeción al suelo, se debe conectar a ese punto un electrodo de puesta a tierra para protección contra los rayos, según establece la Sección 250 Parte H.

675-16. Energía desde más de una fuente de alimentación. No es necesario que los equipos dentro de un encerramiento, que estén alimentados desde más de una fuente de alimentación, tengan un medio de desconexión de las demás fuentes, siempre que su tensión sea de 30 V o menos y que cumplan los requisitos de la Sección 725 Parte C.

675-17. Conectores. Los conectores y clavijas exteriores de las máquinas de riego deben ser de tipo a prueba de intemperie. Si no están proyectados exclusivamente para su conexión a circuitos que cumplan los requisitos de la Sección 725 Parte C, los conectores y clavijas exteriores deben estar construidos como se especifica en el Artículo 250-99(a).

B. Máquinas de riego con pivote central

675-21. Generalidades. Las disposiciones de esta Parte B se refieren a los requisitos especiales que deben cumplir las máquinas de riego con pivote central. Para la definición de "Máquina de riego con pivote central", véase el Artículo 675-2.

675-22. Corriente nominal equivalente. Para calcular la corriente nominal de los controladores, medios de desconexión, conductores y similares de máquinas de riego con pivote central de ciclo intrínsecamente intermitente, se deben utilizar los siguientes parámetros:

(a) Corriente nominal en uso continuo. La corriente nominal en uso continuo para la selección de los conductores del circuito ramal y de los dispositivos de protección contra sobrecorriente debe ser igual al 125 % de la corriente nominal a plena carga por placa de características del mayor de los motores, más el 60 % de la suma de todas las corrientes a plena carga del resto de los motores del circuito, también por placa de características.

(b) Corriente a rotor bloqueado. La corriente nominal equivalente a rotor bloqueado debe ser igual a la suma del doble de la corriente a rotor bloqueado del motor mayor, más el 80 % de la suma de todas las corrientes nominales a plena carga del resto de los motores del circuito, según su placa de características.

Sección 680 - PISCINAS, FUENTES E INSTALACIONES SIMILARES

A. Generalidades

680-1. Alcance. Las disposiciones de esta Sección se refieren a la construcción e instalación de alambrado eléctrico de los equipos que hay dentro o al lado de las piscinas deportivas, recreativas, terapéuticas y decorativas; fuentes, baños termales y bañeras de hidromasaje permanentes o portátiles, así como de sus equipos eléctricos auxiliares como bombas, filtros y similares.

(NOTA): A efectos de esta Sección, el término "piscina" se usará para todas las piscinas deportivas, recreativas y terapéuticas de instalación permanente y "fuente" se usará para referirnos a las fuentes y estanques ornamentales, estanques de exposición y estanques decorativos, pero no a las fuentes de agua potable.

680-2. Aprobación de los equipos. Todos los equipos eléctricos instalados en el agua, las paredes o plataformas (orillas o aceras) de las piscinas, fuentes e instalaciones similares, deben cumplir las disposiciones de esta Sección.

680-3. Otras Secciones. Al alambrado y equipo eléctrico en o adyacente a las piscinas y fuentes se aplican las disposiciones de los Capítulos 1 a 4 de este *Código*, excepto lo que modifique o añada esta Sección.

(NOTA): Véase el Artículo 370-23 para los requisitos de las cajas de unión y el Artículo 347-3 para los tubos rígidos no metálicos.

680-4. Definiciones
Aparato de alumbrado de nicho mojado: Aparato de alumbrado destinado para instalarse en un casco moldeado dentro de la estructura de una piscina o fuente, quedando el aparato rodeado completamente por agua.

Aparato de alumbrado de nicho seco: Aparato de alumbrado destinado para instalarse en la pared de una piscina o fuente, dentro de un nicho hermético sellado para que no deje entrar el agua de la piscina.

Aparato de alumbrado sin nicho: Aparato de alumbrado destinado para instalarse sobre o bajo el agua, sin necesidad de nicho.

Bañera de hidromasaje: Bañera de instalación permanente equipada con un sistema de tuberías de recirculación, una bomba y los equipos asociados. Está diseñada para que se puede llenar de agua, hacerla circular y vaciarla después de cada uso.

Bañera o piscina para baños termales: Bañera o piscina de hidromasaje para uso recreativo o terapéutico, no ubicadas en instituciones de asistencia médica, diseñada para la inmersión de los usuarios y que suele tener un

filtro, un calentador y aspa a motor. Se puede instalar en interior o al exterior, sobre el suelo o estructura portante, dentro del suelo o en una estructura portante. Este tipo de baños no está diseñado, en general, para drenarlos o vaciarlos después de cada uso.

Bañera o piscina prefabricada para baños termales: Unidad prefabricada consistente en un recipiente para bañera o piscina con equipos integrados para la recirculación y calentamiento de agua y sus equipos de control. Puede llevar también integrados otros equipos como bombas de recirculación, aspas, calentadores, luces, controles, ozonizadores, etc.

Casco moldeado: Estructura diseñada para soportar un aparato de alumbrado de nicho mojado y que se puede instalar en el armazón o estructura de una piscina o fuente.

Conjunto de alumbrado conectado con cordón y clavija: Un conjunto consistente en un aparato de alumbrado, que se puede instalar en la pared de una piscina para baños termales, terapéutica o portátil y con un transformador con un cordón y clavija para su conexión.

Conjunto de equipo prefabricado para bañeras terapéuticas: Unidad prefabricada consistente en equipos para la recirculación y calentamiento del agua, con sus equipos de control, diseñado para funcionar en una piscina o bañera de baños termales o terapéuticos. Puede contener bombas de recirculación, aspas, calentadores, luces, controles, ozonizadores, etc.

Cubierta de piscina accionada eléctricamente: Equipo a motor diseñado para poner y quitar una cubierta flexible o panel rígido sobre la superficie del agua de una piscina.

Fuentes y estanques decorativos de instalación permanente: Los construidos sobre el suelo o enterrados, o dentro de una edificación, de modo que no se puedan desmontar fácilmente para guardarlos y con independencia de si tienen o no circuitos eléctricos. Son unidades con fines primordialmente estéticos y no de natación o recreo..

Piscina de natación, recreativa y terapéutica de instalación permanente: Piscina construida total o parcialmente en el suelo que puede contener agua a una profundidad mayor a 1,0 m, y todas las piscinas cubiertas (construidas dentro de una edificación), con independencia de la profundidad del agua y de si tienen o no circuitos eléctricos.

Piscina portátil: Piscina construida sobre el suelo, que puede contener agua hasta una altura máxima de 1,0 m, o piscina con paredes no metálicas de polímeros moldeados o inflables, con independencia de sus dimensiones.

680-5. Transformadores e interruptores de circuito por falla a tierra

(a) Transformadores. Los transformadores que se utilicen para suministrar corriente a aparatos de alumbrado bajo el agua, junto con sus carcasas, deben estar identificados para ese uso. El transformador debe ser del tipo con devanado aislado, con una barrera metálica puesta a tierra entre el devanado primario y el secundario.

(b) Interruptores de circuito por falla a tierra. Los interruptores de circuito por falla a tierra deben ser de tipo autocontenidos, de tipo interruptor automático, de tipo tomacorriente o algún otro tipo aprobado.

(c) Alambrado. Los conductores del lado de la carga de los interruptores de circuito por falla a tierra o de los transformadores, que deban cumplir las condiciones del Artículo 680-20(a)(1), no se deben instalar en canalizaciones, cajas o encerramientos que contengan otros conductores.

Excepción nº 1: Se permite instalar interruptores de circuito por falla a tierra en paneles de distribución en los que haya otros circuitos protegidos por dispositivos que no sean interruptores de circuito por falla a tierra.

Excepción nº 2: Se permite que haya en el mismo encerramiento conductores de suministro para un interruptor de circuito por falla a tierra del tipo de alimentación a través de tomacorriente.

Excepción nº 3: Se permite que los conductores del lado de la carga de un interruptor de circuito por falla a tierra ocupen canalizaciones, cajas o encerramientos que contengan sólo conductores protegidos por interruptores de circuito por falla a tierra.

Excepción nº 4: Los conductores de puesta a tierra.

680-6. Tomacorrientes, aparatos de alumbrado, salidas para alumbrado, interruptores y ventiladores de techo

(a) Tomacorrientes.

(1) Las tomacorrientes en la propiedad deben estar ubicados como mínimo a 3,0 m de las paredes interiores de una piscina o fuente.

Excepción: Se permite que haya uno o varios tomacorrientes a una distancia entre 1,5 m y 3,0 m de las paredes interiores de la piscina o fuente para alimentar motobombas de agua de piscinas o fuentes de instalación permanente, que en tal caso deben ser sencillos, del tipo de seguridad y con polo a tierra y estar protegidos mediante un interruptor de circuito por falla a tierra.

(2) Cuando haya una piscina de instalación permanente en una vivienda, debe haber por lo menos un tomacorriente de 125 V ubicado mínimo a 3,0 m, pero no a más de 6,0 m de la pared interior de la piscina y a no más de 2,0 m de altura sobre el nivel del suelo o de la plataforma de acceso a la piscina.

(3) Todos los tomacorrientes de 125 V que estén ubicadas a menos de 6,0 m de las paredes interiores de una piscina o fuente deben estar protegidos mediante un interruptor de circuito por falla a tierra.

(NOTA): Para establecer las anteriores dimensiones, la distancia a medir es el camino más corto que tendría que recorrer el cable de suministro de un artefacto conectado al tomacorriente sin atravesar pisos, techos, paredes, puertas con bisagras o correderas, ventanas u otras barreras permanentes.

(b) Salidas para alumbrado, aparatos de alumbrado y ventiladores de techo

(1) No se deben instalar salidas para alumbrado, aparatos de alumbrado ni ventiladores de techo sobre las piscinas o sobre el área que se extiende 1,50 m en horizontal desde las paredes interiores de las mismas, a menos que ninguna parte del aparato de alumbrado o del ventilador de techo esté a menos de 3,5 m de altura sobre el nivel máximo de la superficie del agua.

Excepción nº 1: Las salidas y aparatos de alumbrado ya instalados y ubicados a menos de 1,5 m en horizontal desde las paredes interiores de la piscina, deben quedar como mínimo a 1,5 m sobre el nivel máximo de la superficie del agua, deben estar rígidamente sujetos a la estructura existente y deben estar protegidos mediante un interruptor de circuito por falla a tierra.

Excepción nº 2: En las piscinas cubiertas no se aplican los límites del Artículo 680-6(b)(1) si se cumplen todas las condiciones siguientes: (1) todos los aparatos son de tipo completamente cerrado; (2) hay instalado un interruptor de circuito por falla a tierra en el circuito ramal que alimenta los aparatos de alumbrado o ventiladores de techo y (3) la distancia entre la parte inferior del aparato de alumbrado o del ventilador y el nivel máximo de la superficie del agua no es menor a 2,3 m.

(2) Las salidas y aparatos de alumbrado instalados en la zona ubicada entre 1,50 y 3,0 m en horizontal desde las paredes interiores de la piscina, deben estar protegidos mediante un interruptor de circuito por falla a tierra a menos que estén instalados a 1,5 m sobre el nivel máximo de la superficie del agua y rígidamente sujetos a la estructura adyacente o que rodea la piscina.

(3) Cuando estén instalados a menos de 4,8 m de cualquier punto de la superficie del agua, medidos en sentido radial, los aparatos de alumbrado conectados con cordón y clavija deben cumplir todos los requisitos del Artículo 680-7.

(c) Interruptores. Los interruptores en la propiedad deben estar ubicados como mínimo a una distancia horizontal de 1,50 m de las paredes interiores de la piscina, a menos que estén separados de ella por una valla sólida, pared u otra barrera permanente.

680-7. Equipos conectados con cordón y clavija. Se permite que los equipos fijos o estacionarios de 20 A nominales o menos, distintos de los aparatos de alumbrado bajo el agua en piscinas de instalación permanente, estén conectados a través de un cordón flexible que facilite su desmontaje o desconexión para mantenimiento o reparación. En las piscinas que no sean portátiles, el cordón flexible no debe tener más de 0,9 m de largo y debe incluir un conductor de tierra de cobre de sección transversal no menor a 3,30 mm^2 (12 AWG), con una clavija de tipo con polo a tierra.

(NOTA): Para las conexiones con cordones flexibles véase el Artículo 680-25(e).

680-8. Separación de conductores aéreos. Las siguientes partes de una piscina no se deben ubicar bajo los conductores aéreos existentes de acometida, ni bajo alambrado aéreo descubiertos, ni se deben instalar dicho alambrado sobre : (1) piscinas y el área que se extiende hasta 3,0 m en horizontal a partir de las paredes interiores de las mismas; (2) estructuras de trampolines; (3) los puestos, torres o plataformas de observación.

Excepción nº 1: Se permite que las estructuras mencionadas en los anteriores apartados (1), (2) y (3) estén instaladas bajo líneas de suministro o acometidas aéreas cuando en dichas instalaciones se dejen las separaciones indicadas en la Figura 680-8.

	Cables aislados de suministro o de la acometida de 0 a 750 V a tierra, apoyados y tendidos con un cable mensajero desnudo o un neutro puesto a tierra eficazmente	Todos los demás conductores de suministro o de la acometida	
		Tensión a tierra	
		0-15 kV	>15 - 50 kV
A. Separación en cualquier dirección hasta el nivel del agua, borde de la superficie del agua, base del trampolín o palanca anclada permanente	5,5 m	7,6 m	8,2 m
B. Separación en cualquier dirección hasta el trampolín o torre	4,2 m	4,8 m	5,5 m
C. Separación horizontal límite medida desde las paredes interiores de la piscina	En las instalaciones de los anteriores apartados (1) y (2), estos límites se deben ampliar hasta el borde exterior de la instalación, pero nunca a menos de 3,0 m.		

(FIGURA 680-8)

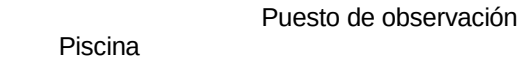


Figura 680-8. Distancias de separación a conductores aéreos cerca de piscinas.

Excepción nº 2: Se permite que encima de las piscinas de natación y recreativas, trampolines y puestos, torres o plataformas de observación de las mismas, haya conductores de comunicaciones de sistemas cuya propiedad, funcionamiento y mantenimiento corran a cargo de entidades de servicio público, así como cables coaxiales de antenas colectivas que cumplan lo establecido en la Sección 820 y sus cables mensajeros, siempre que estén instalados a no menos de 3,0 m sobre dichos elementos.

(NOTA): Para las distancias a otros conductores a los que no hace referencia este Artículo, véanse los Artículos 225-18 y 225-19.

680-9. Calentadores eléctricos de agua para piscinas. Todos los calentadores eléctricos de agua para piscinas deben tener sus elementos radiantes divididos en cargas que no pasen de 48 A y protegidos a no más de 60 A.

La capacidad de corriente de los conductores del circuito ramal y la corriente nominal o de ajuste de los dispositivos de protección contra sobrecorriente no deben ser menores al 125 % de la carga total nominal que aparezca en la placa de características.

680-10. Ubicación de alambrado subterráneo. No se permite que haya alambrado subterráneo bajo las piscinas ni dentro de un área que va hasta l,52 m en horizontal a partir de las paredes interiores de la piscina.

Excepción nº 1: Se permite instalar en esta zona el alambrado necesario para alimentar los equipos de la piscina permitidos por este Artículo.

Excepción nº 2: Cuando la falta de espacio no permita instalar el alambrado a más de 1,50 m de las paredes de la piscina, se permite instalarlos en tubo de metal rígido, tubo metálico intermedio o en un sistema de canalización no metálico. Todos los tubos metálicos deben ser resistentes a la corrosión y adecuados para su instalación en ese lugar. La distancia mínima de enterramiento debe ser la siguiente:

Método de alambrado	Distancia de enterramiento en cm
En tubo de metal rígido	15
En tubo metálico intermedio	15
En una canalización no metálica certificada para enterrarla directamente sin encerramiento de hormigón	45
Otras canalizaciones aprobadas*	45

*Nota: Las canalizaciones aprobadas para enterrarlas en tubos de hormigón requieren un tubo de este material de un espesor no menor a 2 pulgadas (50,8 mm).

680-11. Cuartos y pozos de equipos. No se deben instalar equipos eléctricos en cuartos o pozos que no tengan un drenaje adecuado que impida la acumulación de agua durante el funcionamiento normal o mantenimiento de los filtros.

680-12. Medios de desconexión. Los medios de desconexión deben ser accesibles, estar ubicados a la vista de los equipos de la piscina o bañera termal y a una distancia mínima de 1,5 m en horizontal desde las paredes inferiores de la piscina o bañera termal.

B. Piscinas de instalación permanente

680-20. Aparatos de alumbrado bajo el agua. Los siguientes apartados (a) a (d) se aplican a todos los aparatos de alumbrado instalados en las piscinas bajo el nivel normal del agua:

(a) Generalidades

(1) El diseño de cualquier aparato de alumbrado bajo el agua conectado directamente a un circuito ramal o a través de un transformador que cumpla los requisitos del Artículo 680-5(a), debe ser tal que, cuando el aparato esté debidamente instalado sin interruptor de circuito por falla a tierra, no haya riesgo de descarga eléctrica en cualquier combinación probable de condiciones de falla durante su uso normal (se exceptúa el cambio de bombillas).

Además se debe instalar un interruptor de circuito por falla a tierra en el circuito ramal que alimenta los aparatos de alumbrado que funcionan a más de 15 V de modo que no se produzca tampoco riesgo de choque al cambiar las bombillas. La instalación del interruptor de circuito por falla a tierra debe ser tal que no exista riesgo de choque eléctrico en cualquier circunstancia de fallo que involucre una persona en el camino desde cualquier parte no puesta a tierra del circuito ramal o del aparato a tierra.

Para cumplir con este requisito basta utilizar aparatos de alumbrado aprobados para su instalación bajo el agua e instalar en el circuito ramal un interruptor de circuito por falla a tierra.

(2) No se deben instalar aparatos de alumbrado que funcionen conectados a circuitos de más de 150 V entre conductores.

(3) Los aparatos de alumbrado montados en las paredes se deben instalar de modo que la parte superior de su lente quede como mínimo a 0,5 m por debajo del nivel normal del agua de la piscina. Si se instala un aparato de alumbrado mirando hacia arriba, la lente debe estar debidamente resguardada para evitar cualquier contacto con las personas.

Excepción: Se permiten aparatos de alumbrado identificados para usarlos a profundidades no menores a 10 cm por debajo del nivel normal de agua de la piscina.

(4) Los aparatos que sólo funcionan con seguridad sumergidos se deben proteger de forma inherente contra los riesgos de sobrecalentamiento cuando no están sumergidos.

(b) Aparatos de alumbrado de nicho mojado

(1) Para el montaje de todos los aparatos de alumbrado bajo el agua del tipo de nicho mojado se deben instalar cascos moldeados que tengan entrada para los tubos conduit.

La instalación desde el casco moldeado hasta una caja de unión adecuada u otro encerramiento ubicado como indica el Artículo 680-21, se debe hacer en tubo de metal rígido, tubo metálico intermedio, tubo no metálico flexible y hermético a los líquidos o tubo no metálico rígido.

Los tubos metálicos deben ser de bronce u otro metal aprobado resistente a la corrosión.

Cuando la instalación se haga en tubo no metálico, en los tubos se debe instalar un conductor aislado de cobre de 8,36 mm^2 (8 AWG) que pueda terminar en el casco moldeado, en la caja de unión o dentro de la carcasa del transformador o de la carcasa del interruptor de circuito por falla a tierra. La terminación del conductor de 8,36 mm^2 (8 AWG) en el casco moldeado se debe tapar o cubrir con una masilla certificada que proteja dicha conexión de los posibles efectos deteriorantes del agua de la piscina. Las partes metálicas del aparato de alumbrado y del casco moldeado que estén en contacto con el agua de la piscina deben ser de bronce u otro metal aprobado resistente a la corrosión.

(2) El extremo del forro del cordón flexible y las terminaciones de los conductores de los cordones flexibles dentro del aparato de alumbrado se deben tapar o cubrir con una masilla adecuada que evite la entrada de agua en el aparato a través de los cordones o sus conductores. Además, la conexión de puesta a tierra que haya dentro del aparato se debe cubrir de modo similar para protegerla de los efectos deteriorantes del agua de la piscina, en el caso de que entrara en el aparato.

(3) El aparato de alumbrado se debe sujetar bien y conectar equipotencialmente al casco moldeado mediante un dispositivo de unión que asegure un contacto de baja resistencia y que haga necesario el uso de una herramienta para separar el aparato de alumbrado del casco moldeado.

(c) Aparatos de alumbrado de nicho seco. Un aparato de alumbrado de nicho seco debe tener : 1) un medio para drenar el agua y 2) un medio para conectar un conductor de puesta a tierra de los equipos por cada entrada de tubo conduit.

Desde el aparato de alumbrado hasta el panel de distribución o equipo de acometida, la instalación se debe hacer en tubo de metal rígido aprobado, tubo metálico intermedio o tubo rígido no metálico, también aprobados. No es necesaria caja de unión pero, si se instala, no es necesario que esté elevada o ubicada como se indica en el Artículo 680-21(a)(4), siempre que el aparato esté específicamente identificado para ese propósito.

Excepción nº 1: Se permite instalar tuberías eléctricas metálicas para proteger los conductores instalados fuera o dentro de edificaciones.

Excepción nº 2: Se permite instalar tuberías eléctricas no metálicas para proteger los conductores instalados dentro de edificaciones.

(d) Aparatos de alumbrado sin nicho. Un aparato de alumbrado sin nicho debe:
(1) Estar certificado para ese uso.

(2) Instalarse cumpliendo los requisitos del Artículo 680-20(b).

Cuando se especifique conexión a un casco moldeado, esta se debe hacer a la abrazadera de montaje.

680-21. Cajas de unión y encerramientos para transformadores o interruptores de circuito por falla a tierra

(a) Cajas de unión. Una caja de unión conectada a un tubo que vaya directamente hasta un casco moldeado o abrazadera de montaje de un aparato sin nicho, debe:

(1) Estar equipada con entradas o acoples roscados o con un acople no metálico certificado para ese fin.

(2) Ser de cobre, bronce, plástico adecuado u otro material aprobado resistente a la corrosión.

(3) Ofrecer continuidad eléctrica entre todos los tubos metálicos conectados y los terminales de puesta a tierra, mediante conexiones metálicas de cobre, bronce u otro metal aprobado resistente a la corrosión que forme parte integral de la caja.

(4) Estar ubicada a no menos de 10,0 cm, medidos desde el interior de la parte inferior de la caja, sobre el nivel del suelo o el borde de la piscina, o a una distancia no menor a 20,0 cm sobre el nivel máximo de la superficie del agua de la piscina, la mayor de estas dos distancias, y ubicado a no menos de 1,20 m de la pared interior de la piscina, a menos que esté separada de ella por una valla sólida, pared u otra barrera permanente.

Excepción: En los sistemas de alumbrado a 15 V o menos se permite instalar una caja a ras con el borde de la piscina, siempre que:
a. La caja se rellene con una masilla impermeable aprobada que evite la entrada de humedad y
b. La caja, una vez montada, quede a una distancia no menor a 1,20 m de la pared interior de la piscina.

(b) Otros encerramientos . Un encerramiento para un transformador, un interruptor de circuito por falla a tierra u otro dispositivo similar conectado a un tubo que vaya directamente hasta el casco moldeado o la abrazadera de montaje de un aparato de alumbrado sin nicho, debe cumplir todas las condiciones siguientes :

(1) Estar equipado con entradas o acoples roscados o con acoples manguito no metálicos certificados para ese fin.

(2) Tener un sello aprobado, tal como un sello para ducto en la conexión con el tubo, que evite el paso de aire entre el tubo y el encerramiento.

(3) Ofrecer continuidad eléctrica entre todos los tubos metálicos conectados y los terminales de puesta a tierra, mediante conexiones metálicas de cobre, bronce u otro metal aprobado resistente a la corrosión que forme parte integral del encerramiento.

(4) Estar ubicada a no menos de 10,0 cm, medidos desde el interior de la parte inferior de la caja, sobre el nivel del suelo o el borde de la piscina, o a una distancia no menor a 20,0 cm sobre el nivel máximo de la superficie del agua de la piscina, la mayor de estas dos distancias, y ubicado a no menos de 1,20 m de la pared interior de la piscina, a menos que esté separada de ella por una valla sólida, pared u otra barrera permanente.

(c) Protección. Las cajas de unión y los encerramientos montados sobre el nivel del borde acabado que rodea la piscina, no deben estar ubicados en dicho borde, excepto si están dotados de una protección adicional, como

por ejemplo si están instaladas bajo las palancas del trampolín, adyacentes a estructuras fijas y en lugares similares.

(d) Terminales de puesta a tierra. Las cajas de unión, carcasas de transformadores y encerramientos de interruptores de circuito por falla a tierra que estén conectados a un tubo que vaya directamente hasta el casco moldeado o la abrazadera de montaje de un aparato de alumbrado sin nicho, deben tener un número de terminales de puesta a tierra que sea como mínimo uno más que el número de entradas de los tubos.

(e) Abrazadera antitensión mecánica. Las terminaciones de los cables flexibles de los aparatos de alumbrado bajo el agua en las cajas de unión, carcasas de los transformadores, interruptores de circuito por falla a tierra u otras encerramientos, deben estar dotadas de abrazaderas que eviten las tensiones mecánicas.

680-22. Conexión equipotencial

(NOTA): No es la intención de este Artículo exigir que el conductor de conexión equipotencial con sección transversal de 8,36 mm^2 (8 AWG) sólido de cobre se extienda o una a cualquier panel remoto de distribución, equipo de acometida o electrodo, sino sólo que se utilice para eliminar los gradiertes de tensión en el área de la piscina, como se explica.

(a) Partes conectadas equipotencialmente. Se deben conectar equipotencialmente las partes siguientes:

(1) Todas las partes metálicas de la estructura de la piscina, incluso los refuerzos metálicos, caballetes y borde.

(2) Todos los cascos moldeados y abrazaderas de montaje de los aparatos sin nicho.

(3) Todos los herrajes metálicos de la estructura de la piscina o unidos a ella.

(4) Las partes metálicas de los equipos eléctricos del sistema de circulación del agua de la piscina, incluidos los motores de las bombas.

(5) Las partes metálicas de los equipos asociados con la tapa de la piscina, incluidos sus motores eléctricos.

(6) Los recubrimientos metálicos de los cables y canalizaciones, las tuberías metálicas y todas las partes metálicas fijas que estén a menos de 1,50 m en horizontal desde las paredes interiores de la piscina y a menos de 3,60 m sobre el nivel máximo de la superficie del agua de la piscina, o de cualquier puesto, torre o plataforma de observación, o desde cualquier estructura de trampolín y que no estén separadas de la piscina por una barrera permanente.

Excepción nº 1: Los tirantes normales de acero se consideran un medio adecuado para conectar equipotencialmente el acero reforzado, sin tener que soldarlos ni sujetarlos de manera especial. Estos tirantes deben estar bien sujetos.

Excepción nº 2: No es necesario conectar equipotencialmente las partes aisladas que tengan menos de 10,0 cm en cualquier dimensión y no penetren en la estructura de la piscina más de 25,0 mm.

Excepción nº 3: Se permite utilizar los refuerzos estructurales de acero o las paredes de estructuras metálicas soldadas o aseguradas con pernos en las estructuras de las piscinas como rejilla común de conexión equipotencial de las partes no eléctricas, siempre que las conexiones se hagan según establece el Artículo 250-113.

Excepción nº 4: No es necesario conectar equipotencialmente las partes metálicas de equipos certificados con un sistema aprobado de doble aislamiento y que ofrezcan un medio interno no accesible para poner a tierra sus partes metálicas no portadoras de corriente.

(b) Rejilla común de conexión equipotencial. Todas las partes especificadas en el anterior apartado (a) se deben conectar a una rejilla común de conexión equipotencial mediante un conductor de cobre sólido desnudo, aislado o recubierto y de sección transversal no menor a de 8,36 mm^2 (8 AWG). La conexión se debe hacer mediante conectores a presión o abrazaderas de acero inoxidable, bronce, cobre o aleación de cobre. Se permite que la rejilla común de conexión equipotencial sea alguno de los elementos siguientes:

(1) Las barras de refuerzo de acero del concreto si la piscina está hecha de este material y las barras están conectadas mediante los tirantes normales de acero u otro elemento equivalente.

(2) La pared metálica soldada o empernada de una piscina,

(3) Un conductor de cobre sólido desnudo, aislado o recubierto y de sección transversal no menor a de 8,36 mm^2 (8 AWG).

(c) Calentadores del agua de la piscina. En los calentadores del agua de la piscina que tengan más de 50 A y a los que acompañen instrucciones específicas para su conexión equipotencial y puesta a tierra, sólo se deben conectar equipotencialmente las partes designadas para ello y sólo se deben poner a tierra las partes designadas para ello.

680-23. Equipo de audio bajo el agua. Todos los equipos sonoros instalados bajo el agua deben estar identificados para ese uso.

(a) Altavoces. Todos los altavoces deben ir montados en un casco moldeado metálico aprobado cuyo frente esté dentro de una rejilla metálica o elemento equivalente conectado equipotencialmente y sujeto al casco moldeado mediante un dispositivo que asegure un contacto de baja resistencia y requiera el uso de una herramienta para instalar o revisar el altavoz. El casco moldeado se debe instalar en un foso de la pared o suelo de la piscina.

(b) Métodos de alambrado. Desde el casco moldeado hasta la caja de unión u otro encerramiento, como especifica el Artículo 680-21, se debe instalar un tubo de metal rígido o intermedio de cobre u otro metal resistente a la corrosión o un tubo rígido no metálico. Cuando se utilice tubo no metálico, en los tubos se debe instalar un conductor aislado de cobre de 8,36 mm^2 (8 AWG) que pueda terminar en la caja de unión. La terminación del conductor de 8,36 mm^2 (8 AWG) en el casco moldeado se debe tapar o cubrir con una masilla certificada que proteja dicha conexión de los posibles efectos deteriorantes del agua de la piscina.

(c) Casco moldeado y pantalla metálica. El casco moldeado y la pantalla metálica protectora deben ser de bronce u otro metal aprobado resistente a la corrosión.

680-24. Puesta a tierra. Se deben poner a tierra los siguientes equipos: (1) los aparatos de alumbrado bajo el agua de nicho mojado y sin nicho, (2) los aparatos de alumbrado bajo el agua de nicho seco, (3) todos los equipos eléctricos ubicados a menos de 1,50 m de la pared interior de la piscina, (4) todos los equipos eléctricos del sistema de recirculación de agua de la piscina, (5) las cajas de unión, (6) las carcasas de los transformadores, (7) los interruptores de circuito por falla a tierra y (8) los paneles de distribución que no formen parte del equipo de la acometida y que correspondan a cualquier equipo eléctrico perteneciente a la piscina.

680-25. Métodos de puesta a tierra

(a) Generalidades. Las siguientes disposiciones se aplican a la puesta a tierra de aparatos de alumbrado bajo el agua, cajas de unión, carcasas metálicas de los transformadores, paneles de distribución, motores y otros equipos y encerramientos eléctricos.

(b) Aparatos de alumbrado de la piscina con sus equipos

(1) Los aparatos de alumbrado de nicho mojado, de nicho seco o sin nicho se deben conectar a un conductor de puesta a tierra de equipos de sección transversal acorde con la Tabla 250-95 pero no menor a 3,3 mm^2 (12 AWG). El conductor debe ser de cobre y aislado y se debe instalar con los conductores del circuito en tubo de metal rígido, tubo metálico intermedio o tubo rígido no metálico.

Excepción nº 1: Se permite instalar tuberías eléctricas metálicas para proteger los conductores instalados fuera o dentro de los edificios.

Excepción nº 2: Se permite instalar tuberías eléctricas no metálicas para proteger los conductores instalados dentro de los edificios, según lo establecido en la Sección 341.

Excepción nº 3: El conductor de puesta a tierra de equipos entre la cámara de alambrado del devanado secundario de un transformador y una caja de unión, se debe dimensionar de acuerdo con el dispositivo de protección contra sobrecorriente de ese circuito.

(2) La caja de unión, carcasa del transformador u otro encerramiento del circuito de suministro de un aparato de alumbrado de nicho mojado o sin nicho y la cámara de alambrado de campo de un aparato de alumbrado de nicho seco, se deben poner a tierra conectándolos al terminal de puesta a tierra de los equipos del panel de distribución. Dicho terminal se debe conectar directamente al encerramiento del panel. El conductor de puesta a tierra de equipos no debe tener uniones ni empalmes.

Excepción nº 1: Cuando haya más de un aparato de alumbrado bajo el agua conectado al mismo circuito ramal, se permite que el conductor de puesta a tierra de equipos instalado entre las cajas de unión, carcasas de los transformadores u otros encerramientos del circuito de suministro y los aparatos de alumbrado de nicho mojado o entre los terminales de los aparatos de nicho seco, finalice en los terminales de puesta a tierra.

Excepción nº 2: Cuando los aparatos de alumbrado bajo el agua estén conectados a un transformador, interruptor de circuito por falla a tierra, interruptor con temporizador o interruptor manual de acción rápida ubicado entre el panel de distribución y una caja de unión conectada al tubo que va directamente hasta los aparatos de alumbrado bajo el agua, se permite que el conductor de tierra de los equipos finalice en los terminales de puesta a tierra del transformador, interruptor de circuito por falla a tierra, encerramiento del interruptor con temporizador o en la caja de salida que se utilice para el interruptor de acción rápida.

(3) Los aparatos de alumbrado de nicho mojado o sin nicho que estén conectados mediante un cable o cordón flexible deben tener todas sus partes metálicas expuestas no portadoras de corriente puestas a tierra a través de un conductor de puesta a tierra de equipos de cobre aislado que forme parte integral del cable o cordón de conexión. Este conductor de puesta a tierra se debe conectar a un terminal de puesta a tierra en la caja de unión del circuito de suministro, carcasa del transformador u otro encerramiento. El conductor de puesta a tierra no debe tener una sección transversal menor a los conductores de suministro y en ningún caso menor a 1,31 mm^2 (16 AWG).

(c) **Motores.** Los motores que tengan que ver con la piscina se deben conectar a un conductor de puesta a tierra de equipos de sección transversal según lo establecido en la Tabla 250-95 pero nunca menor al 3,3 mm^2 (12 AWG). Debe ser un conductor de cobre aislado e instalarse con los conductores del circuito en tubo de metal rígido, tubo metálico intermedio, tubo rígido no metálico o un cable de Tipo MC certificado para esa aplicación.

Excepción nº 1: Se permite instalar tuberías eléctricas metálicas para proteger los conductores instalados fuera o dentro de los edificios.

Excepción nº 2: Cuando sea necesario utilizar conexiones flexibles en los motores o adyacentes a ellos, se permite utilizar tubo flexible metálico o no metálico y hermético a los líquidos con accesorios aprobados.

Excepción nº 3: En el interior de las viviendas unifamiliares se permite utilizar cualquiera de los métodos de alambrado reconocidos en el Capítulo 3 de este Código con conductor de puesta a tierra de equipos aislado o recubierto por un forro exterior y de sección transversal no menor a 3,3 mm^2 *(12 AWG).*

Excepción nº 4: Se permite utilizar cordones flexibles de acuerdo con el Artículo 680-7.

(d) Paneles de distribución. Un panel de distribución que no forme parte del equipo de la acometida ni sea el origen de un sistema derivado independiente, debe tener un conductor de puesta a tierra de equipos instalado entre su terminal de puesta a tierra y el terminal de puesta a tierra del equipo de la acometida o del sistema derivado. Este conductor debe tener una sección transversal de acuerdo con la Tabla 250-95 pero nunca menor a 3,3 mm^2 (12 AWG). Debe ser un conductor aislado y estar instalado con los conductores del circuito de suministro en tubo de metal rígido, tubo metálico intermedio o tubo rígido no metálico. El conductor de puesta a tierra de los equipos se debe conectar a un terminal de puesta a tierra de equipos en el panel de distribución.

Excepción nº 1: No es necesario que el conductor de puesta a tierra de equipos que está entre un panel de distribución ya existente y el equipo de la acometida esté instalado en uno de los tubos que indica el anterior apartado (d) si la interconexión se hace en tubo metálico flexible o en un cable aprobado con un conductor de puesta a tierra aislado o recubierto.

Excepción nº 2: Se permite instalar tuberías eléctricas metálicas para proteger los conductores instalados fuera o dentro de los edificios.

(NOTA): Para el uso de tuberías eléctricas metálicas, véase el Artículo 348-1.

(e) Equipos conectados con cordón y clavija. Cuando haya equipos fijos o estacionarios conectados con un cordón flexible que facilite su desmontaje o desconexión para mantenimiento, reparación o almacenaje según establece el Artículo 680-7, el conductor de puesta a tierra de los equipos se debe conectar a una parte metálica fija del conjunto. La parte desmontable se debe montar en esa masa fija o conectarla equipotencialmente a ella.

(f) Otros equipos. Los demás equipos eléctricos se deben poner a tierra según lo que establece la Sección 250 y con los métodos de alambrado recogidos en el Capítulo 3.

680-26. Cubiertas de piscinas accionadas eléctricamente

(a) Motores y controladores. Los motores eléctricos, controladores y alambrado de las cubiertas de piscinas accionadas eléctricamente deben estar instalados a una distancia mínima de 1,50 m de la pared interior de la piscina a menos que estén separados de ella por una pared, cubierta o barrera permanente. Los motores eléctricos instalados bajo el nivel del suelo deben ser de tipo totalmente encerrado.

(NOTA 1): Para los armarios instalados en lugares húmedos y mojados, véase el Artículo 373-2(a).

(NOTA 2): Para los interruptores o interruptores automáticos instalados en lugares mojados, véase el Artículo 380-4.

(NOTA 3): Para la protección contra los líquidos véase el Artículo 430-11.

(b) Métodos de alambrado. Los motores y controladores eléctricos se deben conectar a un circuito protegido por un interruptor de circuito por falla a tierra.

680-27. Calefacción en el área del borde de la piscina. Las disposiciones de este Artículo se aplican a todas las áreas del borde de la piscina, incluso en las piscinas cubiertas, cuando haya instaladas unidades de calefacción a menos de 6,0 m de la pared interior de la piscina.

(a) Radiadores. Los radiadores deben estar sujetos rígidamente a la estructura y deben ser de tipo totalmente encerrado o resguardado. No se deben montar radiadores sobre la piscina ni sobre una zona que va hasta 1,50 m en horizontal desde cualquier pared interior de la piscina.

(b) Paneles radiadores instalados permanentemente. Los paneles eléctricos radiadores deben estar debidamente resguardados y bien sujetos a sus dispositivos de montaje. Los paneles no se deben instalar sobre la piscina ni sobre una zona que va hasta 1,50 m en horizontal desde cualquier pared interior de la piscina y deben estar ubicados como mínimo a 3,60 m en vertical sobre el borde de la piscina, excepto si se aprueba otro tipo de instalación.

(c) Prohibición de uso de cable radiador. No está permitido instalar cable radiador embebido o debajo del borde de la piscina.

680-28. Bombas con doble aislamiento. Se permite que una piscina de instalación permanente esté dotada con bombas certificadas para piscina, conectadas con cordón y clavija y que incorporen un sistema aprobado de doble aislamiento que permita conectar a tierra únicamente las partes metálicas no portadoras de corriente internas y no accesibles de la bomba.

C. Piscinas portátiles

680-30. Bombas. Una bomba para filtro de piscinas conectada con cordón debe incorporar un sistema aprobado de doble aislamiento o equivalente y además un medio que permita poner a tierra únicamente las partes metálicas internas no portadoras de corriente y no accesibles de la bomba.

El medio de puesta a tierra debe ser un conductor de tierra de equipos que vaya junto con los conductores del circuito de suministro dentro del cordón flexible, que debe terminar en una clavija de tipo con polo a tierra que tenga un contacto fijo para ese fin.

680-31. Interruptores de circuito por falla a tierra necesarios. Todos los equipos eléctricos que se utilicen con las piscinas portátiles, incluidos los cordones de suministro, deben estar protegidos por interruptores de circuito por falla a tierra.

(NOTA): Si se utilizan cables flexibles, véase el Artículo 400-4.

680-32. Aparatos de alumbrado. Un aparato de alumbrado que se instale en o sobre la pared de una piscina portátil debe formar parte integral de un conjunto de alumbrado conectado con cordón y clavija. Este conjunto debe:

(1) No tener partes metálicas expuestas.

(2) Tener una bombilla que funcione a 15 V o menos.

(3) Tener la lente, el cuerpo del aparato y la carcasa del transformador de un polímero resistente a los impactos.

(4) Tener un transformador que cumpla los requisitos del Artículo 680-5(a), cuyo primario no tenga más de 150 V nominales, y

(5) Que esté certificado como un conjunto apto para ese uso.

Excepción: Se permite que un aparato de alumbrado sin transformador y con bombilla o bombillas que funcionen a no más de 150 V se pueda conectar con cordón y clavija, si cumple todas las condiciones siguientes:

a. Que no tenga masas metálicas expuestas.

b. Que la lente y el cuerpo del aparato sean de polímero resistente a los impactos.
c. Que haya un interruptor de circuito por falla a tierra con protección por apertura del neutro que forme parte integral del aparato.
d. Que la bombilla esté conectada permanentemente a dicho interruptor de circuito por falla a tierra con protección por apertura del neutro.
e. Que cumpla los requisitos del Artículo 680-20(a).
f. Que esté certificado como un conjunto apto para ese uso.

D. Bañeras o piscinas para baños termales

680-40. Instalaciones en el exterior. Una bañera o piscina para baños termales instalada al aire libre debe cumplir las disposiciones de las anteriores Partes A y B.

Excepción nº 1: Las abrazaderas o flejes metálicos utilizados para sujetar las tablas de madera están exentas de cumplir los requisitos del Artículo 680-22.

Excepción nº 2: Se permite conectar los conjuntos prefabricados y certificados con cordón y clavija, siempre que el cordón no tenga más de 4,5 m de largo y el circuito esté protegido por un interruptor de circuito por falla a tierra.

Excepción nº 3: Se permite conectar equipotencialmente todas las partes metálicas a un bastidor o base común.

Excepción nº 4: Se permite que los conjuntos prefabricados y certificados que tengan un panel remoto distribución montado en fábrica, se conecte mediante tubo flexible hermético a los líquidos que no tenga más de 0,9 m de largo,.

680-41. Instalaciones en el interior. Una bañera o piscina para baños termales instalada en el interior debe cumplir las disposiciones de esta Parte D y se debe instalar utilizando los métodos de alambrado del Capítulo 3.

Excepción: Se permite que los conjuntos prefabricados certificados de 20 A nominales o menos se conecten mediante cordón y clavija para facilitar su desmontaje o desconexión cuando haya que revisarlos o repararlos.

(a) Tomacorrientes. Debe haber por lo menos un tomacorriente ubicado a un mínimo de 1,50 m y un máximo de 3,0 m de la pared interior de la piscina o bañera termal.

(1) Los tomacorrientes que haya en la propiedad deben estar ubicados al menos a 1,5 m de las paredes interiores de la piscina o bañera termal.

(2) Los tomacorrientes a 125 V ubicados a menos de 3,0 m de las paredes interiores de cualquier piscina o bañera termal deben estar protegidos por un interruptor de circuito por falla a tierra.

(NOTA): Para establecer las anteriores dimensiones, la distancia a medir es el camino más corto que tendría que recorrer el cordón de suministro de un artefacto conectado al tomacorriente sin atravesar pisos, techos o paredes de una edificación u otras barreras similares.

(3) Los tomacorrientes a los que se puedan conectar las piscinas o bañeras de baños termales deben estar protegidos por interruptor de circuito por falla a tierra.

(b) Aparatos para alumbrado, salidas para alumbrado y ventiladores de techo

(1) Los aparatos para alumbrado, salidas para alumbrado y ventiladores de techo ubicados sobre la piscina o bañera termal o a menos de 1,5 m en horizontal desde las paredes interiores de la piscina o bañera deben estar como mínimo a 2,3 m sobre el nivel máximo de la superficie del agua y protegidos por un interruptor de circuito por falla a tierra.

Excepción nº 1: No es necesario que los aparatos para alumbrado, salidas para alumbrado y ventiladores de techo ubicados a 3,6 m o más sobre el nivel máximo de la superficie del agua estén protegidos por un interruptor de circuito por falla a tierra.

Excepción nº 2: Se permite que los aparatos de alumbrado que cumplan los requisitos de los siguientes apartados a. y b. y estén protegidos por un interruptor de circuito por falla a tierra se instalen a menos de 2,3 m sobre la piscina o bañera:
a. Si están empotrados, tienen una lente de cristal o plástico y un armazón no metálico o metálico aislado eléctricamente y son adecuados para lugares húmedos.
b. Si están montados sobre la superficie, tienen un globo de cristal o plástico y un armazón no metálico o metálico aislado eléctricamente y son adecuados para lugares húmedos.

(2) Los aparatos de alumbrado bajo el agua deben cumplir las disposiciones de las Partes B o C de esta Sección.

(c) Interruptores de pared. Los interruptores de pared deben estar ubicados a una distancia mínima de 1,5 m en horizontal de las paredes interiores de la piscina o bañera termal.

(d) Conexión equipotencial. Se deben conectar equipotencialmente las siguientes partes de la instalación:

(1) Todos los herrajes metálicos que haya o estén unidos a la estructura de la piscina o bañera termal.

(2) Las partes metálicas de los equipos eléctricos asociados al sistema de circulación del agua de la piscina o bañera termal, incluyendo motores de bombas.

(3) Los tubos y tuberías metálicas que estén a menos de 1,5 m de las paredes interiores de la piscina o bañera termal y no estén separados de ellas por una barrera permanente.

(4) Todas las superficies metálicas que estén a menos de 1,5 m de las paredes interiores de la piscina o bañera termal y no estén separadas de ellas por una barrera permanente.

Excepción: No es necesario conectar equipotencialmente las superficies conductivas pequeñas por las que no sea probable que vaya a pasar corriente, como las boquillas de los chorros de agua, aire y drenaje que no estén conectadas a tuberías metálicas, los toalleros, marcos de los espejos y elementos no eléctricos similares.

(5) Los dispositivos y controles eléctricos no asociados con la piscina o bañera termal deben estar ubicados a una distancia mínima de 1,5 m de dichas unidades o conectarse equipotencialmente a ellas.

(e) Métodos de conexión equipotencial. Todas las partes metálicas asociadas con la piscina o bañera termal, se deben conectar equipotencialmente por uno de los métodos siguientes:

(1) La interconexión de la tubería metálica roscada y los accesorios.

(2) Montaje de metal a metal sobre un armazón o base común.

(3) La instalación de un puente de conexión equipotencial de cobre desnudo, recubierto o aislado, de sección transversal no menor a 8,36 mm^2 (8 AWG).

(f) Puesta a tierra. Se deben poner a tierra los siguientes equipos:
(1) Todos los equipos eléctricos ubicados a menos de 1,5 m de la pared interior de la piscina o bañera termal.

(2) Todos los equipos eléctricos asociados con el sistema de circulación del agua de la piscina o bañera termal.

(g) Métodos de puesta a tierra.

(1) Todos los equipos eléctricos se deben poner a tierra según establece la Sección 250 e instalar según los métodos de alambrado del Capítulo 3.

(2) Cuando los equipos estén conectados con un cordón flexible, el conductor de puesta a tierra de equipos se debe conectar a una parte metálica fija del conjunto.

(h) Calentadores eléctricos de agua. Todos los calentadores eléctricos de las piscinas o bañeras termales deben tener sus elementos radiantes subdivididos en cargas que no pasen de 48 A y protegidos a no más de 60 A.

La capacidad de corriente de los conductores del circuito ramal y la corriente nominal o ajuste de disparo de los dispositivos de protección contra sobrecorriente no deben ser menores al 125 % de la carga total nominal que aparezca en la placa de características.

(i) Equipo de audio bajo el agua. Los equipos de audio instalados bajo el agua deben cumplir lo establecido en las Partes B o C de esta Sección.

680-42. Protección. Toda salida que alimente una piscina o bañera prefabricada para baños termales o un conjunto de equipo prefabricado para baños terapéuticos, debe estar protegida por un interruptor de circuito por falla a tierra.

Excepción: Cuando una piscina o bañera prefabricada certificada o un conjunto de equipo prefabricado certificado estén rotulados con indicación de que llevan incorporado un interruptor de circuito por falla a tierra que protege todos los equipos eléctricos de la unidad, como bombas, sopladores, calentadores, luces, controles, ozonizadores, alambrado, etc.

(NOTA): Véanse las definiciones de Bañera o piscina para baños termales, fija y prefabricada, en el Artículo 680-4.

E. Fuentes

680-50. Generalidades. Las disposiciones de esta Parte E se aplican a todas las fuentes, tal como se definen en el Artículo 680-4. Las fuentes que compartan el agua con la de una piscina deben cumplir los requisitos recogidos en esta Sección para las piscinas.

Excepción: Esta Parte E no se aplica a las fuentes prefabricadas cuyas dimensiones no superan los 1,52 m en cualquier dirección.

680-51. Aparatos de alumbrado, bombas sumergibles y otros equipos sumergibles

(a) Interruptor de circuito por falla a tierra. En el circuito ramal al que estén conectados los equipos eléctricos de la fuente se debe instalar un interruptor de circuito por falla a tierra.

Excepción: No es necesario un interruptor de circuito por falla a tierra para los equipos que funcionen a 15 V o menos y conectados a un transformador que cumpla lo establecido en el Artículo 680-5(a).

(b) Tensión de funcionamiento. Todos los aparatos de alumbrado se deben instalar para que funcionen a 150 V o menos entre conductores. Las bombas y otros equipos sumergibles deben funcionar a 300 V o menos entre conductores.

(c) Lentes de los aparatos de alumbrado. Los aparatos de alumbrado se deben instalar de modo que la parte superior de su lente quede por debajo del nivel normal del agua de la fuente, excepto si están aprobados para instalarlos por encima del agua. Un aparato de alumbrado instalado mirando hacia arriba debe tener la lente adecuadamente protegida para que no pueda entrar en contacto con las personas.

(d) Protección contra sobrecalentamiento. Los equipos eléctricos que, para evitar sobrecalentamiento, deban quedar sumergidos bajo el agua, se deben proteger contra la bajada del nivel de agua mediante un cortacircuito u otro medio aprobado que interrumpa el suministro cuando queden al descubierto.

(e) Instalación. Todos los equipos deben tener prevista la conexión a tubos a rosca o tener instalado un cable flexible adecuado. La longitud máxima de los cables expuestos en la fuente debe ser de 10 pies (3,05 m). Los cables que salgan del perímetro de la fuente deben ir encerrados en encerramientos aprobadas. Las partes metálicas de los equipos en contacto con el agua deben ser de bronce u otro metal aprobado resistente a la corrosión.

(f) Servicio. Todos los equipos se deben poder sacar del agua para cambiar las bombillas o para su mantenimiento normal. Los aparatos de alumbrado no deben estar permanentemente embebidos dentro de la estructura de la fuente de modo que sea necesario reducir el nivel del agua o vaciarla para cambiar las bombillas o para las tareas de inspección y mantenimiento.

(g) Estabilidad. Los equipos deben ser inherentemente estables o estar bien sujetos en sus sitio.

680-52. Cajas de unión y otras encerramientos

(a) Generalidades. Las cajas de unión y otros encerramientos utilizados en cualquier lugar excepto bajo el agua deben cumplir lo establecido en el Artículo 680-21(a)(1), (2) y (3) y 680-21(b), (c) y (d).

(b) Cajas de unión y otros encerramientos bajo el agua. Las cajas de unión y otros encerramientos que se vayan a instalar bajo el agua deben ser de tipo sumergible y además (1) estar equipadas con entradas roscadas para la conexión de los tubos o con prensaestopas o sellos para la entrada de los cordones; (2) ser de cobre, bronce u otro material aprobado resistente a la corrosión; (3) estar rellenas de una masilla que evite la entrada de humedad y (4) estar bien sujetas a sus soportes o directamente a la estructura de la fuente y conectadas equipotencialmente si fuera necesario. Cuando la caja de unión esté apoyada sólo por los tubos, éstos deben ser de bronce, cobre u otro metal aprobado resistente a la corrosión. Cuando a la caja lleguen tubos no metálicos, debe tener otros soportes y tornillos adicionales de bronce, cobre u otro material aprobado resistente a la corrosión.

(NOTA): Para los apoyos de los encerramientos véase el Artículo 370-23.

680-53. Conexión equipotencial. Todos los sistemas de tuberías metálicas asociados con la fuente se deben conectar equipotencialmente al conductor de puesta a tierra de equipos del circuito ramal que alimenta la fuente.

(NOTA): Para el dimensionamiento de estos conductores véase el Artículo 250-95.

680-54. Puesta a tierra. Se deben poner a tierra los equipos siguientes: (1) todos los equipos eléctricos ubicados dentro de la fuente o a menos de 1,50 m de las paredes interiores de la misma; (2) todos los equipos eléctricos asociados con el sistema de recirculación del agua de la fuente; (3) los paneles de distribución que no formen parte del equipo de acometida y que alimenten cualquier equipo eléctrico asociado con la fuente.

680-55. Métodos de puesta a tierra

(a) Disposiciones aplicadas. Son de aplicación todas las disposiciones del Artículo 680-25, excepto el apartado (e).

(b) Alimentados por un cordón flexible. Los equipos eléctricos conectados por medio de un cordón flexible deben tener todas sus partes metálicas expuestas no portadoras de corriente puestas a tierra mediante un conductor de cobre, aislado, para puesta a tierra de equipos, que forme parte integral de dicho cordón. Este conductor de puesta a tierra debe estar conectado al terminal de puesta a tierra de la caja de unión de suministro, a la carcasa del transformador o a otro encerramiento.

680-56. Equipos conectados con cordón y clavija

(a) Interruptor de circuito por falla a tierra. Todos los equipos eléctricos, incluidos los cordones de suministro, deben estar protegidos por interruptores de circuito por falla a tierra.

(b) Tipos de cordones. Los cordones flexibles que vayan a ir sumergidos o estén expuestos al agua deben ser para uso pesado, tal como establece la Tabla 400-4, y estar rotulados como "resistentes al agua".

(c) Sellado. El extremo del forro del cordón flexible y las terminaciones de los conductores flexibles dentro del equipo se deben tapar o cubrir con una masilla adecuada que evite la entrada de agua en el equipo a través de los cables o sus conductores. Además, la conexión de puesta a tierra que haya dentro del equipo se debe cubrir de modo similar para protegerla de los efectos deteriorantes del agua de la fuente en caso de que entrara en el equipo.

(d) Terminaciones. Las conexiones con cordón flexible deben ser permanentes, excepto que se permitan clavijas y tomacorrientes del tipo con polo a tierra para facilitar el desmontaje o desconexión de los equipos fijos o estacionarios no ubicados dentro de cualquier parte que tenga agua de la fuente, para su mantenimiento, reparación o almacenaje.

F. Piscinas y bañeras para aplicaciones terapéuticas

680-60. Generalidades. Las disposiciones de esta Parte F se aplican a las piscinas y bañeras para aplicaciones terapéuticas en instituciones de asistencia médica, gimnasios, salas de entrenamiento físico y zonas similares. Los artefactos terapéuticos portátiles deben cumplir lo establecido en la Sección 422.

(NOTA): Para la definición de instituciones de asistencia médica véase el Artículo 517-3.

680-61. Piscinas terapéuticas de instalación permanente. Las piscinas terapéuticas construidas en el suelo, sobre el suelo o dentro de una edificación de manera que no se puedan desmontar fácilmente, deben cumplir las disposiciones de las Partes A y B de esta Sección.

Excepción: Cuando todos los aparatos de alumbrado sean de tipo totalmente cerrado, no se aplican las limitaciones del Artículo 680-6(b)(1) y (2).

680-62. Bañeras terapéuticas (tanques hidroterapéuticos). Las bañeras terapéuticas utilizadas para la inmersión y tratamiento de los pacientes, que no se puedan trasladar fácilmente de un sitio a otro durante su uso normal o que estén sujetas o instaladas de modo fijo en un lugar específico, incluyendo el sistema asociado de tubería, deben cumplir las disposiciones de esta parte.

(a) Interruptor de circuito por falla a tierra. Todos los equipos terapéuticos deben estar protegidos por un interruptor de circuito por falla a tierra.

Excepción: Los artefactos terapéuticos portátiles deben cumplir lo establecido en el Artículo 250-45.

(b) Conexión equipotencial. Se deben conectar equipotencialmente las siguientes partes:
(1) Todos los accesorios metálicos que haya o que estén unidos a la estructura de la bañera.

(2) Las partes metálicas de los equipos eléctricos asociados con el sistema de circulación del agua de la bañera, incluyendo motores de bombas.

(3) Los cables con recubrimiento metálico y las canalizaciones y tuberías metálicas que estén a menos de 1,50 m de las paredes interiores de la bañera y no separadas de ella por una barrera permanente.

(4) Todas las superficies metálicas que estén a menos de 1,50 m de las paredes interiores de la bañera y no estén separados de ella por una barrera permanente.

(5) Los dispositivos y controles eléctricos asociados con las bañeras terapéuticas deben estar ubicados a una distancia mínima de 1,52 m de dichas unidades o conectarse equipotencialmente al sistema de la bañera.

(c) Métodos de conexión equipotencial. Todas las partes metálicas asociadas con una bañera terapéutica se deben conectar equipotencialmente por uno de los métodos siguientes:

(1) Las interconexión de tuberías y accesorios roscados metálicos.

(2) El montaje metal a metal sobre un armazón o base común.

(3) Conexiones mediante abrazaderas metálicas adecuadas.

(4) La instalación de un puente de conexión equipotencial de cobre sólido desnudo, recubierto o aislado, de sección transversal no menor a 8,36 mm^2 (8 AWG).

(d) Puesta a tierra. Se deben poner a tierra los siguientes equipos:

(1) Todos los equipos eléctricos ubicados a menos de 1,5 m de la pared interior de la bañera.

(2) Todos los equipos eléctricos asociados con el sistema de circulación del agua de la bañera.

(e) Métodos de puesta a tierra.

(1) Todos los equipos eléctricos se deben poner a tierra según establece la Sección 250 e instalar según los métodos de alambrado del Capítulo 3.

(2) Cuando los equipos estén conectados con un cordón flexible, el conductor de puesta a tierra de equipos se debe conectar a una parte metálica fija del conjunto.

(f) Tomacorrientes. Todos los tomacorrientes que estén a menos de 1,50 m de una bañera terapéutica deben estar protegidos por un interruptor de circuito por falla a tierra.

(g) Aparatos de alumbrado. Todos los aparatos de alumbrado instalados en áreas de bañeras terapéuticas deben ser de tipo totalmente encerrado.

G. Bañeras de hidromasajes

680-70. Protección. Las bañeras de hidromasajes y sus componentes eléctricos asociados deben estar protegidos por un interruptor de circuito por falla a tierra. Todos los tomacorrientes monofásicos a 125 V que estén ubicados a menos de 1,5 m de las paredes interiores de la bañera se deben proteger mediante interruptor(es) de circuito por falla a tierra.

680-71. Otros equipos eléctricos. Los aparatos de alumbrado, interruptores, tomacorrientes y otros equipos eléctricos ubicados en el mismo salón que las bañeras de hidromasaje pero no relacionados directamente con ellas, se deben instalar de acuerdo con los requisitos de los Capítulos 1 a 4 de este *Código* relativos a instalaciones de equipos en cuartos de baño.

Sección 685 - SISTEMAS ELÉCTRICOS INTEGRADOS

A. Generalidades

685-1. Alcance. Esta Sección trata de sistemas eléctricos integrados distintos de los equipos tipo unidad, en los que es necesario una parada ordenada (programada) para lograr una operación segura. A efectos de esta Sección, un sistema eléctrico integrado es un segmento unitario de un sistema de alambrado industrial que cumple todas las condiciones siguientes: (1) requiere una parada ordenada para reducir al mínimo riesgos a las personas y daños a los equipos; (2) sus condiciones de supervisión y mantenimiento aseguran que sólo se encargan del mantenimiento del sistema personas calificadas y (3) se han establecido y mantenido sistemas eficaces de salvaguardia, aceptables para la autoridad competente.

685-2. Aplicación de otras Secciones. En otras Secciones que se aplican a casos particulares de instalaciones de conductores y equipos, se encuentran requisitos de parada ordenada además de los recogidos en esta Sección o que son modificación de ellos :

	Artículo
Más de una edificación u otra estructura	225-8
Protección de los equipos contra falla a tierra	230-95 Excepción nº 1
Protección de los conductores	240-3
Coordinación de sistemas eléctricos	240-12
Protección de equipos contra falla a tierra	240-13 Excepción nº 1
Puesta a tierra de sistemas de c.a. de 50 a 1.000 V	250-5(b) Excepción nº 3
Parada ordenada	430-44
Desconexión	430-74, Excepciones nº 1 y 2
Medios de desconexión a la vista del controlador	430-102 Excepción nº 2
Energía desde más de una fuente	430-113 Excepciones nº 1 y 2
Medios de desconexión	645-10 Excepción
Punto de conexión	705-12 Excepción nº 1

B. Parada ordenada

685-10. Ubicación de dispositivos de protección contra sobrecorriente en la propiedad. Se permite que la ubicación de los dispositivos de protección contra sobrecorriente que sean críticos para los sistemas eléctricos integrados sea accesible, con las alturas de montaje permitidas que garanticen la seguridad cuando sean operados por personas no calificadas.

685-12. Puesta a tierra de sistemas de corriente continua. Se permite que los circuitos bifilares de corriente continua no estén puestos a tierra.

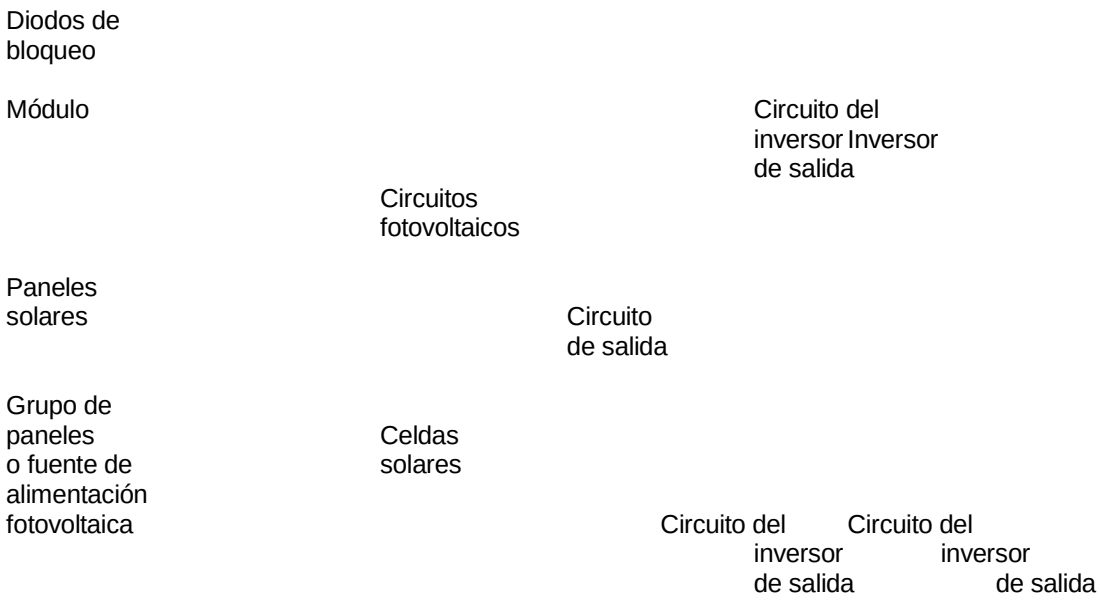
685-14. Circuitos de control no puestos a tierra. Cuando se requiera la continuidad de funcionamiento, se permite que los circuitos de control a 150 V o menos correspondientes a sistemas derivados independientes, no estén puestos a tierra.

Sección 690 - SISTEMAS SOLARES FOTOVOLTAICOS

A. Generalidades

690-1. Alcance. Las disposiciones de esta Sección se aplican a los sistemas fotovoltaicos de generación de energía eléctrica, incluidos los circuitos eléctricos, unidad o unidades de regulación y controladores de dichos sistemas. Los sistemas solares fotovoltaicos a los que se refiere esta Sección pueden estar interconectados con otras fuentes de generación de energía eléctrica o ser autónomos y tener o no acumuladores. La salida de estos sistemas puede ser de corriente continua o de corriente alterna.

(FIGURA 690-1)



A: Medio de desconexión según exige el Artículo 690-13.
B: Equipos que se permite que estén en el lado de la fuente fotovoltaica del medio de desconexión, según el Artículo 690-14.
C: Conductores conectados a tierra (no se ven)

Figura 690-1. Sistema solar fotovoltaico (por simplificación no se ve el sistema de puesta a tierra del circuito).

690-2. Definiciones

Celda solar: Dispositivo fotovoltaico básico que genera electricidad cuando se expone a la luz.

Circuito de entrada del inversor: Conductores que van desde el inversor a la batería en los sistemas autónomos o conductores entre el inversor y los circuitos de salida fotovoltaicos para sistemas conectados en malla.

Circuito de fuente fotovoltaica: Conductores entre los módulos o que van desde los módulos al punto o puntos de conexión del sistema de corriente continua (véase la Figura 690-1).

Circuito de salida del inversor: Conductores entre el inversor y el centro de carga de c.a. en los sistemas autónomos o conductores que van desde el inversor hasta el equipo de acometida u otra fuente de generación de energía eléctrica, como una red pública, para sistemas conectados en malla (véase la Figura 690-1).

Circuito de salida fotovoltaico: Conductores que van desde el circuito o circuitos de fuente fotovoltaica y la unidad de acondicionamiento de energía o el equipo de utilización de corriente continua (véase la Figura 690-1).

Conjunto: Grupo mecánicamente integrado de módulos o paneles con una estructura y bases de soporte, controladores térmicos, sistemas de orientación y otros componentes, que forman la unidad de generación de corriente continua.

Diodo de bloqueo: Diodo que bloquea el flujo inverso de corriente dentro de un circuito de fuente fotovoltaica.

Fuente de energía fotovoltaica: Conjunto o grupo de conjuntos que genera energía en corriente continua a la tensión y corriente del sistema.

Inversor: Equipo que se utiliza para variar el nivel de tensión, la forma de onda o ambas cosas de una fuente de energía eléctrica. En general un inversor (también conocido como unidad de acondicionamiento de energía (PCU) o sistema de conversión de energía (PCS)) es un dispositivo que cambia una entrad de corriente continua en una salida de corriente alterna. Los inversores en los sistemas autónomos pueden incluir también cargadores de baterías que toman la corriente alterna de una fuente auxiliar, como un generador, y la rectifican convirtiéndola en corriente continua para cargar la batería.

Módulo: El mínimo grupo completo protegido ambientalmente, de celdas solares, componentes ópticos y otros componentes, excepto los de orientación, diseñado para generar energía en corriente continua bajo la luz solar.

Panel: Conjunto de módulos unidos mecánicamente, alambrados y diseñados para proporcionar una unidad instalable en sitio.

Sistema autónomo: Sistema solar fotovoltaico que genera energía eléctrica de modo independiente, pero que puede recibir energía para control desde otro sistema eléctrico de generación.

Sistema interactivo: Sistema solar fotovoltaico que funciona en paralelo con otro sistema generador de energía eléctrica conectado a la misma carga y que está diseñado para entregar la energía producida en este sistema. Para propósito de esta definición, un subsistema de acumulación de energía que forme parte de un sistema fotovoltaico, como una batería, no se considera como otra fuente de alimentación.

Sistema solar fotovoltaico: Conjunto total de componentes y subsistemas que, combinados, convierten la energía solar en energía eléctrica adecuada para la conexión de una carga de utilización.

690-3. Otras Secciones. Cuando los requisitos de esta Sección 690 difieran de los establecidos en Otras Secciones de este *Código*, se deben aplicar los de la Sección 690. Los sistemas solares fotovoltaicos que funcionen interconectados a otras fuentes de generación de energía eléctrica se deben instalar de acuerdo con lo establecido en la Sección 705.

690-4. Instalación

(a) Sistema fotovoltaico. Se permite que un sistema solar fotovoltaico suministre corriente a un edificio u otra estructura además de la acometida o acometidas conectadas a otros sistemas de suministro de electricidad.

(b) Conductores de distintos sistemas. Los circuitos de las fuentes fotovoltaicas y los circuitos de salida fotovoltaica no deben instalarse en las mismas canalizaciones, bandejas portacables, cables, cajas de salida o de unión o accesorios similares, como alimentadores o circuitos ramales de otros sistemas.

Excepción: Cuando los conductores de los distintos sistemas estén conectados entre sí o separados por una barrera.

(c) Conexiones de los módulos. Las conexiones a un módulo o panel deben estar hechas de modo que si se quita un módulo o panel del circuito de la fuente fotovoltaica no se interrumpa la continuidad de ningún conductor puesto a tierra de cualquier otro circuito de fuente fotovoltaico.

(d) Equipos. Los inversores o grupos electrógenos que se vayan a utilizar en sistemas fotovoltaicos deben estar identificados para ello.

690-5. Detección e interrupción de fallas a tierra. Los conjuntos fotovoltaicos montados en el tejado de las viviendas deben tener protección contra fallas a tierra para reducir el riesgo de incendio. El circuito de protección contra fallas a tierra debe ser capaz de detectar una falla a tierra, abrir el circuito y desactivar el conjunto.

B. Requisitos de los circuitos

690-7. Tensión máxima

(a) Tensión nominal. En una fuente de energía fotovoltaica y en sus circuitos de c.c., la tensión nominal es la tensión en circuito abierto. En instalaciones trifilares, incluyendo circuitos bifilares conectados a sistemas trifilares, la tensión del sistema es la mayor tensión nominal existente entre dos conductores cualesquiera.

(b) Circuitos de utilización de c.c. La tensión nominal de los circuitos de utilización de c.c. debe ser la establecida en el Artículo 210-6.

(c) Circuitos de fuente y de salida fotovoltaica. Se permite que los circuitos de la fuente fotovoltaica y de salida fotovoltaica que no contengan portabombillas, tomacorrientes o aparatos tengan hasta 600 V.

Excepción: Se permite instalar circuitos de más de 600 V nominales de acuerdo con la Sección 710, excepto en viviendas uni y bifamiliares.

(d) Circuitos de más de 150 V a tierra. En las viviendas uni- y bifamiliares, las partes energizadas de los circuitos de la fuente y de la salida fotovoltaica de más de 150 V a tierra, sólo deben ser accesibles a personas calificadas cuando estén energizados.

(NOTA): Para la protección de partes energizadas véase el Artículo 110-17. Par la tensión a tierra y entre conductores, véase el Artículo 210-6.

690-8. Dimensionamiento y corriente de circuitos

(a) Capacidad de corriente y dispositivos de protección contra sobrecorriente. La capacidad de corriente de los conductores y la corriente nominal o ajuste de disparo de los dispositivos de protección contra sobrecorriente en un circuito de un sistema solar fotovoltaico no debe ser menor al 125 % de la corriente calculada según el siguiente apartado (b). Se permite que la corriente nominal o ajuste de disparo de los dispositivos de protección contra sobrecorriente cumplan lo establecido en el Artículo 240-3(b) y (c).

Excepción: Los circuitos que contengan un conjunto con sus dispositivos de protección contra sobrecorriente que estén certificados para funcionamiento continuo al 100 % de su corriente nominal.

(b) Cálculo de la corriente del circuito. La corriente para un tipo individual de circuito se debe calcular como sigue:

(1) Circuitos de la fuente fotovoltaica. Es la suma de la corriente nominal de cortocircuito de los módulos en paralelo.

(2) Circuito de salida fotovoltaica. Es la corriente nominal de cortocircuito de la fuente de alimentación fotovoltaica.

(3) Circuito de salida del inversor. Es la corriente nominal de salida del inversor o de la unidad de acondicionamiento de energía.

Excepción: Cuando no esté disponible una fuente externa de energía que produzca retroalimentación, la capacidad de corriente de los conductores del circuito sin un dispositivo de protección contra sobrecorriente no debe ser menor a la corriente de cortocircuito.

(4) Circuito de entrada de inversor autónomo. Es la corriente nominal de entrada del inversor autónomo cuando éste produce la energía nominal a la menor tensión de entrada.

(c) Sistemas con varias tensiones de c.c. En una fuente de energía fotovoltaica con circuitos de salida de varias tensiones y que tenga un conductor común de retorno, la capacidad de corriente de dicho conductor no debe ser menor a la suma de las corrientes nominales de los diversos dispositivos de protección contra sobrecorriente de los circuitos individuales de salida.

690-9. Protección contra sobrecorriente

(a) Circuitos y equipos. Los circuitos de fuentes fotovoltaicas, de salida fotovoltaica, de unidades de acondicionamiento de energía y de conductores de baterías y equipos deben estar protegidos contra sobrecorriente según establece la Sección 240. Los circuitos conectados a más de una fuente eléctrica deben tener dispositivos de protección contra sobrecorriente instalados de modo que brinden esa protección desde todas las fuentes.

(NOTA): Para establecer si todos los conductores y módulos están debidamente protegidos contra sobrecorriente desde todas las fuentes, hay que tener en cuenta la posible retroalimentación de corriente a partir de cualquier fuente de energía, incluida la entrada a través de una unidad de acondicionamiento de energía hasta el circuito de salida fotovoltaico y los circuitos de las fuentes fotovoltaicas.

(b) Transformadores de potencia. Un transformador con una fuente o fuentes conectadas a cada lado se debe proteger contra sobrecorriente de acuerdo con lo establecido en el Artículo 450-3, considerando primero un lado del transformador (por ejemplo, el primario) y después el otro lado.

Excepción: Se permite que un transformador de potencia cuya corriente nominal en el lado conectado a la fuente de energía fotovoltaica no sea menor a la corriente nominal de salida en cortocircuito de la unidad de acondicionamiento de energía, no esté protegido contra sobrecorriente desde dicha fuente.

(c) Circuitos de fuente fotovoltaica. Se permite que los dispositivos de protección contra sobrecorriente de los circuitos ramales o los suplementarios protejan a los circuitos de la fuente de energía fotovoltaica contra sobrecorriente. Dichos dispositivos deben ser accesibles, pero no necesariamente fácilmente accesibles.

(d) Valores nominales de c.c. Los dispositivos de protección contra sobrecorriente, fusibles o interruptores automáticos, que se utilicen en cualquier parte c.c. de un sistema de energía fotovoltaico, deben estar certificados para usarlos en circuitos de corriente continua y tener los valores adecuados de tensión, corriente y capacidad nominal de interrupción.

C. Medios de desconexión

690-13. Todos los conductores. Se deben instalar medios que desconecten todos los conductores portadores de corriente en una fuente de energía fotovoltaica de todos los demás conductores en una edificación u otra estructura.

Excepción: Cuando la conexión de puesta a tierra de un circuito no esté diseñada para que se abra automáticamente como parte del sistema de protección contra falla a tierra que exige el Artículo 690-5, el interruptor o interruptor automático utilizado como medio de desconexión no debe tener un polo conectado al conductor puesto a tierra.

(NOTA): El conductor puesto a tierra puede tener un medio de desconexión sujeto con un perno o a un terminal que permita su inspección y mantenimiento por parte de personal calificado.

690-14. Otras disposiciones. A los medios de desconexión de las fuentes de energía fotovoltaicas se les aplican las disposiciones de la Sección 230 Parte F.

Excepción nº 1: No es necesario que el medio de desconexión sirva como equipo de acometida, pero su corriente nominal debe designarse de acuerdo con el Artículo 690-17.

Excepción nº 2: En el lado de la fuente de energía del medio de desconexión de la fuente fotovoltaica se permite instalar equipos como interruptores de separación (seccionadores) del circuito de fuente de energía fotovoltaica, dispositivos de protección contra sobrecorriente y diodos de bloqueo.

690-15. Desconexión de equipos fotovoltaicos. Se deben instalar medios que desconecten los equipos como inversores, baterías, controladores de carga y similares de todos los conductores no puestos a tierra de todas las fuentes de energía. Si el equipo está energizado desde más de una fuente, los medios de desconexión deben estar agrupados e identificados.

690-16. Fusibles. Si un fusible está energizado desde ambas direcciones y es accesible a personas no calificadas, se debe instalar un medio de desconexión que lo desconecte de todas las fuentes de alimentación. Tal fusible en un circuito de fuente fotovoltaica se debe poder desconectar con independencia de los fusibles que haya en otros circuitos de fuente fotovoltaica.

690-17. Interruptores o interruptores automáticos. Los medios de desconexión de los conductores no puestos a tierra deben consistir en uno o varios interruptores o interruptores automáticos accionables manualmente y : 1) ubicarse donde sean fácilmente accesibles, 2) ser accionables desde el exterior sin que el operador se exponga al contacto con partes energizadas, 3) estar claramente rotulados para indicar cuándo están en posición de abierto o cerrado y 4) tener una corriente nominal de interrupción suficiente para la tensión nominal del circuito y para la corriente disponible en los terminales de línea de los equipos. Cuando todos los terminales de los medios de desconexión se puedan energizar estando en posición de abierto, se debe instalar en el medio de desconexión o lo más cerca posible del mismo un letrero claramente visible que diga : "PRECAUCIÓN : PELIGRO DE DESCARGA ELÉCTRICA - NO TOCAR - TERMINALES ENERGIZADOS EN POSICIÓN DE ABIERTO" ("WARNING - ELECTRIC SHOCK - DO NOT TOUCH - TERMINALS ENERGIZED IN OPEN POSITION").

Excepción: Cuando un circuito esté diseñado de modo que el interruptor de c.c. no se pueda abrir bajo carga, se permite que un medio de desconexión ubicado en el lado de c.c. tenga una capacidad de interrupción menor a la corriente nominal del circuito.

690-18. Desactivación de un conjunto. Se debe instalar un medio que permita desactivar un conjunto o partes de un conjunto.

(NOTA): Los módulos fotovoltaicos se energizan cuando están expuestos a la luz. La instalación, sustitución o mantenimiento de los componentes del conjunto que estén expuestos a la luz, pueden dar lugar a descargas eléctricas.

D. Métodos de alambrado

690-31. Métodos permitidos

(a) Sistemas de alambrado. Se permite utilizar todos los métodos de alambrado con canalizaciones y cables incluidos en este *Código* y otros métodos y accesorios destinados específicamente e identificados para su uso en conjuntos fotovoltaicos. Cuando se utilicen cables con encerramientos integrales, se debe dejar la suficiente longitud del cable para que se pueda cambiar fácilmente.

(b) Cables de conductor sencillo (unipolares). En los circuitos de fuentes fotovoltaicas se permite utilizar cables unipolares de Tipos SE, UF y USE, siempre que se instalen de la misma manera que los cables multiconductores de Tipo UF, según establece la Sección 339. Cuando estén expuestos a la luz directa del sol, los cables de Tipo UF deben estar identificados como resistentes a la luz del sol o se deben utilizar cables de Tipo USE.

(NOTA): Para más información sobre el uso de cables aislados en circuitos de fuentes fotovoltaicas, véase el la Nota del Artículo 330-13.

(c) Cables y cordones flexibles. Cuando se utilicen cables y cordones flexibles para conectar las partes móviles de los módulos de orientación fotovoltaicos, dichos cables deben cumplir lo establecido en la Sección 400 y ser de un tipo identificado como de uso pesado o como cables portátiles de fuerza; deben ser adecuados para uso extrapesado, estar certificados para su uso exterior y ser resistentes al agua y a la luz del sol. Su capacidad de corriente debe cumplir lo establecido en el Artículo 400-5. Cuando la temperatura ambiente supere los 30℃, a la capacidad de corriente se deb en aplicar los factores de corrección de la Tabla 690-31(c).

Tabla 690-31(c) Factores de corrección para cables de sistemas fotovoltaicos

Temperatura ambiente	**Temperatura nominal de los conductores**			
℃	**60℃**	**75℃**	**90℃**	**105℃**
30	1,00	1,00	1,00	1,00
31-35	0,91	0,94	0,96	0,97
36-40	0,82	0,88	0,91	0,93
41-45	0,71	0,82	0,87	0,89
46-50	0,58	0,75	0,82	0,86
51-55	0,41	0,67	0,76	0,82
56-60	---	0,58	0,71	0,77
61-70	---	0,33	0,58	0,68
71-80	---	---	0,41	0,58

(d) Cables de conductores con sección transversal pequeña. Para las interconexiones de los módulos fotovoltaicos se permite utilizar cables monopolares certificados para uso exterior resistentes a la luz del sol y a la humedad, con sección transversal de 1,31 mm^2 (16 AWG) o 0,82 mm^2 (18 AWG), siempre que dichos cables cumplan los requisitos de capacidad de corriente del Artículo 690-8. Para determinar la capacidad de corriente y los factores de corrección por temperatura, véase el Artículo 310-15.

690-32. Interconexión de componentes. Durante la instalación se permite conectar los módulos u otros componentes del conjunto con los accesorios y conectores destinados para que queden ocultos una vez montados, si están certificados para dicho uso. Dichos accesorios y conectores deben tener los mismos valores de aislamiento, aumento de temperatura y soporte de corriente de falla que el resto de los elementos de la instalación y deben ser capaces de resistir las condiciones ambientales en las cuales se vayan a usar.

690-33. Conectores. Los conectores permitidos por el Artículo 690-32 deben cumplir los siguientes requisitos (a) hasta (e):

(a) Configuración. Los conectores deben tener polaridad y ser de una configuración tal que no sean intercambiables con tomacorrientes de otros sistemas eléctricos en el predio.

(b) Resguardo. Los conectores deben estar construidos e instalados de modo que eviten el contacto accidental de las personas con partes energizadas.

(c) Tipo. Los conectores deben ser del tipo de enganche o de seguridad.

(d) Miembro de puesta a tierra. El miembro de puesta a tierra debe ser el primero que haga contacto al entrar en el conector correspondiente y el último en salir.

(e) Interrupción del circuito. Los conectores deben ser capaces de interrumpir el paso de la corriente por el circuito sin causar riesgos al operador.

690-34. Acceso a las cajas. Las cajas de unión, de paso y de salida corriente ubicadas detrás de los módulos o paneles solares se deben instalar de modo que el alambrado que contengan sea accesible directamente o desplazando módulo(s) o panel(es) sujetos con aseguradores desmontables y conectados mediante un sistema de alambrado flexible.

E. Puesta a tierra

690-41. Puesta a tierra del sistema. En todas las fuentes de energía fotovoltaica debe haber un conductor de un sistema bifilar de más de 50 V nominales y el conductor del neutro de un sistema trifilar que estén sólidamente puestos a tierra.

Excepción: Se permite utilizar otros métodos que ofrezcan una protección equivalente y que utilicen equipos certificados e identificados para ese uso.

(NOTA): Véase el Artículo 250-1 NOTA 1.

690-42. Punto de conexión a puesta tierra del sistema. La conexión a puesta a tierra del circuito de c.c. se debe hacer en cualquier punto del circuito de salida fotovoltaico.

(NOTA): Ubicando el punto de conexión a tierra lo más cerca posible de la fuente fotovoltaica, el sistema quedará mejor protegido contra las posibles subidas de tensión producidas por los rayos.

690-43. Puesta a tierra de equipos. Se deben poner a tierra todas las partes expuestas metálicas no portadoras de corriente de los bastidores de los módulos, equipos y encerramientos de conductores, independientemente de su tensión.

690-45. Sección transversal del conductor de puesta a tierra de equipos. En los sistemas fotovoltaicos en los que la corriente de cortocircuito de la fuente de alimentación sea menor al doble de la corriente nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente, el conductor de puesta a tierra de equipos debe tener una sección transversal no menor a la de los conductores de los circuitos. En otros sistemas el conductor de puesta a tierra de equipos debe tener una sección transversal que cumpla lo establecido en el Artículo 250-95.

690-47. Sistema de electrodo de puesta a tierra. Se debe instalar un sistema de electrodo de tierra que cumpla lo establecido en los Artículos 250-81 a 250-86.

F. Rotulado

690-51. Módulos. Los módulos fotovoltaicos deben estar rotulados con la identificación de la polaridad de los cables o terminales, la corriente nominal máxima del dispositivo de protección del módulo contra sobrecorriente y los siguientes valores nominales: (1) tensión en circuito abierto, (2) tensión de operación, (3) tensión máxima admisible del sistema, (4) corriente de operación, (5) corriente de cortocircuito y (6) potencia máxima.

690-52. Fuente de energía fotovoltaica. El instalador debe poner en el lugar de la instalación, cerca del medio de desconexión de la fuente de energía fotovoltaica, un rótulo en el que consten los siguientes valores nominales : (1) la corriente de operación, (2) la tensión de operación, (3) la tensión en circuito abierto y (4) la corriente de cortocircuito.

(NOTA): Los sistemas reflectantes utilizados para aumentar las radiaciones pueden producir mayores niveles de corriente y potencia de salida.

G. Conexión a otras fuentes de energía

690-61. Pérdida de tensión del sistema. La salida de potencia de un inversor de un sistema fotovoltaico que interactua con otro(s) sistema(s) eléctrico(s) se debe desconectar de forma automática de todos los conductores no puestos a tierra de ése y de todos los demás sistemas cuando haya pérdida de tensión de los mismos y no se debe volver a conectar hasta que se restablezca la tensión.

(NOTA): Para la interconexión con otras fuentes de generación de energía eléctrica véase la Sección 705.

Se permite operar un sistema solar fotovoltaico conectado normalmente a otra fuente de energía como sistema autónomo que da suministro al alambrado del predio.

690-62. Capacidad de corriente del conductor neutro. Si la salida de un inversor monofásico bifilar está conectada sólo al neutro y a un conductor no puesto a tierra de un sistema trifilar o de uno trifásico tetrafilar en estrella, la carga máxima conectada entre el neutro y cualquiera de las fases sin poner a tierra más la capacidad de salida nominal del inversor no debe superar la capacidad de corriente del conductor de neutro.

690-63. Interconexiones desbalanceadas

(a) **Monofásicas.** La salida de un inversor monofásico no se debe conectar a un circuito trifásico de trifilar o tetrafilar derivado directamente de una acometida de un transformador conectado en delta.

(b) **Trifásica.** Cuando se abra una de las fases de cualquiera de las fuentes de alimentación, un inversor trifásico se debe desconectar automáticamente de todos los conductores no puestos a tierra del sistema interconectado.

Excepción a (a) y (b): Cuando el sistema interconectado está diseñado de modo que no se produzca un desbalanceo significativo de tensión.

690-64. Punto de conexión. La salida de un generador fotovoltaico se debe conectar como se indica en los siguientes apartados (a) y (b).

(NOTA): A efectos de este Artículo, la salida de un generador fotovoltaico es (1) la salida de un inversor conectado a una fuente de c.a. o (2) el circuito de salida fotovoltaica que interactua con una fuente de c.c.

(a) **Lado del suministro.** Del lado del suministro del medio de desconexión de la acometida, tal como permite el Artículo 230-82 Excepción nº 6.

(b) **Lado de la carga.** Del lado de la carga de los medios de desconexión de las demás fuentes de alimentación, siempre que se cumplan todas las condiciones siguientes:

(1) Que todas las interconexiones con las fuentes de alimentación estén hechas en un medio de desconexión específico, que puede ser un fusible o interruptor automático.

(2) Que la suma de las corrientes nominales de los dispositivos de protección contra sobrecorriente de los circuitos de suministro de un barraje o conductores no supere la capacidad de corriente de los mismos.

Excepción: Para unidades de vivienda la suma de las corrientes nominales de los dispositivos de protección contra sobrecorriente no debe superar el 120 % de la capacidad nominal de los mismos.

(3) Que el punto de interconexión esté en el lado de la red de todos los equipos de protección contra falla a tierra.

Excepción: Se permite hacer la conexión del lado de la carga de dichos equipos si hay protección contra falla a tierra de equipos desde todas las fuentes de corriente de falla a tierra.

(4) Que los equipos que tengan dispositivos de protección contra sobrecorriente en los circuitos de suministro de los barrajes o conductores estén rotulados indicando la presencia de todas las fuentes..

Excepción: Los equipos que reciban corriente desde un solo punto de conexión.

(5) Que los equipos tales como interruptores automáticos que puedan estar retroalimentados deban estar identificados para funcionar en ese modo.

H. Baterías de acumuladores

690-71. Instalación
(a) Generalidades. Las baterías de acumuladores de los sistemas solares fotovoltaicos se deben instalar según establece la Sección 480.

Excepción: Lo que establece el Artículo 690-73.

(b) Viviendas.

(1) Las baterías de acumuladores de las viviendas deben tener sus celdas conectadas de modo que no puedan funcionar a más de 50 V.

Excepción: Cuando no haya partes energizadas accesibles durante las tareas normales de mantenimiento de las baterías, se permite que su tensión sea la que se establece en el Artículo 690-7.

(2) Las partes energizadas de los sistemas de baterías de las viviendas deben estar resguardadas para evitar el contacto accidental con personas u objetos, independientemente de la tensión o tipo de batería.

(NOTA): Las baterías de los sistemas solares fotovoltaicos están sometidas a muchos ciclos de carga y descarga y suelen requerir un mantenimiento frecuente, como comprobar el electrolito y limpiar los terminales.

(c) Limitación de corriente. Cuando la corriente disponible de cortocircuito de una batería o banco de baterías de un sistema solar fotovoltaico sea mayor que la capacidad nominal de interrupción o la de soporte de los demás equipos instalados en el circuito, en cada uno de los circuitos y cerca de las baterías se debe instalar un dispositivo limitador de corriente o dispositivo de protección contra sobrecorriente que estén certificados. La instalación de los fusibles limitadores de corriente debe cumplir lo establecido en el Artículo 690-16.

690-72. Estado de carga. Deben instalarse equipos que indiquen el estado de carga de las baterías. Todos los medios de ajuste para control del estado de la carga deben ser accesibles exclusivamente a personas calificadas.

Excepción: Cuando el diseño de la fuente de energía fotovoltaica coincida con la tensión nominal y los requisitos de la corriente de carga para las celdas interconectadas de las baterías.

690-73. Puesta a tierra. Cuando la fuente de energía fotovoltaica esté instalada según lo que establece el Artículo 690-41 Excepción, se considerará que las celdas interconectadas de las baterías están puestas a tierra.

690-74. Interconexiones de las baterías. En los recintos de las baterías se permite instalar cables flexibles, como se definen en la Sección 400, con sección transversal de 67,44 mm^2 (2/0 AWG) y mayor, para conectar los terminales de las baterías a las cajas de unión cercanas, de acuerdo con los métodos de alambrado aprobados. También se permite conectar cables flexibles para baterías entre las baterías y las celdas dentro del encerramiento de baterías. Dichos cables deben estar certificados para uso pesado y estar identificados como resistentes a los ácidos y a la humedad.

Sección 695 - BOMBAS CONTRA INCENDIOS

695-1. Alcance

(a) Cubrimiento. Esta Sección trata de la instalación de:

(1) Las fuentes de alimentación y circuitos de interconexión para las bombas.

(2) Los equipos de conmutación y control dedicados para motores accionadores de bombas.

(b) Qué no cubre esta Sección. Esta Sección no trata de:

(1) El desempeño, mantenimiento y ensayos de aceptación de los sistemas de bombas contra incendios ni del alambrado interno de los componentes del sistema.

(2) De las bombas de mantenimiento de la presión (auxiliares {jockey} o de compensación {make-up}).

(NOTA): Para más información, véase *Standard for the Installation of Centrifugal Fire Pumps,* ANSI/NFPA 20-1996.

695-2. Aplicación de otras Secciones. La instalación de los conductores y equipos eléctricos para bombas contra incendios debe cumplir lo establecido en los Capítulos 1 a 4 de este *Código.*

Excepción: Las que exija o permita esta Sección.

695-3. Fuentes de alimentación para motores de bombas contra incendios

(a) La corriente debe llegar a los motores eléctricos de bombas contra incendios a través de uno o más de los siguientes medios:

(1) Acometida. Cuando el motor reciba corriente desde una acometida, debe estar ubicado e instalado de modo que se reduzca al mínimo la posibilidad de daño por los incendios producidos en el interior del predio y exposición a otros riesgos.

(2) Generadores internos. Cuando el motor reciba corriente de generadores instalados en la edificación el edificio, éstos deben estar instalados y protegidos de modo que se reduzca al mínimo la posibilidad de daños por incendios.

(b) Si el motor recibe la corriente desde una acometida independiente o desde una derivación adelante de un medio de desconexión de acometida, la instalación debe cumplir lo establecido en los siguientes Artículos de este *Código*:

(1) Artículo 230-2 Excepción nº 1.

(2) Artículo 230-72(b).

(c) Artículo 230-82 Excepción nº 5.

Cuando el motor reciba corriente desde una derivación adelante del medio de desconexión de la acometida, dicha derivación no debe estar hecha dentro del compartimiento del medio de desconexión de acometida.

(c) Los conductores de suministro deben conectar directamente la fuente de alimentación con un controlador certificado para bombas contra incendios.

Excepción nº 1: Se permite instalar un medio de desconexión y uno o más dispositivos de protección contra sobrecorriente entre la fuente de alimentación y el controlador certificado para bombas contra incendios. El medio de desconexión y dispositivo(s) de protección contra sobrecorriente deben cumplir los siguientes requisitos:

a. Los dispositivos de protección contra sobrecorriente se deben seleccionar o ajustar de modo que soporten indefinidamente la suma de las corrientes a rotor bloqueado de los motores de las bombas contra incendios y de las bombas de mantenimiento de presión y la corriente a plena carga de todos los equipos accesorios relacionados con las bombas que estén conectados a dicha fuente de alimentación.

b. Los medios de desconexión deben estar rotulados como adecuados para su uso como equipos de acometida y deben ser bloqueables en posición de cerrado ("ON").

c. En la parte exterior del medio de desconexión se debe instalar una placa con el mensaje "Medio de desconexión de la bomba contra incendios" ("Fire Pump Disconnecting Means"), en letras de 25 mm de alto como mínimo.

d. Al lado del controlador de la bomba contra incendios se debe instalar otra placa que indique la ubicación del medio de desconexión y la de la llave, si es que tiene seguro con llave.

e. El medio de desconexión se debe supervisar en posición de cerrado por uno de los siguientes métodos:

1. Mediante un dispositivo de señales conectado a una estación central, una estación remota o una estación privada.
2. Mediante un sistema de señal local que avise a través de una señal sonora producida en un lugar atendido constantemente.
3. Bloqueando el medio de desconexión en su posición de cerrado.
4. Cuando el medio de desconexión está ubicado dentro de encerramientos con vallas o en edificaciones bajo el control del propietario, sellando el medio de desconexión e inspeccionándolo semanalmente.

Excepción nº 2: Cuando la tensión de suministro sea distinta de la del motor de la bomba contra incendios, se debe instalar un transformador que cumpla los requisitos del Artículo 695-5 y un medio de desconexión y dispositivo(s) de protección contra sobrecorriente que cumplan los requisitos de la anterior Excepción nº 1.

695-4. Fuentes de alimentación múltiples para motores de bombas contra incendios.

(a) Fuentes de alimentación múltiples. Cuando no sea posible disponer de suministro eléctrico confiable desde una fuente según lo que establece el Artículo 695-3(a), se debe conseguir mediante la combinación de dos o más de los medios anteriormente descritos o con uno o más de esos medios en combinación con generador interno, todos ellos aprobados por la autoridad competente. Las fuentes de alimentación se deben conectar de modo que un incendio en una de ellas no impida que funcionen las demás.

(b) Conexión directa. Los conductores de suministro deben conectar directamente las fuentes de alimentación a una combinación certificada de controlador de bombas y conmutador de transferencia o a un medio de desconexión y dispositivo(s) de protección contra sobrecorriente que cumplan los requisitos del Artículo 695-3(c) Excepción nº 1.

Excepción: Cuando una de las fuentes alternativas de suministro sea un generador interno, el medio de desconexión y dispositivo(s) de sobrecorriente de dichos conductores se deben seleccionar o ajustar para que permitan la transferencia instantánea y el funcionamiento de toda la carga de las bombas contra incendios.

695-5. Transformadores

(a) Dimensionamiento. Cuando un transformador se dedique para dar suministro a una instalación de bombas contra incendios, su corriente nominal debe ser como mínimo el 125 % de la suma de:

(1) La corriente a plena carga de todos los motores de las bombas.
(2) La corriente a plena carga de todos los motores de las bombas de mantenimiento de presión que estén conectados al mismo circuito de suministro.
(3) La corriente a plena carga de todos los equipos accesorios relacionados con las bombas cuando estén conectados al mismo circuito de suministro.

(b) Protección contra sobrecorriente

(1) No se permite instalar protección contra sobrecorriente en el secundario.

(2) Se permite seleccionar o ajustar el dispositivo de protección contra sobrecorriente del primario al 600 % de la corriente nominal a plena carga del transformador. Ese valor debe ser suficiente para transportar indefinidamente una corriente equivalente a la suma de corrientes del secundario del transformador, así:

a. La corriente a rotor bloqueado de todos los motores de las bombas.
b. La corriente a rotor bloqueado de todos los motores de las bombas para mantenimiento de presión que estén conectados al mismo circuito de suministro.
c. La corriente a plena carga de todos los equipos accesorios relacionados con las bombas cuando estén conectados al mismo circuito de suministro.

695-7. Ubicación de los equipos

(a) Ubicación de los controladores y del conmutador de transferencia. Los controladores de los motores eléctricos de las bombas y los conmutadores de transferencia deben estar ubicados lo más cerca posible de los motores que controlan y a la vista de ellos.

(b) Ubicación de los controladores de otros motores. Los controladores de los demás motores eléctricos deben estar ubicados lo más cerca posible de los motores que controlan y a la vista de ellos.

(c) Baterías de motores. Las baterías de los motores diesel deben estar en una estantería sobre el piso, bien sujetas y ubicadas donde no estén expuestas a excesiva temperatura, vibraciones, daños mecánicos o al agua.

(d) Partes energizadas de equipos. Todas las partes de equipos que puedan estar energizadas se deben ubicar a 0,305m como mínimo sobre el nivel del piso.

(e) Controladores y conmutadores de transferencia. Los controladores para motores de las bombas y conmutadores de transferencia deben estar ubicados o protegidos para que no les llegue el agua procedente de las bombas o sus conexiones (tubería).

(f) Equipo de control. Todos los equipos de control de las bombas contra incendios deben estar bien sujetos a estructuras de soporte de material no combustible.

695-8. Alambrado de fuerza

(a) Conductores de suministro. Los conductores de suministro deben ir por la parte exterior de las edificaciones y estar instalados como conductores de entrada de acometida, de acuerdo con las disposiciones de la Sección 230 de este *Código*. Cuando físicamente no puedan instalarse por fuera de la edificación, se

permite instalarlos por dentro siempre que estén enterrados o encerrados bajo hormigón de un espesor mínimo de 50 mm, como establece la Sección 230.

Excepción nº 1: Se permite que los conductores de suministro de las bombas contra incendios a los que se refiere el Artículo 695-3(c) Excepción nº 1 pasen a través de la edificación si están conectados a sistemas certificados de protección de circuitos eléctricos con resistencia al fuego de 1 hora como mínimo. Esas instalaciones deben cumplir las limitaciones establecidas en la certificación de dichos sistemas.

Excepción nº 2: Los conductores de suministro ubicados en el cuarto de los tableros de distribución del cual salen y en el cuarto de máquinas de las bombas.

(b) Métodos de alambrado. Todo el alambrado desde los controladores de los motores de las bombas hasta dichos motores deben ir instalados en tubo de metal rígido, tubo metálico intermedio, tubo metálico flexible hermético a los líquidos o cable de Tipo MI.

(c) Conductores. Los conductores deben estar protegidos contra cortocircuito solamente según lo que permitan o exijan las siguientes Secciones de este *Código*:

(1) Artículo 230-90(a) Excepción nº 4.

(2) Artículo 230-94 Excepción nº 4.

(3) Artículo 230-95 Excepción nº 2.

(4) Artículo 230-208.

(5) Artículo 240-3(a).

(6) Artículo 240-13 Excepción nº 2.

(7) Artículo 430-31.

(8) Artículo 430-72(b) Excepción nº 4.

(9) Artículo 430-72(c) Excepción nº 5.

Excepción: Los conductores entre las baterías y el motor.

(d) Controladores de las bombas contra incendios. Los controladores de las bombas contra incendios no se deben usar como cajas de unión para dar suministro a otros equipos. Tampoco se deben conectar a los controladores de las bombas contra incendios los conductores de suministro de las bombas para mantenimiento de la presión.

(e) Tensión en los terminales de la red. Bajo condiciones de arranque de los motores, la tensión de los terminales de la red en el controlador no debe caer más de un 15 % por debajo de su valor normal (tensión nominal del controlador). Cuando el motor funcione al 115% de su corriente a plena carga, la tensión en los terminales del motor no debe caer más del 5 % de la tensión nominal del motor.

Excepción: Esta limitación no se aplica al arranque de emergencia con medios mecánicos.

(f) Requisitos de instalación. Todo el alambrado entre los controladores de los motores y las baterías se deben instalar siguiendo las instrucciones del fabricante del motor y del controlador. Este alambrado debe protegerse contra daños físicos.

695-9. Alambrado de control

(a) Circuitos externos conectados a los controladores. Los circuitos externos de control deben instalarse de manera que el fallo de uno de ellos (circuito abierto o cortocircuito) no impida el funcionamiento de la(s) bomba(s) por otros medios internos o externos. La apertura, desconexión, cortocircuito de los alambres o pérdida de suministro en estos circuitos pueden hacer que la bomba siga funcionando continuamente, pero no deben impedir que el(los) controlador(es) arranque(n) la(s) bomba(s) por causas distintas a estos circuitos externos de control.

(b) Instalación de sensores. No se deben instalar sensores de caída de tensión, de pérdida de fase, de cambios de frecuencia u otros que impidan automática o manualmente inhiban la acción del contactor del motor.

(c) Dispositivos remotos. No se deben instalar dispositivos remotos que impidan el funcionamiento automático del conmutador de transferencia.

(d) Alambrado en sitio. Todo el alambrado entre el controlador y el motor diesel debe ir trenzado y dimensionarse de modo que le permita transportar continuamente toda la carga o corriente de control necesaria, según las instrucciones del fabricante del controlador. El alambrado debe estar protegido contra daños físicos. En cuanto a la separación y sección transversal de los cables, se deben seguir las instrucciones del fabricante del controlador.

(e) Métodos de alambrado. Todo el alambrado de control de los motores eléctricos de bombas contra incendios debe ir instalado en tubo metálico rígido, tubo metálico intermedio, tubo metálico flexible hermético a los líquidos o cable de Tipo MI.

CAPÍTULO 7. CONDICIONES ESPECIALES

Sección 700 - SISTEMAS DE EMERGENCIA

A. Generalidades

700-1. Alcance. Las disposiciones de esta Sección se aplican a la seguridad eléctrica de la instalación, operación y mantenimiento de los sistemas de emergencia consistentes en los circuitos y equipos destinados e instalados para suministrar, distribuir y controlar la electricidad para sistemas de fuerza, de alumbrado o ambos, cuando se interrumpe el suministro eléctrico normal a esas instalaciones.

Los sistemas de emergencia son aquellos sistemas legalmente obligatorios y clasificados como de emergencia por las autoridades municipales, estatales, distritales, departamentales o por otros códigos u otros organismos gubernamentales competentes. Estos sistemas están destinados para suministrar automáticamente energía eléctrica a sistemas de alumbrado, de fuerza o ambos, para áreas y equipos determinados en caso de falla del suministro normal o en caso de accidente en los componentes de un sistema destinado para suministrar, distribuir y controlar la potencia y alumbrado esenciales para la seguridad de la vida humana.

(NOTA 1): Para más información sobre alambrado e instalación de sistemas de emergencia en instituciones de asistencia médica, véase la Sección 517.

(NOTA 2): Para más información sobre el desempeño y mantenimiento de sistemas de emergencia en instituciones de asistencia médica, véase *Standard for Health Care Facilities*, ANSI/NFPA 99-1996.

(NOTA 3): Los sistemas de emergencia se instalan generalmente en lugares de reunión en los que se necesite iluminación artificial para la seguridad en las salidas y para evitar el pánico en edificaciones ocupadas por un gran número de personas, como hoteles, teatros, instalaciones deportivas, instituciones de asistencia médica y similares. Los sistemas de emergencia pueden suministrar además corriente para funciones como ventilación cuando sea esencial para la seguridad de la vida humana, detección y alarma de sistemas contra incendios, ascensores, bombas contra incendios, sistemas de comunicación de seguridad con el público, procesos industriales en los que la interrupción de la corriente podría producir serios peligros para la seguridad de la vida humana o riesgos para la salud, y otras funciones similares.

(NOTA 4): Para información sobre los lugares en los que los sistemas de emergencia se consideran esenciales para la seguridad de la vida humana, véase *Life Safety Code*, ANSI/NFPA 101-1994.

(NOTA 5): Para más información sobre desempeño de sistemas de emergencia y de reserva, véase *Standard for Emergency and Standby Power Systems*, ANSI/NFPA 110-1996.

700-2. Aplicación de otras Secciones. A los sistemas de emergencia se les aplican todos las Secciones de este *Código*, excepto las modificaciones introducidas por esta Sección.

700-3. Aprobación de los equipos. Todos los equipos deben estar aprobados para uso en sistemas de emergencia.

700-4. Ensayos y mantenimiento

(a) Dirigir o presenciar las pruebas. La autoridad competente debe dirigir o presenciar los ensayos de los sistemas de emergencia completos, una vez instalados y después periódicamente.

(b) Ensayos periódicos. Los sistemas de emergencia se deben ensayar periódicamente, siguiendo un plan aceptable para la autoridad competente y que asegure que los sistemas se mantienen en condiciones propias de funcionamiento.

(c) Mantenimiento de sistemas de baterías. Cuando haya instaladas baterías o sistemas de baterías, incluidas las utilizadas para el arranque, control y encendido de los motores auxiliares, la autoridad competente debe exigir su mantenimiento periódico.

(d) Registro escrito. De todos los ensayos y mantenimiento de los sistemas de emergencia se debe llevar un registro escrito.

(e) Ensayos bajo carga. Se deben instalar medios que permitan ensayar todos los sistemas de fuerza y de alumbrado de emergencia en las condiciones de carga máxima prevista.

700-5. Capacidad

(a) Capacidad y régimen. Un sistema de emergencia debe tener la capacidad y régimen adecuados para que puedan funcionar simultáneamente todas las cargas conectadas. Los equipos de los sistemas de emergencia deben ser adecuados para la máxima corriente de falla disponible en sus terminales.

(b) Selección de carga, restricción de carga y limitación de picos de carga. Se permite que la fuente de potencia alterna alimente cargas de sistemas de emergencia, sistemas de reserva legalmente requeridos y opcionales donde se provea carga automática selectiva y restricción de carga como una necesidad para garantizar suministro a : (1) a los circuitos de emergencia, (2) a los circuitos de reserva legalmente requeridos, (3) a los circuitos de reserva opcionales, en este orden de prioridad. Siempre que se cumplan las condiciones anteriores, se permite utilizar la fuente de potencia alterna para limitar los picos de carga.

A efectos de satisfacción de los requisitos de ensayo de acuerdo con el Artículo 700-4(b), se permite la operación de limitación de picos de carga, siempre que se cumplan todas las demás disposiciones del Artículo 700-4.

Cuando el generador de emergencia esté fuera de servicio para revisiones o reparaciones importantes, debe haber una fuente alternativa de energía eléctrica, portátil o provisional.

700-6. Equipo de transferencia. El equipo de transferencia, incluidos los conmutadores automáticos de transferencia, debe ser automático, estar identificado para usarlo en emergencia y aprobado por la autoridad competente. El equipo de transferencia se debe diseñar e instalar de modo que impida la interconexión accidental de las fuentes de alimentación normal y de emergencia al hacer cualquier manipulación (véase el Artículo 230-83).

Debe instalarse un dispositivo que permita puentear y aislar (separar) el equipo de transferencia. Si el dispositivo consiste en un conmutador de separación en derivación (seccionador), se debe evitar la operación accidental en paralelo.

700-7. Señalización. Siempre que sea posible se deben instalar dispositivos de señalización sonora y visual, para los siguientes propósitos :

(a) Avería. Indicar una avería de la fuente de emergencia.

(b) Carga. Indicar que la batería está portando carga.

(c) No funciona. Indicar que el cargador de batería no está funcionando.

(d) Falla a tierra. Indicar una falla a tierra en sistemas de emergencia en estrella puestos a tierra sólidamente, de más de 150 V a tierra y con dispositivos de protección de circuito para corriente nominal de 1 000 A o más. El sensor para los dispositivos de señalización de falla atierra debe estar ubicado en el medio de desconexión del sistema principal para la fuente de emergencia o antes de él y su máximo ajuste de disparo para la corriente de falla a tierra debe ser de 1 200 A. Se debe colocar una hoja de instrucciones para el caso en que se produzca una falla a tierra, lo más cerca posible del sensor.

(NOTA): Para las señales de los grupos electrógenos véase *Standard for Emergency and Standby Power Systems, ANSI/*NFPA 110-1996.

700-8. Avisos

(a) Fuentes de emergencia. En el equipo de entrada de acometida se debe colocar un cartel que indique el tipo y la ubicación de las fuentes internas para suministro de emergencia.

Excepción: No es necesario instalar carteles en los equipos unitarios individuales, como se indica en el Artículo 700-12(e).

(b) Puesta a tierra. Cuando el conductor del circuito puesto a tierra conectado a la fuente de emergencia esté conectado al conductor del electrodo de puesta a tierra en un lugar remoto de dicha fuente, cerca del electrodo se debe colocar un aviso que identifique las fuentes de alimentación normales y de emergencia que estén conectadas a ese conductor en ese lugar.

B. Alambrado de circuitos

700-9. Alambrado del sistema de emergencia

(a) Identificación. Todas las cajas y encerramientos de los circuitos de emergencia (incluidas las de los conmutadores de transferencia, generadores y paneles de fuerza) deben tener rótulos permanentes que permitan identificarlas fácilmente como pertenecientes a un sistema o circuito de emergencia.

(b) Alambrado. El alambrado desde la fuente de emergencia o desde la protección contra sobrecorriente de la fuente de distribución de emergencia hasta las cargas del sistema de emergencia debe ser totalmente independiente de cualquier otro alambrado y equipos y no debe estar en la misma canalización, cable, caja o gabinete con otro alambrado.

Excepción nº 1: En los encerramientos de los equipos de transferencia. Los equipos de transferencia sólo deben estar conectados a las cargas de emergencia.

Excepción nº 2: En los artefactos de alumbrado de las salidas o de emergencia alimentados desde dos fuentes de alimentación.

Excepción nº 3: En una caja de unión común unida a artefactos de alumbrado de las salidas o de emergencia alimentados desde dos fuentes de alimentación.

Excepción nº 4: Se permite instalar en la misma canalización, cable, caja o gabinete, el alambrado de dos o más circuitos de emergencia alimentados desde la misma fuente de alimentación.

Excepción nº 5: En una caja de unión común unida a un equipo y que contenga únicamente el circuito ramal que alimenta ese equipo y el circuito de emergencia alimentado por el equipo.

Los circuitos del alambrado de emergencia se deben diseñar y ubicar de modo que se reduzcan al mínimo los riesgos de fallos por inundaciones, incendios, congelamiento, vandalismo y otras condiciones adversas.

(c) Protección contra incendios. En lugares de reuniones en los que pueda haber más de 1 000 personas o edificaciones de más de 23 m de altura con cualquiera de las siguientes clases de actividad : reuniones, educación, comercio, negocios, residencial, comisarías, centros de detención y correccionales, los sistemas de emergencia deben cumplir los siguientes requisitos adicionales :

(1) El alambrado del circuito alimentador debe estar instalado en espacios totalmente protegidos por sistemas automáticos aprobados de protección contra incendios (rociadores automáticos, sistemas de dióxido de

carbono, etc.) o debe ser un sistema de protección de circuito eléctrico certificado, con resistencia nominal al fuego de una hora.

(2) Los equipos para los circuitos del alimentador (incluidos los conmutadores de transferencia, transformadores, paneles de distribución, etc.) deben estar ubicados en espacios totalmente protegidos por sistemas automáticos aprobados de protección contra incendios (rociadores automáticos, sistemas de dióxido de carbono, etc.) o en espacios con resistencia nominal al fuego de una hora.

(NOTA 1): Para la definición de la clase de actividad, véase *Life Safety Code*, ANSI/NFPA 101-1994, Sección 4-1.

(NOTA 2): Para más información sobre sistemas de protección de circuitos eléctricos, véase *Fire Tests for Electrical Circuit Protective Systems*, UL Subject 1724-1991.

C. Fuentes de alimentación

700-12. Requisitos generales. El suministro de corriente debe ser tal que, si falla el suministro normal a la edificación o grupo de edificaciones afectadas, o dentro de ellas, el suministro de fuerza de emergencia, el alumbrado de emergencia o ambos, estarán disponibles dentro del tiempo necesario para esas aplicaciones, pero no debe demorar más de 10 segundos. El sistema de suministro para propósitos de emergencia, además de permitir el funcionamiento de los servicios normales del edificio y de cumplir los requisitos generales de esta Sección, puede constar de uno o más de los sistemas que se relacionan en los siguientes apartados (a) hasta (d). Los equipos unitarios, de acuerdo con el Artículo 700-12(e), deben cumplir las especificaciones de esta Sección que les sean aplicables.

Al seleccionar una fuente de alimentación de emergencia hay que tener en cuenta el tipo de actividad desarrollada en el edificio y el tipo de servicio que haya que prestar; por ejemplo, si es de corta duración, como la evacuación de los espectadores de un teatro, o de mayor duración, como suministrar energía para alumbrado y otras aplicaciones durante un periodo indefinido ante una situación anómala debida a una avería producida dentro o fuera de la edificación.

Los equipos se deben diseñar y ubicar de modo que se reduzcan al mínimo los riesgos de fallas debidas a inundaciones, incendios, congelamiento o vandalismo.

En lugares de reuniones en los que pueda haber más de 1 000 personas o en edificaciones que tengan más de 23 m de altura con cualquiera de las siguientes clases de actividad : educación, residencial, detención y correccional, negocios y comercio, los equipos de las fuentes de alimentación, tal como se describen en los siguientes apartados (a) hasta (d), deben estar instalados en espacios totalmente protegidos por sistemas automáticos aprobados de protección contra incendios (rociadores automáticos, sistemas de dióxido de carbono, etc.) o en espacios con resistencia nominal al fuego de una hora.

(NOTA 1): Para la definición de la clase de actividad véase *Life Safety Code*, ANSI/NFPA 101-1994, Sección 4-1.

(NOTA 2): El grado de confiabilidad de la fuente de alimentación reconocida de un sistema de emergencia dependerá de la evaluación cuidadosa de las variables de cada instalación particular.

(a) Baterías. Las baterías que se utilicen como fuentes de alimentación para sistemas de emergencia deben ser de capacidad nominal de corriente adecuada para alimentar y mantener durante 1,5 horas como mínimo la carga total conectada, sin que la tensión aplicada a la carga caiga por debajo del 87,5 % de la tensión normal.

Las baterías, tanto si son de tipo ácido como alcalino, deben estar diseñadas y construidas de modo que satisfagan las necesidades del servicio de emergencia y que sean compatibles con el cargador que haya instalado en ese sistema en particular.

Para baterías selladas (libres de mantenimiento) no es necesario que la caja sea transparente. Sin embargo, las baterías de plomo ácido a las que haya que añadir agua deben tener cajas transparentes o translúcidas. No se deben utilizar baterías tipo automotriz.

La instalación debe contar con un medio de carga automática de las baterías.

(b) Grupos electrógenos

(1) Un grupo electrógeno con motor primario que sea aceptable para la autoridad competente y dimensionada de acuerdo con el Artículo 700-5. Se deben instalar medios para arrancar el motor primario automáticamente bajo falla en el servicio normal y que transfieran automáticamente las cargas a los circuitos de emergencia y las mantengan en funcionamiento. Se debe instalar también un retardador que impida que las cargas se vuelvan a transferir al circuito principal de suministro antes de 15 minutos, aunque se hubiera restablecido el servicio normal en ese plazo.

(2) Cuando el motor primario del grupo electrógeno sea de combustión interna, debe instalarse en el mismo sitio un depósito y un sistema de alimentación de combustible suficiente para que el sistema de emergencia pueda funcionar durante dos horas como mínimo.

(3) Los motores primarios de los grupos electrógenos no deben depender exclusivamente de las redes de suministro públicas de gas para su funcionamiento ni de la de agua para su refrigeración. Si se utilizan dos sistemas de combustible, se deben instalar medios de transferencia automática de un sistema a otro.

Excepción: Cuando lo autorice la autoridad competente, se permite el uso de combustibles que no estén en sitio donde exista poca probabilidad de que vayan a fallar simultáneamente el suministro exterior y la potencia suministrada por la compañía de electricidad.

(4) Cuando se utilicen baterías para los circuitos de control o de señalización o como medios de arranque para el motor primario, deben ser adecuadas para ese fin y estar equipadas con un medio automático de carga independiente del grupo electrógeno.

(5) Son aceptables los grupos electrógenos que tarden más de 10 segundos para generar potencia, siempre que se instale una fuente auxiliar de suministro que energice el sistema de emergencia hasta que el grupo electrógeno tome la carga.

(c) Sistemas de alimentación ininterrumpida. Los sistemas de alimentación ininterrumpida (UPS) que se utilicen para suministro de los sistemas de emergencia deben cumplir las disposiciones aplicables del Artículo 700-12(a) y (b).

(d) Acometida independiente. Cuando lo acepte la autoridad competente como adecuado para un sistema de emergencia, se permite instalar una segunda acometida. Esta acometida debe cumplir las disposiciones de la Sección 230, con acometida aérea o subterránea, claramente separada física y eléctricamente de la acometida normal, para reducir al mínimo la posibilidad de interrupción simultánea del suministro.

(e) Equipos unitarios. Los equipos unitarios individuales para alumbrado de emergencia deben constar de: (1) una batería recargable; (2) medios para cargar la batería; (3) instalaciones para una o más bombillas montadas en el equipo, o permitirse terminales para bombillas remotas, o ambas, y (4) un relé que energice automáticamente las bombillas en cuanto se interrumpa el suministro normal al equipo. Las baterías deben ser de la capacidad nominal de corriente adecuada para alimentar y mantener como mínimo una tensión del 87,5 % de la tensión nominal de las baterías para la carga total de bombillas asociadas con la unidad durante un mínimo de 1,5 horas o el equipo unitario debe ser capaz de suministrar y mantener un mínimo del 60 % del

alumbrado inicial de emergencia durante 1,5 horas como mínimo. Las baterías, tanto si son de tipo ácido como alcalino, deben estar diseñadas y construidas de modo que satisfagan las necesidades del servicio de emergencia.

Los equipos unitarios deben estar fijos permanentemente (es decir, no pueden ser portátiles) y todos el alambrado que vayan hasta cada unidad debe estar instalado de acuerdo con cualquiera de los métodos de alambrado especificados en el Capítulo 3 de este *Código*. Se permite conectar los equipos mediante cordón flexible y clavija, siempre que el cordón no tenga más de 0,90 m de largo. El circuito ramal que alimenta a los equipos unitarios debe ser el mismo que alimenta al alumbrado de la zona y debe estar conectado antes de cualquier interruptor local. En el panel de distribución se debe identificar claramente cuál es el circuito ramal que alimenta al equipo unitario. Los aparatos de alumbrado de emergencia que reciban corriente de un equipo unitario pero que no formen parte del mismo, deben estar alambrados a dicho equipo como indica el Artículo 700-9 y según uno de los métodos de alambrado del Capítulo 3 de este *Código.*

Excepción: En una zona independiente y continua que tenga como mínimo tres circuitos de alumbrado normal, se permite instalar un circuito ramal independiente para equipos unitarios que empiece en el mismo panel de distribución que los circuitos normales de alumbrado y tenga un mecanismo de enganche.

D. Circuitos de sistemas de emergencia para alumbrado y fuerza

700-15. Cargas en circuitos ramales de emergencia. A los circuitos de alumbrado de emergencia no deben conectarse otros artefactos ni bombillas que no sean los específicos del sistema de emergencia.

700-16. Alumbrado de emergencia. El alumbrado de emergencia consiste en todos los medios necesarios para la iluminación de las salidas, luces indicadoras de las salidas y todas las demás luces específicas necesarias para conseguir una iluminación adecuada.

Los sistemas de alumbrado de emergencia deben estar diseñados e instalados de modo que el fallo de un elemento de los mismos, como una bombilla fundida, no deje a oscuras los espacios que requieran alumbrado de emergencia.

Cuando el único medio de alumbrado normal consista en bombillas de alta intensidad de descarga, como las de vapor de sodio o mercurio de alta y baja presión o las de haluros metálicos, el sistema de alumbrado de emergencia debe estar destinado para que funcione hasta que se restablezca totalmente el alumbrado normal.

Excepción: Cuando se hayan tomado medidas alternativas para asegurar que se mantenga el nivel de iluminación del alumbrado de emergencia.

700-17. Circuitos para alumbrado de emergencia. Los circuitos ramales para el alumbrado de emergencia se deben instalar de modo que, cuando se interrumpa el suministro al alumbrado normal, suministren corriente a partir de una fuente que cumpla los requisitos de el Artículo 700-12. Dichas instalaciones deben ofrecer una de las soluciones siguientes: (a) una fuente de alimentación para el alumbrado de emergencia, independiente de la fuente normal, con dispositivos que permitan transferir automáticamente el alumbrado de emergencia en cuanto se interrumpa el suministro normal, o (2) dos o más sistemas completos y separados, cada uno con su fuente de alimentación independiente que produzca corriente suficiente para el alumbrado de emergencia. A menos que se utilicen ambos sistemas para el alumbrado regular y se mantienen encendidos simultáneamente, se debe instalar un medio que encienda automáticamente cualquiera de los sistemas cuando falle el otro. Si los circuitos del sistema de emergencia están instalados de acuerdo con las disposiciones generales de otros Artículos de esta Sección, se permite que uno o los dos sistemas formen parte del sistema de alumbrado general de la ocupación protegida.

700-18. Circuitos para fuerza de emergencia. Para los circuitos ramales que alimenten equipos clasificados como de emergencia, debe haber una fuente de alimentación de emergencia a la cual se puedan transferir automáticamente todas las cargas de esos equipos si falla el suministro normal.

E. Control para los circuitos de alumbrado de emergencia

700-20. Requisitos de los interruptores. Los interruptores que haya en los circuitos de alumbrado de emergencia deben estar instalados de modo que sólo personas autorizadas puedan manipular el alumbrado de emergencia.

Excepción nº 1: Cuando hay dos o más interruptores sencillos conectados en paralelo para controlar un solo circuito, al menos uno de ellos sólo debe ser accesible a las personas autorizadas.

Excepción nº 2: Se permite instalar interruptores adicionales que sirvan para encender el alumbrado de emergencia pero no para apagarlo.

No se deben utilizar interruptores en serie ni de 3 o 4 vías.

700-21. Ubicación de los interruptores. Todos los interruptores manuales para controlar los circuitos de emergencia deben estar ubicados convenientemente de modo que las personas responsables de su manipulación tengan acceso a los mismos. En lugares de reuniones, como los cines o teatros, debe haber un interruptor para alumbrado de emergencia instalado en el vestíbulo o en otro lugar fácilmente accesible desde el mismo.

En ningún caso los interruptores del alumbrado de emergencia de un cine, teatro o lugar de reunión se deben instalar en la cabina de proyección, en el escenario ni en el estrado.

Excepción: Cuando haya instalados varios interruptores se permite que uno de ellos esté en dichos lugares, instalado de modo que permita energizar únicamente, pero que no lo pueda desenergizar.

700-22. Luces exteriores. Se permite que las luces del exterior de una edificación, que no sean necesarias cuando existe suficiente luz de día, se puedan controlar mediante un dispositivo automático accionado por la luz (célula fotoeléctrica).

F. Protección contra sobrecorriente

700-25. Accesibilidad. El dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito ramal al que estén conectados los circuitos de emergencia debe ser accesible únicamente a personas autorizadas.

(NOTA): Si en los circuitos de emergencia se instalan fusibles e interruptores automáticos coordinados de modo que se eliminen selectivamente las corrientes de falla, se incrementará la confiabilidad general del sistema.

700-26. Protección contra falla a tierra de equipos. No es necesario que la fuente alternativa de suministro de los sistemas de emergencia incorpore un dispositivo de desconexión automática para protección contra falla a tierra de equipos. La indicación de falla a tierra en la fuente de alimentación de emergencia debe cumplir lo establecido en el Artículo 700-7(d).

Sección 701 - SISTEMAS DE RESERVA LEGALMENTE REQUERIDOS

A. Generalidades

701-1. Alcance. Las disposiciones de esta Sección se aplican a la seguridad eléctrica de la instalación, operación y mantenimiento de los sistemas de reserva legalmente requeridos, consistentes en circuitos y equipos destinados para suministrar, distribuir y controlar la electricidad para determinadas instalaciones de alumbrado, fuerza o ambas aplicaciones cuando se interrumpe el suministro eléctrico normal.

A efectos de esta Sección, un sistema de reserva consiste únicamente en un sistema completo de instalación permanente, incluida la fuente de alimentación.

(NOTA 1): Para más información, véase *Standard for Health Care Facilities*, ANSI/NFPA 99-1996.

(NOTA 2): Para más información sobre el funcionamiento de los sistemas eléctricos de emergencia y de reserva, véase *Standard for Emergency and Standby Power Systems*, ANSI/NFPA 110-1996 .

(NOTA 3): Véase también *Recommended Practice for Emergency and Standby Power Systems for Industrial and Commercial Applications*, ANSI/IEEE 446-1987.

701-2. Sistemas de reserva legalmente requeridos. Los sistemas de reserva legalmente requeridos son los exigidos por la leyes municipales, distritales, departamentales o nacionales o por otros códigos o por cualquier organismo gubernamental competente. Estos sistemas están destinados para suministrar automáticamente corriente a cargas seleccionadas (diferentes a las clasificadas como sistemas de emergencia) en el caso de que falle el suministro normal.

(NOTA): Los sistemas de reserva requeridos son los que se instalan normalmente para servir a cargas, como sistemas de calefacción y refrigeración, comunicaciones, ventilación y extracción de humos, eliminación de residuos, instalaciones de alumbrado y de procesos industriales que, si se detienen debido a la interrupción del suministro eléctrico normal, podrían crear riesgos o dificultar las operaciones de lucha contra incendios.

701-3. Aplicación de otras Secciones. A los sistemas de reserva les son de aplicación todas las Secciones de este *Código*, excepto lo modificado por esta Sección.

701-4. Aprobación de los equipos. Todos los equipos de las instalaciones de reserva tienen que estar aprobados para ese uso.

701-5. Ensayos y mantenimiento para los sistemas de reserva legalmente requeridos

(a) Dirigir o presenciar las pruebas. La autoridad competente debe dirigir o presenciar los ensayos de los sistemas de reserva legalmente requeridos completos, una vez instalados.

(b) Ensayos periódicos. Los sistemas de reserva legalmente requeridos se deben ensayar periódicamente, bajo un programa y de modo que resulten aceptables a la autoridad competente para asegurar que los sistemas se mantienen en condiciones adecuadas de operación.

(c) Mantenimiento de las baterías de los sistemas de reserva. Cuando haya instaladas baterías o sistemas de baterías, utilizadas para control y arranque de los motores primarios, la autoridad competente debe exigir su mantenimiento periódico.

(d) Registro escrito. De todos los ensayos y mantenimiento de los sistemas de reserva legalmente requeridos se debe mantener un registro escrito.

(e) Ensayos bajo carga. Se deben instalar medios que permitan ensayar bajo carga todos los sistemas de reserva legalmente requeridos.

701-6. Capacidad y régimen. Un sistema de reserva legalmente requerido debe tener la capacidad y el régimen adecuados para que puedan funcionar simultáneamente todas las cargas conectadas. Los equipos de los sistemas de reserva legalmente requeridos deben poder soportar la máxima corriente de falla disponible en sus terminales.

Se permite que la fuente de corriente alterna alimente los sistemas de reserva legalmente requeridos y las cargas de sistemas opcionales de reserva, cuando se proporcione selección de carga automática y restricción de carga, como una necesidad para asegurar el suministro adecuado de los circuitos de reserva legalmente requeridos.

701-7. Equipo de transferencia. El equipo de transferencia, incluidos los conmutadores automáticos de transferencia, debe ser automático, estar identificado para usarlo como equipo de reserva y aprobado por la autoridad competente. El equipo de transferencia se debe diseñar e instalar de modo que impida la interconexión accidental de las fuentes de alimentación normal y de reserva al hacer cualquier operación (véase el Artículo 230-83).

Deben instalarse medios que permitan puentear y aislar el equipo de transferencia. Si el dispositivo consiste en un seccionador de separación en derivación, se debe evitar que se opere accidentalmente en paralelo.

701-8. Señalización. Siempre que sea posible se deben instalar dispositivos de señalización sonora y visual, para los siguientes fines:

(a) Avería. Para indicar avería del sistema de reserva.

(b) Portando carga. Para indicar que la fuente de reserva está portando carga.

(c) No funcionamiento. Para indicar que no funciona el cargador de batería.

(NOTA): Para las señales de los grupos electrógenos véase *Standard for Emergency and Standby Power Systems, ANSI/* NFPA 110-1996.

701-9. Avisos

(a) Equipo de reserva obligatorio. En la entrada de acometida se debe poner un aviso que indique el tipo y ubicación en sitio de las fuentes de alimentación de reserva legalmente obligatorias.

Excepción: No es necesario instalar avisos en los equipos unitarios, como se indica en el Artículo 701-11(f).

(b) Puesta a tierra. Cuando el conductor del circuito puesto a tierra de la fuente de alimentación de emergencia esté conectado al conductor del electrodo de puesta a tierra en un lugar alejado de dicha fuente de alimentación, cerca del electrodo se debe colocar un aviso que identifique las fuentes de alimentación normales y de emergencia que estén conectadas en ese lugar.

B. Alambrado de circuitos

701-10. Alambrado de sistemas de reserva legalmente requeridos. Se permite que el alambrado de los sistemas de reserva legalmente requeridos ocupen las mismas canalizaciones, cables, cajas y gabinetes junto con otro alambrado general..

C. Fuentes de alimentación

701-11. Sistemas de reserva legalmente requeridos. El suministro eléctrico del sistema de reserva debe ser tal que, en el caso de falla del suministro normal a la edificación o grupo de edificaciones afectadas o dentro de ellas, la fuente de reserva legalmente requerida estará disponible dentro del tiempo necesario para la aplicación, pero que no pase de 60 segundos. El sistema de suministro para propósitos de reserva legalmente requerida, además de permitir el funcionamiento de los servicios normales de la edificación, puede constar de uno o más de los sistemas que se describen en los siguientes apartados (a) hasta (f). Los equipos unitarios de acuerdo con el Artículo 701-11(f) deben cumplir las especificaciones aplicables de esta Sección.

Al seleccionar una fuente de alimentación de reserva legalmente requerida hay que tener en cuenta el tipo de actividad desarrollada en la edificación y el servicio que haya que prestar, por ejemplo si es de corta o larga duración.

Se debe considerar que el diseño y la ubicación, o ambos, de todos los equipos de reserva de modo que se reduzcan al mínimo los riesgos de fallas debidas a inundaciones, incendios, formación de hielo o vandalismo.

(NOTA): El grado de confiabilidad de la fuente de alimentación de un sistema de reserva dependerá de la evaluación cuidadosa de las variables de cada instalación en particular.

(a) Baterías. Las baterías que se utilicen como fuentes de alimentación de los sistemas de reserva deben ser de capacidad y régimen adecuados para alimentar y mantener activas, durante 1,5 horas como mínimo, todas las cargas conectadas, sin que la tensión caiga a menos del 87,5 % de la tensión normal.

Las baterías, tanto si son de tipo ácido como alcalino, deben estar diseñadas y construidas de modo que satisfagan las necesidades del servicio de emergencia y deben ser compatibles con el cargador que haya instalado en ese sistema en particular.

En las baterías selladas no es necesario que su caja sea transparente. Sin embargo, las baterías de plomo-ácido a las que haya que añadir agua deben tener cajas transparentes o translúcidas. No se deben utilizar baterías tipo automotriz.

La instalación debe contar con un medio de carga automática de las baterías.

(b) Grupos electrógenos

(1) Un grupo electrógeno movido por un motor primario que sea aceptable para la autoridad competente y dimensionado de acuerdo con en el Artículo 701-6. Se deben instalar medios para el arranque automático del motor primario cuando haya falla en la fuente principal de suministro y que transfieran y operen automáticamente todos los circuitos eléctricos necesarios. Se debe instalar también un retardador que impida que las cargas se vuelvan a transferir al circuito principal de suministro antes de 15 minutos, aunque se hubiera restablecido el suministro normal antes de ese plazo.

(2) Cuando el motor primario del grupo electrógeno sea de combustión interna, debe instalarse en el mismo sitio del predio un depósito y un sistema de alimentación de combustible suficiente para que el sistema de reserva pueda funcionar a plena carga durante dos horas como mínimo.

(3) Los motores primarios de los grupos electrógenos no deben depender exclusivamente de las redes de suministro públicas de gas para su funcionamiento ni de la red pública de agua para su refrigeración. Si se utilizan dos sistemas de suministro de combustible, se deben instalar medios de transferencia automática de un sistema a otro.

Excepción: Cuando exista poca probabilidad de que vayan a fallar simultáneamente el suministro exterior de electricidad y de gas y lo autorice la autoridad competente, se permite utilizar sistemas de combustible externos.

(4) Cuando se utilicen baterías para alimentación de control o de señalización o como medio para arrancar el motor primario, deben ser adecuadas para ese fin y estar equipadas con un medio automático de carga independiente del grupo electrógeno.

(c) Sistemas de alimentación ininterrumpida. Los sistemas de alimentación ininterrumpida (UPS) que se utilicen para suministro de los sistemas de reserva legalmente requeridos deben cumplir las disposiciones aplicables de el Artículo 701-11(a) y (b).

(d) Acometida independiente. Cuando lo acepte la autoridad competente se permite instalar una segunda acometida. Esta acometida debe cumplir las disposiciones de la Sección 230, con acometida aérea o subterránea independiente y estar claramente separada física y eléctricamente de la acometida normal, para reducir al mínimo la posibilidad de corte simultáneo de las dos fuentes de alimentación.

(e) Conexión antes del medio de desconexión de la acometida. Cuando lo permita la autoridad competente, se puede conectar el sistema de reserva legalmente requerido antes del medio de desconexión de la acometida, pero no en el mismo medio. La acometida de reserva legalmente requerida debe estar claramente separada del medio de desconexión de la acometida normal para evitar la interrupción simultánea del suministro de ambas fuentes si se produjera el corte de corriente en el edificio o grupo de edificios afectados.

(NOTA): Para información sobre la conexión permitida de equipos antes del medio de desconexión de la acometida,(lado del suministro) véase el Artículo 230-82.

(f) Equipos unitarios. Los equipos unitarios individuales para alumbrado de reserva legalmente requerido deben constar de: (1) una batería recargable; (2) un cargador de batería; (3) instalaciones para una o más bombillas montadas en los equipos o terminales para su instalación remota, o ambas, y (4) un relé que encienda automáticamente las bombillas en cuanto se interrumpa el suministro normal al equipo unitario. Las baterías deben ser de la capacidad y régimen adecuados para mantener como mínimo una tensión del 87,5 % de la tensión nominal de las baterías para toda la carga de bombillas asociadas con la unidad durante un tiempo mínimo de 1,5 horas o el equipo unitario debe ser capaz de suministrar y mantener un mínimo del 60 % del alumbrado inicial de reserva legalmente requerido durante 1,5 horas como mínimo. Las baterías, tanto si son de tipo ácido como alcalino, deben estar diseñadas y construidas de modo que satisfagan las necesidades del servicio de reserva.

Los equipos unitarios deben estar fijos en sitio (es decir, no pueden ser portátiles) y el alambrado que vaya hasta cada unidad deben estar instalados según alguno de los métodos de alambrado especificados en el Capítulo 3 de este *Código*. Se permite conectar los equipos mediante cordón flexible y clavija, siempre que el cordón no tenga más de 0,9 m de largo. El circuito ramal que alimenta al equipo unitario debe ser el mismo del alumbrado normal en el área y debe estar conectado antes de cualquier interruptor local. Los aparatos de alumbrado de reserva obligatorio que reciban corriente desde un equipo unitario y que no formen parte del mismo, deben estar alambrados a dicho equipo según uno de los métodos de alambrado del Capítulo 3 de este *Código.*

Excepción: En una zona independiente y continua alimentada por un mínimo de tres circuitos de alumbrado normal, se permite instalar un circuito ramal independiente para equipos unitarios que empiece en el mismo panel de distribución que los circuitos normales de alumbrado y tenga un mecanismo de enganche.

D. Protección contra sobrecorriente

701-15. Accesibilidad. Los dispositivos de protección contra sobrecorriente de circuitos ramales en circuitos de reserva legalmente requeridos deben estar ubicados de modo que sólo sean accesibles a personas autorizadas.

701-17. Protección contra falla a tierra de equipos. No es necesario que la fuente alternativa de suministro para sistemas de reserva legalmente requeridos tenga protección contra falla a tierra de equipos.

Sección 702 - SISTEMAS DE RESERVA OPCIONALES

A. Generalidades

702-1. Alcance. Las disposiciones de esta Sección se aplican a la instalación y funcionamiento de los equipos de reserva opcionales.

Los sistemas a los que se refiere esta Sección consisten exclusivamente de aquellos que están permanentemente instalados en su totalidad, incluyendo motores primarios.

702-2. Sistemas de reserva opcionales. Los sistemas de reserva opcionales tienen por finalidad proteger las instalaciones o propiedades públicas o privadas cuando la seguridad de la vida humana no depende del funcionamiento del sistema. Los sistemas de reserva opcionales tienen por finalidad suministrar energía eléctrica generada en sitio a determinadas cargas, de modo automático o manual.

(NOTA): Los sistemas de reserva opcionales se instalan normalmente para ofrecer una fuente alternativa de energía eléctrica a instalaciones como edificaciones comerciales e industriales, explotaciones agrícolas y edificios residenciales, para cargas como sistemas de calefacción y refrigeración, sistemas de comunicaciones y procesamiento de datos y procesos industriales que, si se interrumpieran debido a un corte del suministro, podrían causar incomodidades, interrupciones graves de los procesos, daños a los productos o procesos en curso, o similares.

702-3. Aplicación de otras Secciones. A los sistemas de reserva le son de aplicación todas las Secciones de este *Código*, excepto lo modificado por esta Sección.

702-4. Aprobación de los equipos. Todos los equipos de las instalaciones de reserva tienen que estar aprobados para ese uso.

702-5. Capacidad y régimen. Un sistema de reserva opcional debe tener la capacidad y el régimen adecuados para que puedan funcionar simultáneamente todas las cargas destinadas. Los equipos de los sistemas de reserva opcionales deben ser adecuados para soportar la máxima corriente de falla disponible en sus terminales. Se permite que el usuario del sistema opcional de reserva elija las cargas que quiera conectar al sistema.

702-6. Equipo de transferencia. El equipo de transferencia debe ser adecuado para el uso previsto y estar diseñado e instalado de modo que impida la interconexión accidental de las fuentes de alimentación normal y de reserva al hacer cualquier operación.

Se permite que el equipo de transferencia, conectado del lado de la carga de la protección del circuito ramal, contenga otros dispositivos suplementarios de protección contra sobrecorriente con capacidad suficiente para la corriente disponible de falla que pueda producir el generador.

702-7. Señalización. Siempre que sea posible se deben instalar dispositivos de señalización sonoras y visuales, para los siguientes fines:

(a) Avería. Para indicar una avería del sistema de reserva opcional.

(b) Portando carga. Para indicar que la fuente de reserva está portando una carga.

702-8. Avisos

(a) Reserva. En el equipo de entrada de acometida se debe poner un aviso que indique el tipo y ubicación de las fuentes de alimentación de reserva opcional.

Excepción: No es necesario instalar avisos en los equipos unitarios para alumbrado de reserva.

(b) Puesta a tierra. Cuando el conductor del circuito puesto a tierra de la fuente de alimentación de emergencia esté conectado al conductor del electrodo de puesta a tierra en un lugar alejado de dicha fuente de alimentación, cerca del electrodo se debe colocar un aviso que identifique las fuentes de alimentación normales y de emergencia que estén conectadas en ese lugar.

B. Alambrado de circuitos

702-9. Alambrado de sistemas de reserva opcionales. Se permite que el alambrado de los sistemas de reserva opcionales ocupe las mismas canalizaciones, cables, cajas y gabinetes junto con otro alambrado general.

Sección 705 - FUENTES DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA INTERCONECTADAS

705.1. Alcance. Esta Sección trata de la instalación de una o más fuentes de generación de energía eléctrica operando en paralelo con una o varias fuentes primarias de electricidad.

(NOTA): Son fuentes primarias de energía eléctrica las centrales eléctricas, los grupos electrógenos autónomos, etc.

705-2. Definición. A efectos de esta Sección se utiliza la siguiente definición :

Sistema interactivo : sistema de generación de energía eléctrica operando en paralelo con una fuente primaria de energía eléctrica, a la cual le puede suministrar a su vez energía.

705-3. Otras Secciones. Las fuentes de generación de energía eléctrica interconectadas deben cumplir las disposiciones de esta Sección y las de las siguientes Secciones de este *Código*:

	Sección
Generadores	445
Sistemas de emergencia	700
Sistemas de reserva legalmente requeridos	701
Sistemas de reserva opcionales	702
Sistemas solares fotovoltaicos	690

705-10. Directorio. En todos los equipos de la acometida y donde existan fuentes de generación de energía eléctrica que se puedan interconectar, se debe instalar de forma permanente una placa o directorio que indique todas las fuentes de energía eléctrica existentes en los predios o instalaciones.

Excepción: En las instalaciones con gran número de fuentes de generación de energía eléctrica, se permite designarlas por grupos.

705-12. Punto de conexión. Las salidas de los sistemas de generación de energía eléctrica se deben interconectar en el medio de desconexión de la acometida del predio. Véase el Artículo 230-82 Excepción nº 6.

Excepción nº 1: Se permite interconectar las salidas en otro u otros puntos de los predios siempre que el sistema eléctrico sea integrado e incorpore equipos de protección de acuerdo con lo establecido en los correspondientes artículos de la Sección 685.

Excepción nº 2: Se permite interconectar las salidas en otro u otros puntos de los predios siempre que se cumplan todas las condiciones siguientes:

a. El total de las fuentes de alimentación que no sean las de la compañía local de energía tenga una potencia de más de 100 kW o la acometida sea de más de 1 000 V.
b. Las condiciones de mantenimiento y supervisión de las instalaciones aseguren que sólo personas calificadas atienden y operan el sistema.
c. Se establezcan y mantengan las medidas de seguridad y protección adecuadas para todos los equipos.

705-14. Características de las salidas. La salida de un generador u otra fuente de generación de energía eléctrica que funcione en paralelo con un sistema de suministro de energía eléctrica, debe tener tensión, forma de onda y frecuencia compatibles con el sistema al cual se conecta.

(NOTA): El término "compatible" no quiere decir que la forma de onda coincida exactamente con la de la fuente primaria.

705-16. Capacidad nominal de interrupción y de soporte. Para el cálculo de la capacidad nominal de interrupción y de soporte de los sistemas de generación de energía eléctrica interconectados, hay que tener en cuenta la contribución de todas las corrientes de falla de las fuentes de alimentación interconectadas.

705-20. Medios de desconexión de las fuentes. Se deben instalar medios que permitan desconectar todos los conductores no puestos a tierra de cada una de las fuentes de generación de energía eléctrica de todos los demás conductores. Véase la Sección 230.

705-21. Medios de desconexión de los equipos. Se deben instalar medios que permitan desconectar todos los equipos de las fuentes de generación de energía eléctrica, como inversores o transformadores, de todos los conductores no puestos a tierra de las fuentes de alimentación.

Excepción: Los equipos destinados para que se operen y se mantengan como parte integral de una fuente de generación de más de 1 000 V.

705-22. Dispositivo de desconexión. El medio de desconexión de los conductores no puestos a tierra debe ser uno o varios interruptores o interruptores automáticos, manuales o accionados eléctricamente y deben :

(1) Estar ubicados donde sean accesibles.

(2) Ser accionables desde el exterior, sin que el operador tenga que tocar partes energizadas y, si están accionados eléctricamente, de un tipo que se pueda abrir a mano si se produjera una falla en el suministro.

(3) Tener una indicación clara cuando están en posición de abierto o cerrado.

(4) Tener capacidades nominales no menores a la carga soportada y a la corriente de falla a interrumpir.

Para desconectar equipos energizados desde ambos lados, se debe proporcionar una marca para indicar que todos los contactos del equipo de desconexión pueden estar energizados.

(NOTA 1): En los sistemas de generación en paralelo puede haber equipos que probablemente se energicen por los dos polos, como interruptores y fusibles de cuchilla. Véase el Artículo 240-40.

(NOTA 2): La interconexión de las fuentes de generación a una fuente primaria fuera del edificio podría requerir la instalación de un dispositivo de desconexión claramente visible y verificable.

705-30. Protección contra sobrecorriente. Los conductores deben estar protegidos contra sobrecorriente según lo establecido en la Sección 240. La protección contra sobrecorriente de los equipos debe cumplir lo establecido en las Secciones a que hace referencia la Parte A de la Sección 240. Los equipos y conductores conectados a más de una fuente de energía eléctrica deben tener un número suficiente de dispositivos de protección contra sobrecorriente ubicados de modo que brinden protección desde todas ellas.

(1) Los generadores deben protegerse según lo que establece el Artículo 445-4.

(2) Los sistemas solares fotovoltaicos deben protegerse según lo que establece la Sección 690.

(3) Cuando un transformador esté conectado a una fuente por cada lado, se debe instalar un dispositivo de protección contra sobrecorriente de acuerdo con el Artículo 450-3, teniendo primero en cuenta uno de los lados del transformador, por ejemplo el primario, y después el otro.

705-32. Protección contra falla a tierra. Cuando se utilice protección contra falla a tierra, la salida de un sistema interactivo debe conectarse del lado de suministro de esa protección.

Excepción: Se permite que la conexión se haga del lado de la carga de la protección contra falla a tierra, siempre que los equipos estén protegidos contra falla a tierra que se produzca por cualquiera de las fuentes de corriente de falla.

705-40. Pérdida de la fuente primaria. Si se pierde la fuente primaria, todas las fuentes de generación de energía eléctrica se deben desconectar automáticamente de todos los conductores no puestos a tierra de la fuente primaria y no se deben volver a conectar hasta que se restablezca el suministro de la fuente primaria.

(NOTA 1): Si una fuente de generación de energía eléctrica interactiva puede operar aisladamente, se podrían producir riesgos para las personas y para los equipos asociados a la fuente primaria. Para saber si se ha producido un corte en el sistema de suministro de la fuente primaria y si existe desconexión automática, es necesario instalar medios especiales de detección. Cuando se restablece el suministro de la fuente primaria, también pueden ser necesarios medios especiales de detección para limitar la exposición de las demás fuentes de generación a los desfases que se producen en la reconexión.

(NOTA 2): Cuando se pierde la fuente primaria en equipos de generación por inducción con capacitancia significativa, se pueden llegar a autoexcitar y experimentar fuertes subidas de tensión.

705-42. Sistemas de interconexión desequilibrados. Una fuente trifásica de generación de energía eléctrica se debe desconectar automáticamente de todos los conductores no puestos a tierra de los sistemas interconectados cuando se abra una de las fases.

Excepción: Una fuente de generación energía eléctrica que le de suministro a un sistema de emergencia o de reserva legalmente requerido.

705-43. Generadores sincronizados. Los generadores sincronizados e instalados en paralelo deben contar con los equipos necesarios para establecer y mantener la condición de sincronización.

705-50. Puesta a tierra. Las fuentes de generación de energía eléctrica interconectadas se deben poner a tierra según lo que establece la Sección 250.

Excepción: En los sistemas de corriente continua conectados directamente a una acometida puesta a tierra a través de un inversor, se permiten otros métodos alternativos que proporcionen al sistema una protección equivalente, siempre que se utilicen equipos certificados e identificados para ese uso.

Sección 710 - INSTALACIONES DE MÁS DE 600 V NOMINALES

A. Generalidades

710-1. Alcance. En esta Sección se recogen los requisitos generales de todos los circuitos y equipos que funcionan a más de 600 V nominales.

(NOTA): Para los requisitos de seguridad eléctrica de los empleados en su puesto de trabajo, véase *Standard for Electrical Safety Requirements for Employee Workplaces*, ANSI/NFPA 70E-1995.

710-2. Definición. A efectos de esta Sección, se considera "alta tensión" la que tenga más de 600 V nominales.

710-3. Otros Artículos. En las Secciones relacionadas a continuación se incluyen disposiciones aplicables a distintos tipos de instalaciones de más de 600 V nominales:

	Sección
Acometidas	230
Aparatos de alumbrado, portabombillas, bombillas y tomacorrientes	410
Bandejas portacables	318
Cables y cordones flexibles	400
Cajas de salida, de dispositivos, de paso y de unión, conduletas y accesorios	370
Canalizaciones o Buses de barras	364
Circuitos ramales y alimentadores exteriores	225
Condensadores	460
Conductores para alambrado general	310
Definiciones	100
Métodos de alambrado	300
Motores, circuitos de motores y controladores de motores	430
Pararrayos	280
Protección contra sobrecorriente	240
Requisitos de las instalaciones eléctricas	110
Resistencias y reactancias	470
Anuncios eléctricos e iluminación de contorno	600
Puesta a tierra	250
Transformadores y bóvedas para transformadores	450

710-4. Métodos de alambrado

(a) Conductores por encima del nivel del suelo. Los conductores por encima del nivel del suelo deben ir instalados en tubería de metal rígidos, tubería metálica intermedia, tubería rígida no metálica, en bandejas portacables, en canalizaciones o buses de barras, en buses cables o en otro tipo de canalización identificada o en tramos a la vista de cables con recubrimiento metálico adecuados para ese uso y propósito.

En lugares accesibles sólo a personas calificadas, se permiten también tramos a la vista de cables de Tipo MV, conductores desnudos y barras desnudas.

(b) Conductores subterráneos. Los conductores subterráneos deben estar identificados para la tensión y condiciones en las que vayan a ir instalados.

Los cables enterrados directamente deben cumplir o establecido en el Artículo 310-7.

Se permite que los cables subterráneos vayan directamente enterrados o instalados en canalizaciones identificadas para ese uso y que cumplan los requisitos de profundidad de la Tabla 710-4(b).

Los cables no blindados se deben instalar en tubería metálica rígida, tubería metálica intermedia o tubería rígida no metálica, cubiertos de una capa de concreto con espesor no menor a 75 mm.

Excepción nº 1: Los cables de Tipo MC con conductores no blindados, cuando el recubrimiento metálico esté puesto a tierra eficazmente según los requisitos del Artículo 250-51.

Excepción nº 2: Los cables con recubrimiento metálico resistente a la humedad con conductores no blindados, cuando el recubrimiento metálico esté puesto a tierra eficazmente según los requisitos de el Artículo 250-51.

Tabla 710-4(b). Requisitos mínimos de profundidad de los cables enterrados (1) (en cm)

Tensión del circuito	Cables directamente enterrados	Tubería rígida no metálica aprobada para enterrarla directamente (2)	Tubería metálica rígida y tubería metálica intermedia
De más de 600 V hasta 22 kV	75	45	15
De más de 22 kV hasta 40 kV	90	60	15
De más de 40 kV	100	75	15

Notas a la Tabla:

(1) Se define "profundidad" como la distancia más corta desde un punto ubicado en la superficie más alta de cualquier cable, conductor, tubería u otra canalización directamente enterrados y la parte superior de la superficie del acabado del suelo, concreto u cubierta similar.
(2) Estos tubos deben estar certificados, por un organismo calificado de ensayos, como adecuados para ir enterrados directamente sin encajonamiento. Todos los demás sistemas no metálicos requieren una capa de concreto o equivalente de 50 mm sobre el tubo, además de las profundidades de la Tabla.

Excepciones a la Tabla:

Nro. 1: En áreas donde haya tráfico de vehículos, como calles o aparcamientos públicos, la profundidad mínima debe ser de 0,6 m.

Nro. 2: Se permite reducir la profundidad mínima de la tubería que no sea de metal rígido o intermedia en 15 cm cada 50 mm de protección de concreto o equivalente colocada en la zanja sobre la que discurren los cables.

Nro. 3: Los requisitos de profundidad mínima no se aplican a las tuberías ni otras canalizaciones que estén ubicadas bajo una edificación o bajo losas de concreto con un espesor no menor a 10 cm y que sobresalgan de la

instalación subterránea una distancia no menor a 15 cm. Sobre estas instalaciones subterráneas se debe instalar una cinta de advertencia u otro medio adecuado de eficacia similar.

Nro. 4: Se permite que la profundidad sea menor cuando los cables y conductores salgan a la superficie hasta las terminaciones o empalmes o cuando sea necesario acceder a ellos por otros motivos.

Nro. 5: En las pistas de los aeropuertos y zonas adyacentes en las que esté prohibido el paso, se permite que los cables estén enterrados a una profundidad no menor a 0,5 m sin necesidad de canalizaciones, tubos de concreto o similares.

Nro. 6: Se permite que las canalizaciones instaladas en roca maciza se entierren a menos profundidad, siempre que estén cubiertas por una capa de concreto de 50 mm que se prolongue hasta la superficie de la roca.

(1) Protección contra daños. Los conductores que salgan de la tierra se deben encerrar mediante canalizaciones aprobadas. Las canalizaciones instaladas en postes deben ser tubos de metal rígidos, tubos metálicos intermedios, PVC Schedule 80 o equivalentes, y deben ir desde la profundidad mínima establecida en la Tabla 710-4(b) hasta un punto ubicado a 2,4 m por encima de la superficie de acabado del suelo. Los conductores que entren en una edificación se deben proteger con una canalización aprobada desde la profundidad mínima establecida en la Tabla 710-4(b) hasta el punto de entrada a la edificación. Los encerramientos metálicos se deben poner a tierra.

(2) Empalmes. Se permite hacer empalmes y derivaciones en los cables directamente enterrados sin necesidad de usar cajas de empalmes, siempre que se hagan con materiales adecuados para la aplicación. Los empalmes y derivaciones deben ser herméticos al agua y protegerse contra daños físicos. Cuando los cables sean blindados se debe mantener la continuidad del blindaje en los empalmes o derivaciones.

Excepción: En los empalmes de sistemas de cables prefabricados, se permite que los blindajes metálicos de los cables de conductor sencillo directamente enterrados se interrumpan y traslapen. En ambos casos, las dos partes del blindaje se deben poner a tierra en un punto.

(3) Relleno. No se deben rellenar con piedras grandes, restos de pavimentaciones, escombros, elementos con puntas o aristas pronunciadas ni materiales corrosivos las zanjas en donde los materiales puedan afectar las canalizaciones, cables u otros elementos similares ni cuando puedan impedir una buena compactación del relleno o favorecer la corrosión de canalizaciones, cables u otros elementos.

Para evitar daños físicos a las canalizaciones o cables se pueden proteger con material granular, otros materiales seleccionados o láminas adecuadas.

(4) Sellado de las canalizaciones. Cuando una canalización procedente de una instalación subterránea entre en una edificación, el extremo en el interior de la edificación se debe sellar con un material adecuado que evite la entrada de gases o humedad a través de la canalización o se debe acomodar de modo que evite el contacto de humedad con partes energizadas.

(c) Barras. Se permite que las barras sean de cobre o aluminio.

710-5. Conductores aislados con cubierta trenzada: instalación al aire. Los tramos a la vista de los conductores aislados con cubierta trenzada deben ser de material retardante de las llamas. Si los conductores no tienen esta protección, una vez instalados se debe aplicar a la pantalla un compuesto retardante de la llama. Los cables se deben pelar en los extremos, retirando la pantalla hasta una distancia de seguridad de acuerdo con la tensión de operación. Esta distancia no debe ser menor a 25 mm por cada kV de tensión fase-tierra del circuito, siempre que sea posible.

710-6. Blindaje de aislamiento. Los blindajes metálicos y semiconductivos de los cables blindados se deben pelar hasta una distancia que resulte adecuada a la tensión y aislamiento del circuito. En todas las terminaciones de los blindajes y pantallas que vengan con los cables se deben instalar medios que eviten las tensiones mecánicas.

Los componentes de blindajes metálicos, tales cintas, alambres o trenzados o combinaciones de los mismos y todos sus componentes conductores o semiconductores, se deben poner a tierra.

710-7. Puesta a tierra. El alambrado e instalaciones de equipos se deben poner a tierra cumpliendo las disposiciones de la Sección 250.

710-8. Protección mecánica y contra la humedad para cables con recubrimiento metálico. Cuando los conductores del recubrimiento metálico salgan de un cable y sea necesario protegerlos contra la humedad o contra daños físicos, se debe proteger su aislamiento mediante un dispositivo terminal adecuado al recubrimiento del cable.

710-9. Protección de equipos de acometida, aparatos de maniobra en gabinetes metálicos (Switchgear) y conjuntos de control industrial. En las cercanías de los equipos de acometida, de aparatos de maniobra en gabinetes metálicos o conjuntos de control industrial no se deben instalar tuberías o ductos que no pertenezcan a la instalación eléctrica y que requieran mantenimiento periódico o cuyo mal funcionamiento pudiera afectar la operación de la instalación eléctrica. Si fuera necesario, se deben proteger los sistemas eléctricos por fugas de condensación o de los posibles daños producidos por la rotura de dichos elementos extraños. No se consideran elementos extraños las tuberías y equipos de protección contra incendios de la instalación eléctrica.

B. Equipos - Disposiciones generales

710-11. Instalaciones interiores. Véase el Artículo 110-31(a).

710-12. Instalaciones exteriores. Véase el Artículo 110-31(b).

710-13. Equipos en encerramientos metálicos. Véase el Artículo 110-31(c).

710-14. Equipos sumergidos en aceite. Las instalaciones de equipos eléctricos distintos de los transformadores (de los que trata la Sección 450) que contengan más de 37,85 L de aceite inflamable por unidad, deben cumplir los requisitos de la Sección 450 Partes B y C.

C. Equipos - Disposiciones específicas

(NOTA): Véanse también las referencias a tipos específicos de instalaciones en el Artículo 710-3.

710-20. Protección contra sobrecorriente. Todos los conductores no puestos a tierra se deben proteger contra sobrecorriente por alguna de las siguientes formas :

(a) Relés de sobrecorriente y transformadores de corriente. Los interruptores automáticos utilizados para la protección contra sobrecorriente de instalaciones trifásicas de c.a. deben tener un mínimo de tres relés de sobrecorriente operados desde tres transformadores de corriente.

Excepción nº 1: En circuitos trifásicos trifilares se permite sustituir uno de los relés por un relé de sobrecorriente instalado en el circuito residual de los transformadores de corriente.

Excepción nº 2: Se permite instalar un relé de sobrecorriente operado desde un transformador de corriente que reúna todas las fases de un circuito trifásico trifilar en sustitución del relé residual y del transformador de una de las fases. Cuando el neutro no se vuelva a poner a tierra en el lado de la carga del circuito, tal como

permite el Artículo 250-152(b), se permite que el transformador de corriente reúna los conductores de las tres fases y el conductor del circuito puesto a tierra (neutro).

(b) Fusibles. Se debe conectar un fusible en serie con cada uno de los conductores no puestos a tierra.

710-21. Dispositivos de interrupción de circuitos

(a) Interruptores automáticos

(1) En las instalaciones interiores, los interruptores automáticos deben ir montados en encerramientos metálicos o montados en celdas resistentes al fuego.

Excepción: Se permite la instalación de interruptores automáticos a la vista cuando sean accesibles sólo a personas calificadas.

(2) Los interruptores automáticos que pueden desconectar transformadores sumergidos en aceite deben estar instalados fuera de la bóveda de transformadores o ser accionables desde el exterior de la bóveda.

(3) Los interruptores automáticos sumergidos en aceite se deben instalar o colocar de modo que los materiales combustibles que pueda haber cerca de ellos queden debidamente resguardados.

(4) Los interruptores automáticos deben tener los siguientes equipos o características de operación:

a. Un medio mecánico accesible u otro medio aprobado que permita su disparo manual, independientemente de la potencia de control.
b. Ser de disparo libre (trip free).
c. Si se pueden abrir o cerrar manualmente mientras están energizados, sus contactos principales deben operar independientemente de la velocidad de la operación manual.
d. Un indicador mecánico de posición en el interruptor automático, que señale cuál es la posición de abierto o cerrado de los contactos principales.
e. Un indicador, en el punto o puntos desde los que se pueda accionar el interruptor, que señale cuál es su posición de abierto y cerrado.
f. Una placa permanente y legible que indique el nombre del fabricante o marca comercial, tipo o número de identificación del fabricante, corriente nominal continua, capacidad nominal de interrupción en mVA o A y tensión nominal máxima. Si se modifican los valores nominales del interruptor se debe instalar otra placa con los nuevos valores.

(5) La corriente nominal continua de un interruptor automático no debe ser menor a la corriente máxima continua que pueda soportar.

(6) La capacidad nominal de interrupción de un interruptor automático no debe ser menor a la corriente de falla máxima que deba interrumpir el dispositivo, teniendo en cuenta las contribuciones de todas las fuentes de alimentación conectadas.

(7) La capacidad nominal de cierre de un interruptor automático no debe ser menor a la corriente de falla máxima asimétrica a la cual se pueda cerrar.

(8) La capacidad nominal momentánea de un interruptor automático no debe ser menor a la corriente de falla máxima asimétrica en el punto de instalación.

(9) La tensión nominal máxima de un interruptor automático no debe ser menor a la tensión nominal del circuito.

(b) Fusibles y portafusibles de potencia.

(1) Uso. Cuando se utilicen fusibles para proteger los conductores y equipos, se debe instalar un fusible en cada conductor no puesto a tierra. Se permite instalar dos fusibles de potencia en paralelo para proteger

la misma carga si ambos son de la misma capacidad nominal y están instalados en una base común identificada con conexiones eléctricas que dividan exactamente la corriente. No se deben utilizar fusibles de tipo ventilado en interiores, en instalaciones subterráneas o dentro de encerramientos metálicos, a menos que estén identificados para esas aplicaciones.

(2) Capacidad nominal de interrupción. La capacidad nominal de interrupción de un fusible de potencia no debe ser menor a la corriente de falla máxima que deba interrumpir el fusible, teniendo en cuenta las contribuciones de las fuentes de energía conectadas.

(3) Tensión nominal. La tensión nominal máxima de los fusibles de potencia no debe ser menor a la tensión máxima del circuito. Los fusibles que tengan recomendada una tensión mínima de operación no se deben utilizar a menos de esa tensión.

(4) Identificación de los fusibles y portafusibles. Los fusibles y portafusibles deben tener una placa de características legible e instalada permanentemente, en la cual consten el tipo o designación del fabricante, su capacidad nominal continua de corriente, su capacidad nominal de interrupción y su tensión nominal máxima.

(5) Fusibles que produzcan llama. Los fusibles que produzcan llama al abrir el circuito se deben instalar o ubicar de modo que funcionen adecuadamente sin producir riesgos para las personas o la propiedad.

(6) Portafusibles. Los portafusibles deben estar diseñados o instalados de modo que se desenergicen mientras se cambian los fusibles.

Excepción: Los fusibles y portafusibles diseñados para que personal calificado pueda cambiar los fusibles utilizando un equipo adecuado que permita hacer el cambio sin desenergizar el portafusibles.

(7) Fusibles de alta tensión. En los gabinetes metálicos de control de potencia y en las subestaciones que utilicen fusibles de alta tensión, se debe instalar un interruptor-seccionador de maniobra simultánea. Los fusibles del circuito se deben aislar, bien sea conectando un interruptor entre la fuente de energía y los fusibles o instalando un interruptor de soplo magnético (roll-out switch) con fusible. El interruptor debe ser de tipo de operación bajo carga, excepto si se enclava mecánica o eléctricamente con un dispositivo de operación bajo carga instalado de modo que reduzca la carga a la capacidad de interrupción del interruptor.

Excepción: Se permite instalar más de un interruptor como medio de desconexión para un conjunto de fusibles cuando los interruptores se instalan para proporcionar conexión con más de un conjunto de conductores de suministro. Los interruptores deben estar además enclavados mecánica o eléctricamente de modo que el acceso a los fusibles sólo sea posible con todos los interruptores abiertos. Cerca de los fusibles se debe colocar un aviso bien visible que indique "ATENCIÓN: LOS FUSIBLES PUEDEN ESTAR ENERGIZADOS DESDE MÁS DE UNA FUENTE" ("WARNING - FUSES MAY BE ENERGIZED FROM MORE THAN ONE SOURCE").

(c) Cortacircuitos y fusibles de distribución (alta tensión). Tipo de expulsión.

(1) Instalación. Los cortacircuitos se deben ubicar de manera que los fusibles se puedan reemplazar y operar fácil y seguramente. La salida de los fusibles no debe poner en peligro a las personas. No se deben instalar cortacircuitos de distribución en interiores, en instalaciones subterráneas ni en encerramientos metálicos.

(2) Operación. Cuando los cortacircuitos con fusibles no sean adecuados para abrir el circuito manualmente a plena carga, se deben instalar medios aprobados capaz de hacerlo. Si los cortacircuitos con fusibles no se enclavan con un interruptor que evite su apertura bajo carga, cerca de los cortacircuitos se debe colocar un aviso bien visible que indique: "ATENCIÓN - NO ABRIR BAJO CARGA" ("WARNING -DO NOT OPEN UNDER LOAD").

(3) Capacidad nominal de interrupción. La capacidad nominal de interrupción de un cortacircuitos de distribución no debe ser menor a la corriente máxima de falla que deba interrumpir el dispositivo, teniendo en cuenta las contribuciones de todas las fuentes de alimentación conectadas.

(4) Tensión nominal. La tensión nominal máxima de los cortacircuitos no debe ser menor a la tensión máxima del circuito.

(5) Identificación. Los cortacircuitos de distribución deben tener en su cuerpo, puerta o en el tubo del fusible, una placa de características legible instalada permanentemente en la que conste el tipo o designación de fábrica, su capacidad nominal continua de corriente, su capacidad nominal de interrupción y su tensión nominal máxima.

(6) Fusibles. Los fusibles deben tener una placa permanentemente instalada en la que conste su tipo y capacidad nominal continua de corriente.

(7) Cortacircuitos montados al exterior sobre estructuras. Los cortacircuitos montados al exterior sobre estructuras se deben ubicar a una altura adecuada que deje una distancia de seguridad entre las partes más bajas que puedan estar energizadas (en posición de "abierto" o "cerrado") y la superficie del piso del espacio de trabajo, según se especifica en el Artículo 110-34(e).

(d) Cortacircuitos en aceite

(1) Capacidad nominal continua de corriente. La capacidad nominal continua de corriente de los cortacircuitos en aceite no debe ser menor a la corriente máxima continua que pueda pasar a través de ellos.

(2) Capacidad nominal de interrupción. La capacidad nominal de interrupción de un cortacircuitos en aceite no debe ser menor a la corriente máxima de falla que deba interrumpir el dispositivo, teniendo en cuenta las contribuciones de todas las fuentes de alimentación conectadas.

(3) Tensión nominal. La tensión nominal máxima de los cortacircuitos en aceite no debe ser menor a la tensión máxima del circuito.

(4) Capacidad nominal de cierre por falla. Los cortacircuitos en aceite deben tener una capacidad nominal de cierre por falla no menor a la corriente de falla máxima asimétrica que se pueda producir en el punto donde estén instalados, a menos que haya mecanismos o procedimientos de enclavamiento que impidan la posibilidad de cerrarlo en una falla.

(5) Identificación. Los cortacircuitos en aceite deben tener una placa de características legible e instalada permanentemente en la que conste la capacidad nominal continua de corriente, la corriente nominal de interrupción y la tensión nominal máxima.

(6) Fusibles. Los fusibles deben tener una identificación permanente y legible en la que conste su corriente nominal continua.

(7) Ubicación. Los cortacircuitos deben ser fácilmente accesibles y poderse manipular con seguridad para el cambio de fusibles. La parte superior del cortacircuito no debe estar a más de 1,5 m sobre el piso o plataforma.

(8) Encerramiento. Los cortacircuitos en aceite se deben proteger mediante encerramientos o barreras adecuadas que impidan el contacto con cables no blindados o partes energizadas del cortacircuito.

(e) Interruptores bajo carga. Se permite instalar interruptores bajo carga si además se usan conjuntamente fusibles o interruptores automáticos para interrumpir corrientes de falla. Cuando se utilicen simultáneamente

estos dos tipos de dispositivos, deben coordinar eléctricamente de modo que soporten con seguridad los efectos del cierre, del paso de corriente y de interrupción de cualquier corriente hasta su corriente nominal máxima de cortocircuito.

Cuando haya instalado más de un interruptor con terminales de carga interconectados a conductores de distintas fuentes de energía, en cada uno se debe instalar un aviso claramente visible que indique "ATENCIÓN: EL INTERRUPTOR SE PUEDE ENERGIZAR DESDE MÁS DE UNA FUENTE" ("WARNING - SWITCH MAY BE ENERGIZED FROM MORE THAN ONE SOURCE").

(1) Corriente nominal continua. La capacidad nominal continua de corriente de los interruptores (seccionadores) debe ser igual o mayor que la corriente máxima continua del circuito en el punto de instalación.

(2) Tensión nominal. La tensión nominal máxima de los interruptores (seccionadores) debe ser igual o mayor que la tensión máxima del circuito.

(3) Identificación. Los interruptores (seccionadores) deben tener una placa de características legible e instalada permanentemente en la que conste el tipo o designación de fábrica, su capacidad nominal continua de corriente, su corriente nominal de cierre por falla y su tensión nominal máxima.

(4) Interrupción de conductores. El mecanismo de interrupción se debe operar desde un lugar en el que el operario no esté expuesto al contacto con partes energizadas y debe abrir simultáneamente y en una sola operación todos los conductores no puestos a tierra del circuito. Los interruptores se deben poder bloquear en posición de abierto. Los interruptores con encerramiento metálico se deben poder accionar desde afuera.

(5) Energía almacenada para la apertura. Si con un solo movimiento de la palanca del interruptor se carga el operador y se abre el circuito, se permite que el acumulador de energía quede en posición sin carga después de que se cierre el interruptor.

(6) Terminales de suministro. Los interruptores (seccionadores) con fusibles se deben instalar de modo que todos los terminales de la red de suministro queden en la parte de arriba del encerramiento del interruptor.

Excepción: No es necesario que los terminales de suministro queden en la parte superior del encerramiento del interruptor si se instalan barreras que impidan que las personas puedan tocar accidentalmente las partes energizadas o que se caigan herramientas o fusibles sobre partes energizadas.

710-22. Medios de aislamiento (separación). Se deben instalar medios que aíslen completamente cada parte del equipo. No es necesario el uso de interruptores de separación (seccionadores) cuando haya otro medio para desconectar el equipo para su inspección y reparación, como aparatos de maniobra (switchgear) tipo extraíbles montados en encerramientos metálicos o paneles desmontables montados en bastidor.

Cuando haya instalados interruptores de separación (seccionadores) que no estén interconectados con un dispositivo aprobado de interrupción de circuito, se debe instalar un aviso de advertencia que prohiba abrirlos bajo carga.

Se permite utilizar como interruptor de separación un fusible con portafusibles diseñados para ese uso.

710-23. Reguladores de tensión. Se debe procurar que el orden de conexión y desconexión de los reguladores sea el correcto, mediante uno de los siguientes medios: (1) interruptor o interruptores de separación en derivación ordenados mecánicamente; (2) enclavamientos mecánicos o (3) un procedimiento de conmutación claramente expuesto en el lugar de los interruptores.

710-24. Aparatos de maniobra y cuadros de control industrial de potencia en encerramientos metálicos

(a) Alcance. Este Artículo trata de los conjuntos de aparatos de maniobra y cuadros de control industrial de potencia instalados en encerramientos metálicos como, entre otros, los interruptores, dispositivos de interrupción y sus controles, medidores, equipos de regulación y protección que formen parte integral de un conjunto, con todas sus interconexiones y estructuras de soporte asociadas. Este artículo incluye también aparatos de maniobra instalados en encerramientos metálicos que forme parte de subestaciones, centros de distribución de potencia o equipos similares.

(b) Montaje de los dispositivos en los cuadros. El montaje de los dispositivos en los cuadros debe hacerse de modo que cada componente pueda realizar su función con seguridad y sin impedir el buen funcionamiento del resto de los componentes del cuadro o conjunto.

(c) Resguardo de partes energizadas de alta tensión dentro de un compartimiento. Cuando haya que acceder a un compartimiento que contenga partes energizadas de alta tensión, para otros fines que no sean exclusivamente su inspección visual, se deben instalar barreras que cumplan las siguientes funciones:

(1) Que eviten el contacto accidental con partes energizadas.

Excepción nº 1: Los fusibles y portafusibles diseñados e instalados para que puedan ser cambiados por personas calificadas con equipos especiales para ese fin y sin desenergizar el portafusibles.

Excepción nº 2: Se permite que haya en el interior del armario partes expuestas energizadas si sólo personal calificado tiene acceso a ellas..

(2) Que eviten la caída de herramientas u otros equipos sobre las partes energizadas..

(d) Resguardo de partes energizadas de baja tensión dentro de un compartimiento. Las partes desnudas energizadas montadas sobre puertas deben protegerse cuando la puerta deba abrirse para inspección, mantenimiento o extracción de equipos.

(e) Separación para cables conductores que entran en un encerramiento. El espacio libre opuesto a los terminales o a las canalizaciones o cables, que entren en aparatos de maniobra o conjuntos de control, debe ser adecuado para el tipo de conductores y el método de terminación empleados.

(f) Acceso a partes energizadas

(1) Las puertas que permitan el acceso de personas no calificadas a partes energizadas de alta tensión deben estar cerradas con seguro.

(2) En compartimientos en los que haya partes energizadas expuestas de alta tensión o alambrado de alta tensión no se deben instalar equipos de control, relés, motores y similares de baja tensión, a menos que la tapa o puerta de acceso esté enclavada con el interruptor o el medio de desconexión de alta tensión de modo que impida que se pueda abrir la puerta o quitar la tapa sin estar el interruptor o medio de desconexión en su posición de separación (aislamiento).

Excepción nº 1: Los transformadores de instrumentos o de control conectados a alta tensión.

Excepción nº 2: Calefacción. de ambiente.

(g) Puesta a tierra. Los bastidores o armazones de los aparatos de maniobra y equipos de control se deben poner a tierra.

(h) Puesta a tierra de dispositivos. Los dispositivos con carcasa y/o bastidor metálico como los instrumentos, relés, medidores y transformadores de instrumentos y de control ubicados en o con aparatos de maniobra o equipos de control, deben tener puesta a tierra la carcasa o bastidor.

(i) Topes de las puertas y placas de las tapas. Las puertas o tapas exteriores con bisagras deben tener topes que las mantengan en posición abierta. Las placas de las tapas que se deban quitar para inspeccionar partes energizadas o alambrado deben tener asas, no deben tener más de 1,1 m² de superficie ni pesar más de 27,0 kg, a menos que tengan bisagras y están sujetas con pernos o cerradas con seguro.

(j) Descarga de gases de los dispositivos de interrupción. Los gases que se desprendan durante la operación de los dispositivos de interrupción se deben dirigir para que no pongan en peligro a las personas.

(k) Ventanillas de inspección. Las ventanillas instaladas para inspeccionar los interruptores de desconexión u otros dispositivos similares deben ser de un material transparente adecuado.

(l) Ubicación de dispositivos. Las empuñaduras o pulsadores de los conmutadores de transferencia o interruptores de control deben estar en un lugar fácilmente accesible a una altura no mayor a 2,0 sobre el nivel del piso.

Excepción nº 1: Las empuñaduras para cuyo accionamiento sea necesaria una fuerza de más de 23 Kg no deben quedar a más de 1,7 m del piso, tanto en posición de cerrada como de abierta.

Excepción nº 2: Las empuñaduras de accionamiento para dispositivos de uso poco frecuente, como fusibles extraíbles, transformadores de potencia o de control con fusibles y sus dispositivos de desconexión del primario y los conmutadores de transferencia, siempre que se puedan accionar y revisar con seguridad desde una plataforma portátil.

(m) Enclavamientos. Interruptores - seccionadores. Los interruptores - seccionadores con mecanismos de almacenamiento de energía deben estar enclavados mecánicamente para evitar el acceso al compartimiento donde estén instalados, a menos que el mecanismo de almacenamiento de energía esté en posición de descargado o bloqueado.

(n) Energía almacenada para apertura. Si con un solo movimiento de la palanca del interruptor se carga el operador y se abre el interruptor, se permite que el operador de energía almacenada quede en posición sin carga después de que se cierre el interruptor.

(o) Interruptores-seccionadores con fusibles

(1) Los interruptores-seccionadores con fusibles se deben instalar de modo que todos los terminales de suministro queden en la parte de arriba del encerramiento del interruptor.

Excepción: No es necesario que los terminales de suministro queden en la parte superior del encerramiento del interruptor si se instalan barreras que impidan que las personas puedan tocar accidentalmente las partes energizadas o que se caigan herramientas o fusibles sobre partes energizadas.

(2) Cuando los fusibles se puedan energizar por retroalimentación, se debe colocar en la puerta del encerramiento un aviso que diga : "ATENCIÓN: LOS FUSIBLES SE PUEDEN ENERGIZAR POR RETROALIMENTACIÓN" ("WARNING - FUSES MAY BE ENERGIZED BY BACKFEED").

(3) El mecanismo de interrupción se debe instalar de modo que el operario lo pueda accionar desde un lugar exterior al encerramiento y sin exponerse a partes energizadas; debe estar instalado de modo que abra simultáneamente y con una sola operación todos los conductores no puestos a tierra del circuito. Los interruptores deben poder bloquearse en posición de abierto.

(p) Enclavamientos. Interruptores automáticos

(1) Los interruptores automáticos equipados con mecanismo de almacenamiento de energía deben estar diseñados de modo que eviten la pérdida de la energía almacenada a menos que el mecanismo haya sido totalmente cargado.

(2) En el armario se deben instalar enclavamientos mecánicos que eviten que el interruptor automático se pueda sacar completamente del armario cuando el mecanismo de almacenamiento de energía esté en posición de totalmente cargado.

Excepción: Cuando haya instalado un dispositivo adecuado que impida que se saque completamente el interruptor automático a menos que esté bloqueada la función de cierre.

D. Instalaciones accesibles únicamente a personal calificado

710-31. Encerramientos para instalaciones eléctricas. Véase el Artículo 110-31.

710-32. Conductores de circuitos. Se permite que los conductores de los circuitos de alta tensión estén instalados en canalizaciones, bandejas portacables, que sean cables con recubrimiento metálico, alambres desnudos, cables y buses de barras o cables de tipo MV o conductores como se establece en las Secciones 710-4 a 710-6. Los conductores desnudos energizados deben cumplir lo establecido en las Secciones 710-33 y 710-34.

Cuando los aisladores, junto con sus accesorios de montaje y conductores, se utilicen como soportes para alambres, cables de conductor sencillo o buses de barras, deben poder soportar sin problema las fuerzas magnéticas máximas que se puedan producir cuando dos o más conductores estén sujetos a corriente de cortocircuito.

Los tramos a la vista de alambres aislados y cables con un blindaje desnudo de plomo o con cubierta exterior trenzada, se deben sujetar de modo que no se produzcan daños físicos a los trenzados o blindajes. Los soportes de los cables con recubrimiento de plomo deben estar diseñados para evitar electrólisis del blindaje.

710-33. Separación de espacio mínimo. En las instalaciones hechas en sitio, la separación mínima entre conductores energizados desnudos y entre tales conductores y las superficies adyacentes puestas a tierra no debe ser menor a los valores dados en la Tabla 710-33. Estos valores no se aplican a partes interiores o a terminales exteriores de equipos diseñados, fabricados y ensayados con normas nacionales aceptadas.

Tabla 710-33- Distancias mínimas entre las partes energizadas *

Tensión nominal	Nivel de impulso básico en kV (BIL)		Distancia mínima en centímetros			
			Fase a fase		Fase a tierra	
kV	Interior	Exterior	Interior	Exterior	Interior	Exterior
2,4-4,16	60	95	11	18	8	15
7,2	75	95	14	18	10	15
13,8	95	110	19	30	13	18
14,4	110	110	23	30	17	18
23	125	150	27	38	19	25
34,5	150	150	32	38	24	25
	200	200	46	46	33	33

Tensión nominal	Nivel de impulso básico en kV (BIL)		Distancia mínima en centímetros			
			Fase a fase		Fase a tierra	
kV	Interior	Exterior	Interior	Exterior	Interior	Exterior
46		200		46		33
		250		53		43
69		250		53		43
		350		79		64
115		550		135		107
138		550		135		107
		650		160		127
161		650		160		127
		750		183		147
230		750		183		147
		900		226		180
		1050		267		211

* Los valores de la Tabla son las distancias mínimas entre partes rígidas y conductores desnudos, bajo condiciones favorables de servicio. Estas distancias se deben aumentar si los conductores se mueven o bajo condiciones de servicio desfavorables o si lo permiten las limitaciones de espacio. La selección del nivel de impulso asociado para un sistema de tensión en particular se determina por las características del equipo de protección contra subidas de tensión.

710-34. Espacio de trabajo y protección. Véase el Artículo 110-34.

E. Equipos móviles y portátiles

710-41. Generalidades

(a) Cubrimiento. Las disposiciones de esta Parte E se aplican a las instalaciones y utilización de los equipos de distribución de alta tensión y equipos de utilización que sean portátiles y/o móviles, como subestaciones y cuadros de interruptores montados sobre dispositivos para deslizamiento, remolques, vagones, palas móviles, dragas, grúas, elevadores, perforadoras, excavadoras, compresores, bombas, transportadoras, excavadoras subterráneas y similares.

(b) Otros requisitos. Los requisitos de esta Parte son complementarios o modifican lo establecido en las Secciones 100 a 725 de este *Código*. Se debe prestar especial atención al Sección 250.

(c) Protección. Se deben instalar encerramientos y/o barreras adecuados para proteger los equipos portátiles y móviles contra daños físicos.

(d) Medios de desconexión. Se deben instalar medios de desconexión para equipos de alta tensión portátiles y móviles, de acuerdo con los requisitos de la Parte H de la Sección 230, que desconecten todos los conductores no puestos a tierra.

710-42. Protección contra sobrecorriente. Los motores que impulsan uno o varios generadores de c.c. que den suministro a un sistema operando una carga cíclica no requieren protección contra sobrecorriente, siempre que el régimen térmico nominal del motor de c.a. no se supere en ninguna circunstancia. El dispositivo o dispositivos de protección del circuito ramal deben ofrecer además protección contra cortocircuitos y contra rotor bloqueado y se permite que sean externos a los equipos.

710-43. Encerramientos. Todos los interruptores y partes de control energizados deben estar encerrados en gabinetes metálicos o encerramientos puestos a tierra eficazmente. En estos gabinetes o encerramientos deben

estar rotulados con la INDICACIÓN "PELIGRO: ALTA TENSIÓN. MANTÉNGASE ALEJADO" ("DANGER - HIGH VOLTAGE - KEEP OUT") y deben estar cerrados con llave de modo que sólo tengan acceso a ellos las personas autorizadas y calificadas. Los interruptores automáticos y los equipos de protección deben tener sus medios de operación fuera del gabinete o encerramiento metálico para que dichos elementos se puedan restablecer con las puertas cerradas. Con las puertas cerradas se debe poder acceder de una forma razonablemente segura a estas unidades para su funcionamiento normal.

710-44. Anillos colectores. Los conjuntos de anillos colectores de máquinas rotativas (como palas, dragas, etc.) deben estar resguardados para evitar el contacto accidental con las partes energizadas por parte del personal que atiende la máquina.

710-45. Conexiones del cable de fuerza a las máquinas móviles. En las máquinas móviles se debe instalar un encerramiento metálico para alojar los terminales del cable de fuerza. El encerramiento debe tener medios para una conexión sólida para el terminal del alambre o alambres de puesta a tierra con el fin de conectar eficazmente a tierra el bastidor de la máquina. Los conductores no puestos a tierra se deben sujetar a aisladores o terminar en acopladores de cable aprobados para alta tensión (con conector para el alambre de puesta a tierra) de tensión y corriente nominales adecuados. El método de terminación del cable usado debe evitar cualquier esfuerzo mecánico sobre las conexiones eléctricas. El encerramiento debe tener cerradura para que sólo lo puedan abrir personas autorizadas y calificadas y se le debe instalar un rótulo que indique "PELIGRO: ALTA TENSIÓN. MANTÉNGASE ALEJADO" ("DANGER - HIGH VOLTAGE - KEEP OUT").

710-46. Cable portátil de alta tensión para alimentación de fuerza de la red. Si se utiliza un cable portátil de alta tensión para conectar a la red equipos portátiles o móviles, debe cumplir lo establecido en las Secciones 250 y 400 Parte C.

710-47. Puesta a tierra. Los equipos móviles deben estar puestos a tierra según lo que establece la Sección 250.

F. Instalaciones en túnel

710-51. Generalidades

(a) Cubrimiento. Las disposiciones de esta Parte F se aplican a las instalaciones y utilización de los equipos de distribución de fuerza a alta tensión y equipos de utilización que sean portátiles y/o móviles, como subestaciones, remolques o vehículos, palas móviles, dragas, grúas, elevadores, perforadoras, excavadoras, compresores, bombas, transportadoras, excavadoras subterráneas y similares.

(b) Otras Secciones. Los requisitos de esta Parte son complementarios o modifican lo establecido en las Secciones 100 a 725 de este *Código*. Se debe prestar especial atención a la Sección 250.

(c) Protección contra daños físicos. Los conductores y cables en los túneles deben ubicarse por encima del piso del túnel y ubicados o resguardados para protegerlos contra daños físicos.

710-52. Protección contra sobrecorriente. Los equipos operados por motor se deben proteger contra sobrecorriente según lo establecido en la Sección 430. Los transformadores se deben proteger según lo establecido en la Sección 450.

710-53. Conductores. Los conductores de alta tensión en los túneles se deben instalar en : 1) tubo conduit de metal u otra canalización de metal, 2) cable de Tipo MC o 3) cable multiconductor de otro tipo aprobado. Se permite utilizar cable multiconductor para dar suministro a equipos móviles.

710-54. Conexión equipotencial y conductor de puesta a tierra de equipos

(a) Puesta a tierra y conexión equipotencial. Todas las partes metálicas no portadoras de corriente de los equipos eléctricos y todas las canalizaciones y blindajes de cables se deben poner a tierra eficazmente y

conectar equipotencialmente con todas las tuberías y rieles metálicos a la entrada del túnel y a intervalos no mayores a 300 m dentro del mismo.

(b) Conductor de puesta a tierra de equipos. Con los conductores de circuito dentro de las canalizaciones metálicas o dentro de la chaqueta de cable multiconductor debe ir un conductor de puesta a tierra de equipos. Se permite que este conductor esté desnudo o aislado.

710-55. Transformadores, interruptores y equipos eléctricos. Todos los transformadores, interruptores, motores y sus controladores, rectificadores y otros equipos instalados bajo tierra, deben estar protegidos contra daños físicos por su ubicación o por barreras.

710-56. Partes energizadas. Los terminales desnudos de los transformadores, interruptores, controladores de motores y otros equipos deben estar encerrados para evitar el contacto accidental con las partes energizadas.

710-57. Controles de sistemas de ventilación. Los controles eléctricos de los sistemas de ventilación deben instalarse de manera que se pueda invertir el sentido de flujo de la corriente de aire.

710-58. Medios de desconexión. En todos los transformadores o motores se debe instalar un dispositivo de interrupción que cumpla los requisitos de las Secciones 430 o 450. El dispositivo de interrupción debe abrir simultáneamente todos los conductores no puestos a tierra del circuito.

710-59. Encerramientos. Los encerramientos que se utilicen en los túneles deben ser a prueba de goteo, a prueba de intemperie o sumergible, según lo exijan las condiciones ambientales. Los encerramientos de interruptores o contactores no se deben utilizar como cajas de unión ni como canalizaciones para conductores que pasen o se deriven a otros interruptores, a menos que sean de diseño especial que ofrezca espacio adecuado para ese propósito.

710-60. Puesta a tierra. Todos los equipos en túneles deben estar puestos a tierra de acuerdo con lo que establece la Sección 250.

G. Calderas de electrodos

710-70. Generalidades. Las disposiciones de esta Parte se aplican a las calderas que funcionen a más de 600 V nominales en las que se genera calor mediante el paso de la corriente entre dos electrodos a través del líquido que se quiere calentar.

710-71. Sistema de suministro de electricidad. Las calderas de electrodos deben recibir corriente únicamente a través de un sistema trifásico de 4 hilos en estrella, sólidamente puesto a tierra o desde transformadores de aislamiento dispuestos de modo que ofrezcan un sistema similar. La tensión del circuito de control no debe superar los 150 V a partir de un sistema puesto a tierra y debe tener los controles en el conductor no puesto a tierra.

710-72. Requisitos del circuito ramal

(a) Capacidad nominal. Cada caldera debe estar alimentada desde un circuito ramal independiente cuya corriente nominal total no sea menor al 100 % de la carga total.

(b) Interruptor de falla con disparo común. El circuito ramal debe estar protegido por un dispositivo interruptor de falla trifásico con disparo común, que debe poder volver a cerrar automáticamente el circuito cuando desaparezca una condición de sobrecarga pero no después de una condición de falla.

(c) Protección contra falla de fase. En cada fase se debe instalar un dispositivo de protección contra fallas de fase consistente en un relé de sobrecorriente conectado a un transformador de corriente independiente para cada fase.

(d) Detección de corrientes a tierra. Se debe instalar un medio que permita detectar la suma de las corrientes del neutro y de tierra y produzca el disparo del interruptor del circuito cuando la suma de esas corrientes supere el mayor de estos dos valores: 5 A o el 7,5 % de la corriente de la caldera a plena carga durante 10 segundos o el 25 % del valor instantáneo de la corriente de la caldera a plena carga.

(e) Conductor de neutro puesto a tierra. El conductor de neutro puesto a tierra debe:
(1) Estar conectado al recipiente a presión que contiene los electrodos.

(2) Tener un aislamiento no menor a 600 V.

(3) Tener una capacidad de corriente no menor a la del mayor conductor no puesto a tierra del circuito ramal.

(4) Estar instalado con los conductores no puestos a tierra en la misma canalización, cable o bandeja porta cables o, si los conductores están a la vista, lo más cerca posible de los conductores no puestos a tierra.

(5) No utilizarse para cualquier otro circuito.

710-73. Control de los límites de presión y temperatura. Todas las calderas deben estar equipadas con un medio que limite la temperatura y/o presión máxima interrumpiendo directa o indirectamente toda la corriente que pase entre los electrodos. Dicho medio es adicional a los sistemas reguladores de temperatura y/o presión de la caldera y a las válvulas de seguridad o de alivio.

710-74. Puesta a tierra. Todas las partes metálicas expuestas no portadoras de corriente de la caldera y otras estructuras o equipos asociados puestos a tierra se deben conectar equipotencialmente con el recipiente a presión o con el neutro conectado al recipiente, según lo establecido en el Artículo 250-79, excepto que la capacidad de corriente del puente de conexión equipotencial no deba ser menor a la del conductor de neutro.

Sección 720 - CIRCUITOS Y EQUIPOS QUE FUNCIONAN A MENOS DE 50 V

720-1. Alcance. Esta Sección trata de las instalaciones de corriente continua o corriente alterna que funcionan a menos de 50 V.

Excepción: Lo establecido en las Secciones 411, 551, 650, 669, 690, 725 y 760.

720-2. En lugares peligrosos (clasificados). Las instalaciones que caen dentro del alcance de esta Sección y que estén en lugares peligrosos (clasificados) deben cumplir además lo establecido en las disposiciones correspondientes de las Secciones 500 a 517.

720-4. Conductores. Los conductores no deben tener una sección transversal menor a 3,30 mm^2 (12 AWG) de cobre o equivalente. Los conductores de los circuitos ramales de artefactos que den suministro a más de un artefacto o tomacorriente de artefactos, no deben tener una sección transversal menor a 5,25 mm^2 (10 AWG) de cobre o equivalente.

720-5. Portabombillas. Se deben utilizar portabombillas estándar que no tengan menos de 600 W nominales.

720-6. Capacidad nominal de tomacorrientes. Las tomacorrientes no deben ser de menos de 15 A nominales.

720-7. Tomacorrientes necesarios. En las cocinas, zonas de lavandería y otros lugares donde se vayan a utilizar probablemente artefactos eléctricos portátiles, se deben instalar tomacorrientes no menores a 20 A nominales.

720-8. Protección contra sobrecorriente. Estos circuitos deben estar protegidos contra sobrecorriente según lo establecido en la Sección 240.

720-9. Baterías. Las instalaciones de baterías de acumuladores deben cumplir lo establecido en la Sección 480.

720-10. Puesta a tierra. El circuito debe estar puesto a tierra según lo que establece la Sección 250.

720-11. Ejecución mecánica de los trabajos. Los circuitos que funcionen a menos de 50 V se deben instalar de manera limpia y profesional. Los cables se deben apoyar en la estructura de la edificación de modo que no resulten dañados durante el uso normal de la edificación.

Sección 725 - CIRCUITOS DE CLASE 1, CLASE 2 Y CLASE 3 DE CONTROL REMOTO, DE SEÑALIZACIÓN Y DE POTENCIA LIMITADA

A. Generalidades

725-1. Alcance. Esta Sección trata de los circuitos de control remoto, de señalización y de potencia limitada que no forman parte integral de un dispositivo o artefacto eléctrico.

(NOTA): Los circuitos de los que trata esta Sección se caracterizan por el uso de potencia eléctrica limitada que los diferencian de los circuitos de alumbrado y de fuerza. Por tanto se les aplican requisitos respecto a la sección transversal mínima de los conductores, factores de corrección, protección contra sobrecorriente, aislamiento y métodos y materiales de alambrado distintos a los de los Capítulos 1 a 4.

725-2. Definiciones. A los fines de esta Sección, se aplican las siguientes definiciones:

Circuito de Clase 1: Parte del sistema de alambrado entre la salida del dispositivo de protección contra sobrecorriente o el suministro de potencia limitada y los equipos conectados. Las limitaciones de tensión y potencia de la fuente de alimentación están de acuerdo con el Artículo 725-21.

Circuito de Clase 2: Parte del sistema de alambrado entre el lado de la carga de una fuente de alimentación de Clase 2 y los equipos conectados. Debido a sus limitaciones de potencia, un circuito de Clase 2 se considera seguro desde el punto de vista de la iniciación del fuego y ofrece protección aceptable contra choque eléctrico.

Circuito de Clase 3: Parte del sistema de alambrado entre el lado de la carga de una fuente de alimentación de Clase 3 y los equipos conectados. Debido a sus limitaciones de potencia, un circuito de Clase 3 se considera seguro desde el punto de vista de la iniciación del fuego. Como en este circuito se permiten niveles de tensión y corriente mayores a los de Clase 2, debe tener medidas adicionales de seguridad que brinden protección contra el riesgo de choque eléctrico que pudiera encontrar.

725-3. Ubicación y otras secciones o artículos. Los circuitos y equipos de Clase 1, Clase 2 y Clase 3 deben cumplir los siguientes requisitos (a) hasta (e):

(a) Propagación del fuego y de los productos de la combustión. Artículo 300-21.

(b) En ductos, cámaras de aire y otros espacios de circulación del aire. Artículo 300-22 cuando estén instalados en estos espacios para circulación de aire ambiental.

Excepción: Lo que permite el Artículo 725-61(a).

(c) En lugares peligrosos (clasificados). Cuando estén instalados en estos lugares, las Secciones 500 a 516 y 517 Parte D.

(d) En bandejas portacables. Cuando estén instalados en bandejas portacables, la Sección 318.

(e) Circuitos de control de motores. Deben cumplir lo establecido en la Sección 430 Parte F cuando se deriven desde el lado de la carga de dispositivo o dispositivos de protección de circuitos ramales para motores, según lo especificado en el Artículo 430-72(a).

725-5. Acceso a los equipos eléctricos instalados detrás de paneles diseñados para permitir el acceso. El acceso a los equipos no debe estar estorbado por la acumulación de cables y conductores que impida quitar los paneles, incluso los suspendidos del cielo raso.

725-6. Puesta a tierra de los circuitos de Clase 1, Clase 2 y Clase 3. Los circuitos y equipos de Clase 1, Clase 2 y Clase 3 se deben poner a tierra según lo que establece la Sección 250.

725-7. Ejecución mecánica de los trabajos. Los circuitos de Clase 1, Clase 2 y Clase 3 se deben instalar de manera limpia y profesional. Los cables se deben apoyar en la estructura de la edificación de modo que no resulten dañados durante el uso normal de ésta.

(NOTA): Para la práctica de la instalación de estos circuitos se deben consultar las normas publicadas, como *NTC 4353 Telecomunicaciones, Cableado estructurado, Cableado para comunicaciones ; NTC 4071 Telecomunicaciones, Nuevas Tecnologías, Ductos y espacios para telecomunicaciones en edificios comerciales*;; *Commercial Building Telecommunications, Wiring Standard,* ANSI/EIA/TIA 568-1991; *Commercial Building Standard for Telecommunications Pathways and Spaces,* ANSI/EIA/TIA 569-1990 y *Residential and Light Commercial Telecommunications Wiring Standard,* ANSI/EIA/TIA 570-1991.

725-8. Equipo de control para seguridad

(a) Circuitos de control remoto. Los circuitos de control remoto de los equipos de control para seguridad se deben clasificar como de Clase 1 si cuando el equipo deja de funcionar se puede producir un riesgo directo de incendio o de muerte. No se consideran equipos de control para seguridad los termostatos para cuartos, los reguladores de la temperatura del agua y otros controles similares utilizados junto con los equipos eléctricos de calefacción y aire acondicionado domésticos.

(b) Protección física. Cuando una avería en el circuito de control remoto de un equipo de control para seguridad pueda producir un riesgo directo como los descritos en el Artículo 725-8(a), todos los conductores de dichos circuitos tienen que estar instalados en tubo conduit de metal rígido, tubo conduit metálico intermedio, tubo conduit rígido no metálico, tubería eléctrica metálica, cable de Tipo MI, Tipo MC u otro tipo debidamente protegido contra los daños físicos.

725-15. Requisitos de los circuitos de Clase 1, Clase 2 y Clase 3. Un circuito de control remoto, señalización o de potencia limitada debe cumplir las siguientes partes de esta Sección:

(a) Circuitos de Clase 1. Las Partes A y B.

(b) Circuitos de Clase 2 y de Clase 3. Las Partes A y C.

B. Circuitos de Clase 1

725-21. Clasificación y requisitos de las fuentes de alimentación de los circuitos de Clase 1. Los circuitos de Clase 1 se clasifican en circuitos de potencia limitada de Clase 1, cuando cumplen las limitaciones de potencia del

siguiente apartado (a) o en circuitos de control remoto y señalización de Clase 1, cuando se usen para control remoto o señalización y cumplan las limitaciones de potencia del siguiente apartado (b).

(a) Circuitos de potencia limitada de Clase 1. Estos circuitos deben estar conectados a una fuente de alimentación de no más de 30 V y 1 000 VA nominales.

(1) Transformadores de Clase 1. Los transformadores utilizados para alimentar circuitos de potencia limitada de Clase 1 deben cumplir lo establecido en la Sección 450.

(2) Otras fuentes de alimentación de Clase 1. Las fuentes de alimentación distintas de los transformadores deben estar protegidas por dispositivos contra sobrecorriente de potencia nominal no mayor al 167% de los voltamperios (VA) nominales de la fuente divididos por su tensión nominal. Los dispositivos de protección contra sobrecorriente no deben ser intercambiables con otros de mayor potencia nominal. Se permite que el dispositivo de protección contra sobrecorriente forme parte integral de la fuente de alimentación.

Para cumplir con la limitación a 1 000 VA establecida en el Artículo 725-21(a), la salida máxima $VA_{máx}$ de las fuentes de alimentación que no sean transformadores se debe limitar a 2 500 VA y el producto de la corriente máxima $I_{máx}$ por la tensión máxima $V_{máx}$ no debe superar los 10 000 VA. Estos valores nominales se establecen con cualquier dispositivo de protección contra sobrecorriente puenteado (bypassed).

$VA_{máx}$ es la salida máxima en voltamperios de la fuente de alimentación después de un minuto de funcionamiento, independientemente de la carga y con el dispositivo de protección contra sobrecorriente puenteado(si está instalado). Para determinar los $VA_{máx}$ no se debe puentear la impedancia de limitación de corriente.

$I_{máx}$ es la corriente máxima de salida con cualquier carga no capacitiva, incluida la de cortocircuito, y con el dispositivo de protección contra sobrecorriente puenteado (si está instalado). Para determinar la $I_{máx}$ no se debe puentear la impedancia de limitación de corriente. Cuando se utilice una impedancia de limitación de corriente, certificada para esa aplicación o que forme parte de un producto certificado, en combinación con una fuente de almacenamiento de energía, por ejemplo una batería, para limitar la corriente de salida, se deben aplicar los límites de $I_{máx}$ después de 5 segundos.

$V_{máx}$ es la tensión de salida máxima independientemente de la carga, cuando se aplica la entrada nominal.

(b) Circuitos de control remoto y señalización de Clase 1. Estos circuitos no deben pasar de 600 V. No es necesario limitar la potencia de salida de la fuente de alimentación.-

725-23. Protección contra sobrecorriente de los circuitos de Clase 1. La protección contra sobrecorriente para conductores con sección transversal de 2,08 mm^2 (14 AWG) y mayores se debe establecer de acuerdo con la capacidad de corriente de dichos conductores sin aplicar los factores de corrección de el Artículo 310-15 a la capacidad de corriente calculada. La protección contra sobrecorriente no debe ser mayor de 7 A para los conductores con sección transversal de 0,82 mm^2 (18 AWG) y de 10 A para los de 1,31 mm^2 (16 AWG).

Excepción nº 1: Cuando otras Secciones de este Código exijan o permitan otro tipo de protección contra sobrecorriente.

(NOTA): Por ejemplo, véase el Artículo 430-72 para l motores, 610-53 para grúas y elevadores y 517-74(b) y 660-9 para equipos de rayos X.

Excepción nº 2: Los conductores del secundario de transformadores. Se permite que los conductores de circuitos de Clase 1 alimentados desde el secundario de un transformador monofásico con secundario bifilar (una tensión), estén protegidos por los dispositivos contra sobrecorriente del lado del primario del transformador, siempre que esa protección cumpla lo establecido en el Artículo 450-3 y no pase del valor calculado multiplicando la capacidad de corriente de los conductores del secundario del transformador por la relación de transformación de tensión

secundario a primario. No se consideran protegidos por el dispositivo de sobrecorriente del primario los conductores de secundario de un transformador que no sea bifilar.

Excepción nº 3: Los conductores de circuitos de Clase 1 con sección transversal de 2,08 mm^2 (14 AWG) y mayor que se deriven desde el lado de la carga del dispositivo o dispositivos de protección contra sobrecorriente de un circuito controlado de alumbrado y fuerza, sólo deben estar protegidos contra cortocircuitos y fallas a tierra y se permite que lo estén por el dispositivo o dispositivos de protección contra sobrecorriente del circuito ramal cuando la corriente nominal de dichos dispositivos no supere el 300 % de la capacidad de corriente de los conductores del circuito de Clase 1.

725-24. Ubicación de los dispositivos de protección de un circuito de Clase 1. Los dispositivos de protección contra sobrecorriente deben estar ubicados en el punto donde el conductor a proteger recibe el suministro.

Excepción nº 1: Cuando el dispositivo de protección contra sobrecorriente del conductor de mayor sección transversal protege también al de menor sección.

Excepción nº 2: Cuando se proporciona protección contra sobrecorriente según lo que establece el Artículo 725-23 Excepción nº 2.

725-25. Métodos de alambrado para circuitos de Clase 1. La instalación de los circuitos de Clase 1 debe cumplir los correspondientes Secciones del Capítulo 3 de este *Código*.

Excepción nº 1: Lo que se establece en los Artículos 725-26 a 725-28.

Excepción nº 2: Cuando otras Secciones de este Código exijan o permitan otros métodos.

725-26. Conductores de distintos circuitos en el mismo cable, encerramiento o canalización

(a) Dos o más circuitos de Clase 1. Se permite que los circuitos de Clase 1 ocupen el mismo cable, encerramiento o canalización, independientemente si son de corriente continua o de corriente alterna, siempre que todos sus conductores estén aislados para la máxima tensión de cualquier conductor que haya en el cable, encerramiento o canalización.

(b) Circuitos de Clase 1 con circuitos de suministro de fuerza. Sólo se permite que los circuitos de Clase 1 ocupen el mismo cable, encerramiento o canalización con los circuitos de suministro de fuerza cuando los equipos a los que estén conectados estén funcionalmente asociados.

Excepción nº 1: Cuando estén instalados en centros de control prefabricados o ensamblados en sitio.

Excepción nº 2: Los conductores subterráneos en una cámara de inspección, siempre que se cumpla una de las siguientes condiciones:

a. Que los conductores del circuito de suministro de fuerza o del circuito de Clase 1 estén en un cable con recubrimiento metálico o de Tipo UF.
b. Que, además del aislante del alambre, los conductores del circuito de Clase 1 estén separados permanentemente de los de suministro de fuerza por un material continuo no conductor bien sujeto, como por ejemplo tubería flexible.
c. Que los conductores del circuito de Clase 1 estén permanente y eficazmente separados de los de suministro de fuerza y bien sujetos a soportes, aisladores u otros medios aprobados.

725-27. Conductores de los circuitos de Clase 1

(a) Sección transversal y usos. Se permite usar conductores con sección transversal de 0,82 mm^2 (18 AWG) y 1,31 mm^2 (16 AWG) siempre que las cargas alimentadas no superen las capacidades de corriente dadas en el Artículo 402-5 y además estén instalados en una canalización, un encerramiento aprobado o un cable certificado. Los conductores de sección transversal mayor a 1,31 mm^2 (16 AWG) no deben alimentar cargas

mayores que las capacidades de corriente dadas en el Artículo 310-15. Los cordones flexibles deben cumplir lo dispuesto en la Sección 400.

(b) Aislamiento. El aislamiento de los conductores debe ser adecuado para 600 V. Los conductores de sección transversal mayor a 1,31 mm^2 (16 AWG) deben cumplir lo establecido en la Sección 310. Los conductores con sección transversal de 0,82 mm^2 (18 AWG) y 1,31 mm^2 (16 AWG) deben ser de Tipo FFH-2, KF-2, KFF-2, PAF, PAFF, PF, PFF, PGF, PGFF, PTF, PTFF, RFH-2, RFHH-2, RFHH-3, SF-2, SFF-2, TF, TFF, TFFN, TFN, ZF o ZFF. Se permite usar conductores de otros tipos o espesores de aislamiento, siempre que estén certificados para usarlos en circuitos de Clase 1.

725-28. Número de conductores en las bandejas portacables y canalizaciones. Factores de corrección

(a) Conductores de circuitos de Clase 1. Cuando en una canalización sólo haya conductores de circuitos de Clase 1, el número de conductores se debe determinar de acuerdo con el Artículo 300-17. Sólo se deben aplicar los factores de corrección de la Sección 310, Nota 8(a) de las Notas a las Tablas de capacidad de corriente de 0 a 2 000 V, si dichos conductores transportan continuamente cargas mayores al 10 % de la capacidad de corriente de cada conductor.

(b) Conductores para suministro de fuerza y circuitos de Clase 1. Cuando, según lo permitido en el Artículo 725-26, en la misma canalización haya conductores para suministro de fuerza y circuitos de Clase 1, el número de conductores se debe determinar de acuerdo con el Artículo 300-17. Los factores de corrección de la Sección 310, Nota 8(a) de las Notas a las Tablas de capacidad de corriente de 0 a 2 000 V, se deben aplicar del siguiente modo:

(1) A todos los conductores, cuando los conductores del circuito de Clase 1 transporten continuamente cargas mayores al 10 % de la capacidad de corriente de cada conductor y el número total de conductores sea más de tres.

(2) Sólo a los conductores para suministro de fuerza, cuando los conductores del circuito de Clase 1 no transporten continuamente cargas mayores al 10 % de la capacidad de corriente de cada conductor y el número total de conductores para suministro de fuerza sea de más de tres.

(c) Conductores de circuitos de Clase 1 en bandejas portacables. Cuando haya instalados conductores de circuitos de Clase 1 en bandejas portacables, deben cumplir lo establecido en los Artículos 318-9 a 318-11.

725-29. Circuitos que se extienden más allá de una edificación. Si los circuitos de Clase 1 salen aéreamente más allá de una edificación, también deben cumplir los requisitos de la Sección 225.

C. Circuitos de Clase 2 y Clase 3

725-41. Fuentes de alimentación para circuitos de Clase 2 y Clase 3

(a) Fuente de alimentación. La fuente de alimentación para un circuito de Clase 2 o de Clase 3 debe ser como se especifica en los siguientes apartados (1) hasta (4).

(NOTA 1): En la figura 725-41 se indican las relaciones entre los circuitos de clase 2 o Clase 3 y las fuentes de alimentación de Clase 2 o Clase 3.

(NOTA 2): En las Tablas 11(a) y 11(b) del Capítulo 9 se establecen los requisitos de las fuentes de alimentación certificadas para Clase 2 y Clase 3.

(1) Un transformador certificado para Clase 2 o Clase 3.

(2) Una fuente de alimentación certificada para Clase 2 o Clase 3.

(3) Otro equipo certificado y rotulado para identificar la fuente de alimentación de Clase 2 o Clase 3.

(NOTA): Otros equipos certificados son, por ejemplo, una placa certificada (circuito impreso) para usar como fuente de alimentación para circuitos de Clase 2 o Clase 3 si forma parte de un conjunto certificado; una impedancia de limitación de corriente si está certificada o forma parte de un conjunto certificado, utilizada junto con un transformador de potencia no limitada o una fuente de almacenamiento de energía, como una batería, para limitar la corriente de salida; o un termopar.

Excepción: No es necesario que los termopares estén certificados cuando se utilicen como fuente de alimentación para circuitos de Clase 2.

(4) Los equipos certificados de procesamiento de datos (computadoras) de potencia limitada.

(NOTA): Para saber cómo se aplican estos requisitos a los equipos de procesamiento de datos, véase *Standard for Safety of Information Technology Equipment, Including Electrical Business Equipment*, UL 1950-1993. Estos circuitos son normalmente los que se usan para interconectar equipos de procesamiento de datos con el propósito de intercambiar información (datos).

(5) Una batería seca se debe considerar una fuente de alimentación de Clase 2 intrínsecamente limitada, siempre que tenga 30 V o menos y que su capacidad sea igual o menor que la disponible de celdas Nro. 6 de zinc y carbón conectadas en serie.

Suministro (c.a. o c.c., de 0 a 600 V)	Fuente de alimentación Artículo 725-41(a)(1) hasta (a)(4)	Circuito de Clase 2 o Clase 3 Artículos 725-54 a 725-71
	Fuente de alimentación Artículo 725-41(a)(1) hasta (a)(4)	Circuito de Clase 2 o Clase 3 Artículos 725-54 a 725-71
	Fuente de alimentación Artículo 725-41(a)(1) hasta (a)(4)	Circuito de Clase 2 o Clase 3 Artículos 725-54 a 725-71
	Artículo 725-51	Artículo 725-52

Sección 725 Parte C

Figura 725-41. Circuitos de Clase 2 y Clase 3

(b) Interconexión de fuentes de alimentación. No se deben conectar en paralelo ni de ningún otro modo las salidas de las fuentes de alimentación de Clase 2 o Clase 3, a menos que estén certificadas para ello..

725-51. Métodos de alambrado en el lado del suministro de las fuentes de alimentación de Clase 2 o Clase 3. Los conductores y equipos que estén en el lado del suministro de fuentes de alimentación de Clase 2 o Clase 3 se deben instalar de acuerdo con lo establecido en los Capítulos 1 a 4 de este *Código*. Los transformadores u otros dispositivos que se alimenten desde circuitos de alumbrado o fuerza deben estar protegidos por dispositivos contra sobrecorriente de 20 A nominales o menos.

Excepción: Se permite que los terminales de entrada de un transformador u otra fuente de alimentación que den suministro a un circuito de Clase 2 o Clase 3, sean de sección transversal menor a 2,08 mm^2 (14 AWG) pero no menor a 0,82 mm^2 (18 AWG) si no tienen más de 0,30 m de largo y tienen un aislamiento que cumpla lo establecido en el Artículo 725-27(b).

725-52. Materiales y métodos de alambrado del lado de la carga de la fuente de alimentación de Clase 2 o Clase 3. Los conductores del lado de la carga de la fuente de alimentación de Clase 2 o Clase 3 deben estar aislados como mínimo según lo que exige el Artículo 725-71 e instalarse de acuerdo con lo establecido en los Artículos 725-54 y 725-61.

725-54. Instalación de conductores y equipos

(a) Separación entre los conductores de circuitos de alumbrado, fuerza, Clase 1 y alarma contra incendios de potencia no limitada.

(1) En cables, compartimientos, bandejas portacables, encerramientos, cámaras de inspección, cajas de salida, cajas de dispositivos y canalizaciones. Los conductores de circuitos de Clase 2 y Clase 3 no deben ubicarse en cables, compartimientos, bandejas portacables, encerramientos, cámaras de inspección, cajas de salida, cajas de dispositivos ni canalizaciones o accesorios similares con conductores de circuitos de alumbrado, fuerza, Clase 1 y de alarma contra incendios de potencia no limitada.

Excepción nº 1: Cuando los conductores de circuitos de alumbrado, fuerza, Clase 1 y de alarma contra incendios de potencia no limitada estén separados de los de los circuitos de Clase 2 o Clase 3 por una barrera. En los encerramientos se permite instalar los conductores de los circuitos de Clase 2 o Clase 3 en una canalización dentro de dichos encerramientos que los separe de los de los circuitos de alumbrado, fuerza, Clase 1 y alarma contra incendios de potencia no limitada.

Excepción nº 2: Los conductores en compartimientos, encerramientos, cajas de salida, cajas de dispositivos o accesorios similares en los que los conductores de los circuitos de alumbrado, fuerza, Clase 1 y de alarma contra incendios de potencia no limitada se introduzcan únicamente para alimentar los equipos conectados a circuitos de Clase 2 o Clase 3 a los cuales se conectan los otros conductores, y :

a. Los conductores de los circuitos de alumbrado, fuerza, Clase 1 y de alarma contra incendios de potencia no limitada se instalen de modo que queden como mínimo a 6,0 mm de los cables y conductores de circuitos de Clase 2 y Clase 3, o

b. Los conductores del circuito operen a 150 V a tierra o menos y cumplan además uno de los siguientes requisitos:

1. Que los circuitos de Clase 2 o Clase 3 se instalen con cables de Tipo CL3, CL3R o CL3P o cables substitutivos permitidos siempre que los conductores de los cables del circuito de Clase 3 que se extiendan más allá de la chaqueta estén separados de todos los demás conductores por una distancia mínima de 6,0 mm o por una lámina o barrera no conductiva, o

2. Que los conductores de los circuitos de Clase 2 o Clase 3 se instalen como un circuito de Clase 1, de acuerdo con el Artículo 725-21.

Excepción nº 3: Cuando los conductores de circuitos de alumbrado, fuerza, Clase 1 o de alarma contra incendios de potencia no limitada entren en compartimentos, encerramientos, cajas de salida, cajas de dispositivos o accesorios similares, solamente para alimentar los equipos conectados a circuitos de Clase 2 o Clase 3 a los cuales se conecten los otros conductores en el encerramiento. Si los conductores deben entrar en un encerramiento con una sola abertura, se permite que lo hagan a través de un accesorio sencillo (tal como una " T") siempre que estén separados de los conductores de los demás circuitos por un elemento no conductor, continuo y bien sujeto, como tubería flexible.

Excepción nº 4: Los conductores subterráneos en una cámara de inspección, cuando se cumpla una de las siguientes condiciones :

a. Los conductores de circuitos de alumbrado, de fuerza, Clase 1 y de alarma contra incendios de potencia no limitada, estén dentro de un cable con recubrimiento metálico o un cable de Tipo UF.

b. Los conductores estén permanente y eficazmente separados de los conductores de otros circuitos mediante una barrera no conductora continua y bien sujeta, tal como tubería flexible, adicional al aislante o recubrimiento del alambre.

c. Los conductores estén permanente y eficazmente separados de los conductores de otros circuitos y bien sujetos a soportes, aisladores u otros apoyos aprobados.

Excepción nº 5: Según permite el Artículo 780-6(a) y si se instalan de acuerdo con lo que establece la Sección 780.

(2) En los fosos de los ascensores. En los fosos de los ascensores, los conductores de los circuitos de Clase 2 o Clase 3 se deben instalar en tubo conduit de metal rígido, tubo conduit rígido no metálico, tubo conduit metálico intermedio o tuberías eléctricas.

Excepción: Lo que se establece en el Artículo 620-21 para ascensores y equipos similares.

(3) Otras aplicaciones. Los conductores de los circuitos de Clase 2 y Clase 3 deben estar separados como mínimo a 50 mm de los conductores de circuitos de alumbrado, fuerza, Clase 1 y alarma contra incendios de potencia no limitada.

Excepción nº 1: Cuando : 1) todos los conductores de circuitos de alumbrado, fuerza, Clase 1 y alarma contra incendios de potencia no limitada o 2) todos los conductores de los circuitos de Clase 2 o Clase 3 estén instalados en una canalización, cable con blindaje metálico, con recubrimiento metálico, blindaje no metálico o cable de Tipo UF.

Excepción nº 2: Cuando todos los conductores de circuitos de alumbrado, fuerza, Clase 1 y de alarma contra incendios de potencia no limitada estén separados permanentemente de todos los conductores de los circuitos de Clase 2 o Clase 3 por una barrera continua, no conductora y bien sujeta, tal como tubos de porcelana o tubería flexible, adicional al aislante de los conductores.

(b) Conductores de distintos circuitos en el mismo cable, encerramiento o canalización

(1) Dos o más circuitos de Clase 2. Se permite instalar los conductores de dos o más circuitos de Clase 2 en el mismo cable, encerramiento o canalización.

(2) Dos o más circuitos de Clase 3. Se permite instalar los conductores de dos o más circuitos de Clase 3 en el mismo cable, encerramiento o canalización.

(3) Circuitos de Clase 2 con circuitos de Clase 3. Se permite instalar los conductores de uno o más circuitos de Clase 2 en el mismo cable, encerramiento o canalización con conductores de circuitos de Clase 3 siempre que el aislamiento de los conductores de los circuitos de Clase 2 que haya en el cable, encerramiento o canalización sea como mínimo el exigido para los conductores de los circuitos de Clase 3.

(4) Conductores de circuitos de Clase 2 o Clase 3 con circuitos de comunicaciones. Se permite instalar conductores de los circuitos de Clase 2 o Clase 3 en el mismo cable, encerramiento o canalización con conductores de circuitos de comunicaciones, en cuyo caso los circuitos de Clase 2 o Clase 3 se deben clasificar como circuitos de comunicaciones y cumplir los requisitos de la Sección 800. Los cables deben estar certificados como cables de comunicaciones o multiuso.

Excepción: No es necesario que estén clasificados como cables de comunicaciones los construidos a base de conductores certificados de Clase 2 y Clase 3 y de comunicaciones, instalados dentro de la misma chaqueta. La clasificación de resistencia al fuego para estos cables mixtos debe venir determinada por su desempeño.

(5) Cables de Clase 2 o Clase 3 con cables de otros circuitos. Se permite que en el mismo encerramiento o canalización haya cables enchaquetados de circuitos de Clase 2 o Clase 3 con cables enchaquetados también de los siguientes circuitos:

a. Circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada que cumplan lo establecido en la Sección 760.

b. Cables de fibra óptica conductores o no conductores que cumplan lo establecido en la Sección 770.

c. Cables de comunicaciones que cumplan lo establecido en la Sección 800.

d. Cables de antenas comunales de radio y televisión que cumplan lo establecido en la Sección 820.

(c) Conductores de circuitos que se extiendan más allá de una edificación. Cuando los conductores de circuitos de Clase 2 o Clase 3 se extiendan más allá de una edificación y vayan tendidos de modo que puedan entrar en contacto accidental con conductores de circuitos de alumbrado o fuerza que funcionen a más de 300 V a tierra o estén expuestos a los rayos por los circuitos que haya entre los edificios de un mismo predio, también se deben cumplir los siguientes requisitos:

(1) Los establecidos en los Artículos 800-10, 800-12, 800-13, 800-30, 800-31, 800-32, 800-33 y 880-40, cuando los conductores no sean coaxiales.

(2) Los establecidos en los Artículos 820-10, 820-33 y 820-40 para conductores coaxiales.

(d) Apoyos de los conductores. No se deben utilizar las canalizaciones como medios de apoyo de los conductores de circuitos de Clase 2 o Clase 3.

Excepción: Lo que permite el Artículo 300-11(b) Excepción nº 2.

725-61. Aplicaciones de los cables certificados de Clase 2, Clase 3 y PLTC. Los cables de Clase 2, Clase 3 y PLTC deben cumplir los siguientes requisitos (a) hasta (g):

(a) Cámaras de aire. Los cables instalados en cámaras de aire, ductos y otros espacios utilizados para ventilación deben ser de tipo CL2P o CL3P.

Excepción: Los cables y conductores certificados que cumplan lo establecido en el Artículo 300-22.

(b) Ductos verticales. Los cables instalados en tramos verticales que atraviesen más de un piso o los instalados en tramos verticales dentro de los fosos de ascensores o de servicios deben ser de tipo CL2R o CL3R. Cuando se requiera que los cables que pasen a través del piso sean de tipo CL2R o CL3R, sólo se deben usar cables adecuados para uso en ductos verticales o cámaras de aire.

Excepción nº 1: Se permite usar otros cables de acuerdo con la Tabla 725-61 y otros métodos de alambrado certificados de acuerdo con el Capítulo 3, si están instalados en canalizaciones metálicas o ubicados en fosos protegidos contra incendios con cortafuegos en cada piso.

Excepción nº 2: En viviendas uni y bifamiliares se permite usar cables de Tipo CL2, CL3, CL2X y CL3X.

(NOTA): Para los requisitos de cortafuegos para penetraciones en el piso, véase el Artículo 300-21.

(c) Bandejas portacables. Los cables instalados en bandejas portacables en exteriores deben ser de tipo PLTC. Los cables instalados en bandejas en interiores deben ser de tipo PLTC, MPP, MPR, MPG, MP, CMP, CMR, CMG, CM, CL3P, CL3R, CL3, CL2P, CL2R y CL2.

(NOTA): Para los cables permitidos en bandejas portacables, véase las Sección 800-52(d).

(d) **En lugares peligrosos (clasificados).** Los cables instalados en lugares peligrosos (clasificados) deben ser de Tipo PLTC. Cuando, según los Artículos 501-4(b), 502-4(b) y 504-20, se permita utilizar cables de Tipo PLTC, los cables se deben instalar en bandejas portacables, en canalizaciones, sujetos por cables mensajeros o de cualquier otra forma adecuada o enterrados directamente, si están certificados para este uso.

Excepción nº 1: En los circuitos de Clase 2, según se permite en el Artículo 501-4(b) Excepción.

Excepción nº 2: En los circuitos de termopares de Clase 2 se permite que los conductores de los cables PLTC utilizados sean del mismo material que se utilice para el alambre de extensión de los termopares.

(e) **Otro alambrado dentro de edificaciones.** Los cables instalados dentro de edificaciones en lugares distintos a los de los anteriores apartados (a) hasta (d) deben ser de Tipo CL2 o CL3.

Excepción nº 1: Los cables de Tipo CL2X o CL3X cuando se instalen en una canalización o con alguno de los métodos de alambrado de los que trata el Capítulo 3.

Excepción nº 2: En espacios no ocultos, cuando la longitud del tramo de cable expuesto no pase 3,0 m.

Excepción nº 3: Los cables certificados de Clase 2 Tipo CL2X de diámetro menor a 6,4 mm y los certificados de Clase 3 Tipo CL3X de diámetro menor a 6,4 mm instalados en viviendas uni y bifamiliares.

Excepción nº 4: Los cables certificados de Clase 2 Tipo CL2X de diámetro menor a 6,4 mm y los certificados de Clase 3 Tipo CL3X de diámetro menor a 6,4 m) instalados en espacios no ocultos de viviendas multifamiliares.

Excepción nº 5: Los alambres y cables de comunicaciones de Tipo CMUC instalados bajo tapetes.

(f) **Conjuntos de conexión cruzada (cross-connect arrays).** Se deben utilizar alambres o cables de Tipo CL2 o CL3.

(g) **Usos y sustituciones permitidas de los cables de Clase 2 y Clase 3.** Los usos y sustituciones de los cables de Clase 2 y Clase 3 recogidos en la Tabla 725-61 y en la figura 725-61 se consideran adecuados y se deben permitir.

(NOTA): Para más información sobre los cables de Tipo FPLP, FPLR y FPL, véase el Artículo 760-71. Para más información sobre los cables de Tipo MPP, MPR, MPG, MP, CMP, CMR, CMG y CM, véase el Artículo 800-50.

Tabla 725-61. Aplicaciones de los cables y sustituciones permitidas

Tipo de Cable	Uso	Referencias	Sustituciones permitidas
CL3P	Cable de Clase 3 para cámaras de aire	725-61(a)	MPP, CMP, FPLP
CL2P	Cable de Clase 2 para cámaras de aire	725-61(a)	MPP, CMP, FPLP, CL3P
CL3R	Cable de Clase 3 para ductos verticales	725-61(b)	MPP, CMP, FPLP, CL3P, MPR, CMR, FPLR
CL2R	Cable de Clase 2 para ductos verticales	725-61(b)	MPP, CMP, FPLP, CL3P, CL2P, MPR, CMR, FPLR, CL3R
PLTC	Cable de potencia limitada para bandejas	725-61(c) y (d)	
CL3	Cable de Clase 3	725-61(b)(e) y (f)	MPP, CMP, FPLP, CL3P, MPR, CMR, FPLR, CL3R, MPG, MP, CMG, CM, FPL, PLTC
CL2	Cable de Clase 2	725-61(b)(e) y (f)	MPP, CMP, FPLP, CL3P, CL2P, MPR, CMR, FPLR, CL3R, CL2R, MPG, MP, CMG, CM, FPL, PLTC, CL3
CL3X	Cable de Clase 3 de uso limitado	725-61(b) y (e)	MPP, CMP, FPLP, CL3P, MPR, CMR, FPLR, CL3R, MPG, MP, CMG, CM, FPL, PLTC, CL3, CMX
CL2X	Cable de Clase 2 de uso limitado	725-61(b) y (e)	MPP, CMP, FPLP, CL3P, CL2P, MPR, CMR, FPLR, CL3R, CL2R, MPG, MP, CMG, CM, FPL, PLTC, CL3, CL2, CMX, CL3X

Cámara de aire

Ducto vertical

De uso general

En viviendas

A -> B: Se permite usar cable A en sustitución del cable B

Para circuitos de alarma contra incendios la sección transversal mínima es de 0,12 mm^2 (26 AWG).

Tipo CM: Conductores y cables de comunicaciones
Tipos CL2 y CL3: Cables de control remoto, señalización y de potencia limitada de Clase 2 y Clase 3.
Tipo FPL (Fire Power Limited): Cable para circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada.
Tipo MP (Multi Purpose): Cables multiuso.
Tipo PLTC (Power-limited Tray Cable): Cable de potencia limitada para instalación en bandejas portacables.

Figura 725-61. Jerarquía de sustitución de los cables

725-71. Certificación y rotulado de los cables de Clase 2, Clase 3 y Tipo PLTC. Los cables de Clase 2, Clase 3 y Tipo PLTC que se instalen dentro de edificaciones deben estar certificados como resistentes a la propagación del fuego y según los demás requisitos de los siguientes apartados (a) hasta (g) y estar rotulados según el siguiente apartado (h):

(a) Tipos CL2P y CL3P. Los cables de Tipo CL2P y CL3P para cámaras de aire, deben estar certificados como adecuados para uso en cámaras de aire, ductos y otros espacios de circulación de aire ambiental; además, deben estar certificados como poseedores de características adecuadas de resistencia al fuego y baja producción de humo.

(NOTA): Un método para determinar si la producción de humo de un cable es aceptable es someterlo al ensayo definido en *Standard Method of Test for Fire and Smoke Characteristics of Wires and Cables*, ANSI/NFPA 262-1994 y ver si el valor del humo producido tiene una densidad óptica máxima de pico de 0,5 y máxima promedio de 0,15. De forma similar, un método bajo el mismo ensayo para definir la resistencia al fuego de los cables es estableciendo la distancia permisible de viaje de la llama de 1,5 m.

(b) Tipos CL2R y CL3R. Los cables para ductos verticales, Tipo CL2R y CL3R, deben estar certificados como adecuados para instalarlos en tramos verticales dentro de huecos verticales o de piso a piso, además, deben estar certificados como poseedores de características adecuadas de resistencia al fuego para que no transmitan las llamas de un piso a otro.

(NOTA): Un método para determinar si las características de resistencia al fuego capaz de evitar el paso de la llama de un piso a otro es someterlo al ensayo definido en *Test for Flame Propagation Height of Electrical and Optical-Fiber Cable Installed Vertically in Shafts*, ANSI/UL 1666-1991.

(c) Tipos CL2 y CL3. Los cables de Tipo CL2 y CL3 deben estar certificados como adecuados para uso de propósito general excepto en ductos verticales, cámaras de aire, ductos y otros espacios utilizados para circulación de aire ambiental; además, deben estar certificados como resistentes a la propagación del fuego.

(NOTA): Un método para establecer la resistencia a la propagación del fuego de es que los cables no dejen pasar el fuego a la parte superior de la bandeja en el ensayo de bandeja vertical definido en *Reference Standard for Electrical Wires, Cables and Flexible Cords*, ANSI/UL 1581-1991. Otro método para establecer ese mismo parámetro es medir si el daño sufrido por el cable (longitud de la parte carbonizada) no supera los 1,5 m cuando se le somete al ensayo de llama vertical de la CSA para cables en bandejas, *Test Methods for Electrical Wires and Cables*, CSA C22.2 No. 0.3-M-1985.

(d) Tipos CL2X y CL3X. Los cables de uso limitado de Tipo CL2X y CL3X deben estar certificados como adecuados para uso en viviendas y canalizaciones y además como retardantes de las llamas.

(NOTA): Un método para establecer si un cable es retardante de las llamas es someterlo al ensayo de llama para cables verticales VW-1 definido en *Reference Standard for Electrical Wires, Cables and Flexible Cords*, ANSI/UL 1581-1991.

(e) Tipo PLTC. Los cables de potencia limitada con blindaje no metálico para bandejas, Tipo PLTC (Power-Limited Tray Cable), deben estar certificados como adecuados para usar con bandejas portacables y deben consistir de un conjunto de dos o más conductores aislados en una chaqueta no metálica, montados en fábrica y rotulados según establecen el Artículo 310-11 y la Tabla 725-71. Los conductores aislados deben tener sección transversal entre 0,32 mm^2 (22 AWG) y 3.30 mm^2 (12 AWG). El material de los conductores debe ser cobre (sólido o trenzado) y el aislamiento debe ser adecuado para 300 V. El núcleo del cable debe ser alguno de los siguientes :1) dos o más conductores paralelos, 2) uno o más grupos de conductores trenzados o paralelos o 3) una combinación de ambos. Se permite aplicar sobre el núcleo del cable, sobre grupos de conductores o sobre ambos. una pantalla metálica o un blindaje de hoja metalizada con cable o cables de drenaje (fuga). El cable debe estar certificado como resistente a la propagación del fuego. El material de la chaqueta exterior debe ser de material no metálico y resistente a la humedad y a la luz del sol.

Excepción nº 1: No es necesario que haya una chaqueta exterior no metálica cuando se aplique sobre la chaqueta metálica un blindaje metálico liso, un blindaje metálico soldado y corrugado o una armadura de cinta traslapada. En los cables con blindaje metálico sin chaqueta exterior no metálica, la información requerida por el Artículo 310-11 debe ir ubicada en la chaqueta no metálica bajo el blindaje.

Excepción nº 2: En los circuitos de termopares de Clase 2 se permite que los conductores de los cables PLTC utilizados sean de cualquiera de los materiales que se utilicen para el alambre de extensión de los termopares.

(NOTA): Un método para establecer la resistencia a la propagación del fuego es que los cables no dejen pasar el fuego hasta la parte superior de la bandeja en el ensayo de llama para bandejas verticales definido en *Reference Standard for Electrical Wires, Cables and Flexible Cords*, ANSI/UL 1581-1991. Otro método para definir la resistencia a la propagación del fuego es medir si el daño sufrido por el cable (longitud de la parte carbonizada) no supera 1,5 m cuando se le somete al ensayo de llama vertical de la CSA para cables en bandejas, *Test Methods for Electrical Wires and Cables*, CSA C22.2 No. 0.3-M-1985.

(f) Tensión nominal de los cables de Clase 3. Los cables de Clase 3 deben tener una tensión nominal no menor a 300 V.

(g) Conductores sencillos de Clase 3. Los conductores sencillos de Clase 3 deben tener una sección transversal no menor a 0,82 mm^2 (18 AWG) y deben estar aislados de acuerdo con el Artículo 725-27(b).

(h) Rotulado. Los cables de Clase 2 y Clase 3 deben estar rotulados de acuerdo con la Tabla 725-71. La tensión nominal no se debe rotular en los cables..

(NOTA): Si se marcara la tensión nominal en los cables se podrían producir errores sobre su uso en circuitos de alumbrado, fuerza y Clase 1.

Excepción: Se permite que la tensión nominal esté rotulada en los cables cuando estén certificados para varias aplicaciones y las condiciones de certificado de alguna de ellas así lo exija.

Tabla 725-71. Marcas en los cables de Clase 2 y Clase 3

Marca del tipo de cable	Tipo	Referencias de certificado
CL3P	Cable de Clase 3 para cámaras de aire	725-71(a),(f) y (h)
CL2P	Cable de Clase 2 para cámaras de aire	725-71(a) y (h)
CL3R	Cable de Clase 3 para ductos verticales	725-71(b),(f) y (h)
CL2R	Cable de Clase 2 para ductos verticales	725-71(b) y (h)
PLTC	Cable de potencia limitada para bandejas	725-71(e) y (h)
CL3	Cable de Clase 3	725-71(c),(f)y (h)
CL2	Cable de Clase 2	725-71(c),(f) y (h)
CL3X	Cable de Clase 3 para usos limitados	725-71(d),(f) y (h)
CL2X	Cable de Clase 2 para usos limitados	725-71(d),(f) y (h)

(NOTA): Los tipos de cables de Clase 2 y Clase 3 están relacionados en orden descendente en cuanto a resistencia al fuego. Los cables de Clase 3 están relacionados sobre los de Clase 2, puesto que se pueden utilizar en sustitución de los de Clase 2.

Sección 727 - CABLES PARA BANDEJAS DE INSTRUMENTACIÓN
Tipo ITC (Instrumentation Tray Cable)

727-1. Definición. Un cable de Tipo ITC para bandeja de instrumentación es un conjunto montado en fábrica de dos o más conductores aislados, con o sin conductor o conductores de puesta a tierra y metido dentro de un blindaje o armadura no metálicos.

727-2. Usos permitidos. Se permite usar cable de Tipo ITC en establecimientos industriales donde las condiciones de supervisión y mantenimiento aseguren que la instalación es atendida sólo por personas calificadas:

(1) En bandejas portacables.

(2) En canalizaciones.

(3) En lugares peligrosos, cuando lo permitan las Secciones 501 a 504.

(4) Como cables aéreos con un cable mensajero.

(5) Directamente enterrados cuando estén identificados para ese uso.

(6) Bajo suelos elevados en salas de control y de bastidores donde estén dispuestos de tal forma que se eviten daños a los cables.

727-3. Usos no permitidos.

(a) Circuitos de fuerza y alumbrado. No se deben usar cables de Tipo ITC en circuitos de fuerza, alumbrado o de potencia no limitada.

Excepción nº. 1: Cuando terminen dentro de equipos o cajas de unión y estén separados por otros medios.

Excepción nº. 2: Cuando se aplique sobre la chaqueta no metálica del cable un blindaje metálico liso, un blindaje metálico soldado y corrugado o una cinta de armadura traslapada.

(b) Otros circuitos. No se deben instalar cables de Tipo ITC en circuitos que funcionen a más de 150 V o más de 5 A.

727-4. Construcción. Los conductores aislados de los cables de Tipo ITC deben tener sección transversal entre 0,32 mm^2 (22 AWG) y 3.30 mm^2 (12 AWG). El material de los conductores debe ser cobre o aleación de termopar. El aislamiento de los conductores debe ser para 300 V nominales. Se permite blindar los cables.

Los cables deben estar certificados como resistentes a la propagación del fuego. La chaqueta exterior debe ser además resistente a la humedad y a la luz del sol.

Excepción: Cuando se aplique sobre la chaqueta no metálica del cable un blindaje metálico liso, un blindaje metálico soldado y corrugado o una cinta de armadura traslapada, no es necesaria una chaqueta exterior no metálica. En los cables con blindaje metálico sin chaqueta exterior no metálica, la información que exige el Artículo 310-11 debe estar ubicada en la chaqueta no metálica bajo el blindaje.

727-5. Rotulado. Los cables deben ir rotulados según lo establecido en el Artículo 310-11.

727-6. Capacidad de corriente. La capacidad de corriente para los conductores debe ser 5 A, excepto para los de sección transversal de 0,32 mm^2 (22 AWG) la cual debe ser 3 A.

727-7. Otras Secciones. Además de lo establecido en esta Sección, las instalaciones de cables Tipo ITC deben cumplir otras Secciones aplicables de este *Código* y en especial las 300, 318 y 725.

727-8. Curvas. Las curvas en los cables de Tipo ITC se deben hacer de manera que no se dañe el cable.

Sección 760 - SISTEMAS DE ALARMA CONTRA INCENDIOS

A. Generalidades

760-1. Alcance. Esta Sección trata de la instalación del alambrado y equipos de los sistemas de alarma contra incendios, incluidos todos los circuitos controlados y alimentados desde el propio sistema de alarma.

(NOTA 1): Los sistemas de alarma contra incendios son los de detección del fuego y notificación de la alarma, puestos de guardia, flujo de agua de los rociadores automáticos y sistemas de supervisión de los mismos. Los circuitos controlados y alimentados por el propio sistema de alarma contra incendios incluyen los de control para las funciones de los sistemas de seguridad del edificio, sensores en los ascensores, salida de los ascensores, apertura de puertas, control de las puertas y ventanas (trampas) cortahumos, control de las puertas y ventanas cortafuegos y salida de los ventiladores. Para más información sobre la instalación y supervisión de los requisitos de los sistemas de alarma contra incendios, véase *National Fire Alarm Code*, ANSI/NFPA 72-1996.

(NOTA 2): Los circuitos de Clase 1, Clase 2 y Clase 3 se definen en la Sección 725.

760-2. Definiciones. A efectos de esta Sección se utilizan las siguientes definiciones:

Circuito de alarma contra incendios: Parte del sistema de alambrado entre el lado de la carga del dispositivo de protección contra sobrecorriente o el suministro de potencia limitada y los equipos conectados de todos los circuitos alimentados y controlados por el sistema de alarma contra incendios. Los circuitos de alarma contra incendios se clasifican como de potencia limitada o de potencia no limitada.

Circuito de alarma contra incendios de potencia no limitada (Nonpower-Limited Fire Alarm - NPLFA): Circuito de alarma contra incendios alimentado por una fuente que cumple lo establecido en los Artículos 760-21 y 760-23.

Circuito de alarma contra incendios de potencia limitada (Power-Limited Fire Alarm - PLFA): Circuito de alarma contra incendios alimentado por una fuente que cumple lo establecido en el Artículo 760-41.

760-3. Ubicación y otras Secciones. Los circuitos y equipos de alarma contra incendios deben cumplir las siguientes disposiciones (a) hasta (f):

(a) Propagación del fuego y los productos de la combustión. Véase el Artículo 300-21.

(b) En cámaras de aire, ductos y otros espacios de ventilación. Véase el Artículo 300-22, cuando los sistemas estén instalados en ductos, cámaras de aire u otros espacios usados para circulación de aire ambiental.

Excepción: Lo permitido en los Artículos 760-30(e)(1) y (2) y 760-61(a).

(c) En lugares peligrosos (clasificados). Cuando estén instalados en lugares peligrosos (clasificados), los circuitos de alarma contra incendios deben cumplir las Secciones 500 a 516 y 517 Parte D.

(d) En lugares corrosivos, mojados o húmedos. Cuando estén instalados en lugares corrosivos, mojados o húmedos, los circuitos de alarma contra incendios deben cumplir lo establecido en los Artículos 110-11, 300-6 y 310-9.

(e) Circuitos de control de la edificación. Cuando los circuitos de control de sistemas del edificio (como sensores en los ascensores, salida total de los ventiladores, etc.) estén conectados con el sistema de alarma contra incendios, deben cumplir lo establecido en la Sección 725.

(f) Cables de fibra óptica. Cuando se utilicen cables de fibra óptica en los circuitos de alarma contra incendios, se deben instalar cumpliendo lo establecido en la Sección 770.

760-5. Acceso a los equipos eléctricos instalados detrás de paneles para permitir el acceso. El acceso a los equipos eléctricos no se debe ver impedido por acumulación de cables y alambres que eviten quitar los paneles, incluso los de los cielo rasos falsos.

760-6. Puesta a tierra de los circuitos y equipos de alarma contra incendios. Los circuitos y equipos de alarma contra incendios se deben poner a tierra según lo establecido en la Sección 250.

760-7. Circuitos de alarma contra incendios que se extienden más allá de una edificación. Los circuitos de alarma contra incendios que se extiendan más allá de una edificación tienen que cumplir los requisitos de la Sección 800 y estar clasificados como circuitos de comunicaciones o cumplir los requisitos de la Sección 225.

760-8. Ejecución mecánica de los trabajos. Los circuitos de alarma contra incendios se deben instalar de manera limpia y profesional. Los cables se deben apoyar en la estructura de la edificación de modo que no resulten dañados durante el uso normal de ésta.

(NOTA): Para la práctica de la instalación de estos circuitos se deben consultar normas reconocidas, como por ejemplo : *NTC 4353 Telecomunicaciones, Cableado estructurado, Cableado para comunicaciones; NTC 4071 Telecomunicaciones, Nuevas Tecnologías, Ductos y espacios para telecomunicaciones en edificios comerciales; Commercial Building Telecommunications, Wiring Standard,* ANSI/EIA/TIA 568-1991; *Commercial Building Standard for Telecommunications Pathways and Spaces,* ANSI/EIA/TIA 569-1990 y *Residential and Light Commercial Telecommunications Wiring Standard,* ANSI/EIA/TIA 570-1991.

760-10. Identificación de los circuitos de alarma contra incendios. Los circuitos de alarma contra incendios se deben identificar en sus lugares de terminales y uniones de modo que se evite la interferencia accidental durante los ensayos y revisiones de circuitos de señalización.

760-15. Requisitos de los circuitos de alarma contra incendios. Los circuitos de alarma contra incendios deben cumplir lo establecido en las siguientes Partes de esta Sección:

(a) Circuitos de potencia no limitada (NPLFA): Partes A y B.

(b) Circuitos de potencia limitada (PLFA): Partes A y C.

B. Circuitos de alarma contra incendios de potencia no limitada (NPLFA)

760-21. Requisitos de la fuente de alimentación. La fuente de alimentación de los circuitos de alarma contra incendios de potencia no limitada (NPLFA) debe cumplir lo establecido en los Capítulos 1 a 4 y su tensión de salida no debe ser mayor a 600 V nominales.

760-23. Protección contra sobrecorriente del circuito NPLFA. Los conductores de los circuitos de alarma contra incendios de potencia no limitada (NPLFA) con sección transversal de 2,08 mm^2 y mayor deben estar protegidos contra sobrecorriente de acuerdo con su capacidad de corriente, sin aplicar los factores de corrección de el Artículo 310-15. La protección contra sobrecorriente no debe pasar de 7 A para los conductores con sección transversal de 0,82 mm^2 (18 AWG) ni de 10 A para los de sección transversal de 1,31 mm^2 (16 AWG).

Excepción: Cuando otras Secciones de este Código permitan o exijan otra protección contra sobrecorriente.

760-24. Ubicación del dispositivo de protección contra sobrecorriente en circuito NPLFA. El dispositivo de protección contra sobrecorriente de los circuitos de alarma contra incendios de potencia no limitada (NPLFA) debe estar ubicado en el punto de conexión del conductor a la red de suministro.

Excepción nº. 1: Cuando el dispositivo de protección que protege al conductor de mayor sección transversal protege también al de menor sección.

Excepción nº 2: Los conductores del secundario de los transformadores. Se permite que los conductores de circuitos de alarma contra incendios de potencia no limitada (NPLFA) alimentados desde el secundario de un transformador monofásico con secundario de 2 hilos (una tensión) estén protegidos por los dispositivos contra sobrecorriente del primario del transformador (lado de suministro), siempre que esa protección cumpla lo establecido en el Artículo 450-3 y no se exceda del valor determinado multiplicando la capacidad de corriente de los conductores del secundario del transformador por la relación de tensión de secundario a primario. No se consideran protegidos por el dispositivo contra sobrecorriente del primario los conductores de secundario de un transformador que no sea de 2 hilos.

760-25. Métodos de alambrado de circuitos NPLFA. La instalación de los circuitos de alarma contra incendios de potencia no limitada NPLFA debe cumplir con lo establecido en el Artículo 300-15(b) y en las Secciones aplicables del Capítulo 3.

Excepción nº. 1: Lo establecido en los Artículos 760-26 hasta 760-30.

Excepción nº. 2: Cuando otras Secciones de este Código exijan otros métodos.

760-26. Conductores de distintos circuitos en el mismo cable, encerramiento o canalización.

(a) Circuitos NPLFA con circuitos de Clase 1. Se permite que los circuitos de Clase 1 y de alarma contra incendios de potencia no limitada ocupen el mismo cable, encerramiento o canalización, independientemente si ambos circuitos son de corriente continua o de corriente alterna, siempre que todos los conductores estén aislados para la tensión máxima de cualquier conductor que haya en el encerramiento o canalización.

(b) Circuitos de alarma contra incendios con circuitos de suministro. Sólo se permite que los conductores de circuitos de suministro y de alarma contra incendios ocupen el mismo cable, encerramiento o canalización cuando estén conectados al mismo equipo.

760-27. Conductores de los circuitos NPLFA.

(a) Sección transversal y uso. En los sistemas de alarma contra incendios sólo se permite utilizar conductores de cobre. Se permite utilizar conductores con sección transversal de 0,82 mm^2 (18 AWG) y 1,31 mm^2 (16 AWG) siempre que las cargas alimentadas no superen la capacidad de corriente de la Tabla 402-5 y estén instalados en una canalización, encerramiento aprobado o cable certificado. Los conductores de sección transversal mayor a 1,31 mm^2 (16 AWG) no deben alimentar cargas mayores que la capacidad de corriente dada en el Artículo 310-15, en la medida en que sea aplicable.

(b) Aislamiento. El aislamiento de los conductores debe ser adecuado para 600 V. Los conductores con sección transversal mayor a 1,31 mm^2 (16 AWG) deben cumplir con lo establecido en la Sección 310. Los conductores con sección transversal 1,31 mm^2 y 0,82 mm^2 (16 y 18 AWG) deben ser de Tipo KF-2 KFF-2, PAFF, PTFF, PF, PFF, PGF, PGFF, RFH-2, RFHH-2, RFHH-3, SF-2, SFF-2, TF, TFF, TFN, TFFN, ZF o ZFF. Se permite utilizar conductores con aislamiento de otro tipo y otro espesor siempre que estén certificados para usar en circuitos de alarma contra incendios de potencia no limitada (NPLFA).

(NOTA): En cuanto a las disposiciones de aplicación y uso, véase la Tabla 402-3.

(c) Material de los conductores. Los conductores deben ser de cobre sólido o trenzado.

Excepción para (b) y (c): Se permite usar conductores de Tipo PAF y PTF sólo para aplicaciones a alta temperatura, entre 90℃ y 250℃.

760-28. Número de conductores en canalizaciones y bandejas portacables. Factores de corrección.

(a) Circuitos NPLFA y de Clase 1. Cuando en una canalización sólo haya conductores de circuitos NPLFA y de Clase 1, el número de conductores se debe determinar según el Artículo 300-17. Si dichos conductores transportan cargas continuas mayores al 10 % de la capacidad de corriente de cada conductor, se deben aplicar los factores de corrección de la Nota 8(a), Notas a las Tablas de capacidad de corriente de 0 a 2 000 V, Sección 310.

(b) Conductores de suministro y de circuitos de alarma contra incendios. Cuando en una canalización esté permitido instalar conductores de circuitos de suministro y de alarma contra incendios, según lo establecido en el Artículo 760-26, el número de conductores se debe determinar de acuerdo con el Artículo 300-17. Los factores de corrección de la Sección 310, Nota 8(a) de las Notas a las Tablas de capacidad de corriente de 0 a 2 000 V, se deben aplicar como sigue:

(1) A todos los conductores cuando los del circuito de alarma contra incendios transportan cargas continuas mayores al 10 % de la capacidad de corriente de cada conductor y cuando el número de conductores es más de tres.

(2) Sólo a los conductores del circuito de suministro cuando los del circuito de alarma contra incendios no transporten cargas continuas mayores al 10 % de la capacidad de corriente de cada conductor y cuando el número de conductores de suministro es más de tres.

(c) Bandejas portacables. Cuando los conductores del circuito de alarma contra incendios estén instalados en bandejas portacables, deben cumplir con los Artículos 318-9 hasta 318-11.

760-30. Cables NPLFA multiconductores. Se permite usar cables multiconductores de tipo NPLFA (alarma contra incendios de potencia no limitada) que cumplan los requisitos de el Artículo 760-31 en circuitos de alarma contra incendios que funcionen a 150 V o menos y se deben instalar de acuerdo con los siguientes apartados (a) y (b).

(a) Método de alambrado. Los cables multiconductores de circuitos de alarma contra incendios de potencia no limitada (NPLFA) se deben instalar como sigue:

(1) En canalizaciones o expuestos sobre la superficie de los cielo rasos y paredes o en espacios ocultos. Cuando estén expuestos, los cables deben estar apoyados adecuadamente y terminados en accesorios aprobados e instalados de modo que estén lo más protegidos posible contra daños físicos por los elementos de la edificación, como paneles, marcos de las puertas, listones, etc. Cuando estén instalados a menos de 2,10 m del piso, los cables deben ir bien sujetos de manera aprobada a intervalos no mayores a 0,5 m.

(2) En canalizaciones metálicas o tubo conduit rígido no metálico cuando pasen a través de un piso o pared hasta una altura de 2,10 m sobre el piso, a menos que estén bien protegidos por los elementos de la edificación como se indica en el anterior apartado (1) o de otro modo equivalente.

(3) Cuando estén instalados en fosos de ascensores, deben ir en tubo conduit de metal rígido, tubo conduit rígido no metálico, tubo conduit metálico intermedio o tubería eléctrica metálica.

Excepción: Lo establecido en el Artículo 620-21 para ascensores y equipos similares.

(b) Aplicaciones de los cables certificados NPLFA. El uso de los cables de circuitos contra incendios de potencia no limitada debe cumplir lo establecido en los siguientes apartados (1) hasta (4):

(1) Cámaras y ductos de aire. No se deben instalar expuestos en cámaras o ductos de aire cables multiconductores de circuitos de alarma contra incendios de potencia no limitada Tipo NPLFP, NPLFR ni NPLF. Véase el Artículo 300-22(b).

(2) Otros espacios usados para aire ambiental. Los cables instalados en espacios utilizados para aire ambiental deben ser de Tipo NPLFP.

Excepción nº. 1: Los cables de Tipo NPLFR y NPLF instalados de acuerdo con el Artículo 300-22(c).

Excepción nº. 2: Otros métodos de alambrado permitidos por el Artículo 300-22(c) y los conductores que cumplan lo establecido en el Artículo 760-27(c).

(3) Ductos verticales. Los cables instalados en tramos verticales que atraviesen más de un piso o los instalados en tramos verticales dentro de fosos de ascensores o de servicios deben ser de tipo NPLFR. Cuando se exija que los cables que pasen a través del piso sean de tipo NPLFR, sólo se deben usar cables adecuados para uso en ductos verticales o cámaras de aire.

Excepción nº. 1: Los cables de Tipo NPLF u otros especificados en el Capítulo 3 que cumplan lo establecido en el Artículo 760-27(c) y vayan metidos en canalizaciones metálicas.

Excepción nº. 2: Los cables de Tipo NPLF ubicados en un ducto vertical a prueba de incendios que tenga cortafuegos en cada piso.

(NOTA): Respecto a los requisitos de cortafuegos para penetraciones en el piso, véase el Artículo 300-21.

(4) Otro alambrado dentro de edificaciones. Los cables instalados en lugares de edificaciones distintos a los mencionados a los anteriores apartados (1), (2) y (3) deben ser de Tipo NPLF.

Excepción nº. 1: Los métodos de alambrado del Capítulo 3 con conductores que cumplan lo establecido en el Artículo 760-27(c).

Excepción nº. 2: Se permite usar cables de Tipo NPLFP o NPLFR.

760-31. Certificado y marcas de los cables NPLFA. Los cables de circuitos de alarma contra incendios de potencia no limitada instalados como alambrado dentro de edificaciones, deben estar certificados de acuerdo con los siguientes apartados (a) hasta (c), ser resistentes a la propagación del fuego según los siguientes apartados (d) hasta (f) y estar rotulados según se establece en el siguiente apartado (g):

(a) Material de los conductores. Los conductores deben ser de cobre sólido o trenzado y con sección transversal de 0,82 mm^2 (18 AWG) o mayor.

(b) Conductores aislados. Los conductores aislados con sección transversal de 2,08 mm^2 (14 AWG) y mayor deben ser de uno de los tipos certificados en la Tabla 310-13 o de un tipo identificado para ese uso. Los conductores aislados con sección transversal de 0,82 y 1,31 mm^2 (18 y 16 AWG) deben cumplir lo establecido en el Artículo 760-27.

(c) Capacidades nominales de los conductores y cables NPLFA. Cada conductor aislado del cable debe tener una tensión nominal no menor a 300 V. La combinación de los conductores aislados más la chaqueta del cable debe tener una tensión nominal no menor a 600 V.

(d) Cables de Tipo NPLFP. Los cables de Tipo NPLFP para alarma contra incendio de potencia no limitada instalados en espacios para aire ambiental deben estar certificados como adecuados para instalarlos en esos espacios, tal como se describe en el Artículo 300-22(c) y además deben estar certificados como que tienen características adecuadas de resistencia al fuego y baja producción de humo.

(NOTA): Un método para determinar si la producción de humo de un cable es aceptable es someterlo al ensayo definido en *Standard Method of Test for Fire and Smoke Characteristics of Wires and Cables*, ANSI/NFPA 262-1994 y ver si el valor del humo producido tiene una densidad óptica máxima de pico de 0,5 y máxima promedio de 0,15. De forma similar, un método bajo el mismo ensayo para definir la resistencia al fuego de los cables es estableciendo la distancia permisible de viaje de la llama de 1,5 m.

(e) Cables de Tipo NPLFR. Los cables de Tipo NPLFR para ductos verticales deben estar certificados como adecuados para usar en un tramo vertical en un ducto vertical o de una planta a otra y además como que poseen características de resistencia al fuego tales que eviten la propagación del fuego de una planta a otra.

(NOTA): Un método para determinar si las características de resistencia al fuego capaz de evitar el paso de la llama de un piso a otro es someterlo al ensayo definido en *Test for Flame Propagation Height of Electrical and Optical-Fiber Cable Installed Vertically in Shafts*, ANSI/UL 1666-1991.

(f) Cables de Tipo NPLF. Los cables de Tipo NPLF para alarma contra incendio de potencia no limitada deben estar certificados como adecuados para uso en alarmas contra incendios de propósito general, excepto en ductos, ductos verticales, cámaras de aire y otros espacios usados para aire ambiental; además, deben estar certificados como resistentes a la propagación del fuego.

(NOTA): Un método para establecer la resistencia a la propagación del fuego de es que los cables no dejen pasar el fuego a la parte superior de la bandeja en el ensayo de bandeja vertical definido en *Reference Standard for Electrical Wires, Cables and Flexible Cords*, ANSI/UL 1581-1991. Otro método para establecer ese mismo parámetro es medir si el daño sufrido por el cable (longitud de la parte carbonizada) no supera los 1,5 m cuando se le somete al ensayo de llama vertical de la CSA para cables en bandejas, *Test Methods for Electrical Wires and Cables*, CSA C22.2 No. 0.3-M-1985.

(g) Rotulado de los cables NPLFA. Los cables multiconductores de alarma contra incendios de potencia no limitada tipo NPLFA deben estar rotulados según como se establece en la Tabla 760-31(g). Se permite que estos cables estén rotulados con una tensión nominal de trabajo máxima de 150 V.

Tabla 760-31(g). Marcas en los cables NPLFA

Marca	Tipo de cable	Referencia
NPLFP	Cable para circuitos de alarma contra incendios de potencia no limitada para usar en espacios utilizados para aire ambiental	Sección 760-31(d) y (g)
NPLFR	Cable para circuitos de alarma contra incendios de potencia no limitada para usar en ductos verticales	Sección 760-31(e) y (g)
NPLF	Cable para circuitos de alarma contra incendios de potencia no limitada	Sección 760-31(f) y (g)

Nota. Los cables están certificados en orden descendente en cuanto a su clasificación de resistencia al fuego.

C. Circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada - PLFA (Power-Limited Fire Alarm, PLFA)

760-41. Fuentes de alimentación para circuitos PLFA. La fuente de alimentación para un circuito de alarma contra incendios de potencia limitada debe ser una de las especificadas en los siguientes apartados (a), (b) o (c).

(NOTA): En las Tablas 12(a) y 12(b) del Capítulo 9 se dan los requisitos de certificación de las fuentes de alimentación de circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada.

(a) Transformadores. Un transformador certificado para PLFA o Clase 3.

(b) Fuentes de alimentación. Una fuente de alimentación certificada para PLFA o Clase 3.

(c) Equipos certificados. Otros equipos certificados y rotulados de modo que se identifique la fuente de alimentación PLFA.

(NOTA): Otros equipos certificados son, por ejemplo, paneles de control de alarma contra incendios con fuente de alimentación incorporada; una tarjeta certificada para usar como fuente de alimentación de circuitos PLFA, si forma parte de un conjunto certificado; una impedancia de limitación de corriente certificada para ese propósito o forma parte de un conjunto certificado, utilizada junto con un transformador de potencia no limitada o un acumulador de energía, como una batería, para limitar la corriente de salida.

760-42. Rotulado de circuitos. Los equipos deben estar rotulados de modo duradero en lugar claramente visible, indicando que se trata de circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada.

(NOTA): Cuando se reclasifique un circuito de potencia limitada como de potencia no limitada, véase el Artículo 760-52(a) Excepción nº. 3.

760-51. Métodos de alambrado del lado del suministro de la fuente de alimentación PLFA. Los conductores y equipos del lado del suministro de la fuente de alimentación se deben instalar de acuerdo con los correspondientes requisitos de la Parte B de esta Sección y de los Capítulos 1 a 4 de este *Código*. Los transformadores y otros dispositivos alimentados desde los conductores de suministro, deben estar protegidos por un dispositivo contra sobrecorriente a una corriente nominal no mayor a 20 A.

Excepción: Se permite que los terminales de entrada de un transformador u otra fuente de alimentación que suministre corriente a un circuito de alarma contra incendio de potencia limitada, sean de sección transversal menor a 2,08 mm^2 (14 AWG), pero no menor a 0,82 mm^2 (18 AWG) si no tienen más de 0,30 m de largo y tienen un aislamiento que cumpla lo establecido en el Artículo 760-27(b).

760-52. Materiales y métodos de alambrado del lado de la carga de las fuentes de alimentación PLFA. Se permite instalar los circuitos de alarma contra incendios del lado de la carga de la fuente de alimentación utilizando los materiales y métodos de alambrado que se especifican en los siguientes apartados (a) o (b):

(a) Materiales y métodos de alambrado para circuitos NPLFA. Se deben aplicar las correspondientes Secciones del Capítulo 3 de este *Código*, incluido el Artículo 300-17; además, los conductores deben ser de cobre sólido o trenzado.

Excepción nº. 1: No son de aplicación los factores de corrección de la Nota 8(a) de las Notas a las Tablas de capacidad de corriente de 0 a 2 000 V, Sección 310.

Excepción nº. 2: Se permite usar conductores y cables multiconductores de los descritos en los Artículos 760-27 y 760-30 e instalados como se indica allí.

Excepción nº. 3: Se permite reclasificar los circuitos de potencia limitada e instalarlos como de potencia no limitada si se eliminan los rótulos requeridos por el Artículo 760-42 y todo el circuito se instala utilizando los métodos de alambrado y materiales de la Parte B de esta Sección.

(b) Materiales y métodos de alambrado para circuitos PLFA. Los conductores y cables de los circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada descritos en el Artículo 760-71 se deben instalar como se indica a continuación:

(1) En canalizaciones o expuestos sobre la superficie de los cielo rasos y paredes o en espacios ocultos. Los empalmes o terminaciones de los cables se deben hacer en accesorios, cajas, encerramientos, dispositivos de alarma contra incendios o equipos de utilización certificados. Cuando estén expuestos, los cables deben estar apoyados adecuadamente y terminados de modo que estén lo más protegidos posible contra daños físicos que puedan causar elementos de la edificación, como paneles, marcos de las puertas, listones, etc. Cuando estén instalados a menos de 2,10 m del piso, los cables deben ir bien sujetos de manera aprobada a intervalos no mayores de 0,5 m.

(2) En canalizaciones metálicas o tubo conduit rígido no metálico cuando pasen a través de un piso o pared hasta una altura de 2,1 m sobre el piso, a menos que estén bien protegidos por los elementos de la edificación como se indica en el anterior apartado 1) o de otro modo equivalente.

(3) Cuando estén instalados en fosos de ascensor, deben ir en tubo conduit de metal rígido, tubo conduit rígido no metálico, tubo conduit metálico intermedio o tubería eléctrica metálica.

Excepción: Lo establecido en el Artículo 620-21 para ascensores y equipos similares.

760-54. Instalación de conductores y equipos.

(a) Separación entre conductores de los circuitos de alumbrado, fuerza, de Clase 1 y de alarma contra incendios de potencia no limitada NPLFA

(1) En cables, compartimentos, encerramientos, cajas de salida o canalizaciones. Los conductores de circuitos de potencia limitada no deben instalarse en cables, compartimentos, encerramientos, cajas de salida, canalizaciones o accesorios similares con conductores de circuitos de alumbrado, fuerza, de Clase 1 o de alarma contra incendios de potencia no limitada.

Excepción nº 1: Cuando los conductores de circuitos de alumbrado, fuerza, Clase 1 y de alarma contra incendios de potencia no limitada estén separados de los de los circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada mediante una barrera. En encerramientos se permite instalar circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada en una canalización, dentro de dichos encerramientos, que los separe de los circuitos de alumbrado, fuerza, Clase 1 y de alarma contra incendios de potencia no limitada.

Excepción nº 2: Los conductores en compartimentos, encerramientos, cajas de salida, cajas de dispositivos o accesorios similares en los que los conductores de los circuitos de alumbrado, fuerza, Clase 1 o de alarma contra incendios de potencia no limitada se introduzcan únicamente para conectar los equipos conectados a circuitos de potencia limitada a los que estén conectados los otros conductores y :

a. Los conductores de los circuitos de alumbrado, fuerza, Clase 1 y de alarma contra incendios de potencia no limitada se instalen de modo que mantengan como mínimo una separación de 6,5 mm de los cables y conductores de circuitos de potencia limitada, o

b. Los conductores del circuito funcionen a 150 V a tierra o menos y cumplan además uno de los siguientes requisitos:

1. Que los circuitos PLFA se instalen con cables de Tipo FPL, FPLR, FPLP o cables substitutivos permitidos, siempre que los conductores de los cables del circuito de potencia limitada que sobresalgan de la chaqueta estén separados de todos los demás conductores por una distancia mínima de 6,35 mm o por una lámina o barrera no conductiva, o

2. Que los conductores de los circuitos PLFA se instalen como si fueran un circuito de alarma contra incendios de potencia no limitada, como establece el Artículo 760-25.

Excepción nº 3: Cuando los conductores de circuitos de alumbrado, fuerza, Clase 1 o de alarma contra incendios de potencia no limitada entren en compartimentos, encerramientos, cajas de salida, cajas de dispositivos o accesorios similares para conectar los equipos conectados a circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada u otros circuitos controlados por el sistema de alarma contra incendios a los que estén conectados los otros conductores del encerramiento. Si los conductores deben entrar en un encerramiento con una sola abertura, se permite que lo hagan a través de un solo accesorio (como una T) siempre que estén separados de los conductores de los demás circuitos por un elemento no conductor, continuo y bien sujeto, como una tubería flexible.

(2) En fosos de ascensores. En los fosos de los ascensores, los conductores de los circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada se deben instalar en tubo conduit de metal rígido, tubo conduit rígido no metálico, tubo conduit metálico intermedio o tubería eléctrica.

Excepción: Lo que establece el Artículo 620-21 para ascensores y equipos similares.

(3) Otras aplicaciones. Los conductores de los circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada deben estar separados 50 mm como mínimo de los conductores de circuitos de alumbrado, fuerza, Clase 1 o de alarma contra incendios de potencia no limitada.

Excepción nº 1: Cuando : 1) todos los conductores de circuitos de alumbrado, fuerza, Clase 1 o de alarma contra incendios de potencia no limitada, o 2) todos los conductores de los circuitos PLFA estén instalados en una canalización, un cable con blindaje metálico, con blindaje no metálico, con cubierta metálica o de Tipo UF.

Excepción nº 2: Cuando todos los conductores de circuitos de alumbrado, fuerza, Clase 1 o de alarma contra incendios de potencia no limitada estén separados permanentemente de todos los conductores de los circuitos PLFA por una barrera continua, no conductora y bien sujeta, como un tubo de porcelana o un tubo flexible, además del aislante de los conductores.

(b) Conductores de distintos circuitos PLFA, Clase 2, Clase 3 y comunicaciones en el mismo cable, encerramiento o canalización.

(1) Dos o más circuitos PLFA. Se permite instalar los conductores o cables de dos o más circuitos PLFA, comunicaciones o Clase 3 en el mismo cable, encerramiento o canalización.

(2) Circuitos de Clase 2 con circuitos PLFA. Se permite instalar los conductores de uno o más circuitos de Clase 2 en el mismo cable, encerramiento o canalización con conductores de circuitos PLFA, siempre que el aislante de los conductores de los circuitos de Clase 2 que haya en el cable, encerramiento o canalización sea como mínimo igual que el de los circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada.

(c) Apoyo de los conductores. No se deben usar las canalizaciones como medio de apoyo de los conductores de los circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada.

(d) Sección transversal de los conductores. Sólo se permite utilizar conductores con sección transversal de 0,12 mm^2 (26 AWG) cuando estén empalmados con un conector certificado como adecuado para usar con conductores de 0,12 hasta 0,20 mm^2 de sección transversal (26 hasta 24 AWG) o mayor y que terminen en equipos o cuando los conductores de 0,12 mm^2 (26 AWG) terminen en equipos certificados como adecuados para conductores de esa sección transversal. Los conductores sencillos no deben ser de sección transversal menor a 0,82 mm^2 (18 AWG).

760-55. Detectores de incendios de línea continua portadora de corriente.

(a) Aplicación. En los circuitos de potencia limitada se permite utilizar detectores de incendios de línea continua portadora de corriente certificados, incluidas las tuberías de cobre aisladas de los detectores neumáticos empleados tanto para la detección de incendios como para la transmisión de señales.

(b) Instalación. Los detectores de incendios de línea continua portadora de corriente se deben instalar cumpliendo lo establecido en los Artículos 760-42 hasta 760-52 y el 760-54.

760-61. Aplicaciones de cables PLFA certificados. Los cables de Tipo PLFA deben cumplir lo establecido en los siguientes apartados a) hasta c), o lo establecido en d) si sustituyen a otros cables:

(a) Cámaras de aire. Los cables instalados en cámaras de aire, ductos y otros espacios utilizados para aire ambiental deben ser de tipo FPLP.

Excepción: Los cables de Tipo FPLP, FPLR y FPL que cumplan lo establecido en el Artículo 300-22.

(b) Ductos verticales. Los cables instalados en tramos verticales que atraviesen más de un piso o los instalados en tramos verticales dentro de fosos verticales deben ser de tipo FPLR. Cuando se exija que los cables que pasen a través del piso sean de tipo FPLR, sólo se deben usar cables adecuados para su instalación en ductos verticales o cámaras de aire.

Excepción nº 1: Cuando los cables estén instalados en canalizaciones metálicas o en huecos protegidos contra incendios mediante cortafuegos en cada piso.

Excepción nº 2: En viviendas uni y bifamiliares se permite usar cables de Tipo FPL.

(NOTA): Respecto a los requisitos para cortafuegos que penetran el piso , véase el Artículo 300-21.

(c) Otro alambrado dentro de edificaciones. Los cables instalados en lugares de edificaciones distintos a los referidos en los anteriores apartados (a) y (b) deben ser de Tipo FPL.

Excepción nº. 1: Cuando los cables estén encerrados en una canalización.

Excepción nº. 2: Los cables especificados en el Capítulo 3 de este Código que cumplan los requisitos del Artículo 760-71(a) y (b) y estén instalados en espacios no ocultos, cuando la longitud del cable expuesto no sea mayor a 3,0 m.

Excepción nº. 3: Se permite que los sistemas portátiles de alarmas contra incendios que protegen los escenarios o platós cuando no se utilizan, utilicen métodos de alambrado de acuerdo con el Artículo 530-12.

(d) Usos y sustituciones permitidas de cables. Los usos y sustituciones de los cables de circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada recogidos en la Tabla 760-61(d) e ilustrados en la Figura 760-61(d) se consideran adecuados y se deben permitir.

(NOTA): Para más información sobre los cables multiuso (MPP, MPR, MPG, MP) y de comunicaciones (CMP, CMR, CMG y CM) véase el Artículo 800-50. Para más información sobre los cables de Clase 3 (CL3P, CL3R, CL3 y PLTC), véase el Artículo 725-71.

Tabla 760-61(d) . Usos de los cables y sustituciones permitidas

Tipo de cable	Uso	Referencias	Sustituciones permitidas
FPLP	Cable de alarma contra incendios de potencia limitada para cámaras de aire	760-61(a)	MPP, CMP, CL3P
FPLR	Cable de alarma contra incendios de potencia limitada para ductos verticales	760-61(b)	MPP, CMP, FPLP, CL3P, MPR, CMR, CL3R
FPL	Cable de alarma contra incendios de potencia limitada	760-61(c)	MPP, CMP, FPLP, CL3P, MPR, CMR, CL3R, FPLR, MPG, MP, CMG, CM, PLTC, CL3

Cámara de aire

Ducto vertical

Propósito general

Viviendas

A -> B: Se permite usar cable A en sustitución del cable B

Para circuitos de alarma contra incendios la sección transversal mínima es de 0,12 mm^2 (26 AWG).

Tipo CM (Communications): Alambres y cables de comunicaciones

Tipos CL2 y CL3 (Class 2, Class 3): Cables de control remoto, señalización y de potencia limitada de Clase 2 y Clase 3.
Tipo FPL (Fire Power Limited): Cable para circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada.
Tipo MP (Multi Purpose): Cables multipropósito.
Tipo PLTC (Power-limited Tray Cable): Cable de potencia limitada para instalación en bandejas portacables.

Figura 760-61(d). Jerarquía de sustitución de los cables

760-71. Certificado y rotulado de los cables PLFA y de los detectores de incendios aislados de línea continua. Los cables FPL que se instalen como alambrado dentro de los edificios deben estar certificados como resistentes a la propagación del fuego y otros criterios de acuerdo con los siguientes apartados (a) hasta (g) y estar rotulados según el siguiente apartado (h). Los detectores de incendio aislados de línea continua deben estar certificados de acuerdo con el apartado (i):

(a) Material de los conductores. Los conductores deben ser de cobre sólido o trenzado.

(b) Sección transversal de los conductores. La sección transversal de los conductores en un cable multiconductor no debe ser menor a 0,12 mm^2 (26 AWG). Los conductores sencillos no deben ser de sección transversal menor a 0,82 mm^2 (18 AWG).

(c) Valores nominales. Los cables deben tener una tensión nominal no menor a 300 V.

(d) De Tipo FPLP. Los cables de circuitos contra incendios de potencia limitada (FPLP) instalados en cámaras de aire deben estar certificados como adecuados para instalarlos en cámaras de aire, ductos y otros espacios para aire ambiental y además como poseedores de una adecuada resistencia al fuego y una baja producción de humo.

(NOTA): Un método para determinar si la baja producción de humo de un cable es aceptable es someterlo al ensayo definido en *Standard Method of Test for Fire and Smoke Characteristics of Wires and Cables*, ANSI/NFPA 262-1994 y ver si el valor del humo producido tiene una densidad óptica máxima de pico de 0,5 y máxima promedio de 0,15. De forma similar, un método bajo el mismo ensayo para definir la resistencia al fuego de los cables es estableciendo la distancia permisible de viaje de la llama de 1,5 m.

(e) Tipo FPLR. Los cables de circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada instalados en ductos verticales, de Tipo FPLR, deben estar certificados como adecuados para instalarlos en ductos verticales, en huecos verticales o de piso a piso y además como poseedores de características adecuadas de resistencia al fuego para que no transmitan las llamas de un piso a otro .

(NOTA): Un método para determinar si las características de resistencia al fuego capaz de evitar el paso de la llama de un piso a otro es someterlo al ensayo definido en *Test for Flame Propagation Height of Electrical and Optical-Fiber Cable Installed Vertically in Shafts*, ANSI/UL 1666-1991.

(f) Tipo FPL. Los cables de Tipo FPL para alarmas contra incendio de potencia limitada deben estar certificados como adecuados para uso general excepto en ductos verticales, cámaras de aire, ductos y otros espacios utilizados para aire ambiental y además deben estar certificados como resistentes a la propagación del fuego.

(NOTA): Un método para establecer la resistencia a la propagación del fuego de es que los cables no dejen pasar el fuego a la parte superior de la bandeja en el ensayo de bandeja vertical definido en *Reference Standard for Electrical Wires, Cables and Flexible Cords*, ANSI/UL 1581-1991. Otro método para establecer ese mismo parámetro es medir si el daño sufrido por el cable (longitud de la parte carbonizada) no supera los 1,5 m cuando se le somete al ensayo de llama vertical de la CSA para cables en bandejas, *Test Methods for Electrical Wires and Cables*, CSA C22.2 No. 0.3-M-1985.

(g) Cables coaxiales. Se permite que los cables coaxiales tengan sus conductores centrales de acero recubierto de cobre con un mínimo del 30 % de cobre y deben estar certificados como cables de Tipo FPLP, FPLR o FPL.

(h) Rotulado de cables. Los cables PLFA se deben rotular de acuerdo con lo establecido en la Tabla 760-71(h). En los cables no se debe marcar su tensión nominal.

(NOTA): Si se marcara la tensión en los cables se podrían producir errores sugiriendo que pueden ser adecuados para uso en circuitos de alumbrado, fuerza y Clase 1.

Excepción: Se permite que la tensión nominal esté rotulada en los cables cuando estén certificados para varias aplicaciones y las condiciones de certificado de alguna de ellas así lo exija.

Tabla 760-71(h). Marcas en los cables FPL

Marca	Tipo de cable	Referencias
FPLP	Cable de alarma contra incendios de potencia limitada para cámaras de aire	Sección 760-71(d) y (h)
FPLR	Cable de alarma contra incendios de potencia limitada para ductos verticales	Sección 760-71(e) y (h)
FPL	Cable de alarma contra incendios de potencia limitada	Sección 760-71(f) y (h)

Nota. Los cables están relacionados en orden descendente en cuanto a su clasificación de resistencia al fuego.

(i) Detectores de fuego aislados de línea continua. Los detectores de fuego aislados de línea continua se deben designar de acuerdo con el anterior apartado (c), certificar como resistentes a la propagación del fuego de acuerdo con los anteriores apartados (d) hasta (f), rotular según el anterior apartado (h) y el compuesto de la chaqueta exterior debe tener un alto grado de resistencia a la abrasión.

Sección 770 - CABLES Y CANALIZACIONES DE FIBRA ÓPTICA

A. Generalidades

770-1. Alcance. Las disposiciones de esta Sección se aplican a la instalación de cables y canalizaciones de fibra óptica. Esta Sección no trata de la construcción de los cables y canalizaciones de fibra óptica.

770-2. Lugar de instalación y otras Secciones. Los circuitos y equipos de fibra óptica deben cumplir lo establecido en los siguientes apartados (a) y (b):

(a) Propagación del fuego o productos de la combustión. Véase el Artículo 300-21.

(b) Cables instalados en cámaras de aire, ductos y otros espacios de ventilación. Véase el Artículo 300-22.

Excepción: Lo que permite el Artículo 770-53(a).

770-3. Cables de fibra óptica. Los cables de fibra óptica transmiten la luz a través de esa fibra para control, señalización y comunicaciones.

770-4. Tipos. Los cables de fibra óptica pueden ser de tres tipos:

(a) No conductivos. Estos cables no contienen elementos metálicos ni de otros materiales conductores de la electricidad.

(b) Conductivos. Estos cables contienen elementos metálicos conductivos no portadores de corriente, como miembros tensores metálicos y barreras metálicas de vapor.

(c) Mixtos. Estos cables contienen fibras ópticas y además conductores eléctricos portadores de corriente y además se permite que contengan miembros conductivos no portadores de corriente, como tensores metálicos y barreras metálicas de vapor. Los cables de fibra óptica mixtos se deben clasificar como cables eléctricos según el tipo de conductores eléctricos que contengan.

770-5. Sistemas de canalizaciones para fibra óptica. Son sistemas de canalizaciones diseñados para contener y llevar únicamente cables de fibra óptica no conductivos. Cuando haya cables de fibra óptica instalados en una canalización, ésta debe ser de un tipo de los permitidos en el Capítulo 3 de este *Código* e instalarse de acuerdo con dicho Capítulo.

Excepción: Canalizaciones de fibra óptica certificadas.

(NOTA): Los tubos de plástico utilizados normalmente para instalaciones subterráneas o externas a un edificio puede que no tengan características adecuadas de seguridad contra incendios para poderlos utilizar como método de instalación para cables de fibra óptica en el interior de los edificios.

770-6. Bandejas portacables. Se permite instalar en bandejas portacables los cables de fibra óptica de los tipos certificados en la Tabla 770-50.

(NOTA): Esto no quiere decir que esos cables estén certificados específicamente para uso en bandejas portacables.

770-7. Acceso a equipos eléctricos detrás de paneles diseñados para ser accesibles. El acceso a los equipos eléctricos no se debe ver impedido por acumulación de cables y alambres que impidan quitar los paneles, incluso los de los cielo rasos falsos.

770-8. Ejecución mecánica de los trabajos. Los circuitos con cables de fibra óptica se deben instalar de manera limpia y profesional. Los cables se deben apoyar en la estructura de la edificación de modo que no resulten perjudicados durante el uso normal de ella.

(NOTA): Para la práctica de la instalación de estos circuitos se deben consultar las normas publicadas, tales como : *NTC 4353 Telecomunicaciones, Cableado estructurado, Cableado para comunicaciones ; NTC 4071 Telecomunicaciones, Nuevas Tecnologías, Ductos y espacios para telecomunicaciones en edificios comerciales*;; *Commercial Building Telecommunications, Wiring Standard,* ANSI/EIA/TIA 568-1991; *Commercial Building Standard for Telecommunications Pathways and Spaces,* ANSI/EIA/TIA 569-1990 y *Residential and Light Commercial Telecommunications Wiring Standard,* ANSI/EIA/TIA 570-1991.

B. Protección

770-33. Puesta a tierra de cables de entrada. Cuando estén expuestos al contacto con conductores de circuitos de alumbrado o de fuerza, los elementos metálicos no portadores de corriente de los cables de fibra óptica se deben poner a tierra, lo más cerca posible del punto de entrada a la edificación, o interrumpirlos en ese punto mediante una junta aislante u otro dispositivo equivalente.

A efectos de esta Sección se considera que el punto de entrada a la edificación es el punto por donde salen los cables a través de un muro exterior, una baldosa de concreto en el piso, un tubo conduit de metal rígido o intermedio puesto a tierra según lo que establece la Sección 250.

C. Cables en el interior de edificaciones

770-49. Resistencia al fuego de cables de fibra óptica. Los cables de fibra óptica instalados como alambrado dentro de edificaciones deben estar certificados como resistentes a la propagación del fuego, de acuerdo con los Artículos 770-50 y 770-51.

770-50. Certificado, rotulado e instalación de cables de fibra óptica. Los cables de fibra óptica en una edificación deben estar certificados como adecuados para ese uso y rotulados según lo que establece la Tabla 770-50.

Excepción nº. 1: No es necesario que los cables de fibra óptica estén certificados y rotulados cuando su longitud dentro de la edificación no pase de 15,0 m y el cable entre en la edificación desde el exterior y termine en un encerramiento.

(NOTA): Los encerramientos que se utilizan normalmente para empalmar o terminar los cables de fibra óptica son las cajas de empalmes o cajas de bornes, tanto metálicas como plásticas.

Excepción nº. 2: No es necesario que los cables de fibra óptica conductivos estén certificados y rotulados cuando entren en el edificio desde el exterior y estén instalados en tubos conduit de metal rígido o intermedio y dichos tubos están puestos a tierra a un electrodo según lo establecido en el Artículo 800-40(b).

Excepción nº. 3: No es necesario que los cables de fibra óptica no conductivos estén certificados y rotulados cuando entren en el edificio desde el exterior y estén instalados en canalizaciones que cumplan lo establecido en el Capítulo 3 de este Código.

(NOTA 1): Los cables se listan en orden descendente de acuerdo con su clasificación de resistencia al fuego. Dentro de cada clasificación, primero aparecen los cables no conductivos, pues pueden sustituir a los cables conductivos.

(NOTA 2): Para los requisitos y usos permitidos, véanse los Artículos referenciados en la Tabla 770-50.

Tabla 770-50. Marcas en los cables de fibra óptica

Marcas	Tipo de cable	Referencias
OFNP	Cable de fibra óptica no conductor para cámaras de aire	Secciones 770-51(a) y 770-53(a)
OFCP	Cable de fibra óptica conductor para cámaras de aire	Secciones 770-51(a) y 770-53(a)
OFNR	Cable de fibra óptica no conductor para ductos verticales	Secciones 770-51(b) y 770-53(b)
OFCR	Cable de fibra óptica conductor para ductos verticales	Secciones 770-51(b) y 770-53(b)
OFNG	Cable de fibra óptica conductor para ductos verticales	Secciones 770-51(c) y 770-53(c)
OFCG	Cable de fibra óptica no conductor de uso general	Secciones 770-51(c) y 770-53(c)
OFN	Cable de fibra óptica conductor de uso general	Secciones 770-51(d) y 770-53(c)
OFC	Cable de fibra óptica no conductor de uso general	Secciones 770-51(d) y 770-53(c)
	Cable de fibra óptica conductor de uso general	

770-51. Requisitos de certificación para cables y canalizaciones de fibra óptica. Los cables de fibra óptica deben estar certificados de acuerdo con los siguientes apartados (a) hasta (d) y las canalizaciones de fibra óptica deben estar certificadas de acuerdo con los apartados (e) y (f):

(a) De Tipo OFNP y OFCP. Los cables de fibra óptica no conductivos y conductivos para cámaras de aire, Tipo OFNP y OFCP (véase definición en la Tabla 770-50), deben estar certificados como adecuados para instalarlos en cámaras de aire, ductos y otros espacios usados para aire ambiental y, además, como poseedores de adecuada resistencia al fuego y baja producción de humo.

(NOTA): Un método para determinar si la baja producción de humo de un cable es aceptable es someterlo al ensayo definido en *Standard Method of Test for Fire and Smoke Characteristics of Wires and Cables*, ANSI/NFPA 262-1994 y ver si el valor del humo producido tiene una densidad óptica máxima de pico de 0,5 y máxima promedio de 0,15. De forma similar, un método bajo el mismo ensayo para definir la resistencia al fuego de los cables es estableciendo la distancia permisible de viaje de la llama de 1,5 m.

(b) De Tipo OFNR y OFCR. Los cables de fibra óptica no conductivos y conductivos para ductos verticales, Tipo OFNR y OFCR, deben estar certificados como adecuados para instalarlos en ductos verticales, en huecos verticales o de un piso a otro y, además, como poseedores de características de resistencia al fuego para que eviten el paso del fuego de un piso a otro.

(NOTA): Un método para determinar si las características de resistencia al fuego capaz de evitar el paso de la llama de un piso a otro es someterlo al ensayo definido en *Test for Flame Propagation Height of Electrical and Optical-Fiber Cable Installed Vertically in Shafts*, ANSI/UL 1666-1991.

(c) De Tipo OFNG y OFCG. Los cables de fibra óptica no conductivos y conductivos de propósito general, Tipo OFNG y OFCG, deben estar certificados como adecuados para propósito general, excepto en ductos verticales y cámaras de aire; además, deben ser resistentes a la propagación del fuego.

(NOTA): Un método para establecer la resistencia a la propagación del fuego de es medir si el daño sufrido por el cable (longitud de la parte carbonizada) no supera los 1,5 m cuando se le somete al ensayo de llama

vertical de la CSA para cables en bandejas, *Test Methods for Electrical Wires and Cables*, CSA C22.2 No. 0.3-M-1985.

(d) De Tipo OFN y OFC. Los cables de fibra óptica no conductivos y conductivos, Tipo OFN y OFC, deben estar certificados como adecuados para propósito general excepto en ductos verticales, cámaras de aire y otros espacios utilizados para aire ambiental y además deben ser resistentes a la propagación del fuego.

(NOTA): Un método para establecer la resistencia a la propagación del fuego de es que los cables no dejen pasar el fuego a la parte superior de la bandeja en el ensayo de bandeja vertical definido en *Reference Standard for Electrical Wires, Cables and Flexible Cords*, ANSI/UL 1581-1991. Otro método para establecer ese mismo parámetro es medir si el daño sufrido por el cable (longitud de la parte carbonizada) no supera los 1,5 m cuando se le somete al ensayo de llama vertical de la CSA para cables en bandejas, *Test Methods for Electrical Wires and Cables*, CSA C22.2 No. 0.3-M-1985.

(e) Canalizaciones de fibra óptica en cámaras de aire. Las canalizaciones de fibra óptica en cámaras de aire deben estar certificadas como poseedoras de características adecuadas de resistencia al fuego y baja producción de humo.

(f) Canalizaciones de fibra óptica en ductos verticales. Las canalizaciones de fibra óptica en ductos verticales deben estar certificadas como poseedoras de características de resistencia al fuego capaces de evitar la propagación del fuego de un piso a otro.

770-52. Instalación de cables de fibra óptica con conductores eléctricos.

(a) Con conductores de circuitos de alumbrado, fuerza o Clase 1. Se permite instalar cables de fibra óptica dentro del mismo cable compuesto con conductores para circuitos de alumbrado, fuerza o Clase 1 que funcionen a 600 V o menos sólo cuando las funciones de los cables de fibra óptica y de los conductores eléctricos estén asociadas. Se permite instalar cables de fibra óptica no conductivos en la misma bandeja portacables o canalización con conductores para circuitos de alumbrado, de fuerza o Clase 1 que funcionen a 600 V o menos. No se permite instalar cables de fibra óptica conductivos en la misma bandeja portacables o canalización con conductores de circuitos de alumbrado, fuerza o Clase 1. Se permite que los cables de fibra óptica mixtos (compuestos) que contengan sólo conductores de alumbrado, fuerza o Clase 1 de 600 V o menos ocupen el mismo armario, bandeja portacables, caja de salida, panel, canalización u otro encerramiento de terminación con los conductores de circuitos de alumbrado, fuerza o Clase 1 que funcionen a 600 V o menos.

No se permite que los cables de fibra óptica no conductivos ocupen el mismo armario, caja de salida, panel o encerramiento similar que contenga terminaciones eléctricas de un circuito de alumbrado, fuerza o Clase 1.

Excepción nº. 1: Se permite que los cables ocupen el mismo armario, caja de salida, panel o encerramiento similar cuando los cables de fibra óptica no conductivos estén asociados funcionalmente con el circuito de alumbrado, fuerza o Clase 1.

Excepción nº. 2: Se permite que los cables ocupen el mismo armario, caja de salida, panel o encerramiento similar cuando los cables de fibra óptica no conductivos estén instalados en centros de control montados en fábrica o en sitio.

Excepción nº. 3: Sólo en establecimientos industriales y cuando las condiciones de supervisión y mantenimiento aseguren que la instalación está atendida únicamente por personas calificadas, se permite instalar cables de fibra óptica no conductivos con circuitos de más de 600 V.

Excepción nº. 4: Sólo en establecimientos industriales y cuando las condiciones de supervisión y mantenimiento aseguren que la instalación está atendida únicamente por personas calificadas, se permite que los cables híbridos de fibra óptica contengan conductores portadores de corriente operando a más de 600 V.

Las instalaciones en canalizaciones deben cumplir lo establecido en el Artículo 300-17.

(b) Con otros conductores. Se permite instalar cables de fibra óptica en el mismo cable; los cables de fibra óptica conductivos y no conductivos se permiten en la misma bandeja portacables, encerramiento o canalización con cualquiera de los siguientes conductores:

(1) De circuitos de control remoto, señalización y de potencia limitada de Clase 2 y Clase 3 que cumplan lo establecido en la Sección 725.

(2) De sistemas de alarma contra incendios de potencia limitada que cumplan lo establecido en la Sección 760.

(3) De circuitos de comunicaciones que cumplan lo establecido en la Sección 800.

(4) De sistemas de antenas colectivas de radio y TV que cumplan lo establecido en la Sección 820.

(c) Puesta a tierra. Los miembros conductivos no portadores de corriente de los cables de fibra óptica se deben poner a tierra de acuerdo con lo establecido en la Sección 250.

770-53. Aplicaciones de cables y canalizaciones de fibra óptica certificados. Los cables de fibra óptica conductivos y no conductivos deben cumplir lo establecido en los siguientes apartados (a) hasta (e):

(a) En cámaras de aire. Los cables de fibra óptica instalados en cámara de aire, ductos y otros espacios utilizados para aire ambiental deben ser de Tipo OFNP o Tipo OFCP.

Además, en cámaras de aire y ductos de ventilación como los descritos en el Artículo 300-22(b) y en otros espacios para aire ambiental como los descritos en el Artículo 300-22(c) se permite instalar canalizaciones de fibra óptica certificadas para usar en cámaras de aire. En estas canalizaciones sólo se permite instalar cables de Tipo OFNP.

Excepción: Los cables de Tipo OFNR, OFCR, OFNG, OFN, OFCG y OFC instalados de acuerdo con lo establecido en el Artículo 300-22.

(b) En ductos verticales. Los cables de fibra óptica instalados en tramos verticales que atraviesen más de un piso o cables instalados en tramos verticales en un hueco deben ser de Tipo OFNR u OFCR. Cuando haya que instalar cables de Tipo OFNR u OFCR que atraviesen más de un piso, sólo se deben usar cables adecuados para instalarlos en cámaras de aire o ductos verticales.

Además, se permite instalar canalizaciones de fibra óptica para ductos verticales, en tramos verticales en un hueco o de un piso a otro. Se permite instalar en estas canalizaciones cables de Tipo OFNR y OFNP.

Excepción nº 1: Cuando los cables de Tipo OFNG, OFN, OFCG y OFC estén instalados en canalizaciones metálicas o ubicados en huecos a prueba de fuego con cortafuegos en cada piso.

Excepción nº 2: En viviendas uni y bifamiliares se permite usar cables de Tipo OFNG, OFN, OFCG u OFC.

(NOTA): Respecto a los requisitos para cortafuegos en las penetraciones de los pisos, véase el Artículo 300-21.

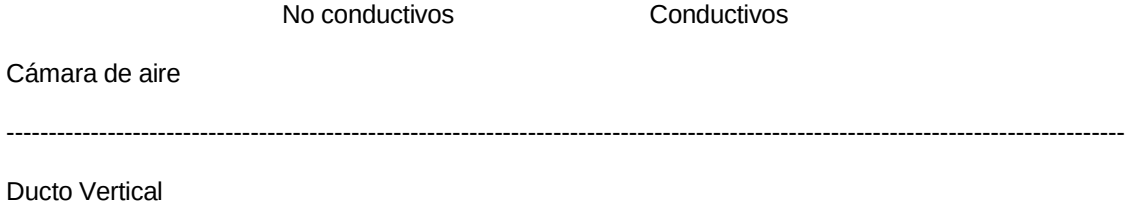
(c) Otras alambrado dentro d edificaciones. Los cables instalados en lugares de edificaciones distintos a los referidos en los anteriores apartados (a) y (b) deben ser de Tipo OFNG, OFN, OFCG u OFC.

(d) En lugares peligrosos (clasificados). Los cables instalados en lugares peligrosos (clasificados) deben ser de alguno de los tipos indicados en la Tabla 770-53.

(e) Sustituciones de los cables. Se permiten sustituciones de los cables de fibra óptica listados en la Tabla 770-53 e ilustrados en la Figura 770-53.

Tabla 770-53. Usos y sustituciones de los cables de fibra óptica

Tipo de cable	Sustituciones permitidas
OFNP	Ninguna
OFCP	OFNP
OFNR	OFNP
OFCR	OFNP, OFCP, OFNR
OFNG, OFN	OFNP, OFNR
OFCG, OFC	OFNP, OFCP, OFNR, OFCR, OFNG, OFN



A -> B. Se puede usar el cable A en sustitución del cable B.

Figura 770-53. Jerarquía de sustitución de los cables

Sección 780 - DISTRIBUCIÓN DE POTENCIA EN LAZO CERRADO Y PROGRAMADA

780-1. Alcance. Las disposiciones de esta Sección se aplican a los sistemas de distribución de potencia en los predios, controlados conjuntamente por señales entre el equipo de control y los equipos de utilización.

780-2. Generalidades.

(a) Otras Secciones. A estos sistemas se les aplican las demás Secciones de este *Código*, excepto en lo modificado por esta Sección.

(b) Componentes del sistema. Todos los equipos y conductores del sistema deben estar certificados e identificados.

780-3. Control. El equipo de control y todos los artefactos de conmutación accionados por dicho equipo deben estar certificados e identificados. El sistema debe funcionar de modo que:

(a) Identificación requerida de características eléctricas. No se deben energizar las salidas de un sistema de distribución en circuito cerrado si no están bien identificadas primero las características eléctricas de los equipos de utilización.

(b) Condiciones para desenergización corriente. Las salidas se deben desenergizar cuando se produzca alguna de las siguientes circunstancias:

(1) Que del equipo de utilización, conectado en la salida de un sistema de distribución de potencia en circuito cerrado, no se reciba una señal de reconocimiento que indique operación normal.

(2) Que exista una condición de falla a tierra.

(3) Que exista una condición de sobrecorriente.

(c) Condiciones adicionales para desenergización cuando se utiliza una fuente de alimentación alternativa. Además de los requisitos de el Artículo 780-3(b), las salidas se deben desenergizar siempre que se produzca alguna de las siguientes circunstancias:

(1) Que el conductor puesto a tierra no esté adecuadamente puesto a tierra.

(2) Que cualquier conductor no puesto a tierra esté a una tensión distinta a la nominal.

(d) Avería del controlador. Si se produjera alguna avería en el controlador, todas las salidas dependientes del mismo se deben desenergizar.

780-5. Limitación de potencia en circuitos de señalización. En los circuitos de señalización que no pasen de 24 V, la corriente necesaria no debe pasar de 1 A cuando estén protegidos por un dispositivo contra sobrecorriente o por una fuente de alimentación intrínsecamente limitada.

780-6. Cables y conductores.

(a) Cable híbrido. Bajo la misma chaqueta común se permite usar cables híbridos certificados, compuestos por conductores de fuerza, de comunicaciones y de señalización. La chaqueta debe estar aplicada de modo que separe los conductores eléctricos de los de comunicaciones y señalización. Se permite aplicar otra chaqueta externa opcional. Los conductores individuales de un cable híbrido deben cumplir las disposiciones aplicables de este *Código* en cuanto a características nominales de corriente, tensión y aislamiento. Los conductores de señalización deben ser de sección transversal menor a 0,2 mm^2 (24 AWG) en cobre.

(b) Cables y conductores en el mismo armario, panel o caja. Se permite que los conductores de fuerza, comunicaciones y señalización de los cables híbridos certificados, ocupen el mismo armario, panel o caja de salida u otro encerramiento similar que albergue las terminaciones eléctricas de los circuitos de alumbrado o de fuerza, pero sólo si los conectores utilizados están específicamente certificados para cables híbridos.

780-7. No intercambiabilidad. Los tomacorrientes, clavijas y conectores de cordones utilizados en sistemas de distribución de potencia en circuito cerrado, deben estar hechos de modo que no sean intercambiables con otros tomacorrientes, conectores de cordón y clavijas.

CAPÍTULO 8. SISTEMAS DE COMUNICACIONES

Sección 800 - CIRCUITOS DE COMUNICACIONES

A. Generalidades

800-1. Alcance. Esta Sección trata de los sistemas telefónicos, telegráficos (excepto radiotelégrafo), alambrado exterior de alarma contra incendios y contra robos y otros similares dependientes de una estación central; también de los sistemas telefónicos no conectados a una estación central pero que utilizan equipos, métodos de instalación y de mantenimiento similares.

(NOTA 1): Para más información sobre sistemas de alarma contra incendios, de puestos de guardia, de rociadores automáticos y supervisión de los mismos, véasela Sección 760.
(NOTA 2): Para los requisitos de instalación de los sistemas de fibra óptica, véase la Sección 770.

800-2. Definiciones. Véanse las definiciones de la Sección 100. Además, en esta Sección se utilizan las siguientes:

Alambre : Conjunto hecho en fábrica con uno o más conductores aislados sin forro o chaqueta general exterior.

Blindaje del cable : Cobertura sobre los conductores de un cable que puede incluir uno o más elementos metálicos, elementos mecánicos de tensión o chaquetas.

Cable : Conjunto prefabricado con dos o más conductores bajo un mismo forro o chaqueta exterior.

Punto de entrada : El punto de entrada dentro de una edificación es el punto en el que el alambre o cable emerge de un muro exterior, de una baldosa de hormigón en el suelo o de un tubo de metal rígido o intermedio puesto a tierra a un electrodo, de acuerdo con el Artículo 800-40(b).

800-3. Cables híbridos de fuerza y de comunicaciones. A los cables certificados híbridos de fuerza y de comunicaciones para sistemas de distribución de potencia programada y en circuito cerrado se les aplican las disposiciones del Artículo 780-6.

(NOTA): Para cables híbridos eléctricos y de comunicaciones en otras aplicaciones, véase el Artículo 800-51(i).

800-4. Equipos. Los equipos destinados para conectarse eléctricamente a una red de telecomunicaciones deben estar certificados para ese uso.

(NOTA): Los requisitos aplicables a estos equipos se recogen en *Standard for Telephone Equipment*, UL 1459-1987, o en Communication *Circuit Accessories,* UL 1863-1990.

Excepción nº. 1: Los requisitos de certificación sólo se aplican a cables, alambres, conductores de puesta a tierra y protectores, pero no a los componentes del alambrado de la propiedad, como enchufes, clavijas, conectores, bloques de conexión y otros conjuntos de interconexión fabricados antes del 1 de octubre de 1990 y todos los demás equipos fabricados antes del 1 de julio de 1991.

Excepción nº. 2: Los requisitos de certificación no se aplican a los equipos de pruebas y ensayos que se conectan provisionalmente a redes de telecomunicaciones para su uso por personas calificadas durante la instalación, mantenimiento o reparación de equipos o sistemas de equipos para telecomunicaciones.

800-5. Acceso a los equipos eléctricos instalados detrás de paneles diseñados para permitir el acceso. El acceso a los equipos no debe estar estorbado por la acumulación de cables y alambres que impida quitar los paneles, incluso los suspendidos del cielo raso.

800-6. Ejecución mecánica de los trabajos. Los circuitos de comunicaciones y los equipos correspondientes se deben instalar de manera limpia y profesional. Los cables se deben apoyar en la estructura de la edificación de modo que no resulten perjudicados durante su uso normal.

(NOTA): Para la práctica de la instalación de estos circuitos se deben consultar las normas publicadas, tales como : *NTC 4353 Telecomunicaciones, Cableado estructurado, Cableado para comunicaciones ; NTC 4071 Telecomunicaciones, Nuevas Tecnologías, Ductos y espacios para telecomunicaciones en edificios comerciales*;; *Commercial Building Telecommunications, Wiring Standard,* ANSI/EIA/TIA 568-1991; *Commercial Building Standard for Telecommunications Pathways and Spaces,* ANSI/EIA/TIA 569-1990 y *Residential and Light Commercial Telecommunications Wiring Standard,* ANSI/EIA/TIA 570-1991.

800-7. En lugares peligrosos (clasificados). Los circuitos y equipos de comunicaciones instalados en lugares clasificados según la Sección 500 deben cumplir los requisitos aplicables del Capítulo 5.

B. Conductores exteriores y entrando a edificaciones

800-10. Cables y alambres aéreos de comunicaciones. Los cables y alambres aéreos de comunicaciones que entren en un edificio deben cumplir lo establecido en los siguientes apartados (a) y (b):

(a) **En postes y tramos intermedios.** Cuando en el mismo poste haya cables y alambres de comunicaciones y conductores eléctricos de alumbrado y fuerza o discurran paralelos en el mismo tramo, se deben cumplir las siguientes condiciones:

(1) **Ubicación relativa.** Siempre que sea posible, los cables y alambres de comunicaciones se deben instalar debajo de los conductores eléctricos de alumbrado o fuerza.

(2) **Sujeción a crucetas (travesaños).** Los cables y alambres de comunicaciones no se deben sujetar a ninguna cruceta en la que se soporten conductores eléctricos de alumbrado o fuerza.

(3) **Separación vertical para trabajo.** La separación vertical entre los cables y alambres de comunicaciones debe cumplir los requisitos del Artículo 225-14(d).

(4) **Separación.** Se permite que las acometidas aéreas de 0 a 750 V cuyo tendido discurra por encima de las acometidas aéreas de comunicaciones y paralelamente a ellas, tengan una separación mínima de 0,30 m en cualquier punto del tramo, incluido el de entrada al edificio, siempre que los conductores no puestos a tierra estén aislados y que se guarde una distancia de 1,0 m entre las dos acometidas en el poste.

(b) **Sobre los tejados.** Los cables y alambres de comunicaciones deben guardar una distancia vertical mínima no menor a 2,4 m por encima de cualquier punto de un tejado sobre el que pasen.

Excepción nº. 1: Sobre edificios auxiliares, como garajes y similares.

Excepción nº. 2: Se permite reducir la anterior distancia sólo a 0,5 m de la parte que sobresalga del tejado, si : (1) los conductores de la acometida de los sistemas de comunicaciones pasan sobre esa parte del tejado a un máximo de 1,2 m y (2) terminan en una canalización o soporte aprobado encima del tejado o que atraviese el mismo.

Excepción nº. 3: Si el tejado tiene una pendiente no inferior a 0,3 m por cada metro, se permite reducir la distancia a un mínimo de 0,90 m.

800-11. Circuitos subterráneos entrando en las edificaciones. Los alambres y cables subterráneos de comunicaciones que entren en los edificios deben cumplir los siguientes apartados (a) y (b):

(a) Junto con conductores de alumbrado o fuerza. Los alambres y cables de comunicaciones subterráneos instalados en una canalización, registro o caja de inspección en los que haya conductores de alumbrado, de fuerza, de circuitos de Clase 1 o de alarma contra incendios de potencia no limitada, deben estar en una sección separada de estos conductores por medio de separaciones de ladrillo, concreto o azulejo.

(b) Manzanas cableadas bajo tierra. Cuando todo el circuito de la calle discurra bajo tierra y el circuito de la manzana esté ubicado de modo que sea poco probable el contacto accidental con circuitos de alumbrado o de fuerza con más de 300 V a tierra, no se aplican los requisitos de aislamiento de los Artículos 800-12(a) y 800-12(c) ni son necesarios soportes aislantes para los conductores ni pasacables para la entrada de los conductores en el edificio.

800-12. Circuitos que requieren protectores primarios. Los circuitos que requieran protectores primarios según lo establecido en el Artículo 800-30 deben cumplir las condiciones siguientes:

(a) Aislamiento, alambres y cables. Los alambres y cables de comunicaciones sin pantalla metálica que vayan desde el último soporte exterior al edificio hasta el protector primario, deben estar certificados como adecuados para ese uso y tener una capacidad de corriente como se especifica en el Artículo 800-30(a)(1)(b) o (c).

(b) En edificaciones. Los alambres y cables de comunicaciones que cumplan lo establecido en el anterior apartado (a) deben estar separados un mínimo de 0,1 m de los conductores de alumbrado o fuerza que no estén en una canalización o cable, o deben estar separados permanentemente de los conductores de los demás sistemas mediante una barrera continua y bien sujeta de material no conductor, además del aislamiento de los alambres, como tubos de porcelana o tubería flexible. Los alambres y cables de comunicaciones que cumplan lo establecido en el anterior apartado (a) y que estén expuestos al contacto accidental con conductores de alumbrado y fuerza que funcionen a más de 300 V a tierra y estén asegurados a edificaciones, deben estar separados de la estructura del edificio mediante aisladores de cristal, porcelana u otro material aislante.

Excepción: No se requiere separación de la estructura en madera cuando se omitan los fusibles como dispone el Artículo 800-30(a)(1) o cuando se utilicen conductores para prolongar un circuito desde un cable con pantalla metálica puesta a tierra hasta una edificación.

(c) En la entrada a edificaciones. Cuando se instale un protector primario dentro de un edificio, los alambres y cables de comunicaciones deben entrar en dicho edificio a través de un pasacables aislante, no combustible y no absorbente o a través de una canalización metálica. No es necesario pasacables aislante cuando los alambres y cables de comunicaciones entren en el edificio : (1) en un cable con pantalla metálica, (2) a través de las paredes, (3) si cumplen los requisitos del Artículo 800-12(a) y se omiten los fusibles según se dispone en el Artículo 800-30(a)(1), o (4) si se cumplen los requisitos del anterior apartado (a) y se utilizan para prolongar un circuito desde un cable con pantalla metálica puesta a tierra hasta un edificio. Las canalizaciones o pasacables deben entrar en el edificio con una inclinación hacia arriba o, si no es posible, se deben dejar unos bucles de goteo en los cables inmediatamente antes de la entrada.

Las canalizaciones deben estar equipadas con un cabezote de acometida aprobado. Se permite que entren en el edificio en la misma canalización o pasacables más de un alambre y cable de comunicaciones. Los tubos u otras canalizaciones metálicas situadas antes del protector primario se deben poner a tierra.

800-13. Conductores de los pararrayos. Siempre que sea posible se debe dejar una separación mínima de 3,0 m entre los conductores a la vista de los sistemas de comunicaciones de un edificio y los conductores de los pararrayos.

C. Protección

800-30. Dispositivos de protección.

(a) Aplicación. En cada circuito que discurra total o parcialmente en un alambre o cable aéreo, que no esté confinado dentro de una manzana, se debe instalar un protector primario certificado. También se debe instalar un protector primario certificado en cada circuito aéreo o subterráneo que esté situado dentro de la manzana a la que pertenezca el edificio de modo que pueda estar expuesto a contacto accidental con conductores de alumbrado o fuerza que contengan conductores funcionando a más de 300 V a tierra. Además, cuando puedan estar expuestos a los rayos, todos los circuitos que conecten los edificios de un predio se deben proteger con un protector primario certificado instalado en cada extremo del circuito de interconexión. La instalación de protectores primarios también debe cumplir lo establecido en el Artículo 110-3(b).

(NOTA 1): La palabra "manzana" utilizada en esta Sección se refiere a un bloque o parte de una ciudad, pueblo o aldea rodeada de calles, incluidos los pasajes interiores pero ninguna de las calles. La palabra "predio" se utiliza en esta Sección para definir el terreno y edificios de un usuario situados del lado usuario en el punto de demarcación de la red de suministro.

(NOTA 2): La palabra "expuesto" se utiliza en esta Sección para indicar que el circuito está en una posición tal que, si fallara el soporte o el aislamiento, podría entrar en contacto con otro circuito.

(NOTA 3): Un circuito no expuesto a contacto accidental con conductores de fuerza que tenga instalado un protector primario certificado de acuerdo con esta Sección, se puede proteger más fácilmente contra otros riesgos como rayos y subidas anormales de tensión producidas por corrientes de falla de los circuitos eléctricos de fuerza próximos a los de comunicaciones.

(NOTA 4): Se considera que los circuitos de interconexión entre edificios están expuestos a los rayos, a no ser que exista una o más de las siguientes circunstancias:

1. Los circuitos de las grandes áreas metropolitanas en las que los edificios están muy juntos y son suficientemente altos como para interceptar los rayos.
2. Los cables de interconexión entre edificios consisten en tramos de cable de 42 m como máximo, directamente enterrados o en conductos subterráneos, donde la pantalla continua metálica de blindaje del cable o el tubo metálico continuo en el cual vaya instalado el cable se conectan equipotencialmente con los electrodos de puesta a tierra del sistema de cada edificio.
3. En zonas que tengan un promedio de 5 días o menos de tormenta eléctrica al año y en las que la resistividad del terreno sea inferior a 100 Ω -m.

(1) Protectores primarios sin fusibles. Se permite utilizar protectores primarios sin fusibles bajo cualquiera de las siguientes circunstancias:

a. Cuando los conductores entran en un edificio a través de un cable con parte(s) de la pantalla metálica puesta a tierra y si los conductores del cable se funden sin peligro cuando pasa una corriente superior a la capacidad de corriente del protector primario y a la del conductor de puesta a tierra del protector primario.

b. Cuando se utilizan conductores aislados que cumplen lo establecido en el Artículo 800-12(a) para prolongar los circuitos desde un cable con una parte o partes metálicas del blindaje metálico puestas a tierra hasta una edificación y si los conductores del cable, sus terminales o las conexiones entre los conductores aislados y la parte de la instalación expuesta se funden sin peligro cuando pasa una corriente superior a la de protección del protector primario y a la del conductor de puesta a tierra del protector primario.

c. Cuando se utilizan conductores aislados que cumplen lo establecido en el Artículo 800-12(a) y (b) para prolongar los circuitos desde un cable que no tenga una parte o partes metálicas del blindaje metálico puestas a tierra hasta un edificio si : (1) el protector primario está certificado para ese uso y (2) las conexiones de los conductores aislados con la parte de la instalación expuesta o los conductores de dicha parte se funden sin peligro cuando pasa una corriente superior a la de protección del protector primario y a la del conductor de puesta a tierra del protector primario.

d. Cuando se utilizan conductores aislados que cumplen lo establecido en el Artículo 800-12(a) para prolongar por el aire el circuito que va a un edificio desde otro circuito enterrado o subterráneo no expuesto.

e. Cuando se utilizan conductores aislados que cumplen lo establecido en el Artículo 800-12(a) para prolongar los circuitos desde un cable que no tenga una parte o partes metálicas del blindaje metálico puestas a tierra eficazmente hasta un edificio si : (1) la combinación de protector primario - conductores aislados está listada para ese uso y (2) los conductores aislados se funden sin peligro cuando pasa una corriente superior a la de protección del protector primario y a la del conductor de puesta a tierra del protector primario.

(NOTA): "Puesto a tierra eficazmente" significa conectado intencionalmente a tierra a través de una conexión o conexiones de puesta a tierra de impedancia suficientemente baja y de capacidad suficiente para evitar subidas de tensión que puedan producir riesgos inesperados para las personas o para los equipos conectados.

(2) Protectores primarios con fusibles. Cuando no se cumplan los requisitos de los anteriores apartados (a) hasta (e), se deben utilizar protectores primarios con fusibles. Un protector primario con fusibles consiste en un descargador (pararrayos) conectado entre cada conductor de línea y tierra, un fusible en serie con cada conductor de línea y su correspondiente dispositivo de montaje. Los terminales del protector primario deben estar rotulados de modo que indiquen línea, instrumento y tierra, según proceda.

(b) Ubicación. El protector primario debe estar situado en el edificio al que protege o inmediatamente al lado y lo más cerca posible del punto por el que entran o al que están asegurados los conductores expuestos.

A los efectos de este Artículo, se considera que el punto por el que entran los conductores expuestos es por el que emergen a través de un muro exterior, una baldosa de hormigón en el suelo, un tubo de metal rígido o intermedio puesto a tierra mediante un electrodo, según lo establecido en el Artículo 800-40(b).

A los efectos de este Artículo, los protectores primarios instalados en el equipo de acometida de viviendas móviles situados a la vista de la pared exterior de las mismas y a un máximo de 9,0 m o en el medio de desconexión puesto a tierra de la vivienda móvil, según lo establecido en el Artículo 250-24 y situado a la vista de la pared exterior a la vivienda móvil y a un máximo de 9,0 m, se considera que cumplen los requisitos de este Artículo.

(NOTA): La instalación del protector primario de modo que su conductor de puesta a tierra sea lo más corto posible, contribuirá a limitar las diferencias de potencial que se puedan crear entre los circuitos de comunicaciones y cualquier otro sistema metálico.

(c) En lugares peligrosos (clasificados). El protector primario no se debe instalar en lugares peligrosos (clasificados), tal como se definen en la Sección 500, ni cerca de materiales fácilmente combustibles.

Excepción: Lo que permiten los Artículos 501-14, 502-14 y 503-12.

800-31. Requisitos del protector primario. El protector primario debe ser un descargador de sobretensiones (pararrayos) conectado entre cada conductor de línea y tierra, con un montante adecuado. Los terminales del protector primario deben estar rotulados indicando la línea y la tierra, según proceda.

(NOTA): Para más requisitos de los protectores primarios certificados, véase *Standard for Protectors for Communications Circuits,* ANSI/UL 497-1991.

800-32. Requisitos del protector secundario. Cuando se instale un protector secundario en serie con el alambre o cable interior de comunicaciones entre el protector primario y el equipo, el protector debe estar certificado para

ese uso. El protector secundario debe ofrecer un medio para limitar sin peligro las corrientes a menos de la capacidad de corriente de los alambres y cables de comunicaciones utilizados, cables de teléfono certificados y equipos terminales de comunicaciones certificados que tengan puertos para circuitos externos de alambres de comunicaciones. Cualquier protección contra subidas de tensión, descargadores de sobretensión (pararrayos) o conexiones de puesta a tierra, se deben instalar en el lado de las terminales del equipo del medio limitador de corriente del protector secundario.

(NOTA 1): Para más requisitos de los protectores secundarios certificados, véase *Standard for Secondary Protectors for Communications Circuits,* UL 497A-1990.

(NOTA 2): Los protectores secundarios en circuitos expuestos no se deben utilizar sin protectores primarios.

800-33. Puesta a tierra de los cables. El blindaje metálico de los cables de comunicaciones que entran en los edificios se debe poner a tierra lo más cerca posible del punto de entrada o se debe interrumpir lo más cerca de ese punto mediante una junta aislante o dispositivo equivalente.

A efectos de esta Sección se considera que el punto de entrada al edificio es el punto por donde emergen los cables de un muro exterior, una placa de hormigón en el piso o un tubo de metal rígido o intermedio conectado a un electrodo de puesta a tierra según lo que establece el Artículo 800-40(b).

D. Métodos de puesta a tierra

800-40. Puesta a tierra del cable y del protector primario. El elemento o elementos metálicos del blindaje del cable, cuando lo exija el Artículo 800-33, y los protectores primarios se deben poner a tierra según se indica en los siguientes apartados (a) hasta (d):

(a) Conductor de puesta a tierra.

(1) Aislamiento. El conductor de puesta a tierra debe estar aislado y debe estar certificado como adecuado para ese fin.

(2) Material. El conductor de puesta a tierra debe ser de cobre u otro material adecuado resistente a la corrosión, sólido o trenzado.

(3) Sección transversal. El conductor de puesta a tierra debe ser de una sección transversal no inferior a 2,08 mm^2 (14 AWG).

(4) Tramo en línea recta. El conductor de puesta a tierra se debe conectar al electrodo de puesta a tierra por el camino más recto posible.

(5) Daños físicos. Cuando sea necesario, el conductor de puesta a tierra se debe proteger contra daños físicos. Cuando el conductor de puesta a tierra vaya en una canalización metálica, ambos extremos de la misma se deben conectar equipotencialmente al conductor de puesta a tierra o al mismo terminal o electrodo al que se conecte dicho conductor.

(b) Electrodo. El conductor de puesta a tierra se debe conectar como sigue:

(1) Al punto accesible más cercano: (1) del electrodo de puesta a tierra de la edificación o estructura, como se indica en el Artículo 250-81; (2) a las tuberías metálicas de agua del interior del edificio puestas a tierra, como se indica en el Artículo 250-80(a); (3) a un medio accesible de la acometida, fuera de los armarios, que pudiera haber, como se indica en el Artículo 250-71(b); (4) a una canalización metálica de la acometida; (5) al armario de los equipos de la acometida; (6) al conductor del electrodo de puesta a tierra o al encerramiento metálico del mismo, o (7) al conductor o electrodo de puesta a tierra del medio de desconexión de un edificio o estructura que esté puesto a tierra a través de un electrodo, como se indica en el Artículo 250-24.

A efectos de este Artículo se consideran accesibles los equipos de la acometida a viviendas móviles o su medio de desconexión, como se describen en el Artículo 800-30(b).

(2) Si el edificio o estructura servidos no tienen medios de puesta a tierra, como se indica en el anterior apartado (1), a cualquiera de los electrodos descritos en el Artículo 250-81, o

(3) Si el edificio o estructura servidos no tienen los medios de puesta a tierra, como se indica en los anteriores apartados (1) o (2), se debe conectar a : (1) una estructura metálica puesta a tierra eficazmente o (2) a una varilla o tubería de puesta a tierra de longitud no inferior a 1,50 m y diámetro no inferior a 12,5 mm metida permanentemente, siempre que sea posible, a una parte de la tierra que esté húmeda y separada de los conductores del pararrayos como se indica en el Artículo 800-13 y a un mínimo de 1,80 m de los electrodos de otros sistemas. Ni las tuberías de vapor o agua caliente, ni los conductores que van hasta la varilla del pararrayos se deben utilizar como electrodos para los protectores.

(c) Conexión a los electrodos. Las conexiones a los electrodos de puesta a tierra deben cumplir lo establecido en el Artículo 250-115. Los conectores, abrazaderas, herrajes o lengüetas utilizados para asegurar los conductores de puesta a tierra y los puentes de conexión equipotencial a los electrodos de puesta a tierra o a cualquier otro elemento de puesta tierra que esté empotrado en hormigón o enterrado, deben ser adecuados para su aplicación.

(d) Conexión equipotencial de los electrodos. Cuando se usen electrodos separados para puesta a tierra de comunicaciones y para el sistema de fuerza del edificio o estructura, se deben conectar mediante un puente de conexión equipotencial de cobre de sección transversal no inferior a 13,29 mm^2 (6 AWG) o equivalente. Se permite conectar equipotencialmente todos los electrodos separados que haya.

Excepción: En las viviendas móviles, como se indica en el Artículo 800-41.

(NOTA 1): Sobre el uso de varillas de pararrayos, véase el Artículo 250-86.

(NOTA 2): Si se conectan equipotencialmente todos los electrodos separados, se reducirán las diferencias de potencial entre dichos electrodos y entre sus sistemas asociados de alambrado.

800-41. Puesta a tierra y conexión equipotencial del protector primario en las viviendas móviles.

(a) Puesta a tierra. Cuando no haya un equipo de acometida para viviendas móviles situado a la vista de la pared exterior de las mismas y a un máximo de 9,0 m o no haya un medio de desconexión puesto a tierra según lo especificado en el Artículo 250-24 y situado a la vista de la pared exterior de la vivienda móvil y a un máximo de 9,0 m, el protector primario se debe poner a tierra de acuerdo con lo establecido en el Artículo 800-40(b)(2) y (3).

(b) Conexión equipotencial. El terminal o electrodo de puesta a tierra del protector primario se debe conectar equipotencialmente con el chasis metálico o el terminal de puesta tierra disponible en la vivienda móvil, mediante un conductor de puesta a tierra de cobre con sección transversal no inferior a 3,30 mm^2 (12 AWG), bajo alguna de las siguientes circunstancias:

(1) Cuando no haya equipo de acometida o medio de desconexión de la vivienda móvil, de alguno de los tipos descritos en el anterior apartado (a), o

(2) Cuando la vivienda móvil se conecte a la red mediante un cordón con clavija.

E. Alambres y Cables de comunicaciones dentro de edificaciones

800-49. Resistencia al fuego de los alambres y cables de comunicaciones. Los cables y alambres de comunicaciones instalados permanentemente dentro de una edificación deben estar certificados como resistentes a la propagación del fuego, de acuerdo con los Artículos 800-50 y 800-51.

800-50. Certificación, rotulado e instalación de alambres y cables de comunicaciones. Los alambres y cables de comunicaciones instalados permanentemente en las edificaciones deben estar certificados como adecuados para ese uso, rotulados según establece la Tabla 800-50 e instalados de acuerdo con los requisitos del Artículo 800-52. No se debe rotular en el cable su tensión nominal.

(NOTA): Si se rotulara la tensión en los cables se podrían producir errores sobre su uso en circuitos de Clase 1, de alumbrado y potencia.

Excepción nº. 1: Se permite que la tensión nominal esté rotulada en los cables cuando estén certificados para varias aplicaciones y las condiciones de certificación de alguna de ellas así lo exija.

Excepción nº. 2: No es necesario que el cable esté certificado ni rotulado cuando entre en el edificio desde el exterior y esté completamente encerrado en un tubo metálico rígido o intermedio, siempre que el tubo esté puesto a tierra a través de un electrodo según establece el Artículo 800-40(b).

Excepción nº. 3: No es necesario que el cable esté certificado y rotulado cuando el tramo del cable dentro del edificio no pase de 15,0 m y el cable entre desde el exterior y termine en un encerramiento o en un protector primario certificado.

(NOTA 1): Para empalmar o terminar los cables telefónicos se utilizan cajas de empalmes o bloques de conexión, tanto de plástico como metálicos.

(NOTA 2): Esta excepción limita el tramo del cable no certificado dentro del edificio a 15,0 m, mientras que el Artículo 800-30(b) exige que el protector primario esté situado lo más cerca posible del punto de entrada del cable al edificio. Por tanto, en las instalaciones que exijan un protector primario, no se permite que el cable tenga más de 15,0 m en el interior del edificio, siempre que se pueda instalar el protector primario más cerca del punto de entrada que esta distancia.

Excepción nº. 4: Los cables multiuso se consideran adecuados para esta aplicación y se permite que sustituyan a los cables de comunicaciones, como se establece en el Artículo 800-53(f).

(NOTA 1): Los cables están listados en orden descendente en cuanto a su resistencia al fuego. Los cables multiuso están listados por encima de los cables de comunicaciones, por lo que se pueden sustituir los segundos por los primeros.

(NOTA 2): Véanse los usos permitidos en los correspondientes Artículos.

Tabla 800-50. Rotulado de cables

Rótulo	Tipo de cable	Referencias

MPP	Cable multiuso para cámaras de aire	Artículos 800-51(g) y 800-53(a)
CMP	Cable de comunicaciones para cámaras de aire	Artículos 800-51(a) y 800-53(a)
MPR	Cable multiuso para montantes	Artículos 800-51(g) y 800-53(b)
CMR	Cable de comunicaciones para montantes	Artículos 800-51(b) y 800-53(b)
MPG	Cable multiuso para usos generales	Artículos 800-51(g) y 800-53(d)
CMG	Cable de comunicaciones para usos generales	Artículos 800-51(c) y 800-53(d)
MP	Cable multiuso para usos generales	Artículos 800-51(g) y 800-53(d)
CM	Cable de comunicaciones para usos generales	Artículos 800-51(d) y 800-53(d)
CMX	Cable de comunicaciones para usos limitados	Artículos 800-51(e) y 800-53(d), Excepciones nº. 1, 2, 3 y 4.
CMUC	Cable y alambre de comunicaciones para instalar bajo alfombra	Artículos 800-51(f) y 800-53(d), Excepción nº. 5.

800-51. Requisitos de certificación. Los alambres y cables de comunicaciones deben tener una tensión nominal no menor a 300 V y estar certificados de acuerdo con los siguientes apartados (a) hasta (i). Los conductores de los cables de comunicaciones, que no sean los que van en cable coaxial, deben ser de cobre.

(NOTA): En cuanto a los requisitos de certificación para equipos, véase el Artículo 800-4.

(a) De Tipo CMP (communications plenum cable). Los cables de comunicaciones de tipo CMP instalados en cámaras de aire deben estar certificados como adecuados para instalarlos en cámaras de aire, conductos y otros espacios de ventilación y además como poseedores de una resistencia al fuego adecuada y una baja producción de humo.

(NOTA): Un método para determinar si la producción de humo de un cable es aceptable es someterlo a la prueba definida en *Standard Method of Test for Fire and Smoke Characteristics of Wires and Cables*, NFPA 262-1994 (ANSI) y ver si el valor del humo producido es aceptable, es decir, si tiene una densidad óptica máxima de pico de 0,5 y máxima promedio de 0,15. En la misma prueba se establece la resistencia del cable al fuego, según si la llama recorre una distancia máxima de 1,5 m.

(b) De Tipo CMR (communications riser cable). Los cables de comunicaciones de Tipo CMR instalados en montantes deben estar certificados como adecuados para instalarlos en montantes, en huecos verticales o de un piso a otro y además como poseedores de una adecuada resistencia al fuego para que no transmitan el fuego de un piso a otro.

(NOTA): Un método para determinar si las características de un cable impiden que las llamas se transmitan de un piso a otro es someterlo a la prueba definida en *Test for Flame Propagation Height of Electrical and Optical-Fiber Cable Installed Vertically in Shafts*, ANSI/UL 1666-1991.

(c) De Tipo CMG (communications general purpose cable). Los cables de comunicaciones de Tipo CMG de uso general deben estar certificados como adecuados para uso general excepto en montantes, cámaras de aire, conductos y otros espacios utilizados para ventilación y además deben ser resistentes a la propagación del fuego.

(NOTA): Un método para establecer la resistencia a la propagación del fuego de un cable es medir si el daño sufrido por el cable (longitud de la parte carbonizada) no supera los 1,5 m cuando se le somete a la prueba de llama vertical de la CSA para cables en bandejas, *Test Methods for Electrical Wires and Cables*, CSA C22.2 nº 0.3-M-1985.

(d) De Tipo CM (communications general purpose cable). Los cables de comunicaciones de Tipo CM de uso general deben estar certificados como adecuados para uso general excepto en montantes, cámaras de aire, conductos y otros espacios utilizados para ventilación y además deben ser resistentes a la propagación del fuego.

(NOTA): Un método para definir si el cable es resistente a la propagación del fuego es cuando el cable no propague el fuego a la parte superior de la bandeja en la prueba de llama con la bandeja vertical a que hace referencia la *Reference Standard for Electrical Wires, Cables and Flexible Cords,* ANSI/UL 1581-1991. Otro método para establecer la resistencia a la propagación del fuego de un cable es medir si el daño sufrido por el cable (longitud de la parte carbonizada) no supera los 1,5 m cuando se le somete a la prueba de llama vertical de la CSA para cables en bandejas, *Test Methods for Electrical Wires and Cables*, CSA C22.2 nº 0.3-M-1985.

(e) De Tipo CMX (communications cable, limited use). Los cables de comunicaciones de uso limitado de Tipo CMX deben estar certificados como aptos para ser utilizados en viviendas y en canalizaciones y además como retardantes de las llamas.

(NOTA): Un método para determinar si un cable es retardante de las llamas es someterlo a la prueba de llamas con el cable vertical (VW-1) definida en *Reference Standard for Electrical Wires, Cables and Flexible Cords,* ANSI/UL 1581-1991.

(f) Cables de Tipo CMUC para instalar bajo alfombra (undercarpet communications wire and cable). Los cables de comunicaciones de Tipo CMUC deben estar certificados como adecuados para instalarlos bajo alfombra y además como retardantes de las llamas.

(NOTA): Un método para determinar si un cable es retardante de las llamas es someterlo a la prueba de llamas con el cable vertical (VW-1) definida en *Reference Standard for Electrical Wires, Cables and Flexible Cords,* ANSI/UL 1581-1991.

(g) Cables multiuso de Tipo MP (multipurpose general-purpose cable). Los cables que cumplen los requisitos de certificado de los Tipos CMP, CMR, CMG y CM y además satisfacen los de los cables multiconductores del Artículo 760-71(b) y los de cables coaxiales del Artículo 760-71(g), pueden estar certificados y rotulados como cables multiuso de Tipo MPP, MPR, MPG y MP, respectivamente.

(h) Alambres de comunicaciones. Los alambres de comunicaciones, como los de los bastidores de distribución (distributing frame wires) y los de los puentes, deben estar certificados como resistentes a la propagación de la llama.

(NOTA): Un método para definir si el cable es resistente a la propagación del fuego es cuando el cable no propague el fuego a la parte superior de la bandeja en la prueba de llama con la bandeja vertical a que hace referencia la *Reference Standard for Electrical Wires, Cables and Flexible Cords,* ANSI/UL 1581-1991. Otro método para establecer la resistencia a la propagación del fuego de un cable es medir si el daño sufrido por el cable (longitud de la parte carbonizada) no supera los 1,5 m cuando se le somete a la prueba de llama vertical de la CSA para cables en bandejas, *Test Methods for Electrical Wires and Cables*, CSA C22.2 nº 0.3-M-1985.

(i) Cables híbridos de fuerza y de comunicaciones. Se permite utilizar cables híbridos de fuerza y de comunicaciones cuando el cable de fuerza sea de Tipo NM certificado, que cumpla lo establecido en la Sección 336, el de comunicaciones sea de Tipo CM certificado y las chaquetas de los cables certificados NM y CM sean para tensión nominal de 600 V como mínimo y el cable híbrido esté certificado como resistente a la propagación del fuego.

(NOTA): Un método para definir si el cable es resistente a la propagación del fuego es cuando el cable no propague el fuego a la parte superior de la bandeja en la prueba de llama con la bandeja vertical a que hace referencia la *Reference Standard for Electrical Wires, Cables and Flexible Cords,* ANSI/UL 1581-1991. Otro método para establecer la resistencia a la propagación del fuego de un cable es medir si el daño sufrido por el cable (longitud de la parte carbonizada) no supera los 1,5 m cuando se le somete a la prueba de llama vertical de la CSA para cables en bandejas, *Test Methods for Electrical Wires and Cables*, CSA C22.2 nº 0.3-M-1985.

800-52. Instalación de los alambres, cables y equipos de comunicaciones. Los cables y alambres de comunicaciones que van desde el protector a los equipos o, cuando no sea necesario protector, los alambres y cables estén asegurados al interior o al exterior del edificio, deben cumplir los siguientes apartados (a) hasta (e):

(a) Separación de otros conductores.

(1) En canalizaciones, cajas y cables.

a. Con los de otros circuitos de potencia limitada. Se permite instalar los cables de comunicaciones en la misma canalización o encerramiento con cables de cualquiera de los tipos siguientes:

1. De circuitos de Clase 2 y Clase 3 de control remoto, señalización y potencia limitada, de acuerdo con la Sección 725.
2. De circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada de acuerdo con la Sección 760.
3. Cables de fibra óptica conductora y no conductora, de acuerdo con la Sección 770.
4. Sistemas de antenas comunales de radio y televisión de acuerdo con la Sección 820.

b. Circuitos de Clase 2 y Clase 3. Los conductores de los circuitos de comunicaciones no deben ir en el mismo cable que los de circuitos de Clase 1. Se permiten conductores de circuitos de Clase 2 y Clase 3 en el mismo cable con conductores de comunicaciones, en cuyo caso los circuitos de Clase 2 y Clase 3 se deben clasificar como circuitos de comunicaciones y cumplir los requisitos de esta Sección. Los cables deben estar certificados como de comunicaciones o de uso general.

Excepción: No es necesario que estén clasificados como cables de comunicaciones los formados por cables certificados de Clase 2 y Clase 3 y cables de comunicaciones recubiertos por la misma chaqueta. La clasificación de resistencia al fuego de este cable mixto vendrá establecida por sus propias características.

c. Circuitos de alumbrado o fuerza.

1. Los conductores de comunicaciones no se deben instalar en canalizaciones, compartimentos, cajas de salida o de unión o accesorios similares con conductores de circuitos de alumbrado, de fuerza o de circuitos de Clase 1.

   Excepción nº. 1: Cuando todos los conductores de los circuitos de alumbrado, fuerza, Clase 1 o alarma contra incendios de potencia no limitada, estén separados de los de comunicaciones por una barrera.

   Excepción nº. 2: Los conductores de los circuitos de alumbrado o potencia, de Clase 1 o de alarma contra incendios de potencia no limitada, instalados en cajas de salida, de unión o accesorios similares cuando dichos conductores tengan como único fin suministrar corriente a los equipos de comunicaciones o la conexión con equipos de control remoto. Los conductores de los circuitos de alumbrado o fuerza, de Clase 1 o de alarma contra incendios de potencia no limitada se deben instalar dentro del encerramiento guardando una separación mínima de 6,5 mm de los conductores de los circuitos de comunicaciones.

2. En huecos y bajantes. Los cables y alambres de comunicaciones que van en el mismo hueco o bajante con conductores de circuitos de alumbrado o fuerza, de Clase 1 o de alarma contra incendios de potencia no limitada, deben estar separados de estos conductores 50 mm como mínimo.

   Excepción nº. 1: Cuando : (1) todos los conductores de circuitos de alumbrado o fuerza, circuitos de Clase 1 o de alarma contra incendios de potencia no limitada o, (2) todos los conductores de comunicaciones estén metidos en una canalización.

   Excepción nº. 2: Cuando los conductores de circuitos de alumbrado o fuerza, circuitos de Clase 1 o de alarma contra incendios de potencia no limitada, estén en una canalización o en cables con recubrimiento metálico, no metálico o de Tipo UF.

(2) Otras aplicaciones. Los cables y alambres de comunicaciones deben estar siempre separados 50 mm como mínimo de los conductores de circuitos de alumbrado o fuerza, circuitos de Clase 1 o de alarma contra incendios de potencia no limitada.

Excepción nº. 1: Cuando los conductores de circuitos de alumbrado o fuerza, circuitos de Clase 1 o de alarma contra incendios de potencia no limitada estén en una canalización, en cables con recubrimiento metálico, no metálico o del Tipo AC o UF.

Excepción nº. 2: Cuando los cables y alambres de comunicaciones estén separados permanentemente de los conductores de los demás circuitos por una barrera continua y bien sujeta de material no conductor, como un tubo de porcelana o una tubería flexible, además del aislamiento de los cables y alambres.

(b) Propagación del fuego o productos de la combustión. Las instalaciones de cables de comunicaciones en espacios huecos, conductos verticales y de ventilación o extracción del aire, se deben hacer de modo que no aumente sustancialmente la posibilidad de propagación del fuego o productos de la combustión. Las aberturas que se hagan a través de paredes, tabiques, pisos o techos resistentes al fuego se deben sellar con cortafuegos aprobados.

(c) Equipos en otros espacios de ventilación. Los equipos instalados en estos espacios deben cumplir lo establecido en el Artículo 300-22(c).

(d) Bandejas portacables. Se permite instalar en bandejas portacables los cables multiuso de Tipo MPP, MPR, MPG y MP y los cables de comunicaciones de Tipo CMP, CMR, CMG y CM.

(e) Apoyos de los conductores. Las canalizaciones sólo se deben utilizar para el fin establecido. Los cables o alambres de comunicaciones no se deben sujetar con grapas, cinta, o asegurarlos con otros medios al exterior de cualquier tubería o canalización como un medio de apoyo.

800-53. Aplicaciones de los alambres y cables de comunicaciones certificados. Los cables y alambres de comunicaciones certificados deben cumplir lo establecido en los siguientes apartados (a) hasta (f) :

(a) En cámaras de aire. Los cables instalados en cámaras de aire, conductos y otros espacios de ventilación deben ser de Tipo CMP.

Excepción: Los de Tipo CMP, CMR, CMG, CM y CMX y otros alambres de comunicaciones, cuando estén instalados de acuerdo con lo establecido en el Artículo 300-22.

(b) En montantes. Los cables instalados en montantes verticales y que atraviesen más de un piso o los instalados en tramos de huecos verticales deben ser de Tipo CMR. En las instalaciones que atraviesen los pisos y requieran cables de Tipo CMR se deben utilizar únicamente cables adecuados para su instalación en montantes o cámaras de aire.

(NOTA): Para los requisitos de protección contra el fuego de los huecos que atraviesan los suelos, véase el Artículo 800-52(b).

Excepción nº. 1: Cuando los cables certificados estén instalados en canalizaciones metálicas o ubicados en huecos protegidos contra incendios mediante un cortafuegos instalado en cada planta.

Excepción nº 2: En viviendas uni y bifamiliares se permite usar cables de Tipo CM o CMX.

(c) Conjuntos de bastidores de distribución y de interconexión (Distributing Frames and Cross-Connect Arrays). En los bastidores de distribución y de interconexión se deben utilizar alambres de comunicaciones.

Excepción: Se permite usar cables de Tipo CMP, CMR, CMG o CM.

(d) Otros alambrados en el interior de edificaciones. Los cables instalados en el interior de los edificios, en lugares que no sean las de los anteriores apartados (a), (b) o (c), deben ser de Tipo CMG o CM.

Excepción nº. 1: Cuando los alambres y cables de comunicaciones certificados estén metidos en una canalización.

Excepción nº. 2: Se pueden usar cables de comunicaciones de Tipo CMX en espacios no ocultos cuando el tramo expuesto del cable no tenga más de 3,0 m.

Excepción nº. 3: Los cables de comunicaciones de Tipo CMX de menos de 6,35 mm de diámetro instalados en viviendas uni o bifamiliares.

Excepción nº. 4: Los cables de comunicaciones de Tipo CMX de menos de 6,35 mm de diámetro instalados en espacios no ocultos de viviendas multifamiliares.

Excepción nº. 5: Los cables de comunicaciones de Tipo CMUC instalados bajo alfombra.

(e) Cables híbridos de fuerza y comunicaciones. En las viviendas uni y bifamiliares se permite instalar cables híbridos de fuerza y comunicaciones certificados según el Artículo 800-51(i).

(f) Sustituciones de cables. Se permiten las sustituciones de cables de comunicaciones resumidas en la Tabla 800-53 y en la Figura 800-53.

Tabla 800-53. Sustituciones permitidas de cables de comunicaciones

Tipo de cable	Sustituciones permitidas
MPP	Ninguna
CMP	MPP
MPR	MPP
CMR	MPP, CMP, MPR
MPG, MP	MPP, MPR
CMG, CM	MPP, CMP, MPR, CMR, MPG, MP
CMX	MPP, CMP, MPR, CMR, MPG, MP, CMG, CM

(NOTA): Para el uso de cables de comunicaciones y multiuso en lugar de los cables de Clase 2 o Clase 3, véase el Artículo 725-61(g). Para el uso de cables de comunicaciones y multiuso en lugar de los cables para alarmas contra incendio de potencia limitada, véase el Artículo 760-61(d). Las sustituciones permitidas se resumen en la Figura 800-53.

Cámara de aire

Montante

De uso general

En viviendas

A -> B: Se permite usar cable A en sustitución del cable B

Para circuitos de alarma contra incendios la sección transversal mínima es de 0,12 mm^2 (26 AWG).

Tipo CM : Alambres y cables de comunicaciones
Tipos CL2 y CL3 : Cables para Clase 2 y Clase 3 de control remoto, señalización y de potencia limitada.
Tipo FPL : Cable para circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada.
Tipo MP : Cables multiuso.
Tipo PLTC : Cable para potencia limitada en bandejas portacables.

Figura 800-53. Jerarquía de sustitución de los cables

Sección 810 - EQUIPOS DE RADIO Y TELEVISIÓN

A. Generalidades

810-1. Alcance. Esta Sección trata de los equipos receptores de radio y televisión (TV) y de los equipos transmisores y receptores de radioaficionados, pero no de los equipos y antenas utilizados para acoplar la corriente portadora a los conductores de la red de suministro.

810-2. Otras Secciones. El alambrado desde la fuente de alimentación hasta los dispositivos conectados al sistema de alambrado interior y entre dichos dispositivos deben cumplir lo establecido en los Capítulos 1 a 4 de este *Código* excepto lo modificado por los Artículos 640-3, 640-4 y 640-5. El alambrado de equipos y altavoces de radiofrecuencia y audiofrecuencia deben cumplir lo establecido en la Sección 640. Cuando se utilice cable de fibra óptica, se deben cumplir las disposiciones de la Sección 770. El alambrado de cable coaxial para antenas de televisión deben cumplir lo establecido en la Sección 820.

810-3. Antenas comunales de televisión. Las antenas comunales de televisión deben cumplir lo establecido en esta Sección. Los sistemas de distribución deben cumplir lo establecido en la Sección 820.

810-4. Supresores de ruido de radiointerferencia. Los dispositivos que eliminan las interferencias de radio, los condensadores para interferencias o los supresores de ruidos conectados a los terminales de la red de suministro, deben ser de un tipo certificado y no deben estar expuestos a daños físicos.

810-5. Definiciones. Véase la Sección 100.

B. Equipos receptores - Sistemas de antenas

810-11. Materiales. Las antenas y los terminales de conexión deben ser de cobre endurecido en frío o bronce, aleación de aluminio, acero recubierto de cobre u otro material de alta rigidez física y resistente a la corrosión.

Excepción: Se permite usar cobre recocido o semirecocido para los conductores de conexión cuando la distancia máxima entre sus puntos de apoyo sea de 10,5 m.

810-12. Apoyos. Las antenas exteriores y sus conductores de conexión deben estar bien apoyados. Ni las antenas ni los conductores de conexión se deben sujetar en los mástiles de la acometida, ni en postes o crucetas en las que haya apoyados alambres de alumbrado o fuerza a la vista o alambres para troles de más de 250 V entre conductores. Los aisladores en los que se apoyen los cables de las antenas deben tener suficiente resistencia mecánica para este fin. Los conductores de conexión deben estar bien sujetos a las antenas.

810-13. Modo de evitar contacto con conductores de otros sistemas. Las antenas exteriores y los conductores de conexión que vayan desde una antena hasta una edificación no deben cruzar sobre conductores a la vista de

circuitos de alumbrado o fuerza y deben mantenerse a una distancia suficiente de dichos circuitos con el fin de evitar posibles contactos accidentales. Cuando no se pueda evitar que los conductores de la antena pasen cerca de conductores de alumbrado o de la acometida de instalaciones con menos de 250 V entre conductores, se deben instalar a una distancia no inferior a 0,60 m.

Cuando sea posible, los conductores de la antena se deben instalar de modo que no crucen por debajo de otros conductores a la vista de alumbrado o fuerza.

810-14. Empalmes. Los empalmes y uniones de los cables de antena deben estar mecánicamente bien hechos, mediante dispositivos de empalme adecuados o mediante otro medio que no debilite de manera apreciable los conductores.

810-15. Puesta a tierra. Los mástiles, postes y estructuras metálicas en los que vayan apoyados las antenas se deben poner a tierra, de acuerdo con el Artículo 810-21.

810-16. Sección transversal de los alambres de la antena - Estación receptora.

(a) Sección transversal de los conductores de la antena. Los conductores exteriores de antenas para estaciones receptoras deben ser de sección transversal no inferior a las que se dan en la Tabla 810-16(a).

Tabla 810-16(a). Sección transversal de los conductores exteriores de antenas para estaciones receptoras

Material	Sección transversal mínima de los conductores para tramos a la vista de la siguiente longitud					
	Hasta 10 m		De 10 a 46 m		Más de 46 m	
	mm^2	AWG	mm^2	AWG	mm^2	AWG
Aleación de aluminio o cobre endurecido en frío	0,65	19	2,08	14	3,30	12
Acero recubierto de cobre, bronce u otro material de alta rigidez mecánica	0,51	20	1,04	17	2,08	14

(b) Antenas autosoportadas. Las antenas exteriores como las de varillas verticales, las parabólicas o las de estructura dipolar, deben ser de un material resistente a la corrosión y de una rigidez adecuada para soportar las cargas del viento y del hielo. Deben instalarse lejos de conductores aéreos de circuitos de alumbrado y fuerza de más de 150 V, de modo que se evite la posibilidad de que la antena o sus apoyos caigan sobre dichos circuitos o entren en contacto accidental con ellos.

810-17. Sección transversal de los conductores de conexión - Estación receptora. Los conductores de conexión entre las antenas exteriores y los equipos de la estación receptora deben ser, para los tramos máximos permitidos, de sección transversal tal que ofrezcan una resistencia a la tracción por lo menos tan grande como la de los conductores para las antenas como se especifica en el Artículo 810-16. Cuando el conductor de conexión consista de dos o más conductores trenzados, bajo el mismo forro o concéntricos, la sección transversal de los conductores debe ser tal que, para los tramos máximos permitidos, la resistencia del cable a la tracción sea por lo menos tan grande como la de los conductores para las antenas como se especifica en el Artículo 810-16.

810-18. Separaciones - Estaciones receptoras.

(a) Exterior de las edificaciones. Los conductores de conexión sujetos a los edificios deben estar instalados de modo que no oscilen hasta menos de 0,60 m de los conductores de circuitos eléctricos de 250 V o menos o de 3,0 m de los de circuitos de más de 250 V entre conductores, excepto en el caso de los circuitos que no superen los 150 V entre conductores, cuando todos los conductores estén apoyados de modo que guarden una separación permanente, permitiéndose entonces reducir esa distancia pero nunca a menos de 0,10 m. La distancia entre cualquier conductor de conexión de antena y otro que forme parte del sistema de varilla de un pararrayos no debe ser inferior a 1,80 m, excepto si están conectados equipotencialmente como indica el

Artículo 250-86. Los conductores subterráneos deben estar separados un mínimo de 0,30 m de conductores de cualquier circuito de alumbrado o fuerza o de circuitos de Clase 1.

Excepción: Cuando los conductores de alumbrado, fuerza, de los circuitos de Clase 1 o de los conectores de antena estén instalados en canalizaciones o cable de armadura metálica.

(b) Antenas y conductores de conexión en interiores. Las antenas interiores y los conductores de conexión interiores no deben ir a menos de 0,05 m de otros conductores de otros sistemas de alambrado de los predios.

Excepción nº. 1: Cuando los otros conductores estén metidos en canalizaciones metálicas o armadura metálica.

Excepción nº. 2: Cuando estén separados permanentemente de los conductores de los demás circuitos por una barrera continua y bien sujeta de material no conductor, como tubos de porcelana o tubería flexible.

(c) En cajas u otros encerramientos. Se permite que las antenas y conductores de conexión interiores ocupen la misma caja o encerramiento con conductores de otros sistemas de alambrado, siempre que estén separados de los mismos por una barrera eficaz y permanente.

810-19. Circuitos de suministro utilizados en lugar de antenas - Estaciones receptoras. Cuando en lugar de la antena se utilice un circuito de suministro eléctrico, el dispositivo de conexión del receptor de radio a la red de suministro debe estar certificado.

810-20. Dispositivos para descarga de la antena - Estaciones receptoras.

(a) Cuándo se requieren. Todos los conductores de conexión que vayan desde la antena exterior hasta un equipo receptor deben estar provistos de una unidad certificada para descarga de la antena.

Excepción: Cuando los conductores de conexión estén metidos dentro de un blindaje metálico continuo que esté permanente y eficazmente puesto a tierra o protegido por la unidad para descarga de la antena.

(b) Ubicación. La unidad para descarga de la antena debe estar situada fuera del edificio, o dentro del edificio entre el punto de entrada del conductor de conexión y el receptor de radio o transformadores, lo más cerca posible de dicho punto de entrada. La unidad para descarga de la antena no debe instalarse cerca de materiales combustibles ni en lugares peligrosos (clasificados) como se define en la Sección 500.

(c) Puesta a tierra. La unidad para descarga de la antena se debe poner a tierra de acuerdo con el Artículo 810-21.

810-21. Conductores de puesta a tierra - Estaciones receptoras. Los conductores de puesta a tierra deben cumplir lo establecido en los siguientes apartados (a) a (j):

(a) Material. El conductor de puesta a tierra debe ser de cobre, aluminio, acero recubierto de cobre, bronce u otro material similar resistente a la corrosión. No se deben usar conductores de puesta a tierra de aluminio o aluminio recubierto de cobre cuando estén en contacto directo con construcciones de mampostería o con la tierra o expuestos a condiciones corrosivas. Cuando se utilicen en exteriores, los conductores de aluminio o aluminio recubierto de cobre se deben instalar a más de 0,5 m del suelo.

(b) Aislamiento. No es necesario el aislamiento en los conductores de puesta a tierra.

(c) Apoyos. Los conductores de puesta a tierra deben estar bien sujetos. Se permite sujetarlos directamente sobre la superficie de alambrado sin necesidad de utilizar apoyos aislantes.

Excepción: Cuando no se puedan sujetar bien, se debe aumentar proporcionalmente la sección de los conductores de puesta a tierra.

(d) Protección mecánica. Cuando estén expuestos a daños físicos, los conductores de puesta a tierra se deben proteger o aumentar su sección proporcionalmente para compensar la falta de protección. Cuando se instale un conductor de puesta a tierra en una canalización metálica, los dos extremos de la canalización se deben conectar equipotencialmente al conductor o al mismo terminal o electrodo al que vaya conectado el conductor de puesta a tierra.

(e) Tramo en línea recta. El conductor de puesta a tierra para un mástil de antena o un dispositivo de descarga se debe conectar al electrodo de puesta a tierra por el camino más recto posible.

(f) Electrodo. El conductor de puesta a tierra se debe conectar por alguno de los métodos siguientes:

(1) Al punto más cercano posible : (1) del electrodo de puesta a tierra de la edificación o estructura, como se indica en el Artículo 250-81; o (2) a las tuberías metálicas de agua del interior del edificio puestas a tierra, como se indica en el Artículo 250-80(a), o (3) a un medio accesible de la acometida exterior a los armarios, como se indica en el Artículo 250-71(b), o (4) a una canalización metálica de la acometida, o (5) al armario de los equipos de acometida, o (6) al conductor del electrodo de puesta a tierra o al encerramiento metálico del mismo.

(2) Si el edificio o estructura a la que pertenezca esta instalación no tiene medios para puesta a tierra, como se indica en el anterior apartado (f)(1), a cualquiera de los electrodos descritos en el Artículo 250-81.

(3) Si el edificio o estructura a la que pertenezca esta instalación no tiene medios para puesta a tierra, como se indica en los anteriores apartados (f)(1) o (f)(2), se debe conectar a : (1) una estructura metálica puesta a tierra eficazmente o (2) a cualquiera de los electrodos individuales descritos en el Artículo 250-83.

(g) Dentro o fuera de la edificación. Se permite que el conductor de puesta a tierra esté instalado por dentro o por fuera de la edificación.

(h) Sección transversal. El conductor de puesta a tierra debe tener una sección transversal no inferior a 5,25 mm^2 (10 AWG) si es de cobre, a 8,36 mm^2 (8 AWG) si es de aluminio o a 1,04 mm^2 (17 AWG) si es de acero recubierto de cobre o bronce.

(i) Tierra común. Se permite utilizar un solo conductor de puesta a tierra tanto como medio de protección como para propósitos de operación.

(j) Conexión equipotencial de los electrodos. Entre el electrodo de puesta a tierra de los equipos de radio y televisión y el electrodo de puesta a tierra del sistema del edificio o estructura, cuando sean distintos, se debe instalar un puente de conexión equipotencial de sección transversal no inferior a 13,29 mm^2 (6 AWG) de cobre o equivalente.

C. Estaciones para transmisión y recepción de radioaficionados - Sistemas de antenas

810-51. Otros Artículos. Además de cumplir lo establecido en esta Parte C, las antenas de los equipos de transmisión y recepción de radioaficionados deben cumplir lo establecido en los Artículos 810-11 a 810-15.

810-52. Sección transversal de los conductores de la antena. Los conductores utilizados como antena de las estaciones de transmisión y recepción de radioaficionados deben tener una sección transversal no inferior a la de la Tabla 810-52.

Tabla 810-52. Secciones transversales de los conductores para las antenas exteriores de estaciones de radioaficionados

Material	Sección transversal mínima de los conductores para tramos a la vista de la siguiente longitud			
	Hasta 46 m		Más de 46 m	
	mm^2	AWG	mm^2	AWG
Cobre endurecido en frío	2,08	14	5,25	10
Acero recubierto de cobre, bronce u otro material de alta rigidez mecánica	2,08	14	3,30	12

810-53. Sección transversal de los conductores de conexión. Los conductores de conexión a la antena de las estaciones de transmisión deben ser, para los tramos máximos permitidos, de sección transversal como mínimo igual a la de los conductores de las antenas indicados en el Artículo 810-52.

810-54. Separación con la edificación. Los conductores de antenas para estaciones de transmisión, que estén unidos a los edificios, deben estar bien sujetos, dejando una distancia mínima de 80 mm hasta la superficie del edificio e ir montadas en soportes aislantes no absorbentes, como abrazaderas o varillas tratadas y dotadas de aisladores con línea de fuga y distancia libre no inferior a 80 mm. Los conductores de conexión con la antena sujetos al edificio deben cumplir también estos requisitos.

Excepción: No es necesario que se cumplan estos requisitos cuando los conductores de conexión vayan dentro de un blindaje metálico continuo que esté permanente y eficazmente puesto a tierra. Si está puesto a tierra el blindaje metálico, se permite utilizarlo también como un conductor.

810-55. Entrada a la edificación. Excepto si están protegidos por un blindaje metálico continuo permanente y eficazmente puesto a tierra, los conductores de conexión para la antena de las estaciones de transmisión deben entrar en las edificaciones por uno de los siguientes métodos: (1) a través de un tubo o pasacables rígido, aislante, no combustible ni absorbente, o (2) a través de una abertura hecha para ese fin en la que los conductores estén bien sujetos, dejando una separación de por lo menos 50 mm, o (3) a través de un agujero perforado en una ventana.

810-56. Protección contra contactos accidentales. Los conductores de conexión de la antena a las estaciones radio transmisoras deben estar ubicados o instalados de modo que resulte difícil que se produzca el contacto accidental con ellos.

810-57. Unidades para descarga de la antena en estaciones de transmisión. Todos los conductores de los cables de conexión con antenas exteriores deben estar dotados de una unidad para descarga de la antena u otro medio adecuado para descargar la electricidad estática desde el sistema de la antena.

Excepción nº. 1: Cuando estén protegidos por un blindaje metálico continuo puesto a tierra permanente y eficazmente.

Excepción nº. 2: Cuando la antena esté puesta a tierra permanente y eficazmente.

810-58. Conductores de puesta a tierra - Estaciones transmisoras y receptoras de radioaficionados. Los conductores de puesta a tierra deben cumplir lo establecido en los siguientes apartados (a) a (c):

(a) Otros Artículos. Todos los conductores de puesta a tierra de los equipos de radioaficionados deben cumplir lo establecido en los Artículos 810-21(a) a (j).

(b) Sección transversal del conductor de puesta a tierra para protección. La sección transversal del conductor de puesta a tierra que protege las estaciones transmisoras debe ser como mínimo igual a la del conductor de conexión pero en ningún caso inferior a 5,25 mm^2 (10 AWG) si es de cobre, de bronce o de acero recubierto de cobre.

(c) Sección transversal del conductor de puesta a tierra para funcionamiento. El conductor de puesta a tierra necesario para el funcionamiento de las estaciones transmisoras debe tener una sección transversal no inferior a 2,08 mm^2 (14 AWG) de cobre o equivalente.

D. Instalaciones interiores - Estaciones transmisoras

810-70. Separación de otros conductores. Todos los conductores dentro de la edificación deben estar separados 0,10 m como mínimo de los conductores de circuitos de alumbrado, fuerza o señalización.

Excepción nº. 1: Lo que establece la Sección 640.

Excepción nº. 2: Cuando estén separados de los conductores de los demás circuitos por una barrera continua y bien sujeta de material no conductor, como tubos de porcelana o tubería flexible.

810-71. Generalidades. Los transmisores deben cumplir con lo establecido en los siguientes apartados (a) a (c):

(a) Encerramiento. El transmisor debe estar metido en una carcasa, en una rejilla metálica o separado del espacio de operación por una barrera u otro medio equivalente, cuyas partes metálicas estén puestas a tierra eficazmente.

(b) Puesta a tierra de los controles. Todos las palancas metálicas y controles externos accesibles al personal de operación deben estar puestos a tierra eficazmente.

(c) Enclavamiento de las puertas. Todas las puertas de acceso deben tener enclavamientos que desconecten todas las partes que se encuentren a más de 350 V entre conductores cuando se abra cualquier puerta de acceso.

Sección 820 - SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN DE ANTENAS COMUNALES DE RADIO Y TELEVISIÓN

A. Generalidades

820-1. Alcance. Esta Sección cubre la distribución por cable coaxial de señales de radiofrecuencia empleadas típicamente en sistemas de antenas comunales de televisión (CATV).

(NOTA): Si la distribución no se hace por cable coaxial, véanse las Secciones 770, Cables y canalizaciones de fibra óptica y 800, Circuitos de comunicaciones.

820-2. Limitaciones de energía. Se permite utilizar cable coaxial para suministrar potencia de baja energía directamente a los equipos asociados con el sistema de distribución de radiofrecuencia, siempre que su tensión no sea superior a 60 V y la corriente procede de un transformador u otro dispositivo con características de limitación de energía.

820-3. Definiciones. Véase la Sección 100. A efectos de esta Sección se utiliza además la siguiente definición:

Punto de entrada : Punto dentro de una edificación por donde el cable emerge de un muro exterior, de una placa de hormigón en el piso o de un tubo de metal rígido o intermedio puesto a tierra a un electrodo, de acuerdo con el Artículo 800-40(b).

820-5. Acceso a los equipos eléctricos instalados detrás de paneles diseñados para permitir el acceso. El acceso a los equipos no debe estar estorbado por la acumulación de cables y alambres que impidan quitar los paneles, incluso los paneles suspendidos del cielo raso.

820-6. Ejecución mecánica del trabajo. Los circuitos de antenas comunales de radio y televisión y los equipos correspondientes se deben instalar de manera limpia y profesional. Los cables se deben apoyar en la estructura de la edificación de modo que no resulten perjudicados durante su uso normal.

(NOTA): Para la práctica de la instalación de estos circuitos se deben consultar las normas publicadas, tales como : *NTC 4353 Telecomunicaciones, Cableado estructurado, Cableado para comunicaciones ; NTC 4071 Telecomunicaciones, Nuevas Tecnologías, Ductos y espacios para telecomunicaciones en edificios comerciales*; *Commercial Building Telecommunications, Wiring Standard,* ANSI/EIA/TIA 568-1991; *Commercial Building Standard for Telecommunications Pathways and Spaces,* ANSI/EIA/TIA 569-1990 y *Residential and Light Commercial Telecommunications Wiring Standard,* ANSI/EIA/TIA 570-1991.

B. Cables exteriores y que entran a las edificaciones

820-10. Cables exteriores. Los cables coaxiales, antes del punto de puesta a tierra, como se define en el Artículo 820-33, deben cumplir lo establecido en los siguientes apartados (a) hasta (f):

(a) **En postes.** Cuando sea posible, los conductores apoyados en postes deben estar situados debajo de los conductores de los circuitos de alumbrado, de fuerza, de Clase 1 o de alarma contra incendios de potencia no limitada y no deben ir sujetos a las crucetas en las que se apoyan los conductores de alumbrado y fuerza.

(b) **Separación de los conductores de conexión.** Los cables de los conductores de conexión o bajantes aéreos desde un poste u otro soporte se deben mantener alejados de los conductores de circuitos de alumbrado, de fuerza, de Clase 1 o de alarma contra incendios de potencia no limitada, para evitar cualquier contacto accidental con ellos, incluso en el punto de contacto inicial con el edificio o estructura.

Excepción: Cuando no se pueda evitar que los conductores de la antena pasen cerca de conductores de circuitos de alumbrado, de fuerza, de Clase 1 o de alarma contra incendios de potencia no limitada, se deben instalar a una distancia no menor a 0,30 m.

(c) **En mástiles.** Se permite apoyar los cables aéreos de las antenas en un mástil situado encima del tejado en el que no estén instalados ni apoyados conductores de circuitos de alumbrado y fuerza.

(d) **Sobre los tejados.** Los cables deben estar a una distancia vertical no inferior a 2,4 m sobre cualquier punto del tejado por el que pasen.

Excepción nº. 1: Sobre edificios auxiliares, como garajes y similares.

Excepción nº. 2: Se permite reducir la anterior distancia sólo a 0,5 m de la parte que sobresalga del tejado, si : (1) sólo pasan, sobre esa parte del tejado, conductores de la acometida aérea de comunicaciones a un máximo de 1,2 m y (2) terminan en una canalización o soporte encima del tejado y que atraviese el mismo.

Excepción nº. 3: Si el tejado tiene una pendiente no inferior a 0,3 m por cada metro, se permite reducir la distancia a un mínimo de 0,9 m.

(e) **Entre edificios.** Los cables que vayan de un edificio a otro, así como sus apoyos y herrajes de montaje, deben ser aceptables para ese fin y tener una suficiente rigidez mecánica que les permita soportar las cargas a las que puedan verse expuestos.

Excepción: Cuando un cable no tenga rigidez suficiente para montarlo de manera autosoportada, se debe sujetar a un cable mensajero que, junto con sus apoyos o herrajes, sea aceptable para ese fin y tenga una rigidez suficiente que le permita soportar las cargas a las que pueda verse expuesto.

(f) Sobre edificaciones. Los cables apoyados en edificios deben estar bien sujetos de modo que queden separados de otros conductores, como se indica a continuación:

(1) Alumbrado o fuerza. El cable coaxial debe quedar a una distancia mínima de 0,10 m de otros conductores de circuitos de alumbrado, fuerza, de Clase 1 o de circuitos de alarma contra incendios de potencia no limitada y que no estén instalados en una canalización o cable o separados permanentemente de ellos por una barrera continua y bien sujeta de material no conductor, además del aislamiento de los alambres.

(2) Otros sistemas de comunicaciones. Los cables coaxiales deben instalarse de modo que no interfieran con el mantenimiento de sistemas separados. En ningún caso los conductores, cables, cables mensajeros o equipos de un sistema deben causar abrasión en los conductores, cables, cables mensajeros o equipos de otro sistema.

(3) Conductores de pararrayos. Siempre que sea posible se debe dejar una distancia mínima de 1,8 m entre los cables coaxiales y los conductores de pararrayos.

820-11. Entrada a las edificaciones.

(a) Sistemas subterráneos. Los cables coaxiales subterráneos instalados en un conducto, pedestal, registro de mano o caja de inspección que contenga conductores de circuitos de alumbrado, de fuerza o de Clase 1, deben estar en una sección permanentemente separados de dichos conductores por una barrera adecuada.

(b) Cables directamente enterrados y canalizaciones. Los cables coaxiales directamente enterrados deben estar por lo menos a una distancia de 0,30 m de cualquier conductor de circuitos de alumbrado, de fuerza o de Clase 1.

Excepción nº. 1: Cuando los conductores de la acometida eléctrica o los cables coaxiales estén instalados en canalizaciones o tengan un cable de armadura metálica.

Excepción nº. 2: Cuando los conductores de los circuitos ramales de alumbrado o fuerza, o los alimentadores de los circuitos de Clase 1 estén instalados en una canalización o en cables con blindaje o recubrimiento metálico o de Tipo UF o USE, o el cable coaxial tenga armadura metálica o esté instalado en una canalización.

C. Protección

820-33. Puesta a tierra del blindaje exterior de un cable coaxial. Cuando un cable coaxial esté expuesto a los rayos o al contacto accidental con los conductores de un pararrayos o con conductores de fuerza que funcionen a más de 300 V a tierra, el blindaje conductivo externo del cable coaxial se debe poner a tierra en la edificación del predio, lo más cerca posible del punto de entrada del cable. A efectos de este Artículo, el punto por el cual entra el cable expuesto es el punto por el cual emerge a través de un muro exterior, una baldosa de hormigón en el piso o un tubo de metal rígido o intermedio puesto a tierra a un electrodo, de acuerdo con el Artículo 800-40(b).

A los efectos de este Artículo, la puesta a tierra ubicada en el equipo de acometida de viviendas móviles, que esté situado a la vista de la pared exterior de las mismas y a un máximo de 9,0 m o en el medio de desconexión puesto a tierra de la vivienda, según lo establecido en el Artículo 250-24 y situado a la vista de la pared exterior a la vivienda móvil y a un máximo de 9,0 m, se considera que cumplen los requisitos de esta Sección.

(NOTA): Si se elige un punto de puesta a tierra de modo que el conductor de puesta a tierra sea lo más corto posible, se limitarán las diferencias de potencial entre el sistema de CATV y otras sistemas metálicos.

(a) Puesta a tierra del blindaje. Cuando se ponga a tierra el blindaje exterior metálico de un cable coaxial, no es necesario instalar otro dispositivo de protección.

(b) Dispositivos de protección del blindaje. Se permite la puesta a tierra del blindaje de un cable coaxial de bajada, por medio de un dispositivo protector que no interrumpa el sistema de puesta a tierra.

D. Métodos de puesta a tierra

820-40. Puesta a tierra del cable. Cuando lo exija el Artículo 820-33, se debe poner a tierra el blindaje del cable coaxial como se indica en los siguientes apartados (a) a (d):

(a) Conductor de puesta a tierra.

(1) Aislamiento. El conductor de puesta a tierra debe estar aislado y certificado como adecuado para ese uso.

(2) Material. El conductor de puesta a tierra debe ser de cobre u otro material resistente a la corrosión, sólido o trenzado.

(3) Sección transversal. El conductor de puesta a tierra debe ser de una sección transversal no inferior a 2,08 mm^2 (14 AWG) y tener una capacidad de corriente aproximadamente igual a la del conductor exterior del cable coaxial.

(4) Tramo en línea recta. El conductor de puesta a tierra se debe conectar al electrodo de puesta a tierra por el camino más recto posible.

(5) Protección física. Cuando sea necesario, el conductor de puesta a tierra se debe proteger contra daños físicos. Cuando el conductor de puesta a tierra vaya en una canalización metálica, ambos extremos de la misma se deben conectar equipotencialmente al conductor de puesta a tierra o al mismo terminal o electrodo al que se conecte dicho conductor.

(b) Electrodo. El conductor de puesta a tierra se debe conectar por alguna de las formas siguientes:

(1) Al lugar accesible más cercano posible : (1) del sistema del electrodo de puesta a tierra de la edificación o estructura, como se indica en el Artículo 250-81, o (2) al sistema de tuberías metálicas de agua del interior del edificio, como se indica en el Artículo 250-80(a), o (3) a un medio accesible de la acometida de fuerza, exterior a los armarios, como se indica en el Artículo 250-71(b), o (4) a una canalización metálica de la acometida; (5) al armario de los equipos de la acometida de fuerza, o (6) al conductor del electrodo de puesta a tierra o al encerramiento metálico del mismo, o (7) al conductor o electrodo de puesta a tierra o al electrodo de puesta a tierra del medio de desconexión de un edificio o estructura que esté puesto a tierra a través de un electrodo, como se indica en el Artículo 250-24.

(2) Si la edificación o estructura no tiene medios para puesta a tierra, como se indica en el anterior apartado (b)(1), a cualquiera de los electrodos individuales descritos en el Artículo 250-81.

(3) Si la edificación o estructura no tiene medios para puesta a tierra, como se indica en los anteriores apartados (b)(1) o (b)(2), se debe conectar a: (1) una estructura metálica puesta a tierra eficazmente o (2) a alguno de los electrodos individuales descritos en el Artículo 250-83.

(c) Conexión a los electrodos. Las conexiones a los electrodos de puesta tierra deben cumplir lo establecido en el Artículo 250-115.

(d) Conexión equipotencial de los electrodos. Cuando el electrodo de puesta a tierra del sistema de antena y del sistema de fuerza de la edificación o estructura sean distintos, se deben interconectar mediante un puente de conexión equipotencial de cobre de sección transversal no inferior a 13,29 mm^2 (6 AWG) o equivalente. Se permite conectar equipotencialmente todos los electrodos independientes que haya.

Excepción: En las viviendas móviles, como se indica en el Artículo 800-41.

(NOTA 1): Sobre el uso de varillas de pararrayos, véase el Artículo 250-86.

(NOTA 2): Si se conectan equipotencialmente todos los electrodos independientes que haya, se reducirán las diferencias de potencial entre dichos electrodos y sus sistemas de alambrado asociados.

820-41. Puesta a tierra de los equipos. Los equipos que no reciben energía y los encerramientos o equipos que reciben energía por medio del cable coaxial se deben considerar puestos a tierra cuando estén conectados al blindaje metálico de dicho cable.

820-42. Puesta a tierra y conexión equipotencial en las viviendas móviles.

(a) Puesta a tierra. Cuando no haya un equipo de acometida para viviendas móviles situado a la vista de la pared exterior de las mismas y a un máximo de 9,0 m o no haya un medio de desconexión puesto a tierra según lo especificado en el Artículo 250-24 y situado a la vista de la pared exterior de la vivienda móvil y a un máximo de 9,0 m, la puesta a tierra del blindaje del cable coaxial o la del pararrayos deben hacerse de acuerdo con lo establecido en los Artículos 820-40(b)(2) y (3).

(b) Conexión equipotencial. El terminal o electrodo de puesta a tierra del blindaje del cable coaxial, terminal o electrodo de puesta a tierra del pararrayos se deben conectar equipotencialmente con el chasis metálico o el terminal de puesta a tierra disponible en la vivienda móvil, mediante un conductor de puesta a tierra de cobre y de sección transversal no inferior a 3,30 mm^2 (12 AWG), siempre que se de alguna de las siguientes circunstancias:

(1) Cuando no haya equipo de acometida o medio de desconexión de la vivienda móvil, como los descritos en el anterior apartado (a).

(2) Cuando la vivienda móvil se conecte a la red mediante cordón con clavija.

E. Cables dentro de edificaciones

820-49. Resistencia al fuego de los cables de CATV. Los cables coaxiales instalados como alambrado dentro de un edificio deben estar certificados como resistentes a la propagación del fuego, de acuerdo con los Artículos 820-50 y 820-51.

820-50. Certificación, rotulado e instalación de los cables de coaxiales. Los cables coaxiales dentro en los edificios deben estar certificados como adecuados para ese uso y rotulados según establece la Tabla 820-50. No se debe rotular en el cable su tensión nominal.

(NOTA): Si se rotulara la tensión en los cables se podrían producir errores sobre su aplicación en circuitos de alumbrado, fuerza y Clase 1.

Excepción nº. 1: Se permite que la tensión nominal esté rotulada en los cables cuando estén certificados para varias aplicaciones y las condiciones de certificación de alguna de ellas así lo exija.

Excepción nº. 2: No es necesario que el cable esté certificado ni rotulado cuando entre en el edificio desde el exterior y vaya por un tubo metálico rígido o intermedio, siempre que el tubo esté puesto a tierra a través de un electrodo según establece el Artículo 820-40(b).

Excepción nº. 3: No es necesario que el cable esté certificado y rotulado cuando el tramo del cable dentro del edificio no tenga una longitud mayor de 15, m y el cable entre a la edificación desde el exterior y termine en un bloque de conexión para puesta a tierra.

(NOTA 1): Los tipos de cables están listados en orden descendente en cuanto a su resistencia nominal al fuego.

(NOTA 2): Véanse los requisitos de certificación y los usos permitidos en los correspondientes Artículos.

Tabla 820-50. Rótulos en los cables coaxiales

Rótulo	Tipo de cable	Referencia
CATVP	Cable de CATV para cámaras de aire	Artículos 820-51(a) y 820-53(a)
CATVR	Cable de CATV para montantes	Artículos 820-51(b) y 820-53(b)
CATV	Cable de CATV	Artículos 820-51(c) y 820-53(c)
CATVX	Cable de CATV de uso limitado	Artículos 820-51(d) y 820-53(c), Excepciones 1, 2, 3 y 4

820-51. Requisitos adicionales de certificación. Los cables coaxiales deben cumplir los siguientes requisitos (a) hasta (d):

(a) De Tipo CATVP. Los cables para antenas comunales de Tipo CATVP instalados en cámaras de aire deben estar certificados como adecuados para instalarlos en cámaras de aire, ductos y otros espacios de ventilación y además como poseedores de características adecuadas de resistencia al fuego y baja producción de humo.

(NOTA): Un método para determinar si la producción de humo de un cable es aceptable es someterlo a la prueba definida en *Standard Method of Test for Fire and Smoke Characteristics of Wires and Cables*, NFPA 262-1994 (ANSI) y ver si el valor del humo producido tiene una densidad óptica máxima de pico de 0,5 y máxima promedio de 0,15. De forma similar, un método para definir la resistencia del cable al fuego, es estableciendo la distancia máxima permisible de propagación de la llama de 1,50 m. cuando se pruebe de acuerdo con ese mismo ensayo.

(b) De Tipo CATVR. Los cables para antenas comunales de Tipo CATVR instalados en montantes deben estar certificados como adecuados para instalarlos en tramos o en huecos verticales o de un piso a otro y además con características de adecuada resistencia al fuego para que no transmitan las llamas de un piso a otro.

(NOTA): Un método para determinar si las características de un cable impiden que las llamas se transmitan de una planta a otra es someterlo a la prueba definida en *Test for Flame Propagation Height of Electrical and Optical-Fiber Cable Installed Vertically in Shafts*, ANSI/UL 1666-1991.

(c) De Tipo CATV. Los cables para antenas comunales de Tipo CATV de uso general deben estar certificados como adecuados para dicho uso, excepto en montantes, cámaras de aire, conductos y otros espacios utilizados para ventilación y además deben ser resistentes a la propagación del fuego.

(NOTA): Un método para definir si el cable es resistente a la propagación del fuego es cuando el cable no propague el fuego a la parte superior de la bandeja en la prueba de llama con la bandeja vertical a que hace referencia la *Reference Standard for Electrical Wires, Cables and Flexible Cords,* ANSI/UL 1581-1991. Otro método para definir la resistencia a la propagación del fuego de un cable es medir si el daño sufrido por el cable (longitud de la parte carbonizada) no supera los 1,5 m cuando se le somete a la prueba de llama vertical de la CSA para cables en bandejas, *Test Methods for Electrical Wires and Cables*, CSA C22.2 nº 0.3-M-1985.

(d) De Tipo CATVX. Los cables de antenas comunales para uso limitado de Tipo CATVX deben estar certificados como aptos para ser utilizados en viviendas y en canalizaciones y además como retardantes de las llamas.

(NOTA): Un método para determinar si un cable es retardante de las llamas es someterlo a la prueba de llamas con el cable vertical (VW-1) definida en *Reference Standard for Electrical Wires, Cables and Flexible Cords,* ANSI/UL 1581-1991.

820-52. Instalación de cables y equipos. Más allá del punto de puesta a tierra, tal como se define en el Artículo 820-33, la instalación de los cables debe cumplir los siguientes requisitos (a) hasta (e):

(a) Separación de otros conductores.

(1) Conductores a la vista. Los cables coaxiales deben estar separados 50 mm como mínimo de los conductores de cualquier circuito de alumbrado, fuerza o Clase 1.

Excepción nº. 1: Cuando los conductores de circuitos de alumbrado, fuerza o Clase 1 o los cables coaxiales vayan por una canalización o en cables con recubrimiento metálico, con forro no metálico y recubrimiento metálico o de Tipo UF.

Excepción nº. 2: Cuando los cables coaxiales estén separados permanentemente de los conductores de otros circuitos por una barrera continua y bien sujeta de material no conductor, como tubos de porcelana o tubería flexible, además del aislante de los cables.

(2) En encerramientos y canalizaciones.

a. Otros circuitos de potencia limitada. Se permite instalar los cables coaxiales en la misma canalización o encerramiento junto con cables con chaquetas en cualquiera de los siguientes sistemas:

1. Circuitos de Clase 2 y Clase 3 de control remoto, señalización y de potencia limitada, de acuerdo con la Sección 725.

2. Sistemas de alarma contra incendios de potencia limitada de acuerdo con la Sección 760.

3. Circuitos de comunicaciones, de acuerdo con la Sección 800.

4. Cables de fibra óptica, de acuerdo con la Sección 770.

b. Circuitos de alumbrado o fuerza. El cable coaxial no se deben ubicar en una canalización, compartimiento, caja de salida, caja de unión o cualquier otro encerramiento junto con los conductores de circuitos de alumbrado, de fuerza o de Clase 1.

Excepción nº. 1: Cuando los conductores de los diferentes sistemas estén separados por una barrera permanente.

Excepción nº. 2: Los conductores en cajas de salida, cajas de unión o en accesorios o compartimientos similares, cuando estén en ellos únicamente para suministrar corriente a los equipos de distribución del sistema de cables coaxiales o a equipos de control remoto. Los conductores de los circuitos de alumbrado, de fuerza, de circuitos de Clase 1 o de alarma contra incendios de potencia no limitada, deben mantener dentro del encerramiento una distancia mínima de 6,5 mm con los cables coaxiales.

(3) En huecos o bajantes. Los cables coaxiales que van en el mismo hueco o bajante junto con conductores de circuitos de alumbrado, de fuerza, de Clase 1 o de alarma contra incendios de potencia no limitada, deben estar separados de estos conductores como mínimo a 50 mm.

Excepción nº. 1: Cuando los conductores de alguno de estos sistemas estén metidos en una canalización metálica.

Excepción nº. 2: Cuando los conductores de circuitos de alumbrado, de fuerza, de Clase 1 o de alarma contra incendios de potencia no limitada estén en una canalización, en un cable con recubrimiento metálico, no metálico o de Tipo UF.

(b) Propagación del fuego o productos de la combustión. Las instalaciones en espacios huecos, ductos verticales y de ventilación o extracción de aire, deben hacerse de modo que no se aumente sustancialmente la posibilidad de propagación del fuego o los productos de la combustión. Las aberturas que se hagan a través de paredes, tabiques, suelos o techos resistentes al fuego se deben sellar contra el fuego con métodos aprobados.

(c) Equipos en otros espacios usados para aire ambiental. Los equipos instalados en estos espacios deben cumplir lo establecido en el Artículo 300-22(c).

(d) Cables híbridos de fuerza y coaxiales. Cuando se utilicen cables híbridos de fuerza y coaxiales en sistemas de distribución de potencia programada y en circuito cerrado, se debe cumplir lo establecido en el Artículo 780-6.

(e) Apoyos de los conductores. Las canalizaciones no se deben utilizar como medios de apoyo de los cables coaxiales.

820-53. Aplicaciones de los cables certificados de CATV. Los cables de CATV deben cumplir lo establecido en los siguientes apartados (a) hasta (d):

(a) En cámaras de aire. Los cables instalados en cámaras de aire, ductos y otros espacios de ventilación deben ser de Tipo CATVP.

Excepción: Los cables de Tipo CATVP, CATVR, CATV y CATVX instalados de acuerdo con el Artículo 300-22.

(b) En montantes. Los cables instalados en montantes verticales y que atraviesen más de un piso o los instalados en huecos verticales deben ser de Tipo CATVR. En las instalaciones que atraviesen los pisos y requieran cables de Tipo CATVR se deben utilizar únicamente cables adecuados para su instalación en montantes o cámaras de aire.

Excepción nº. 1: Cuando los cables de Tipo CATV o CATVX estén encerrados dentro de canalizaciones metálicas o ubicados en huecos protegidos contra incendios mediante un cortafuegos instalado en cada piso.

Excepción nº 2: En viviendas uni- y bifamiliares se permite usar cables de Tipo CATV o CATVX.

(NOTA): Para los requisitos de los cortafuegos de los huecos que atraviesan los pisos, véase el Artículo 800-52(b).

(c) Otros alambrados dentro de edificaciones. Los cables instalados en los edificios, en aplicaciones que no sean las de los anteriores apartados (a) y (b) deben ser de Tipo CATV.

Excepción nº. 1: Cable de Tipo CATVX encerrado dentro de una canalización.

Excepción nº. 2: Cable de Tipo CATVX en espacios no ocultos cuando el tramo del cable no tenga más de 3,0 m de longitud.

Excepción nº. 3: Cables de Tipo CATVX con menos de 9,5 mm de diámetro e instalados en viviendas uni- o bifamiliares.

Excepción nº. 4: Cables de Tipo CATVX con menos de 9,5 mm de diámetro instalados en espacios no ocultos en viviendas multifamiliares.

(d) Sustituciones de los cables. Se permiten las sustituciones de cables para antenas comunales de televisión relacionadas en la Tabla 820-53.

Tabla 820-53. Sustituciones de los cables coaxiales

Tipo de cable	Sustituciones permitidas
CATVP	MPP, CMP
CATVR	CATVP, MPP, CMP, MPR, CMR
CATV	CATVP, MPP, CMP, CATVR, MPR, CMR, MPG, MP, CMG, CM
CATVX	CATVP, MPP, CMP, CATVR, MPR, CMR, CATV, MPG, MP, CMG, CM

Capítulo 9 Tablas y ejemplos

A. Tablas

Tabla 1. Porcentaje de la sección transversal en tuberías, para el llenado de conductores.

Número de conductores	1	2	Más de 2
Todos los tipos de conductores	53%	31%	40%

NOTA: Esta Tabla 1 se basa en las condiciones más corrientes de instalación y alineación de los conductores, cuando la longitud de los tramos y el número de curvas de los cables caen dentro de límites razonables. Sin embargo, en determinadas condiciones se podrá ocupar una parte mayor o menor de los conductos.

Notas a las Tablas

Nota 1: Véase en el Apéndice C el número máximo de conductores y alambres de aparatos, todos de la misma sección transversal (área de la sección transversal total incluido el aislamiento), permitidos para los distintos tamaños comerciales de tubos conduit y tuberías.

Nota 2: La Tabla 1 se aplica sólo a sistemas completos de tubo conduit o tuberías y no se destina para aplicar a las secciones de conduit o tuberías que se emplean para proteger contra daños físicos el alambrado expuesto.

Nota 3: Para calcular el porcentaje de ocupación de tubería o conduit, hay que incluir los conductores de puesta a tierra o de conexión equipotencial de los equipos, cuando se instalen. En los cálculos se debe utilizar las dimensiones reales de dichos conductores, tanto si están aislados como desnudos.

Nota 4: Cuando entre las cajas, armarios y encerramientos similares se instalan niples de conduit o tuberías cuya longitud máxima no supera 0,6 m, se permite que esos niples estén ocupados hasta el 60 % de su sección transversal total y que no se aplique lo que establece la Nota 8.a) a las Tablas de Capacidad de Corriente de 0 a 2.000 V del Artículo 310.

Nota 5: Para conductores no incluidos en el Capítulo 9, como por ejemplo los cables multiconductores, se deben utilizar sus dimensiones reales.

Nota 6: Para combinaciones de conductores de diferentes secciones transversales (calibres), se aplican las Tablas 5 y 5A del Capítulo 9 para dimensiones de los conductores; la Tabla 4 del mismo Capítulo 9 se aplica para las dimensiones de los conduit o tuberías.

Nota 7: Cuando se calcula el número máximo de conductores permitidos en un conduit o tubería, todos de la misma sección transversal (área total de la sección transversal incluido el aislamiento), si los cálculos del número máximo de conductores permitido dan con un resultado decimal de 0,8 o superior, se debe tomar el número inmediato superior.

Nota 8: Cuando otros Artículos de este *Código* permitan utilizar conductores desnudos, se permite utilizar las dimensiones de los conductores desnudos de la Tabla 8 del Capítulo 9.

Nota 9: Para calcular el porcentaje de ocupación del conduit, un cable multiconductor de 2 o más conductores se considera como un solo conductor. Para cables de sección transversal elíptica, el cálculo de la sección transversal se hace tomando el diámetro mayor de la elipse como diámetro de un círculo.

Nota 10: Cuando se instalen 3 conductores o cables en la misma canalización, si la relación entre el diámetro interior de la canalización y el diámetro exterior del cable o conductor está entre 2,8 y 3,2, se podrían atascar los cables dentro del conducto, por lo que se debe instalar una canalización de tamaño comercial inmediatamente superior. Aunque también se pueden atascar los cables dentro de una canalización cuando se utilizan 4 o más, la probabilidad de que esto suceda es muy baja.

TABLA 4 (VER TABLA ARCHIVO 9TNT2050.DOC)

Tabla 5. Dimensiones de los conductores aislados y cables de aparatos

Tipos: AF, FFH-2, RFH-1, RFH-2, RH, RHH*, RHW*, RHW-2*, RHH, RHW, RHW-2, SF-1, SF-2, SFF-1, SFF-2, TF, TFF, THHW, THW, THW-2, TW, XF, XFF				
Tipo	**Calibre AWG o kcmil**	**Secc. transv. mm^2**	**Diámetro aprox. (mm)**	**Sección aprox. (mm^2)**
RFH-2	18	0,82	3,5	9,4
FFH-2	16	1,31	3,8	11,1
RH	14	2,08	4,1	13,5
	12	3,30	4,6	16,8
RHW-2, RHH	14	2,08	4,9	18,9
RHW	12	3,30	5,4	22,8
RH, RHH	10	5,25	5,9	28,2
RHW	8	8,36	8,3	53,9
RHW-2	6	13,29	9,3	67,2
	4	21,14	10,5	86,0
	3	26,66	11,2	98,1
	2	33,62	11,9	112,9
	1	42,2	14,8	171,6
	1/0	53,50	15,8	196,1
	2/0	67,44	16,9	226,1
	3/0	85,02	18,3	262,7
	4/0	107,21	19,8	306,7
	250	126,67	22,7	405.9
	300	152,01	24,1	457,3
	350	177,34	25,4	507,8
	400	202,68	26,6	556,5
	500	253,35	28,8	650,5
	600	304,02	31,6	782,9
	700	354,69	33,4	874,9
	750	380,02	34,2	920,8
	800	405,36	35,1	965,0
	900	456,03	36,7	1056,6
	1000	506,70	38,2	1143,2
	1250	633,38	43,9	1514,9
	1500	760,05	47,0	1738,0
	1750	886,73	49,9	1959,8
	2000	1013,40	52,6	2175,6
SF-2, SFF-2	18	0,82	3,1	7,4
	16	1,31	3,4	8,97
	14	2,08	3,8	11,1
SF-1, SFF-1	18	0,82	2,3	4,2
RFH-1, AF, XF, XFF	18	0,82	2,7	5,2
AF, TF, TFF, XF, XFF	16	1,31	3,0	7,0
AF, TW, XF, XFF	14	2,08	3,4	8,9
TW	12	3,30	3,9	11,7

Tipos: AF, FFH-2, RFH-1, RFH-2, RH, RHH*, RHW*, RHW-2*, RHH, RHW, RHW-2, SF-1, SF-2, SFF-1, SFF-2, TF, TFF, THHW, THW, THW-2, TW, XF, XFF				
Tipo	**Calibre AWG o kcmil**	**Secc. transv. mm^2**	**Diámetro aprox. (mm)**	**Sección aprox. (mm^2)**
	10	5,25	4,5	15,7
	8	8,36	5,9	28,2
RHH*, RHW*, RHW-2*, THHW, THW, THW-2	14	2,08	4,1	13,4

* Los tipos RHH, RHW y RHW-2 sin recubrimiento externo.

Tabla 5. Dimensiones de los conductores aislados y cables de aparatos (cont.)

Tipos: AF, RHH*, RHW*, RHW-2*, RHHN, RHHW, THW, THW-2, TFN, TFFN, THWN, THWN-2, XF, XFF				
Tipo	**Calibre AWG o kcmil**	**Secc. Transv. mm²**	**Diámetro aprox. mm**	**Sección aprox. mm²**
RHH*, RHW*, RHW-2*	12	3,30	4,6	16,8
THH, THW, AF, XF, XFF	10	5,25	5,2	21,5
RHH*, RHW*, RHW-2*, THHW, THW, THW-2	8	8,36	6,8	35,9
TW, THW	6	13,29	7,7	46,8
THHW	4	21,14	8,9	62,8
THW-2	3	26,66	9,7	73,2
RHH*	2	33,62	10,5	86
RHW*	1	42,2	12,5	122,6
RHW-2*	1/0	53,50	13,5	143,4
	2/0	67,44	14,7	169,3
	3/0	85,02	16,0	201,1
	4/0	107,21	17,5	239,9
	250	126,67	19,4	296,5
	300	152,01	20,8	340,7
	350	177,34	22,1	384,4
	400	202,68	23,3	427,0
	500	253,35	25,5	509,7
	600	304,02	28,3	627,7
	700	354,69	30,1	710,3
	750	380,02	30,9	751,7
	800	405,36	31,8	791,7
	900	456,03	33,4	874,9
	1000	506,70	34,8	953,8
	1250	633,38	39,1	1200,1
	1500	760,05	42,2	1399,7
	1750	886,73	45,1	1598,3
	2000	1013,40	47,8	1794,7
TFN	18	0,82	2,1	3,6
TFFN	16	1,31	2,4	4,7
THHN	14	2,08	2,8	6,3
THWN	12	3,30	3,3	8,6
THWN-2	10	5,25	4,2	13,6
	8	8,36	5,5	23,6
	6	13,29	6,5	32,7
	4	21,14	8,2	53,2
	3	26,66	8,9	62,8
	2	33,62	9,8	74,7
	1	42,2	11,3	100,8
	1/0	53,50	12,3	119,7
	2/0	67,44	13,5	143,4

Tipos: AF, RHH*, RHW*, RHW-2*, RHHN, RHHW, THW, THW-2, TFN, TFFN, THWN, THWN-2, XF, XFF				
Tipo	**Calibre AWG o kcmil**	**Secc. Transv. mm^2**	**Diámetro aprox. mm**	**Sección aprox. mm^2**
	3/0	85,02	14,8	172,8
	4/0	107,21	16,3	208,8
	250	126,67	18,1	256,1
	300	152,01	19,5	297,3

* Los tipos RHH, RHW y RHW-2 sin recubrimiento externo.

Tabla 5. Dimensiones de los conductores aislados y cables de aparatos (cont.)

Tipos: FEP, FEPB, PAF, PAFF, PF, PFA, PFAH, PFF, PGF, PGFF, PTF, PTFF, TFE, THHN, THWN, THWN-2, ZF, ZFF				
Tipo	**Calibre AWG o kcmil**	**Secc. transv. mm²**	**Diámetro aprox. mm**	**Sección aprox. mm²**
THHN THWN THWN-2	350	177,34	20,8	338,2
	400	202,68	21,9	378,3
	500	253,35	24,1	456,3
	600	304,02	26,7	559,7
	700	354,69	28,5	637,9
	750	380,02	29,3	677,2
	800	405,36	30,2	715,2
	900	456,03	31,8	794,3
	1000	506,70	33,3	869,5
PF, PGFF, PGF, PFF	18	0,82	2,2	3,7
PTF, PAF, PTFF, PAFF	16	1,31	2,5	4,8
PF, PGFF, PGF, PFF PTF, PAF, PTFF PAFF, TFE, FEP, PFA FEPB, PFAH	14	2,08	2,9	6,5
TFE, FEP PFA, FEPB PFAH	12	3,30	3,4	8,8
	10	5,25	3,9	12,3
	8	8,36	5,2	21,5
	6	13,29	6,2	30,2
	4	21,14	7,4	43,2
	3	26,66	8,1	51,9
	2	33,62	8,9	62,8
TFE, PFAH	1	42,2	10,7	90,3
TFE PFA PFAH, Z	1/0	53,50	11,7	108,1
	2/0	67,44	12,9	130,8
	3/0	85,02	14,2	158,9
	4/0	107,21	15,7	193,5
ZF, ZFF	18	0,82	1,9	2,9
	16	1,31	2,2	3,9
Z, ZF, ZFF	14	2,08	2,6	5,4
Z	12	3,30	3,1	7,5
	10	5,25	3,9	12,3
	8	8,36	4,9	19,5
	6	13,29	5,9	27,7
	4	21,14	7,2	40,3
	3	26,66	8,4	55,2
	2	33,62	9,2	66,4
	1	42,2	10,2	81,9

Tabla 5. Dimensiones de los conductores aislados y cables de aparatos (cont.)

Tipos: KF-1, KF-2, KFF-1, KFF-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW				
Tipo	**Calibre AWG o kcmil**	**Secc. transv. mm²**	**Diámetro aprox. mm**	**Sección aprox. mm²**
XHHW, ZW	14	2,08	3,4	8,9
XHHW-2	12	3,30	3,9	11,7
XHH	10	5,25	4,5	15,7
	8	8,36	5,9	28,2
	6	13,29	6,9	38,1
	4	21,14	8,2	52,5
	3	26,66	8,9	62,1
	2	33,62	9,7	73,9
XHHW	1	42,2	11,2	98,9
XHHW-2	1/0	53,50	12,2	117,7
XHH	2/0	67,44	13,4	141,3
	3/0	85,02	14,7	170,5
	4/0	107,21	16,2	206,3
	250	126,67	17,9	251,9
	300	152,01	19,3	292,6
	350	177,34	20,6	333,3
	400	202,68	21,8	373,0
	500	253,35	23,9	450,6
	600	304,02	26,7	561,9
	700	354,69	28,5	640,2
	750	380,02	29,4	679,5
	800	405,36	30,2	717,6
	900	456,03	31,9	796,8
	1000	506,70	33,3	872,2
	1250	633,38	37,6	1108,4
	1500	760,05	40,7	1300,5
	1750	886,73	43,6	1492,1
	2000	1013,40	46,3	1682,1
KF-2	18	0,82	1,6	2,0
KFF-2	16	1,31	1,9	2,8
	14	2,08	2,3	4,1
	12	3,30	2,8	6,0
	10	5,25	3,4	8,9
KF-1	18	0,82	1,4	1,7
KFF-1	16	1,31	1,8	2,4
	14	2,08	2,1	3,5
	12	3,30	2,6	5,4
	10	5,25	3,2	8,2

TABLA 5A (VER TABLA ARCHIVO 9TNT2050.DOC)

Tabla 8. Propiedades de los conductores

Calibre AWG Kcmils	Sección transv. mm²	Conductores				Resistencia en c.c. a 75°C		
		Trenzados		Todos		Cobre		Aluminio
		Cantidad	Diám. en mm	Diám. en mm	Sección mm²	Sin recubrir ohmios/km	Recubierto ohmios/km	ohmios/km
18	0,82	1	-----	1,02	0,65	25,49	26,51	41,99
18		7	0,38	1,17	1,29	26,08	27,72	42,98
16	1,31	1	-----	1,30	1,29	16,04	16,67	26,41
16		7	0,48	1,47	1,94	16,37	17,36	26,96
14	2,08	1	-----	1,63	1.94	10,07	10,47	16,6
14		7	0,61	1,85	2,58	10,3	10,7	16,96
12	3,31	1	-----	2,06	3,23	6,33	6,59	10,43
12		7	0,76	2,34	3,87	6,49	6,73	10,66
10	5,26	1	-----	2,59	5,16	3,97	4,13	6,56
10		7	0,97	2,95	7,1	4,07	4,23	6,69
8	8,37	1	-----	3,25	8,39	2,51	2,58	4,13
8		7	1,24	3,71	10,97	2,55	2,65	4,20
6	13,30	7	1,55	4,67	17,42	1,61	1,67	2,65
4	21,15	7	1,96	5,89	27,1	1,01	1,05	1,67
3	26,66	7	2,21	6,6	34,19	0,80	0,833	1,32
2	33,63	7	2,46	7,42	43,23	0,64	0,659	1,05
1	42,41	19	1,68	8,43	56,13	0,51	0,525	0,83
1/0	53,51	19	1,88	9,45	70,32	0,4	0,417	0,66
2/0	67,44	19	2,13	10,62	88,39	0,317	0,331	0,52
3/0	85,03	19	2,39	11,94	111,61	0,251	0,261	0,41
4/0	107,22	19	2,69	13,41	141,29	0,199	0,205	0,33
250	----	37	2,08	14,61	167,74	0,169	0,175	0,278
300	----	37	2,23	16,0	201,29	0,141	0,146	0,232
350	----	37	2,46	17,3	234,84	0,120	0,125	0,198
400	----	37	2,64	18,49	268,39	0,105	0,109	0,174
500	----	37	2,95	20,65	334,84	0,085	0,087	0,139
600	----	61	2,51	22,68	403,87	0,070	0,073	0,116
700	----	61	2,72	24,49	470,97	0,060	0,062	0,099
750	----	61	2,82	25,35	504,52	0,0561	0,058	0,093
800	----	61	2,90	26,16	538,06	0,0528	0,054	0,087
900	----	61	3,1	27,79	606,45	0,047	0,048	0,077
1000	----	61	3,25	29,26	672,26	0,042	0,043	0,0696
1250	----	91	2,97	32,74	841,93	0,034	0,035	0,0554
1500	----	91	3,25	35,86	1010,32	0,02815	0,0272	0,0463
1750	----	127	2,97	38.76	1180	0,02411	0,0248	0,0397
2000	----	127	3,2	41,45	1349,67	0,0211	0,0217	0,0348

NOTAS A LA TABLA 8

Estos valores de resistencia son válidos SOLAMENTE para los parámetros indicados. Los valores varían para conductores de trenzado recubierto, distinto trenzado y sobre todo para otras temperaturas.

La fórmula para otras temperaturas es: $R_2 = R_1 [1 + \alpha(T_2 - 75)]$, donde α=0,00323 para el cobre y α=0,00330 para el aluminio.

Los conductores con trenzado compacto y comprimido tienen aproximadamente un 9 % y un 3 % menos de diámetro, respectivamente, que los conductores desnudos que aparecen en la Tabla. Para las dimensiones reales de los cables compactos, véase la Tabla 5A.

Conductividad aplicada, según IACS: cobre desnudo = 100 %, aluminio = 61%.

El trenzado de Clase B está listado para algunas secciones transversales como si fuera macizo. Su área y diámetro total son los de la circunferencia circunscrita.

NOTA: Los datos sobre construcción de los cables proceden de NEMA WC8-1988. La resistencia se calcula según el National Bureau of Standards Handbook 100(1966) y el Handbook 109 (1972).

TABLA 9 (VER TABLA ARCHIVO 9TNT2050.DOC)

Tabla 10. Características de dilatación para tubo conduit de PVC rígido no metálico. Coeficiente de dilatación Térmica = 0.0520 mm / m / ºC.

Cambio de Temperatura en ºC	Cambio de longitud en mm por m	Cambio de Temperatura en ºC	Cambio de longitud en mm por m
5	0,26	55	2,86
10	0,52	60	3,12
15	0,78	65	3,38
20	1,04	70	3,64
25	1,30	75	3,90
30	1,56	80	4,16
35	1,82	85	4,42
40	2,08	90	4,68
45	2,34	95	4,94
50	2,60	100	5,20

Tablas 11.a) y 11.b)

Para propósitos de certificación, las Tablas 11.a) y 11.b) recogen las limitaciones de las fuentes de alimentación de Clase 2 y Clase 3. La Tabla 11.a) se aplica a fuentes de corriente alterna y la 11.b) para las de corriente continua.

Las fuentes de alimentación de los circuitos de Clase 2 y Clase 3 deben ser : 1) limitadas intrínsecamente, por lo que no requieren protección contra sobrecorriente o 2) no limitadas intrínsecamente, por lo que requieren combinación de fuente de alimentación y protección contra sobrecorriente. Las fuentes de alimentación diseñadas para usarlas interconectadas deben estar certificadas para ese uso.

Como parte de los requisitos de certificación, las fuentes de alimentación de Clase 2 y Clase 3 deben estar rotuladas de modo bien visible y duradero con la clase de fuente y sus valores nominales. Una fuente de alimentación de Clase 2 que no sea adecuada para usar en lugares mojados debe estar así rotulada.

Excepción: Los circuitos de potencia limitada utilizados para equipos para procesos de información certificados.

Cuando sean necesarios dispositivos de protección contra sobrecorriente, se deben ubicar en el punto en el que el conductor que se quiera proteger reciba el suministro y no deben ser intercambiables con dispositivos de mayor valor nominal. Se permite que el dispositivo de protección contra sobrecorriente forme parte integral de la fuente de alimentación.

TABLA 11.a) (VER TABLA ARCHIVO 9TNT2050.DOC)
TABLA 11.b) (VER TABLA ARCHIVO 9TNT2050.DOC)

Notas a las Tablas 11.a) y 11.b)

1) $V_{máx.}$ $I_{máx}$ y $VA_{máx}$, se determinan con la impedancia de limitación de corriente en el circuito (sin puentear), como sigue:

$V_{máx}$ = tensión máxima de salida, independiente de la carga con entrada nominal aplicada.

$I_{máx}$ = corriente máxima de salida para cualquier carga no capacitiva, incluida la de cortocircuito, y con el dispositivo de protección contra sobrecorriente puenteado (si está instalado). Cuando hay un transformador que limita la corriente de salida, los límites a $I_{máx}$ se aplican después de un minuto de operación del circuito. Cuando hay instalada una impedancia de limitación de corriente certificada para ese fin o que forma parte de un producto certificado, junto con un transformador de potencia no limitada o una fuente de almacenamiento de energía, como una batería, para limitar la corriente de salida, los límites a $I_{máx}$ se aplican después de 5 segundos.

$VA_{máx}$ = salida máxima en voltamperios después de un minuto de operación, independientemente de la carga y con el dispositivo de protección contra sobrecorriente puenteado (si está instalado).

2) Para c.a. no sinusoidal, $V_{máx}$ no debe ser mayor a 42,4 V pico. Cuando se pueda producir un contacto en húmedo (sin incluir inmersión), se debe usar método de alambrado Clase 3 o $V_{máx}$ no debe ser mayor a 15 V para c.a. sinusoidal o 21,2 V pico para c.a. no sinusoidal.

3) Si la fuente de alimentación es un transformador, $VA_{máx}$ debe ser igual o menor que 350 cuando $V_{máx}$ es menor o igual a 15 V.

4) Para c.c. conmutada de 10 a 200 Hz nominales, $V_{máx}$ no debe ser mayor a 24,8 V de pico. Cuando se pueda producir un contacto en húmedo (sin incluir inmersión), se deben utilizar métodos de alambrado Clase 3 o $V_{máx}$ no debe ser mayor a 30 V para c.c. continuas o a 12,4 V de pico para c.c. conmutada entre 10 y 200 Hz nominales.

Tablas 12.a) y 12.b)

Para efectos de certificación, las Tablas 12.a) y 12.b) recogen las limitaciones de las fuentes de alimentación para circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada (PLFA). La Tabla 12.a) se aplica a las fuentes de corriente alterna y la 12.b) para las de corriente continua.

Las fuentes de alimentación para circuitos de alarma de incendios de potencia limitada deben ser: 1) limitadas intrínsecamente, por lo que no requieren protección contra sobrecorriente o 2) no limitadas intrínsecamente, por lo que requieren que la potencia se limite por una combinación de fuente de alimentación y protección contra sobrecorriente.

Como parte de la certificación, las fuentes de alimentación PLFA deben estar marcadas de modo bien visible y duradero, indicando que se trata de una fuente de alimentación para un circuito de alarma contra incendios de potencia limitada.

Cuando sea necesario instalar dispositivo de protección contra sobrecorriente, debe estarlo en el punto en el que el conductor que se quiera proteger reciba el suministro y no debe ser intercambiable con dispositivos de mayor valor nominal. Se permite que el dispositivo de protección contra sobrecorriente forme parte integral de la fuente de alimentación.

TABLA 12.a) (VER TABLA ARCHIVO 9TNT2050.DOC)
TABLA 12.b) (VER TABLA ARCHIVO 9TNT2050.DOC)

Notas a las Tablas 12.a) y 12.b)

1) $V_{máx,}$ $I_{máx}$ y $VA_{máx}$ son los valores siguientes:

$V_{máx}$ = tensión máxima de salida, independiente de la carga nominal de entrada aplicada.

$I_{máx}$ = corriente máxima de salida para cualquier carga no capacitiva, incluida la de cortocircuito, y con el dispositivo de protección contra sobrecorriente puenteado (si está instalado). Cuando hay un transformador que limita la corriente de salida, los límites a $I_{máx}$ se aplican después de un minuto de operación. Cuando hay instalada una impedancia de limitación de corriente, certificada para ese fin, en combinación con un transformador de potencia no limitada o una fuente de almacenamiento de energía, como una batería, para limitar la corriente de salida, los límites a $I_{máx}$ se aplican después de 5 segundos..

$VA_{máx}$ = salida máxima en voltamperios después de un minuto de operación, independientemente de la carga y con el dispositivo de protección contra sobrecorriente puenteado (si está instalado). Para determinar $I_{máx}$ y $VA_{máx}$ no se debe puentear la impedancia de limitación de corriente.

2) Si la fuente de alimentación es un transformador, $VA_{máx}$ debe ser igual o menor a 350 cuando $V_{máx}$ es igual o menor a 15 V.

B. Ejemplos

Selección de los conductores. En los siguientes ejemplos los resultados se expresan generalmente en amperios (A). Para elegir la sección transversal (calibre AWG) de los conductores, ver las Tablas de Capacidad Corriente de 0 a 2.000 V, Sección 310, con sus notas correspondientes.

Tensión. Para la aplicación coherente de las Secciones 210, 215 y 220, al calcular la capacidad de corriente de los conductores se considera una tensión nominal de 120, 120/240, 240 y 208Y/120 V.

Fracciones de amperio y de kilovatio. Se permite desechar las fracciones de amperio y de kilovatio inferiores a 0,5 que resulten de los cálculos.

Factor de potencia. Por comodidad, los cálculos de los ejemplos se basan en la hipótesis de que todas las cargas tienen el mismo factor de potencia.

Estufas. Para los cálculos de las cargas de estufas en estos ejemplos, se toman los datos de la columna A de la Tabla 220-19. Para otros métodos opcionales véanse las columnas B y C de la Tabla 220-19.

Ejemplo nº 1.a) Vivienda unifamiliar

Una vivienda unifamiliar tiene una superficie en planta de 140 m² sin contar un sótano vacío, el ático sin terminar y los porches. Tiene instalada una estufa de 12 kW y una secadora de 5,5 kW a 240 V. Se supone que la potencia nominal de la estufa y la secadora equivalen a la potencia en kVA de acuerdo con los Artículos 220-18 y 220-19.

Carga calculada (véase El Artículo 220-10..a)):
Carga de alumbrado general:
140 m² x 32 VA/m² = 4.480 VA

Número mínimo de ramales necesarios (véase El Artículo 220-4.b)):
Carga para alumbrado general:
4.480 VA/120 V = 37 A. Esto exige 3 circuitos bifilares de 15 A o 2 de 20 A.

Carga para pequeños electrodomésticos: 2 circuitos bifilares de 20 A (ver El Artículo 220-3.b)).

Carga por la lavadora: 1 circuito bifilar de 20 A (véase El Artículo 220-4.c)).

Sección transversal mínima de los cables del alimentador (ver El Artículo 220-10.a)):

Alumbrado general	4.480 VA
Carga para pequeños electrodomésticos	3.000 VA
Lavadora	1.500 VA
Carga total para alumbrado y pequeños electrodomésticos :	8.980 VA
3.000 VA al 100 %	3.000 VA
8.980 - 3.000 = 5.980 VA al 35 %	2.093 VA
Carga neta por alumbrado general y pequeños electrodomésticos	5.093 VA
Carga por la estufa (ver Tabla 220-19)	8.000 VA
Carga por la secadora (ver Tabla 220-18)	5.500 VA
Carga total	18.593 VA

Para una acometida o alimentador monofásico trifilar a 120/240 V:

18.593 VA/240 V = 77 A

Véase El Artículo 230-42.b) para determinar la sección transversal del(los) conductor(es) no puesto(s) a tierra.

Neutro del alimentador y de la acometida

Carga por alumbrado y pequeños electrodomésticos	5.093 VA
Carga por la estufa, 8.000 VA al 70 %	5.600 VA
Carga por la secadora, 5.500 VA al 70 %	3.850 VA

Total	14.543 VA

14.543 VA/240 V = 61 A

Ejemplo nº 1.b). Vivienda unifamiliar

Las mismas condiciones que en el ejemplo nº 1.a), pero añadiendo un aparato de aire acondicionado de 6 A - 230 V, otro de 12 A - 115 V*, un triturador de basuras de 8 A nominales a 115 V y un lavavajillas de 10 A nominales a 120 V*. Para los motores en general, véase la Sección 430; para los equipos de aire acondicionado, véase la Sección 440 Parte G. Los motores tienen placas de características que indican 115 V y 230 V, para utilizarlos en instalaciones de tensión nominal 120 V y 240 V, respectivamente.

Del anterior ejemplo nº 1.a), la corriente del alimentador (trifilar a 240 V) es de 77 A.

	Fase A	Neutro	Fase B	
Corriente del ejemplo nº 1.a)		77	61	77
Aire acondicionado a 230 V		6	-	6
Aire acondicionado a 115 V y lavavajillas a 120 V	12	12	10	
Triturador de basuras a 115 V	-	8	8	
25% de motor más grande (véase El Artículo 430-24)	3	3	2	
		---	---	
Corriente en A por fase	98	84	103	

Por tanto, se permite que la acometida de esta casa sea de 110 A nominales.

*Para el neutro del alimentador se utiliza el mayor de los dos aparatos.

Ejemplo nº 2.a). Cálculo opcional para vivienda unifamiliar con calefacción de mayor potencia que el aire acondicionado

(véanse el Artículo 220-30.a) y la Tabla 220-30)

La vivienda tiene una superficie en planta de 140 m² sin contar el sótano vacío, el ático sin terminar y los porches. Tiene una estufa de 12 kW, un calentador de agua de 2,5 kW, un lavavajillas de 1,2 kW, un sistema de calefacción central de ambiente instalado en 5 habitaciones que tiene 9 kW, una secadora de 5 kW y un aparato de aire acondicionado, en una habitación, de 6 A - 230 V. Suponemos que la potencia en kW de la estufa, el calentador, el lavavajillas, la calefacción central y la secadora equivale a kVA.

Carga del aire acondicionado: (6A x 230 V)/1000 = 1,38 kVA

1,38 kVA es menos que los 9 kVA de la calefacción central. Por tanto, la carga del aire acondicionado no se incluye en los cálculos de la acometida (véase el Artículo 220-21).

140 m² x 32 VA/m²	4.480 VA
2 circuitos de 20 A con tomas de corriente para aparatos x 1.500 VA	3.000 VA
Circuito de la lavadora	1.500 VA
Circuito de la estufa (según la placa de características)	12.000 VA
Calentador de agua	2.500 VA
Lavavajillas	1.200 VA
Secadora	5.000 VA
Total	29.680 VA
Los primeros 10 kVA de las restantes cargas al 100% =	10.000 VA
Las restantes cargas : 29,680-10=19,68 kVA al 40%	7.872 VA
Total otras cargas	17.872 VA
Calefacción: 9 kVA al 40%	3.600 VA
Carga total	21.472 VA

Carga calculada para la acometida:
21.472 VA/240 V = 89 A

Por tanto, se permite que la acometida de esta casa sea de 100 A nominales.

Carga del neutro del alimentador, según el Artículo 220-22:

140 m² x 32 VA/m²	4.480 VA
3 circuitos de 20 A - 1.500 VA	4.500 VA
Total	8.980 VA
3.000 VA al 100%	3.000 VA
(8.980 - 3.000) = 5980 VA al 35%	2.093 VA
	5.093 VA
Estufa: 8 kVA al 70%	5.600 VA
Secadora de ropa: 5 kVA al 70%	3.500 VA
Lavavajillas	1.200 VA
Total	15.393 VA

15.393 VA/240 V = 64 A

Ejemplo nº 2.b). Cálculo opcional para vivienda unifamiliar con aire acondicionado de mayor potencia que la calefacción
(véanse el Artículo 220-30.a) y la Tabla 220-30)

La vivienda tiene una superficie en planta de 140 m² sin contar el sótano vacío, el ático sin terminar y los porches. Tiene 2 circuitos de 20 A para pequeños electrodomésticos, un circuito de 20 A para lavadora, 2 hornos de pared de 4 kW, 1 estufa de 5,1 kW, 1 calentador de agua de 4,5 kW, 1 lavavajillas de 1,2 kW, 1 lavadora/secadora de 5 kW, 6 equipos de aire acondicionado de 7 A - 230 V y un radiador instalado permanentemente en el cuarto de baño de 1,5 kW. Suponemos que la potencia en kW de los hornos, la estufa, el calentador de agua, el lavavajillas y la lavadora/secadora equivale a kVA.

Cálculo de los kVA del aire acondicionado:
Total amperios 6 x 7 = 42 A

(42 x 240)/1.000 = 10,08 kVA de carga por los acondicionadores de aire. Suponemos que el factor de potencia es 1,0.

Cargas al 100%:
Aire acondicionado (ver más adelante)
Radiador del cuarto de baño: se prescinde (véase el Artículo 220-21).

Otras cargas:

140 m² x 32 VA/m²	4.480 VA
2 circuitos de 20 A con tomacorrientes para aparatos x 1.500 VA	3.000 VA
Circuito de la lavadora	1.500 VA
2 hornos 4 kW cada uno	8.000 VA
Estufa	5.100 VA
Calentador de agua	4.500 VA
Lavavajillas	1.200 VA
Lavadora/secadora	5.000 VA
Total otras cargas	32.780 VA
Primeros 10 kVA al 100%	10.000 VA
Resto al 40% (32.780 - 10.000) = 22.780 x 0,4 =	9.112 VA
Total otras cargas	19.112 VA
Aire acondicionado	10.080 VA
Total	29.192 VA

29.192 VA/240 V = 122 A (corriente nominal de la acometida).

Carga del neutro del alimentador, según el Artículo 220-22:
(Se supone que los dos hornos de pared de 4 kVA están conectados al mismo ramal y que la estufa de 5,1 kVA está conectada a otro ramal independiente).

140 m² x 32 VA / m²	4.480 VA
3 circuitos de 20 A - 1.500 VA	4.500 VA
Total	8.980 VA
3.000 VA al 100%	3.000 VA
(8.980 - 3.000) = 5.980 VA al 35%	2.093 VA
	5.093 VA

2 hornos de 4 kVA + 1 estufa de 5,1 kVA = 13,1 kVA
Según la Tabla 220-19, el factor de demanda es un 55%
13,1 kVA x 0,55 = 7,2 kVA del alimentador

7.200 VA x 0,7 (70% de carga del neutro) =	5.040 VA
Lavadora/Secadora: 5 kVA al 70%	3.500 VA
Lavavajillas	1.200 VA
Total	14.833 VA

14.833 VA/240 V = 62 A.

Ejemplo nº 2.c). Cálculo opcional para vivienda unifamiliar con bomba de calor monofásica para acometida a 240/120 V
(véase el Artículo 220-30)

La vivienda tiene una superficie en planta de 187.5 m² sin contar el sótano vacío, el ático sin terminar y los porches. Tiene una estufa de 12 kW, un calentador de agua de 4,5 kW, un lavavajillas de 1,2 kW, una secadora de 5 kW y una bomba de calor de 2,5 toneladas (24 A) con acumulador de 15 kW.

La bomba de calor tiene (24 A x 240 V)/1.000 = 5,76 kVA, inferior a los 15 kVA del acumulador. Por tanto, la carga de la bomba de calor no se incluye para el cálculo de la acometida (véase la Tabla 220-30).

187.5 m² x 32 VA / m²	6.000 VA
2 circuitos de 20 A para pequeños electrodomésticos a 1.500 VA cada uno	3.000 VA
Circuito de la lavadora	1.500 VA
Estufa (según la placa de características)	12.000 VA
Calentador de agua	4.500 VA
Lavavajillas	1.200 VA
Secadora	5.000 VA
Total	33.200 VA
Los primeros 10 kVA de las demás cargas al 100%	10.000 VA
Resto de las demás cargas al 40% (33.200 - 10.000) = 23.200 x 0,4 =	9.280 VA
Total otras cargas	19.280 VA

Bomba de calor y calefacción suplementaria* 240 V x 24 A = 5.760 VA
Calefacción eléctrica de 15 kW:

5.760 VA + 15.000 VA = 20.760 VA al 65% =	13.490 VA

*Si la calefacción suplementaria no se enciende al mismo tiempo que la bomba de calor, no hay que sumar los kVA de la bomba de calor al total.

Cálculo de la carga:

Otras cargas	19.280 VA
Bomba de calor y calefacción suplementaria	13.490 VA
Total	32.770 VA

32,77 kVA/240 V = 137 A

Por tanto, se permite que la acometida de esta vivienda sea de 150 A.

Ejemplo nº 3. Edificio comercial

Una tienda de 281 m² tiene 9.2 m de vitrinas. En total tiene instalados 80 tomacorrientes dobles. La acometida es monofásica trifilar a 120/240 V. La carga de alumbrado es de 8.500 VA.

Cálculo de la carga (Artículo 220-10):

Cargas no continuas

Carga de los tomacorrientes (Artículo 220-13):	
80 tomacorrientes x 180 VA = 14.400 VA	
Primeros 10.000 VA al 100%	10.000 VA
Resto (14.400 - 10.000) = 4.400 VA al 50%	2.200 VA
Total	12.200 VA

Cargas continuas

Carga de alumbrado general* : 281 m² x 32 VA/m² =	9.000 VA
Carga de las vitrinas: 9.2 m x 650 VA/m	6.000 VA
Circuito de un anuncio luminoso de 1.200 VA (Artículo 600-5.b).3))	1.200 VA
Total	16.200 VA

Total cargas continuas + cargas no continuas (12.200+16.200)VA 28.400 VA

Número mínimo de ramales necesarios:

Alumbrado general: número de ramales que se deben instalar para las cargas conectadas (Artículo 220-4.d)):

8.500 VA x 1,25 = 10.625 VA

10.625 VA/240 V = 44 A para una instalación trifilar a 120/240 V

Se permite que la carga de alumbrado esté conectada a circuitos bifilares o trifilares de 15 o 20 A con una capacidad combinada igual a 44 A o más para circuitos trifilares o de 88 A o más para circuitos bifilares. La capacidad nominal del alimentador, así como el número de posiciones disponibles para circuitos ramales de alumbrado en el panel de distribución, debe corresponder a la carga total calculada de 9.000 VA x 1,25 = 11.250 VA.

Vitrina :

6.000 VA x 1,25 = 7.500 VA

7.500 VA/240 V = 31 A para una instalación trifilar a 120/240 V

Se permite que el alumbrado de la vitrina sea alimentado por circuitos bifilares o trifilares con una capacidad igual a 31 A o más para circuitos trifilares o de 62 A o más para circuitos bifilares.

Se supone que los tomacorrientes exigidos por el Artículo 210-62 están incluidos en las cargas anteriores, siempre que no sirvan para conectar la carga para alumbrado de los escaparates.

Tomacorrientes:

Carga de tomacorrientes: 14.400 VA/240 V = 60 A para una instalación trifilar a 120/240 V.

Se permite que los tomacorrientes estén conectados a circuitos bifilares o trifilares, con una capacidad igual a 60 A o más para circuitos trifilares o de 120 A o más para circuitos bifilares.

Capacidad del dispositivo de protección contra sobrecorriente del alimentador (o de la acometida) (según el Artículo 220-10.b) o 230-90.a)):

Total cargas no continuas	12.200 VA
Total cargas continuas al 125%: 16.200 VA x 1,25 =	20.250 VA
Carga total	32.450 VA

32.450 VA/240 V = 135 A

El valor nominal inmediato superior según el Artículo 240-6 es 150 A.

Sección transversal (calibre) mínima de los conductores del alimentador (o de la acometida) (según el Artículo 215-3, 220-10.b) o 230-42.a)):
Para instalaciones trifilares a 120/240 V: 32.450 VA/240 V = 135 A

Según el Artículo 220-10.b) y la Tabla 310-16 (para terminaciones a 75°C), los conductores del aliment ador o de la acometida deben ser de cobre y de 53,5 mm^2 de sección transversal (1/0 AWG).

En este ejemplo, el 125% de la carga total real conectada de alumbrado (8.500 VA x 1,25 = 10.625 VA) es menor que el 125% de la carga determinada de la Tabla 220-3.b), por tanto, para el cálculo se aplica la carga mínima según la Tabla 220-3.b). Si la carga real de alumbrado hubiera sido mayor que el valor que da la Tabla 220-3.b), se hubiera tomado el 125% de dicha carga.

Ejemplo nº 4.a). Vivienda multifamiliar

Vivienda multifamiliar con 40 unidades de vivienda. Medidores instalados en dos grupos de 20 cada uno y alimentadores individuales para cada unidad de vivienda.

La mitad de las unidades de vivienda están dotadas de estufa eléctrica que no supera los 12 kW cada una. Suponemos que la potencia de la estufa en kW equivale a kVA, según el Artículo 220-19. La otra mitad de las estufas son de gas.

Cada vivienda tiene una superficie de 80 m².

Existe una instalación de lavandería general para todas las viviendas, por lo que no existe circuito de lavadora individual. Sí hay que sumar 1.500 VA del circuito de lavandería a la carga total de la casa, que aparece en el ejemplo como "carga de la casa".

Cálculo de la carga de cada unidad de vivienda (Artículo 220):

Carga general de alumbrado:	
80 m² x 32 VA/m²	2.560 VA
Carga especial por aparatos eléctricos:	
Estufa eléctrica (Artículo 220-19)	8.000 VA

Número mínimo de ramales para cada unidad de vivienda (Artículo 220-4):
Carga por alumbrado general: 2.560 VA/120 V = 21 A, es decir, dos circuitos bifilares de 15 A o dos circuitos bifilares de 20 A.

Carga para pequeños electrodomésticos: 2 circuitos bifilares con conductores de 3,30 mm^2 de sección transversal (12 AWG) (Artículo 220-4.b)).

Circuito de la estufa: 8.000 VA/240 V = 33 A o un circuito con dos conductores de 8,36 mm^2 de sección transversal (8 AWG) y uno de 5,25 mm^2 (10 AWG), tal como permite el Artículo 220-22 (véase también el Artículo 210-19).

Capacidad mínima del alimentador de cada unidad de vivienda (Artículo 215-2):
Cálculo de la carga (Artículo 220):

Carga de alumbrado general	2.560 VA
Carga para pequeños electrodomésticos:	
2 circuitos de 20 A	3.000 VA
Total carga calculada (sin estufas)	5.560 VA

Factor de demanda:

Primeros 3.000 VA al 100%	3.000 VA
Resto (5.560 - 3.000) = 2.560 VA al 35%	896 VA
Total carga neta calculada (sin estufas)	3.896 VA
Carga de las estufas	8.000 VA
Total carga neta calculada (con estufas)	11.896 VA

Capacidad mínima de cada alimentador (Artículo 215-3):
-Para instalaciones trifilares a 120/240 V (sin estufas):
Carga neta calculada: 3.896 VA/240 V = 16 A
-Para instalaciones trifilares a 120/240 V (con estufas):
Carga neta calculada: 11.896 VA/240 V = 50 A

Neutro del alimentador:

Carga por alumbrado y pequeños electrodomésticos	3.896 VA
Carga de las estufas: 8.000 VA al 70% (Artículo 220-22)	5.600 VA
(No se incluyen las unidades de vivienda sin estufa eléctrica)	
Total carga neta calculada (del neutro)	9.496 VA

9.482 VA/240 V = 40 A

Capacidad mínima de los alimentadores desde el equipo de acometida hasta los grupos de medidores (para 20 unidades de vivienda, 10 de ellas con estufa eléctrica):
Carga total calculada:

Carga por alumbrado y pequeños electrodomésticos, 20 unidades por 5.560 VA	111.200 VA

Factor de demanda:

Primeros 3.000 VA al 100%	3.000 VA
Resto (110.400 - 3.000) = 108.200 VA al 35%	37.870 VA
Total carga neta calculada para alumbrado y pequeños electrodomésticos	40.870 VA

Carga de las estufas, 10 de menos de 12 kVA (col. A, Tabla 220-19) 25.000 VA

Total carga neta calculada (con estufas)	65.870 VA

Para instalaciones trifilares a 120/240 V:
Carga neta calculada: 65.870 VA/240 V = 274 A

Neutro del alimentador:

Carga por alumbrado y pequeños electrodomésticos	40.870 VA
Carga por estufas: 25.000 VA al 70% (Artículo 220-22)	17.500 VA
Total carga calculada (del neutro)	58.370 VA

58.370 VA/240 V = 243 A

Nuevo factor de demanda (Artículo 220-22):

Primeros 200 A al 100%	200 A
Resto (243-200) = 43 A al 70%	30 A
Total carga calculada (del neutro)	230 A

Capacidad mínima del alimentador principal (o conductores de acometida), menos la carga de la casa (para 40 unidades de vivienda, 20 de ellas con estufa eléctrica):
Carga total calculada:
Carga por alumbrado y pequeños electrodomésticos, 40 unidades a 5.560 VA : 222.400 VA

Factor de demanda:

Primeros 3.000 VA al 100%	3.000 VA
(120.000-3.000) = 117.000 VA al 35%	40.950 VA
(222.400-120.000) = 102.400 VA al 25%	25.600 VA
Total carga neta calculada por alumbrado y pequeños electrodomésticos	69.550 VA

Carga de las estufas, 20 de menos de 12 kVA (col. A, Tabla 220-19) 35.000 VA

Total carga neta calculada (con estufas)	104.550 VA

Para instalaciones trifilares a 120/240 V:
Carga neta calculada: 104.550 VA/240 V = 436 A

Neutro del alimentador:

Carga por alumbrado y pequeños electrodomésticos	69.550 VA
Carga por estufas: 35.000 VA al 70% (Artículo 220-22)	24.500 VA
Total carga calculada (del neutro)	94.050 VA

94.050 VA/240 V = 392 A

Nuevo factor de demanda (Artículo 220-22):

Primeros 200 A al 100%	200 A
Resto (392-200) = 192 A al 70%	134 A
Total carga calculada (del neutro)	334 A

(Véanse las Tablas 310-16 a 310-19 y las Notas 8 y 10 a esas tablas).

Ejemplo nº 4.b). Cálculo opcional para vivienda multifamiliar:

Vivienda multifamiliar con 40 unidades de vivienda, todas con estufa eléctrica y radiadores de calefacción o aire acondicionado.

Medidores instalados en dos grupos de 20 cada uno más medidor del conjunto o edificación y alimentadores individuales para cada unidad de vivienda.

Todas las unidades de vivienda están dotadas de estufa eléctrica con una potencia nominal de 8 kW, 4 calentadores de ambiente a 240 V y 1,5 kW cada uno controlado separadamente y un calentador de agua de 240 V y 2,5 kW. Suponemos que la potencia de la estufa, radiadores y calentador de agua en kW equivale a kVA.

Existe una lavandería común para todas las viviendas (Artículo 210-52.f) Excepción nº 1).

Cada vivienda tiene una superficie de 80 m².

Cálculo de la carga para cada unidad de vivienda (Artículo 220):

Carga general de alumbrado:	
80 m² x 32 VA/²	2.560 VA
Estufa eléctrica	8.000 VA
Calefacción 4x1,5 kVA (o aire acondicionado si es mayor)	6.000 VA
Calentador eléctrico de agua	2.500 VA

Número mínimo de ramales para cada unidad de vivienda:
Carga por alumbrado general: 2.560 VA/120 V = 21 A, es decir, dos circuitos bifilares de 15 A o dos circuitos bifilares de 20 A.

Carga para pequeños electrodomésticos: 2 circuitos bifilares con conductores de 3,30 mm^2 (12 AWG) (Artículo 220-4.b)).

Circuito de la estufa: (8.000 VA/240 V) x 80% = 27 A en un circuito con tres conductores de 5,25 mm^2 (10 AWG), tal como permite la columna C de la Tabla 220-19.

Calefacción: 6.000 VA/240 V = 25 A.

Número de circuitos: véase el Artículo 220-4.

Capacidad mínima del alimentador para cada unidad de vivienda (Artículo 215-2):

Carga calculada (Artículo 220):	
Carga de alumbrado general	2.560 VA
Carga pequeños electrodomésticos: 2 circuitos de 20 A	3.000 VA
Total carga calculada (sin estufas ni calefacción)	5.560 VA
Factor de demanda:	
Primeros 3.000 VA al 100%	3.000 VA
Resto (5.560 - 3.000) = 2.560 VA al 35%	896 VA
Carga neta calculada (sin estufas ni calefacción)	3.896 VA
Carga de las estufas (8.000 VA al 80%)	6.400 VA
Calefacción de ambiente (Artículo 220-15)	6.000 VA

Calentador de agua	2.500 VA
Total carga neta calculada por cada unidad de vivienda	18.796 VA

Para sistemas trifilares a 120/240 V:
Carga neta calculada: 18.796 VA/240 V = 78 A

Neutro del alimentador (Artículo 220-22):

Carga por alumbrado y pequeños electrodomésticos	3.896 VA
Carga de las estufas: 6.400 VA al 70% (Artículo 220-22)	4.480 VA
Carga calefacción y calentador agua - 240 V (sin neutro)	0 VA
Carga neta calculada (del neutro)	8.376 VA

Corriente : 8.376 VA/240 V = 35 A

Capacidad mínima del alimentador requerido desde el equipo de acometida hasta los grupos de medidores (para 20 unidades de vivienda):
Carga total calculada:

Carga por alumbrado y pequeños electrodomésticos : 20 x 5.560 VA	111.200 VA
Calefacción y calentadores : 20 unidades x 8.500 VA	170.000 VA
Estufas : 20 unidades x 8.000 VA	160.000 VA
Total carga neta calculada para 20 unidades de vivienda	441.200 VA
Carga neta calculada utilizando los cálculos opcionales de la Tabla 220-32 : 441.200 VA x 0,38 =	167.656 VA

167.656 VA/240 V = 699A

Capacidad mínima del alimentador principal requerido (o conductores de acometida), menos la carga propia de la edificación (para 40 unidades de vivienda):
Carga total calculada:

Carga por alumbrado y pequeños electrodomésticos : 40 x 5.560 VA	222.400 VA
Carga por calefacción y calentadores : 40 unidades x 8.500 VA	340.000 VA
Carga por estufas : 40 unidades x 8.000 VA	320.000 VA
Carga neta calculada (40 unidades de vivienda)	882.400 VA
Carga neta calculada usando los cálculos opcionales de la Tabla 220-32 : 882.400 VA x 0,28 =	247.072 VA

Corriente : 247.072 VA/240 V = 1.029 A

Carga del neutro del alimentador desde el equipo de la acometida hasta el grupo de medidores para 20 unidades de vivienda:
Carga de alumbrado y pequeños electrodomésticos:

20 unidades x 5.560 VA = 111.200 VA	
Los primeros 3.000 VA al 100%	3.000 VA
Resto (111.200 - 3.000) = 108.200 VA al 35%	37.870 VA
Subtotal	40.870 VA

20 estufas = 35.000 VA al 70%	
(véanse Tabla 220-19 y Artículo 220-22)	24.500 VA
Total	65.370 VA

Corriente : 65.370 VA/240 V = 272 A

Factor de demanda (Artículo 220-22):

Primeros 200 A al 100%	200 A
Resto (272-200) = 72 A al 70%	50 A
Total	250 A

Carga del neutro del alimentador principal (menos la carga propia de la edificación) para 40 unidades de vivienda:

Carga de alumbrado y pequeños electrodomésticos:

40 unidades x 5.560 VA = 222.400 VA	
Los primeros 3.000 VA al 100%	3.000 VA
120.000 VA - 3.000 VA = 117.000 VA al 35%	40.950 VA
222.400 VA - 120.000 VA = 102.400 VA al 25%	25.600 VA
Carga neta calculada para alumbrado y pequeños electrodomésticos	69.550 VA
40 estufas = 55.000 VA al 70% (véanse Tabla 220-19 y Artículo 220-22)	38.500 VA
Total	108.050 VA

Corriente 108.050 VA/240 V = 450 A

Factor de demanda (Artículo 220-22):

Primeros 200 A al 100%	200 A
Resto (450-200) = 250 A al 70%	174 A
Total	374 A

Ejemplo nº 5.a). Vivienda multifamiliar con instalación trifásica a 208Y/120 V

Todas las condiciones y cálculos igual que para la vivienda multifamiliar del Ejemplo nº 4.a), con instalación monofásica a 120/240 V, excepto lo siguiente:

La acometida a cada unidad de vivienda debe ser de 2 fases más neutro.

Número mínimo de circuitos ramales requeridos para cada unidad de vivienda (Artículo 220-4):
Circuito de la estufa: 8.000 VA/208 V = 38 A, un circuito de 2 conductores de 8,36 mm^2 (8 AWG) y uno de 5,25 mm^2 (10 AWG), tal como permite el Artículo 210-19.b).

Capacidad mínima del alimentador requerido para cada unidad de vivienda (Artículo 215-2):

Para sistema trifilar a 120/208 V (sin estufas):
Carga neta calculada (según el ejemplo nº. 4 .a) :

3.896 VA / 2 fases / 120 V por fase = 16 A

Para sistema trifilar a 120/208 V (con estufas):
Carga neta calculada: 8.000 VA por estufa / 208 V = 38 A
Carga total estufas más alumbrado = 16 + 38 = 54 A
Neutro del alimentador : 5.600 VA por estufa / 208 V = 27 A
Carga total estufas más alumbrado = 16 + 27 = 43 A

Capacidad mínima del alimentador requerido desde el equipo de acometida hasta los grupos de medidores (para 20 unidades de vivienda, 10 de ellas con estufa):

Para sistema tetrafilar trifásico a 208Y/120 V:
Estufas : número máximo entre dos fases cualesquiera = 4
2 x 4 = 8. Factor de demanda según la Tabla 220-19: 23.000 VA.
Demanda por fase: 23.000 VA / 2 = 11.500 VA
Carga equivalente trifásica: 11.500 x 3 = 34.500 VA
Carga total neta calculada: Alumbrado y pequeños electr. + equivalente trifásica
40.870 VA + 34.500 VA = 75.370 VA

75.370 VA/(208 V x 1,732) = 209 A

Capacidad del neutro del alimentador:
40.870 VA + (34.500 VA x 70%) = 65.020 VA
Carga total neta calculada del neutro: 65.020 VA/(208 V x 1,732) = 181 A

Capacidad mínima del alimentador principal (o de los conductores de acometida), menos la carga propia de la edificación (para 40 unidades de vivienda, 20 de ellas con estufa):
Para sistemas tetrafilares trifásicos a 208Y/120 V:
Estufas : número máximo entre dos fases cualesquiera = 7
2 x 7 = 14. Factor de demanda según la Tabla 220-19: 29.000 VA.
Demanda por fase: 29.000 VA / 2 = 14.500 VA
Carga equivalente trifásica: 14.500 x 3 = 43.500 VA
Carga total neta calculada: Alumbrado y pequeños electrod. + equiv. trifásica
69.550 VA + 43.500 VA = 113.050 VA

Corriente : 113.050 VA/(208 V x 1,732) = 314 A

Capacidad del neutro del alimentador principal :
69.550 VA + (43.500 VA x 70%) = 100.000 VA
Carga total neta calculada del neutro: 100.000 VA / (208 V x 1,732) = 278 A

Factor de demanda (Artículo 220-22):

Primeros 200 A al 100%	200 A
Resto: (278 - 200) = 78 A al 70%	55 A
Total carga neta calculada	255 A

Ejemplo nº 5.b). Cálculo opcional para vivienda multifamiliar alimentada con sistema trifásico a 208Y/120 V

Todas las condiciones y cálculos igual que para la vivienda multifamiliar del Ejemplo nº 4.b), con instalación monofásica a 120/240 V, excepto lo siguiente:

La acometida a cada unidad de vivienda debe ser de 2 fases más neutro.

Número mínimo de circuitos ramales requeridos para cada unidad de vivienda (Artículo 220-4):
Circuito de la estufa: (8.000 VA x 80%)/208 V = 301 A, un circuito de 2 conductores de 8, 36 mm^2 (8 AWG) y uno de 5,25 mm^2 (10 AWG), tal como permite el Artículo 210-19.b).

Calefacción: 6.000 VA / 208 V = 29 A. Dos circuitos bifilares de 20 A con conductores de 3,30 mm^2 (12 AWG).

Capacidad mínima del alimentador requerido para cada unidad de vivienda:
Carga calculada (sistema trifilar a 120/208 V):
Carga neta calculada (ejemplo nº. 4.b) : 18.796 VA / 208 V = 90 A
Carga neta calculada: para alumbrado (fase a neutro)

3.896 VA / 2 fases / 120 V por fase =	16 A
Entre fases, 14.900 VA / 208 V	72 A
Carga total	88 A

Capacidad mínima del alimentador requerido desde el equipo de acometida hasta los grupos de medidores (para 20 unidades de vivienda):
Carga neta calculada: 167.656 VA / (208 V x 1,732) = 466 A

Carga del neutro del alimentador: 65.370 VA / (208 V x 1,732) = 182 A

Capacidad mínima del alimentador principal requerido (o de los conductores de acometida), menos la carga propia de la edificación (para 40 unidades de vivienda):
Carga neta calculada: 247.072 VA / (208 V x 1,732) = 686 A

Carga del neutro del alimentador principal : 108.050 VA / (208 V x 1,732) = 300 A

Factor de demanda (Artículo 220-22):

Primeros 200 A al 100%	200 A
Resto: (300 - 200) = 100 A al 70%	70 A
Total carga neta calculada	270 A

Ejemplo nº 6. Demanda máxima para cargas de estufas

La columna A de la Tabla 220-19 se aplica a estufas hasta 12 kW máximo. Los siguientes ejemplos ilustran cómo se aplica la Nota 1 a estufas de más de 12 kW hasta 27 kW y la Nota 2 a estufas de más de 8,75 kW hasta 27 kW:

A. Todas las estufas de la misma potencia (Tabla 220-19, Nota 1)

Supongamos 24 estufas, todas ellas de 16 kW.

De la columna A, la demanda máxima para 24 estufas de 12 kW nominales es de 39 kW.

16 kW supera en 4 kW a los 12 kW de la Tabla.
4 x 5% = 20% (un 5% de aumento por cada kW por encima de 12)
39 kW x 20% = 7,8 kW de aumento
39 kW + 7,8 kW = 46,8 kW, que es el valor a utilizar para la selección de alimentadores.

B. Estufas de distinta potencia nominal (Tabla 220-19, Nota 2)

Supongamos que hay 5 estufas de 11 kW nominales cada una, más
2 estufas de 12 kW nominales cada una, más
20 estufas de 13,5 kW nominales cada una, más
3 estufas de 18 kW nominales cada una.

5 x 12 kW =	60 kW (se toman 12 kW cuando las estufas tienen menos de 12 kW)
2 x 12 kW =	24 kW
20 x 13,5 kW =	270 kW
3 x 18 kW =	54 kW
30 estufas	408 kW

408 kW/30 = 13,6 kW (valor medio que se utiliza en los cálculos).

De la columna A, la demanda para 30 estufas de 12 kW nominales es 15 kW + 30 kW = 45 kW.

13,6 kW supera a 12 kW en 1,6 kW (se toma 2 por exceso)
2 x 5% = 10% (un 5% de aumento por cada kW por encima de 12)
45 kW x 10% = 4,5 kW de aumento
45 kW + 4,5 kW = 49,5 kW, que es el valor a utilizar para la selección de alimentadores.

Ejemplo nº 8. Motores, conductores y dispositivos de protección contra sobrecargas, cortocircuitos y fallas a tierra

(Véanse los Artículos 240-6, 430-6, 430-7, 430-22, 430-23, 430-24, 430-32, 430-34, 430-52 y 430-62 y las Tablas 430-150 y 430-152)

Calcular el tamaño (sección transversal) de los conductores, la protección contra sobrecarga del motor, la protección del circuito ramal contra cortocircuito y contra falla a tierra y la protección del alimentador, para un motor de diseño Tipo B, con una potencia nominal de 18,65 kW (25 HP) y una corriente nominal de 34 A por placa, con un factor de servicio de 1,15 y dos motores de inducción con rotor devanado de 22,38 kW (30 HP) cada uno (datos de la placa de características: corriente nominal del primario 40 A, corriente nominal del secundario 65 A, aumento de temperatura 40℃), conectado a un circuito trifásic o de 460 V y 60 Hz.

Carga de los conductores
El valor de la corriente a plena carga utilizado para calcular la capacidad de corriente de los conductores para el motor de 18,65 kW (25 HP) es de 34 A (Artículo 430-6.a) y Tabla 430-150).

Una corriente de 34 A - plena carga x 125% = 34 x 1,25 = 42,5 A (Artículo 430-22). El valor de la corriente a plena carga utilizado para calcular la capacidad de corriente de los conductores del primario de cada motor de 22,38 kW (30 HP) es 40 A (Artículo 430-6.a) y Tabla 430-150). Una corriente del primario de 40 A - plena carga x 125% = 40 x 1,25 = 50 A (Artículo 430-22). En el caso de la corriente de 65 A del secundario, 65 x 1,25 = 81,25 A (Artículo 430-23.a)).

Por tanto, la capacidad de corriente del alimentador debe ser el 125% de 40 A, más 40 A, más 34 A (Artículo 430-24), es decir :

(40 A x 1,25) + 40 A + 34 A = 124 A

Protecciones contra sobrecarga, cortocircuito y falla a tierra
Sobrecarga. Cuando está protegido contra sobrecargas por un dispositivo independiente, el motor de 18,65 kW (25 HP) con corriente nominal de 34 A debe tener una protección no superior a 42,5 A, según los Artículos 430-6.a) y 430-32.a)(1). Cuando está protegido contra sobrecargas por un dispositivo independiente, el motor de 22,38 kW (30 HP) con corriente nominal de 40 A debe tener una protección no superior a 40 A, según los Artículos 430-6.a) y 430-32.a)(1). Si la protección contra sobrecarga no es suficiente para arrancar el motor o para soportar la carga, se permite aumentarla de acuerdo con el Artículo 430-34. En los motores que lleven la indicación "thermally protected" (protegido térmicamente), el protector térmico sirve también como protección contra sobrecargas, según los Artículos 430-7.a)(13) y 430-32.a)(2).

Protección del circuito ramal contra cortocircuito y contra falla a tierra. El circuito ramal de un motor de 18,65 kW (25 HP) debe estar protegido contra cortocircuitos y fallas a tierra por un dispositivo de capacidad no superior al 300% de los fusibles sin retardo (Tabla 430-152) o a 3,00 x 34 A = 102 A. El fusible inmediato superior normalizado es de 110 A (véanse los Artículos 240-6 y 430-52.c) Excepción nº 1). Si se utiliza un fusible con retardo porque el motor no arranca con un fusible normalizado de 110 A, la corriente máxima permitida es 80 A (véase el Artículo 430-52.c) Excepción nº 2b). Si se utiliza un fusible sin retardo pero el motor no arranca con un fusible normal sin retardo de 110 A, se permite aumentar este valor hasta el siguiente valor normalizado de 125 A, pues esa corriente no supera el 400% de la corriente nominal del motor (véase el Artículo 430-52.c) Excepción nº 2a).

Circuito alimentador. La capacidad máxima del dispositivo de protección del alimentador contra cortocircuitos y fallas a tierra se calcula sumando la del dispositivo de protección del circuito ramal que tenga mayor corriente (fusible de 110 A) más las corrientes a plena carga de todos los demás motores (110 A + 40 A + 40 A = 190 A). El fusible normalizado más cercano que no supera ese valor es de 175 A (véase el Artículo 430-62.a)).

Ejemplo nº 9. Cálculo de la capacidad de corriente del alimentador para el control de campo de generadores.
(Ver Artículos 220-10.b), 430-24, 430-24 Excepción Nro. 1, 620-13, 620-14, 620-61 y Tablas 430-22.a) Excepción y 620-14)

Calcular la capacidad de corriente de los conductores de un circuito trifásico de c.a. a 460 V y 60 Hz que suministra corriente a un conjunto de 6 ascensores. La corriente nominal del mayor grupo electrógeno de un ascensor con motor de 29,84 kW (40 HP) y tensión de 460 V es de 52 A y cada uno de los restantes ascensores tiene un motor de 22,38 kW (30 HP) y 40 A con su correspondiente generador de c.a. Además del controlador de los motores, cada ascensor tiene otro controlador, independiente, de funcionamiento y movimiento con una corriente nominal de 10 A en operación continua para los microprocesadores, relés, fuentes de alimentación y mecanismos de las puertas de la cabina. Los grupos electrógenos están clasificados como de servicio continuo.

La capacidad de corriente de los conductores se calcula como sigue:

a) Para ascensores de servicio intermitente según lo que establecen los Artículos 620-13.d) y 620-61.b).1), usar la Tabla 430-22.a). Para los ascensores de servicio intermitente con motor de servicio continuo, a la corriente de la placa de características del motor se aplica un factor del 140%.

b) Para los motores de c.a. de 22,38 kW (30 HP), 40 A x 1,4 = 56 A. Para los motores de c.a. de 29,84 kW (40 HP), 52 A x 1,4 = 73 A.

c) La capacidad de corriente de los conductores es la suma de todas las corrientes de los motores, es decir, 73 A + (5 x 56 A) = 73 A + 280 A = 353 A.

d) Según el Artículo 620-14 y la Tabla 620-14, se permite reducir la capacidad de corriente de los conductores del alimentador utilizando los factores de demanda. No se incluyen las cargas constantes (véase la Tabla 620-14). Para un grupo de 6 ascensores, el factor de demanda es 0,79. Por tanto, la capacidad de corriente del alimentador puede ser 353 A x 0,79 = 279 A.

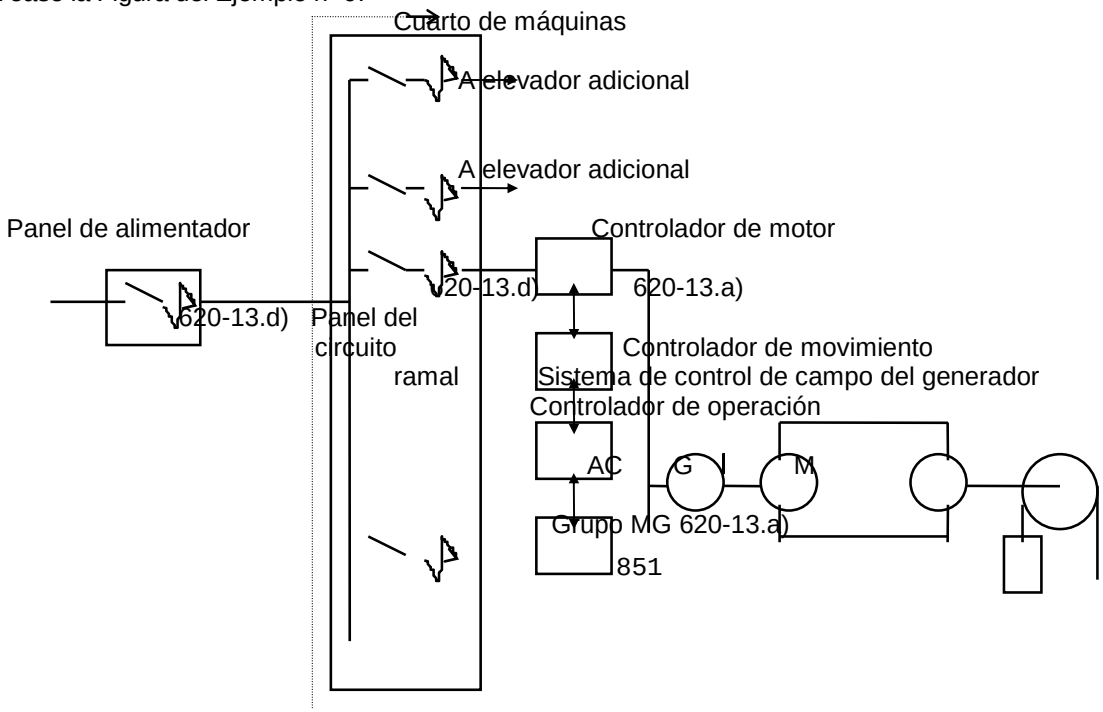
e) Según los Artículos 430-24 y 220-10.b), la corriente permanente del controlador es: 10 A x 1,25 = 13 A.

f) La capacidad de corriente total del alimentador es la suma de las demás corrientes y todas las corrientes permanentes de los controladores :

$$I_{total} = 279\ A + (13\ A \times 6) = 357\ A$$

g) Se permite que esta capacidad de corriente se utilice para elegir el calibre de los conductores.

Véase la Figura del Ejemplo nº 9.



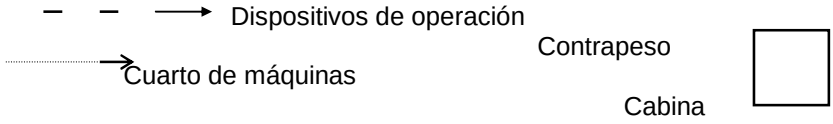


Figura del Ejemplo nº 9

Ejemplo nº 10. Cálculo de la capacidad de corriente del alimentador para ascensores con control de velocidad variable

(Ver los Artículos 220-10.b), 430-24, 430-24 Excepción Nro.1, 620-13, 620-14, 620-61 y las Tablas 430-22.a Excepción y 620-14)

Calcular la capacidad de corriente de los conductores de un circuito alimentador trifásico de c.a. a 460 V y 60 Hz que suministra corriente a un conjunto de 6 ascensores iguales. El sistema tiene velocidad variable por medio de un circuito de manejo de SCR en c.c. Los transformadores de potencia están fuera del armario del circuito de manejo que controla el motor. Cada ascensor tiene un controlador independiente de funcionamiento y movimiento conectado del lado de la carga del interruptor principal de red, cuya corriente es de 10 A continuos para operar los microprocesadores, relés, fuentes de alimentación y mecanismos de accionamiento de las puertas de la cabina. Cada transformador es de 95 kVA nominales y una eficiencia del 90 %.

La capacidad de corriente de los conductores se calcula como sigue:

a) Primero se calcula la corriente nominal del transformador:

$$I = (95\ kVA \times 1000) / (\sqrt{3} \times 460\ V \times 0.90),\ \text{luego}\ I = 132\ A$$

b) Según el Artículo 620-13.d), para 6 ascensores la corriente total de los conductores es la suma de todas las corrientes: 132 A x 6 = 792 A.

c) Según el Artículo 620-14 y la Tabla 620-14, se permite reducir la capacidad de corriente de los conductores del alimentador utilizando los factores de demanda. No se incluyen las cargas constantes (véase el Artículo 620-13, Nota 2.). Para un grupo de 6 ascensores, el factor de demanda es 0,79. Por tanto, la capacidad de corriente diversificada del alimentador es 798 A x 0,79 = 626 A.

d) Según los Artículos 430-24 y 220-10.b), la corriente continua del controlador es: 10 A x 1,25 = 12,5 A.

e) La capacidad de corriente total del alimentador es la suma de la corriente diversificada y todas las corrientes continuas del controlador :

$$I_{total} = 626\ A + (12{,}5\ A \times 6) = 701\ A$$

f) Este es el valor de la corriente que se utiliza para elegir la sección transversal de los conductores.

Véase la Figura del Ejemplo nº 10.

Figura del Ejemplo nº 10

Tabla 4
Dimensiones y porcentaje de la sección de los tubos y tuberías
(Tamaño de los tubos y tuberías ocupada por las combinaciones de cables permitidas en la Tabla 1, Capítulo 9)

Tamaño comercial		Tuberías eléctricas metálicas					Tuberías eléctricas no metálicas				
pulgadas	mm	Diámetro interior, (mm)	Sección total 100%, mm²	Dos hilos 31% mm²	Más de dos hilos 40% mm²	Un hilo 53% mm²	Diámetro interior, mm.	Sección total 100%, mm²	Dos hilos 31% mm²	Más de dos hilos 40% mm²	Un hilo 53% mm²
½	16	15,80	196,1	60,65	78,71	103,87	14,22	158,71	49,03	63,87	84,52
¾	21	20,93	343,9	106,45	137,42	182,58	19,30	292,9	90,96	116,77	154,84
1	27	26,64	557,4	172,90	223,23	295,48	25,40	506,45	156,77	202,58	268,39
1 ¼	35	35,05	965,2	299,35	385,81	511,61	34,04	909.68	281,93	363,87	481,93
1 ½	41	40,89	1313,6	407,1	525,16	696,13	39,88	1249,03	387,1	499,35	661,93
2	53	52,50	2165,2	670,97	865,80	1147,09	51,31	2067,74	641,29	827,1	1096,13
2 ½	63	69,37	3779,3	1171,61	1511,61	2003,22	-----	-----	-----	-----	-----
3	78	85,24	5707,1	1123,87	2282,58	3024,51	-----	-----	-----	-----	-----
3 ½	91	97,38	7448,4	2309,03	2979,35	3947,73	-----	-----	-----	-----	-----
4	104	110,08	9518,0	1014,84	3807,09	5044,51	-----	-----	-----	-----	-----
Tamaño comercial		**Tubo conduit metálico flexible**					**Tubo conduit metálico intermedio**				
pulgadas	mm	Diámetro interior, (mm)	Sección total 100%, mm²	Dos hilos 31% mm²	Más de dos hilos 40% mm²	Un hilo 53% mm²	Diámetro interior, mm.	Sección total 100%, mm²	Dos hilos 31% mm²	Más de dos hilos 40% mm²	Un hilo 53% mm²
3/8	10	9,75	74,84	23,23	29,68	39,35	-----	-----	-----	-----	-----
½	16	16,13	204,52	63,23	81,94	108,39	16,76	220,64	68,39	88,39	116,77
¾	21	20,93	343,87	106,45	137,42	181,94	21,95	378.06	117,42	151,61	200,64
1	27	25,91	527,1	163,23	210,97	279,35	28.07	618,71	191,61	247,74	327,74
1 ¼	35	32,39	823,87	255,48	329,68	436,77	36,78	1061,93	329,03	424,52	562,58
1 ½	41	39,07	1198,06	371,61	479,35	634.84	42,75	1434,19	444,52	573,55	758,00
2	53	51,82	2109,03	653,55	843,22	1117,42	54,61	2341,29	725,81	936,77	1240,64
2 ½	63	63,50	3167,09	981,93	1267,09	1678,71	64,95	3312,90	1027,09	1325,16	1756,13
3	78	76,20	4560,64	1413,55	1823,87	2416,77	80,67	5110,96	1584,51	2044,51	2709,03
3 ½	91	88,90	6207,08	1924,51	2482,58	3285,8	93,24	6828,37	2116,77	2731,61	3619,35
4	103	101,6	8107,08	2513,54	3243,22	4296,77	105,82	8794,18	2726,45	3517,41	4660,64

Tabla 4. (continuación)

Tamaño comercial		Tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos (Tipo FNMC - B*)					Tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos (Tipo FNMC - A*)				
pulgadas	mm	Diámetro interior, (mm)	Sección total 100%, mm²	Dos hilos 31% mm²	Más de dos hilos 40% mm²	Un hilo 53% mm²	Diámetro interior, mm.	Sección total 100%, mm²	Dos hilos 31% mm²	Más de dos hilos 40% mm²	Un hilo 53% mm²
3/8	10	12,55	123,87	38,06	49,68	65,81	12,57	123,87	38,71	49,68	65,81
½	16	16,05	202,58	62,58	80,65	107,1	16,00	201,29	62,58	80,65	106,45
¾	21	21,08	349,03	108,39	139,35	185,16	20,96	345,16	107,1	138,06	182,58
1	27	26,77	562,58	174,19	225,16	298,06	26,49	550,97	170,97	220,0	291,61
1 ¼	35	35,43	985,80	305,81	394,19	522,58	35,13	968,39	300,0	387,1	513,55
1 ½	41	40,34	1276,77	396,13	510,97	676,77	40,72	1301,29	403,23	520,64	689,68
2	53	51,64	2093,54	649,03	837,42	1109,68	52,40	2155,48	668,39	861,93	1142,58
		* Corresponde a la Sección 351-22(2)	* Corresponde a la Sección 351-22(1)								

Tamaño comercial		Tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos					Tubo conduit metálico rígido				
pulgadas	mm	Diámetro interior, (mm)	Sección total 100%, mm²	Dos hilos 31% mm²	Más de dos hilos 40% mm²	Un hilo 53% mm²	Diámetro interior, mm.	Sección total 100%, mm²	Dos hilos 31% mm²	Más de dos hilos 40% mm²	Un hilo 53% mm²
3/8	10	12,55	123,87	38,06	49,68	65,81	-----	-----	-----	-----	-----
½	16	16,05	202,58	62,58	80,65	107,1	16,05	202,58	62,58	80.65	107,1
¾	21	21,08	349,03	108,39	139,35	185,16	21,23	354,19	109,68	141,94	187,74
1	27	26,77	562,58	174,19	225,16	298,06	27,00	572,9	177,42	229,03	303,23
1 ¼	35	35,43	985,80	305,81	394,19	522,58	35,41	984,51	305,16	393,55	521,93
1 ½	41	40,34	1276,77	396,13	510,97	676,77	41,25	1336,13	414,19	534,84	708,39
2	53	51,64	2093,54	649,03	837,42	1109,68	52,91	2198,71	681,29	879,35	1165,16
2 ½	63	63,32	3147,74	976,13	1259,35	1668,38	63,22	3139,35	972,90	1255,48	1663,87
3	78	78,36	4822,57	1494,84	1929,03	2556,12	78,49	4838,05	1500,0	1935,48	2564,51
3 ½	91	89,41	6278,05	1946,45	2511,61	3327,74	90,68	6458,05	2001,93	2583,22	3422,57
4	103	102,11	8188,37	2538,70	3275,48	4340,00	102,87	8311,6	2576,77	3324,51	4405,15
5	129	-----	-----	-----	-----	-----	128,85	13040,6	4042,57	5216,11	6911,6
6	155	-----	-----	-----	-----	-----	154,76	18811,58	5831,6	7524,50	9970,30

Tabla 4. (continuación)

Tamaño comercial		Tubo conduit de PVC rígido, Schedule 80					Tubo conduit de PVC rígido, Schedule 40 y conduit HPDE				
pulgadas	mm	Diámetro interior, (mm)	Sección total 100%, mm²	Dos hilos 31% mm²	Más de dos hilos 40% mm²	Un hilo 53% mm²	Diámetro interior, mm.	Sección total 100%, mm²	Dos hilos 31% mm²	Más de dos hilos 40% mm²	Un hilo 53% mm²
½	16	13,36	140,0	43,23	56,13	74,19	15,29	183,87	56,77	73,55	97,42
¾	21	18,34	263,87	81,94	105,81	140,0	20,42	327,74	101,29	130,97	173,55
1	27	23,77	443,87	137,42	177,42	235,48	26,14	536,77	166,45	214,84	284,52
1 ¼	35	31,88	798,06	247,1	319,35	423,22	34,54	937,42	290,32	374,84	496,77
1 ½	41	37,49	1103,86	341,93	418,1	585,16	40,39	1281,29	397,42	512,26	678,71
2	53	48,59	1854,19	574,84	741,93	743,22	51,99	2123,22	658,06	849,03	1125,16
2 ½	63	58,17	2657,41	823,87	1062,58	1408,38	62,10	3029,03	938,71	1211,61	1605,16
3	78	72,75	4156,12	1288,38	1662,58	2202,58	77,27	4689,02	1453,55	1875,48	2485,15
3 ½	91	84,48	5605,15	1737,42	2241,93	2970,96	89,43	6281,92	1947,09	2512,9	3329,67
4	104	96,16	7263,21	2251,61	2905,16	3849,67	101,55	8099,34	2510,96	3240,0	4292,89
5	129	121,11	11519,33	3570,96	4607,73	6105,15	127,41	12749,0	3952,25	5099,34	6756,76
6	155	145,00	16514,81	5119,34	6605,79	8752,89	153,19	18430,29	5713,54	7372,24	9768,37
Tamaño comercial		**Tubo conduit de PVC rígido Tipo A**					**Tubo conduit de PVC Tipo EB**				
pulgadas	mm	Diámetro interior, (mm)	Sección total 100%, mm²	Dos hilos 31% mm²	Más de dos hilos 40% mm²	Un hilo 53% mm²	Diámetro interior, mm.	Sección total 100%, mm²	Dos hilos 31% mm²	Más de dos hilos 40% mm²	Un hilo 53% mm²
½	16	17,78	248,39	76,77	99,35	131,61	-----	-----	-----	-----	-----
¾	21	23,11	419,35	130,32	167,74	222,58	-----	-----	-----	-----	-----
1	27	29,85	699,35	216,77	280,0	370,97	-----	-----	-----	-----	-----
1 ¼	35	38,10	1140,0	353,55	456,13	604,51	-----	-----	-----	-----	-----
1 ½	41	43,69	1499,35	464,51	599,35	794,19	-----	-----	-----	-----	-----
2	53	54,74	2352,9	729,68	941,28	1247,1	56,41	2499,35	774,84	1000,0	1324,51
2 ½	63	66,93	3518,1	1090,32	1407,1	1864,51	-----	-----	-----	-----	-----
3	78	82,04	5286,44	1638,71	2114,83	2801,93	84,84	5618,7	1741,93	2247,74	2978,1
3 ½	91	93,73	6899,34	2138,71	2760,0	3656,77	96,62	7332,24	2272,9	2932,89	3886,44
4	104	106,17	8853,53	2744,51	3541,28	4692,25	108,94	9321,27	2889,67	3728,38	4940,0
5	129	-----	-----	-----	-----	-----	135,03	14319,33	4439,35	5727,73	7589,66
6	155	-----	-----	-----	-----	-----	160,93	20341,9	6305,79	8136,76	10781,27

Tabla 5A. Dimensiones* y secciones nominales de alambres de aluminio compactos para edificaciones

Conductores desnudos			Tipos THW y THHW		Tipo THHN		Tipo XHHW		Sección transversal mm²
Calibre en AWG o Kcmils	Nº de conductores trenzados	Diámetro mm	Diámetro aproximado mm	Sección aproximada mm²	Diámetro aproximado mm	Sección aproximada mm²	Diámetro aproximado mm	Sección aproximada mm²	
8	7	3,4	6,5	32,9	-----	------	5,7	25,4	8,36
6	7	4,3	7,4	42,6	6,1	29,2	6,6	34,2	13,29
4	7	5,4	8,5	56,8	7,7	47,1	7,7	47,1	21,14
2	7	6,8	9,9	77,0	9,1	65,6	9,1	65,6	33,62
1	19	7,6	11,8	109,5	10,5	87,2	10,5	87,2	42,20
1/0	19	8,5	12,7	126,6	11,4	102,6	11,4	102,6	53,50
2/0	19	9,6	13,8	150,5	12,6	124,1	12,4	121,6	67,44
3/0	19	10,7	14,9	176,3	13,7	147,7	13,7	147,7	85,02
4/0	19	12,1	16,4	210,8	15,1	179,4	15,0	176,3	107,21
250	37	13,2	18,4	266,3	17,0	227,7	16,8	220,7	126,67
300	37	14,5	19,7	304,3	18,3	262,6	18,2	259,0	152,01
350	37	15,6	20,8	340,7	19,6	301,7	19,3	292,6	177,34
400	37	16,7	21,9	379,1	20,7	336,5	20,3	324,3	202,68
500	37	18,7	23,9	447,7	22,5	396,8	22,4	392,4	253,35
600	61	20,7	26,7	558,6	25,0	491,6	24,9	486,6	304,02
700	61	22,3	28,2	624,3	26,7	558,6	26,7	558,6	354,69
750	61	23,1	29,2	670,1	27,3	585,5	27,7	602,0	380,02
1000	61	26,9	32,6	836,6	31,9	798,1	31,2	766,6	506,70

* Estas dimensiones proceden de fuentes de la industria.

Tabla 9. Resistencia y reactancia de c.a. de cables trifásicos para 600 voltios a 60 Hz y 75℃. Tres conductores sencillos en un tubo.

Cal	Resistencia al neutro cada 1000 pies (en ohmios)														Sección transversal
	Reactancia (X_L) de todos los alambres		Resistencia en c.a. alambres de cobre descubiertos			Resistencia en c.a. para alambres de aluminio			Z eficaz para alambres de cobre descubiertos a FP=0,85			Z eficaz para alambres de aluminio a FP= 0,85			
AWG o Kcmil	Conduit de PVC y Al	Conduit de acero	Conduit de PVC	Conduit de Al	Conduit de acero	Conduit de PVC	Conduit de Al	Conduit de acero	Conduit de PVC	Conduit de Al	Conduit de acero	Conduit de PVC	Conduit de Al	Conduit de acero	mm^2
14	0,190	0,240	10,17	10,17	10,17	----	----	----	8,86	8,86	8,86	----	----	----	2,08
12	0,177	0,223	6,56	6,56	6,56	10,49	10,49	10,49	5,58	5,58	5,58	9,19	9,19	9,19	3,30
10	0,164	0,207	3,94	3,94	3,94	6,56	6,56	6,56	3,61	3,61	3,61	5,91	5,91	5,91	5,25
8	0,171	0,213	2,56	2,56	2,56	4,27	4,27	4,27	2,26	2,26	2,29	3,61	3,61	3,61	8,36
6	0,167	0,210	1,61	1,61	1,61	2,66	2,66	2,66	1,44	1,48	1,48	2,33	2,33	2,33	13,29
4	0,157	0,197	1,02	1,02	1,02	1,67	1,67	1,67	0,951	0,951	0,984	1,51	1,51	1,51	21,14
3	0,154	0,194	0,820	0,820	0,820	1,31	1,35	1,31	0,755	0787	0,787	1,21	1,21	1,21	26,66
2	0,148	0,187	0,623	0,656	0,656	1,05	1,05	1,05	0,623	0,623	0,656	0,98	0,98	0,98	33,62
1	0,151	0,187	0,525	0,525	0,525	0,82	0,853	0,820	0,525	0,525	0,525	0,79	0,79	0,82	42,20
1/0	0,144	0,180	0,394	0,427	0,394	0,656	0,689	0,656	0,427	0,427	0,427	0,62	0,66	0,66	53,50
2/0	0,141	0,177	0,328	0,328	0,328	0,525	0,525	0,525	0,361	0,361	0,361	0,52	0,52	0,52	67,44
3/0	0,138	0,171	0,253	0,269	0,259	0,427	0,427	0,427	0,289	0,302	0,308	0,43	0,43	0,46	85,02
4/0	0,135	0,167	0,203	0,219	0,207	0,328	0,361	0,328	0,243	0,256	0,262	0,36	0,36	0,36	107,21
250	0,135	0,171	0,171	0,187	0,177	0,279	0,295	0,282	0,217	0,230	0,240	0,308	0,322	0,328	126,67
300	0,135	0,167	0,144	0,161	0,148	0,233	0,249	0,236	0,194	0,207	0,213	0,269	0,282	0,289	152,01
350	0,131	0,164	0,125	0,141	0,128	0,200	0,217	0,206	0,174	0,190	0,.197	0,239	0,253	0,262	177,34
400	0,131	0,161	0,108	0,125	0,115	0,177	0,194	0,180	0,161	0,174	0,184	0,217	0,233	0,240	202,68
500	0,128	0,157	0,089	0,105	0,095	0,141	0,157	0,148	0,141	0,157	0,164	0,187	0,200	0,210	253,35
600	0,129	0,157	0,075	0,092	0,082	0,118	0,135	0,125	0,131	0,144	0,154	0,167	0,180	0,190	304,02
750	0,125	0,157	0,062	0,079	0,069	0,095	0,112	0,102	0,118	0,131	0,141	0,148	0,161	0,171	380,02
1000	0,121	0,151	0,049	0,062	0,059	0,075	0,089	0,082	0,105	0,118	0,131	0,128	0,138	0,151	506,70

Notas:

1. Estos valores se basan en las siguientes constantes: alambres RHH de tipo UL con trenzado de Clase B, en configuración de horquilla. La conductividad eléctrica de los alamabres es del 100% IACS para de cobre y del 61% IACS para de aluminio; la de conduit de aluminio es del 45% IACS. No se tiene en cuenta la reactancia capacitiva, que es despreciable para estas tensiones. Estas resistencias sólo son válidas a 75℃ y para los parámetros dados, pero son representa tivas de alambrs para 600 V que funcionen a 60 Hz.
2. La impedancia eficaz (Z eficaz) se define como (R cos θ+ X sen θ), siendo "θ" (theta) el ángulo del factor de potencia del circuito. Multiplicando la corriente por la impedancia eficaz se obtiene un valor bastante aproximado de la caída de tensión entre fase y neutro. Los valores de Z eficaz de esta tabla sólo son válidos a factor de potencia de 0,85. Para cualquier otro factor de potencia, la Z eficaz se calcula a partir de los valores de R y X_L dados en este Tabla, mediante la siguiente fórmula: $Z_e = [(R \times FP) + X_L \text{ sen}(\arccos FP\theta)]$.

Tabla 11(a). Límites de las fuentes de alimentación de c.a. de Clase 2 y Clase 3

		Fuente de alimentación de potencia limitada intrínseca (no se requiere protección contra sobrecorriente)				Fuente de alimentación de potencia limitada no intrínseca (requiere protección contra sobrecorriente)			
Fuente de alimentación		**Clase 2**			**Clase 3**	**Clase 2**		**Clase 3**	
Tensión de la fuente $V_{máx}$ (en V) (véase Nota 1)		De 0 a 20#	De 20,01 a 30#	De 30,01 a 150	De 30,01 a 100	De 0 a 20#	De 20,01 a 30#	De 30,01 a 100	De 100,01 a 150
Límite de potencia en $VA_{máx}$ (VA) (véase Nota 1)		--	--	--	--	250 (véase Nota 3)	250	250	--
Límite de corriente $I_{máx}$ (A) (véase Nota 1)		8,0	8,0	0,005	$150/V_{máx}$	$1.000/V_{máx}$	$1.000/V_{máx}$	$1.000/V_{máx}$	1,0
Protección máxima contra sobreicorriente (A)		--	--	--	--	5,0	$100/V_{máx}$	$100/V_{máx}$	1,0
Valores nominales por placa de la fuente de alimentación	Voltamperios (VA)	5,0 x $V_{máx}$	100	0,005 x $V_{máx}$	100	5,0 x $V_{máx}$	100	100	100
	I (A)	5,0	$100/V_{máx}$	0,005	$100/V_{máx}$	5,0	$100/V_{máx}$	$100/V_{máx}$	$100/V_{máx}$

Estas tensiones son para corrientes senoidales de c.a. en interiores o en lugares no mojados. Para corrientes no senoidales o lugares mojados, véase la Nota 2.

Tabla 11(b). Límites de las fuentes de alimentación de c.c. de Clase 2 y Clase 3

		Fuente de alimentación de potencia limitada intrínseca (no se requiere protección contra sobrecorriente)					Fuente de alimentación de potencia limitada no intrínseca (requiere protección contra sobrecorriente)			
Fuente de alimentación		**Clase 2**				**Clase 3**	**Clase 2**		**Clase 3**	
Tensión de la fuente $V_{máx}$ (en V) (véase Nota 1)		De 0 a 20##	De 20,01 a 30##	De 30,01 a 60##	De 60,01 a 150	De 60,01 a 100	De 0 a 20##	De 20,01 a 60##	De 60,01 a 100	De 100,01 a 150
Límite de potencia en $VA_{máx}$ (VA) (véase Nota 1)		--	--		--	--	250 (véase Nota 3)	250	250	--
Límite de corriente $I_{máx}$ (A) (véase Nota 1)		8,0	8,0	$150/V_{máx}$	0,005	$150/V_{máx}$	$1.000/V_{máx}$	$1.000/V_{máx}$	$1.000/V_{máx}$	1,0
Protección máxima contra sobrecorriente (A)		--	--	--	--	--	5,0	$100/V_{máx}$	$100/V_{máx}$	1,0
Valores nominales por placa de la fuente de alimentación	Voltiamperios (VA)	5,0	$100/V_{máx}$	$100/V_{máx}$	0,005 x $V_{máx}$	100	5,0 x $V_{máx}$	100	100	100
	I (A))	5,0	$100/V_{máx}$	$100/V_{máx}$	0,005	$100/V_{máx}$	5,0	$100/V_{máx}$	$100/V_{máx}$	$100/V_{máx}$

Estas tensiones son para valores continuos de c.c. en interiores o en lugares no mojados. Para corrientes no senoidales o lugares mojados, véase la Nota 4.

Tabla 12(a). Limitaciones de las fuentes de alimentación de corriente alterna PLFA (para circuitos de alarma contra incendios de baja potencia)

Fuente de alimentación		**De potencia limitada intrínseca (no es necesaria protección contra sobrecorriente)**			**De potencia limitada no intrínseca (es necesaria protección contra sobrecorriente)**		
Tensión del circuito (en V) ($V_{máx}$) (Nota 1)		De 0 a 20	De 20,1 a 30	De 30,1 a 100	De 0 a 20	De 20,1 a 100	De 100,1 a 150
Limitaciones de tensión en VA ($VA_{máx}$) (Nota 1)		----	----	----	250 (Nota 2)	250	----
Limitaciones de corriente (en A) ($I_{máx}$) (Nota 1)		8,0	8,0	$150/V_{máx}$	$1000/V_{máx}$	$1000/V_{máx}$	1,0
Protección máxima contra sobrecorriente (A)		----	----	----	5,0	$100/V_{máx}$	1,0
Valores nominales máximos por placa de características	Voltiamperios (VA)	$5,0 \times V_{máx}$	100	100	$5,0 \times V_{máx}$	100	100
	I (A)	5,0	$100/V_{máx}$	$100/V_{máx}$	5,0	$100/V_{máx}$	$100/V_{máx}$

Tabla 12(b). Limitaciones de las fuentes de alimentación de corriente continua PLFA (para circuitos de alarma contra incendios de baja potencia)

Fuente de alimentación		**De potencia limitada intrínseca (no es necesaria protección contra sobrecorriente)**				**De potencia limitada no intrínseca (es necesaria protección contra sobrecorriente)**		
Tensión del circuito en voltios ($V_{máx}$) (Nota 1)		De 0 a 20	De 20,1 a 30	De 30,1 a 100	De 100,1 a 250	De 0 a 20	De 20,1 a 100	De 100,1 a 150
Limitaciones de tensión en VA ($VA_{máx}$) (Nota 1)		----	----	----	----	250 (Nota 2)	250	----
Limitaciones de corriente en A ($I_{máx}$) (Nota 1)		8,0	8,0	$150/V_{máx}$	0,030	$1000/V_{máx}$	$1000/V_{máx}$	1,0
Protección máxima contra sobrecorriente (A)		----	----	----	----	5,0	$100/V_{máx}$	1,0
Valores nominales máximos por placa de características	Voltiamperios (VA)	$5,0 \times V_{máx}$	100	100	$0,030 \times V_{máx}$	$5,0 \times V_{máx}$	100	100
	I (A)	5,0	$100/V_{máx}$	$100/V_{máx}$	0,030	5,0	$100/V_{máx}$	$100/V_{máx}$

No. de Expediente CIDET: _____

Lista de verificación - INSTALACIONES ELÉCTRICAS INSTITUCIONES

Ítem		Subtema	Aspecto	Artículo RETIE	Revisión en Oficina	Revisión en Campo	CUMPLE	NO CUMPLE	NO APLICA	Observaciones - Ubicación de evidencia
1	ASPECTOS GENERALES	Requisitos transversales	Verificar la aplicabilidad de este aspecto							
		Compatibilidad Electromagnética	Verificar la aplicabilidad de medidas de compatibilidad electromagnética (CEM) y su implementación.	Artículo 6						
		Planos	Verificar existencia de planos. Verificar que cuenten con cuadro de convenciones para aclarar la simbología utilizada.	Artículo 47 Numeral 8 (Formato Dictamen, item12)						
			Verificar la coincidencia de la instalación construida con relación a los planos definitivos.	Artículo 47 Numeral 8						
		Productos eléctricos - Particularizar en cada sistema.	Verificar la validez de los certificados de los productos instalados y la correspondencia con los exigidos en el RETIE.	Artículo 2,Tabla 1						
			Verificar coincidencia de los productos instalados con los certificados de productos adjuntos por el cliente.	Artículo 47, Numeral 1 Artículo 2,Tabla 1						
			Verificar que los productos instalados sean adecuados al uso previsto.	Artículo 47 Numeral 8 (Formato Dictamen., ítem						
		Residuos Nucleares y Desechos Tóxicos	Verificar que no se utilicen materiales que contengan residuos nucleares, desechos tóxicos y residuos peligrosos.	Artículo 44 Tabla 48						
2	LÍNEA DE ALIMENTACIÓN	Protecciones en el punto de derivación	Verificar la existencia de pararrayos y cortacircuitos fusibles en el punto de derivación	Artículo 40						
		Cruce de líneas y construcciones - Particularizar	Verificar las distancias verticales y horizontales en zonas con construcciones, en diferentes lugares y situaciones, y en vanos con cruce de líneas.	Artículo 13, Tablas 15, 16 y 17.						
		Cruce entre conductores	Verificar las distancias horizontales y verticales entre los conductores sobre apoyos fijos.	Artículo 13, Tablas 18 (a) y 18 (b).						
		Partes energizadas	Verificar las distancias mínimas de aproximación a partes energizadas de equipos.	Artículo 13, Tabla 19 y Figura 9.						
		Presencia de puesta a tierra	Verificar que la instalación cuente con un sistema de puesta a tierra.	Artículo 15						
		Métodos y materiales apropiados	Revisar las instalaciones de alambrado en conductos, cámaras de distribución de aire y otros espacios de circulación de aire, en cuanto a los métodos y materiales apropiados.	300-22						
		Agrupamiento	Verificar que todos los conductores de un circuito estén agrupados.	300-3 (a) y (b)						
		Aislamiento	Revisar los valores de aislamiento en donde conductores de diferentes sistemas comparten encerramientos comunes.	300-3 (c)						
		Longitud	Verificar la longitud adecuada de los conductores libres en las cajas.	300-14						
		Separación	Revisar los métodos de alambrado en cuanto a la separación de los bordes del armazón y la protección contra tornillos y clavos.	300-4 (a), (b), (d) y (e)						
			Verificar que las canalizaciones eléctricas y bandejas portacables se usen exclusivamente para conductores eléctricos.	300-8						
			Verificar que las bandejas portacables cumplan con lo permitido para el uso, instalación, puesta a tierra, instalación de los cables y número de conductores en las bandejas portacables.	318						
			Verificar la continuidad e integridad de las canalizaciones y encerramientos metálicos.	300-10						

No. de Expediente CIDET: _____

Lista de verificación - INSTALACIONES ELÉCTRICAS INSTITUCIONES

Ítem		Subtema	Aspecto	Artículo RETIE	Revisión en Oficina	Revisión en Campo	CUMPLE	NO CUMPLE	NO APLICA	Observaciones - Ubicación de evidencia
		Uso de canalizaciones y bandejas	Verificar que las cajas estén aisladas en puntos de unión, empalme, salida, interruptores y de alambrado.	300-15						
			Verificar la ocupación de conductores en las canalizaciones.	300-17						
			Verificar que los sistemas de canalizaciones estén completos antes de instalar los conductores.	300-18						
			Verificar que las canalizaciones verticales tengan soportes de conductores adecuados.	300-19						
			Verificar que las tuberías, canalizaciones y canaletas cumplan con el uso permitido y la instalación adecuada.	341 a 351, Artículo 17° (11) (RETIE)						
		Sujeción	Verificar que las canalizaciones, conjuntos de cables, cajas, armarios y herrajes estén asegurados firmemente en un sitio, sostenidos independientemente de los cielos rasos suspendidos y que no se usen como soportes.	300-11 y artículos aplicables del Capítulo 3						
		Continuidad	Revisar la continuidad de los conductores puestos a tierra en circuitos ramales multiconductores.	300-13						
3	SUBESTACIONES ELÉCTRICAS	Subestación principal	Verificar la aplicabilidad de este aspecto							
		Ventilación, humedad y obstrucciones	En las salas y espacios donde haya instalado equipo eléctrico, verificar que estén suficientemente ventiladas y estén secas. En las estaciones externas o ubicadas en túneles mojados, pasos subterráneos u otros lugares húmedos o de alto grado de humedad, verificar que el equipo eléctrico esté diseñado para soportar las condiciones atmosféricas imperantes.	Artículo 31						
			Revisar las instalaciones de los transformadores en cuanto a una ventilación adecuada y su separación de paredes y obstrucciones.	450-9						
			Verificar en los locales ubicados en semisótanos y sótanos, con el techo debajo de antejardines y paredes que limiten con muros de contención, hayan sido debidamente impermeabilizados para evitar humedad y oxidación.	Artículo 17, Numeral 10						
		Soporte de equipos	En las salas y espacios donde haya instalado equipo eléctrico, verificar que todo el equipo fijo esté soportado y asegurado de una manera consistente con las condiciones de servicio. Se debe prestar consideración al hecho de que algunos equipos pesados, tal como transformadores, puedan ser asegurado en el lugar; sin embargo, el equipo que genere fuerzas dinámicas durante su operación, podrá requerir medidas adicionales.	Artículo 31						
		Cerramientos	Verificar que los muros metálicos que son utilizados para encerrar las subestaciones, tengan una altura mínima de 2,50 metros y estén debidamente conectados a tierra.	Artículo 30						
			En las subestaciones de distribución secundaria verificar que se asegure que una persona no pueda acceder a las partes vivas del sistema. La persona no puede acceder al contacto de la zona energizada ni tocándola de manera directa ni introduciendo objetos que lo puedan colocar en contacto con la línea.	Artículo 38 Numeral 7						
			Verificar que las cubiertas y puertas no permitan el acceso a personal no calificado, al lugar donde se alojan los barrajes energizados; en el caso en el que sean removibles verificar que se garantice que no se puedan retirar mientras el sistema opere en condiciones normales mediante la implementación de cerraduras o enclavamientos, en el caso en que sean fijas, verificar que no se puedan retirar sin la ayuda de herramientas manejadas por personal calificado que conoce el funcionamiento de las subestaciones.	Artículo 38 Numeral 7						

No. de Expediente CIDET: _____

Lista de verificación - INSTALACIONES ELÉCTRICAS INSTITUCIONES

Ítem		Subtema	Aspecto	Artículo RETIE	Revisión en Oficina	Revisión en Campo	CUMPLE	NO CUMPLE	NO APLICA	Observaciones - Ubicación de evidencia
			En los espacios en los cuales se encuentran instalados los equipos de transformación, verificar que se tengan cercas, pantallas, tabiques o paredes, de tal modo que se forme un recinto que limite la posibilidad de acceso a personal no autorizado.	Artículo 30						
		Bóveda	Cuando un transformador requiera instalación en bóveda, verificar que haya sido construida con materiales que ofrezcan una resistencia al fuego de mínimo tres horas.	450-41 a 450-48, Artículo 17° (10) (RETIE)						
			Revisar las bóvedas de los transformadores en cuanto a su construcción, acceso, ventilación y drenaje adecuados, y a la presencia de sistemas extraños en las bóvedas							
		Barreras en transformadores pedestal.	Verificar en las subestaciones tipo pedestal, que cuando en condiciones normales de operación se prevea que la temperatura exterior del cubículo supere en 45°C la temperatura ambiente, se haya instalado una barrera de protección para evitar quemaduras y se tengan avisos que indiquen la existencia de una “superficie caliente”. Si el transformador posee una protección que garantice el corte o desenergización cuando exista una sobre temperatura, quedará eximido de dicha barrera.	Artículo 17, Numeral 10						
		Celdas -Subestaciones de media tensión tipo interior.	Verificar que las puertas y tapas de las celdas tengan un seguro para permanecer cerradas. Las piezas susceptibles de desprenderse (ej.: chapas, aislantes, etc.), deben estar firmemente aseguradas.	Artículo 38 Numeral 7						
		Material de alto punto de ignición	En las salas y espacios donde haya instalado equipo eléctrico, verificar que la construcción sea en materiales con alto punto de ignición.	Artículo 31						
		Localización de subestaciones	Verificar que el local para las subestaciones dentro de edificaciones, esté ubicado en un sitio de fácil acceso desde el exterior con el fin de facilitar tanto al personal calificado las labores de mantenimiento, revisión e inspección, como a los vehículos que transportan los equipos.	Artículo 17, Numeral 10						
			Verificar que los transformadores refrigerados en aceite no estén instalados en niveles o pisos que estén por encima de sitios de habitación, oficinas y en general lugares destinados a ocupación permanente de personas.	Artículo 17, Numeral 10						
		Acceso	Revisar que haya fácil acceso a los transformadores para su inspección y mantenimiento.	450-13, Artículo 17° (10) (RETIE)						
		Indicación -Subestaciones de media tensión tipo interior.	Verificar que haya una indicación ligada directamente a la posición de los contactos de los elementos de interrupción y seccionamiento. Pueden ser mímicos que muestren el estado real de la operación que se está ejecutando con el fin de entender la operación y garantizar el estado del sistema por alguna persona ajena a la subestación.	Artículo 38 Numeral 7						
		Combustibles adyacentes y uso de salas	Verificar en las zonas adyacentes a la subestación que no se almacenen combustibles.	Artículo 17, Numeral 10						
			En las salas y espacios donde haya instalado equipo eléctrico, verificar que las instalaciones estén libres de materiales combustibles, polvo y humo, y no sean utilizadas para reparación, fabricación o almacenamiento, excepto para partes menores esenciales en el mantenimiento del equipo instalado.	Artículo 31						
		Transformadores tipo secos	Revisar los transformadores de tipo seco instalados en interiores, en cuanto a la separación de los combustibles, o con base en las capacidades nominales, la instalación en recintos o bóvedas resistentes al fuego.	450-21						
			Revisar los transformadores tipo seco instalados en exteriores, en relación con los encerramientos a prueba de intemperie.	450-22						

Lista de verificación - INSTALACIONES ELÉCTRICAS INSTITUCIONES

Ítem		Subtema	Aspecto	Artículo RETIE	Revisión en Oficina	Revisión en Campo	CUMPLE	NO CUMPLE	NO APLICA	Observaciones - Ubicación de evidencia
		Transformadores con aislante líquido	Verificar que los transformadores con aislamiento líquido estén instalados de acuerdo con los requisitos para la ubicación y tipo de líquido aislante.	450-23 a 450-28						
		Enclavamientos - Subestaciones de media tensión tipo interior.	Verificar la existencia de los enclavamientos entre los diferentes elementos de corte y seccionamiento en una subestación.	Artículo 38 Numeral 7						
			Para el caso de equipos del tipo extraíble, verificar que los enclavamientos aseguren que las siguientes operaciones no sean posibles de realizar: - Extracción del interruptor de protección a menos que esté en posición abierto. - Operación del interruptor, a menos que éste se encuentre en servicio, desconectado, extraído o puesto a tierra. - Cerrar el interruptor, a menos que esté conectado al circuito auxiliar o diseñado para abrir automáticamente sin el uso de un circuito auxiliar.	Artículo 38 Numeral 7						
			Para el caso de equipos fijos verificar que poseen los enclavamientos necesarios para evitar maniobras erróneas.	Artículo 38 Numeral 7						
		Cruce de canalizaciones en subestaciones.	Verificar que en las subestaciones no crucen canalizaciones de agua, gas natural, aire comprimido, gases industriales o combustibles, excepto las tuberías de extinción de incendios y de refrigeración de los equipos de la subestación.	Artículo 17, Numeral 10						
		Señalización de Seguridad	Verificar la señal de riesgo eléctrico en cada entrada de una subestación, y en las estaciones con malla eslabonada se deben instalar señales de seguridad en el perímetro que sea accesible a personas.	Artículo 30						
			Verificar que las subestaciones a nivel de piso, tengan una placa en la entrada con el símbolo de “Peligro Alta Tensión” y con puerta de acceso hacia la calle, preferiblemente.	Artículo 17, Numeral 10						
		Uso de transformadores	Para edificaciones en caverna verificar que se utilicen transformadores tipo seco para los sistemas de servicios auxiliares y en general sistemas de baja tensión.	Artículo 18						
			En transformadores de aceite de más de 100 kVA o interruptores de alto volumen de aceite, verificar la existencia de un foso o sumidero en el que se tengan varias capas de gravilla.	Artículo 18						
			Verificar que los transformadores con potencia igual o mayor 100 kVA, ubicados al interior de la casa de máquinas estén instalados en celdas diseñadas con muros y puertas antiexplosión. Verificar que cada celda tenga un sistema automático de extinción de incendio y además un sistema de renovación de aire por medio de una unidad manejadora.	Artículo 18						
		Puesta a tierra del transformador	Verificar que los transformadores sumergidos en aceite tengan un dispositivo de puesta a tierra para conectar solidamente el tanque, el gabinete, el neutro y el núcleo, acorde con la Tabla 37. Para transformadores de mayor potencia, el fabricante debe proveer dicho dispositivo con las características que requiera la operación del transformador.	Artículo 17, Numeral 10						
		Protecciones	Verificar que se cuenta con protección contra sobrecorriente para los transformadores de más de 600 V, y que está dimensionada apropiadamente.	450-3 (a)						
			Verificar que se cuenta con protección contra sobrecorriente para los transformadores de 600 V o menos, y que está dimensionada apropiadamente.	450-3 (b)						
			Verificar que se brinda protección contra sobrecorriente para los conductores del primario del transformador.	240-3, 240-21, 240-100						
			Verificar que se suministra protección contra sobrecorriente para los conductores del secundario del transformador.	240-3, 240-21 (j), 240-100						

Lista de verificación - INSTALACIONES ELÉCTRICAS INSTITUCIONES

Ítem		Subtema	Aspecto	Artículo RETIE	Revisión en Oficina	Revisión en Campo	CUMPLE	NO CUMPLE	NO APLICA	Observaciones - Ubicación de evidencia
			Verificar que el tiempo máximo de despeje de falla de la protección principal en el sistema eléctrico de los distribuidores, grandes consumidores y transportador, desde el inicio de la falla hasta la extinción del arco en el interruptor de potencia, no sea mayor que 150 milisegundos.	Artículo 30						
		Distancias de Seguridad	Verificar que las distancias de seguridad aplicadas en subestaciones cumplan los lineamientos expresados en las Figuras 20, 20 A, y Tabla 41 del RETIE.	Artículo 32						
			Verificar que los cercos o paredes que son instalados como barreras para el personal no autorizado, estén colocados de tal manera que las partes expuestas energizadas queden por fuera de la zona de distancia de seguridad, tal como se ilustra en la Figura 21 y en la tabla 41 A del RETIE.	Artículo 32						
		Tableros de distribución, cajas de corte y tableros de medidores enchufables	Verificar la aplicabilidad de este aspecto							
		Puesta a tierra	Verificar que los tableros estén conectados a tierra mediante un barraje terminal para el cable del alimentador. Dicho barraje deberá tener suficientes terminales de salida para los circuitos derivados.	Artículo 17, Numeral 9						
			Verificar que todas las partes externas del panel estén puestas sólidamente a tierra mediante conductores de protección y sus terminales identificados con el símbolo de puesta a tierra.	Artículo 17, Numeral 9						
		Identificación	Verificar que los tableros de distribución tengan adherida de manera clara, permanente y visible, por lo menos la siguiente información: Tensión (es) nominal (es) de operación, Corriente nominal de operación, Número de fases, Número de hilos (incluyendo tierras y neutros), Razón social o marca registrada del fabricante, el símbolo de riesgo eléctrico, Cuadro para identificar los circuitos.	Artículo 17, Numeral 9						
			Verificar que todo tablero de distribución indique la posición que deben tener las palancas de accionamiento de los interruptores, al cerrar o abrir el circuito.	Artículo 17, Numeral 9						
		Uso en lugares húmedos	Verificar que los gabinetes o cajas de corte sean adecuados y estén adecuadamente instalados en cualquier lugar húmedo o mojado.	373-2						
		Posición en las paredes	Verificar que los gabinetes en las paredes estén a nivel con la superficie terminada, o si las superficies no son combustibles, a no mas de 6 mm de la superficie terminada.	373-3						
		Aberturas no utilizadas	Revisar que las aberturas no usadas estén tapadas.	373-4						
		Conductores	Verificar que los cables estén asegurados a los gabinetes y cajas de corte, o que se cumplan las condiciones para los cables con forro no metálico.	373-5 (c)						
			Verificar el espacio para alambrado y doblado en los gabinetes y cajas de corte.	373-6						
		Espacios de trabajo	Revisar que en los gabinetes y cajas de corte haya espacio adecuado para los conductores y para los empalmes y derivaciones, cuando los haya.	373-7 y 373-8						
		DPS	Verificar la aplicabilidad de este aspecto							
		Localización	Verificar que los hayan sido instalados en toda subestación y toda transición de línea aérea a cable aislado de media, alta o extra alta tensión. En los demás equipos de media, alta o extra alta tensión o en redes de baja tensión o uso final, la necesidad de DPS dependerá de una evaluación técnica objetiva del nivel de riesgo por sobretensiones transitorias a que pueda ser sometido dicho equipo o instalación.	Artículo 17, Numeral 6, Figura 18						

No. de Expediente CIDET: _____

Lista de verificación - INSTALACIONES ELÉCTRICAS INSTITUCIONES

Ítem		Subtema	Aspecto	Artículo RETIE	Revisión en Oficina	Revisión en Campo	CUMPLE	NO CUMPLE	NO APLICA	Observaciones - Ubicación de evidencia
		Calibre de conductores	Verificar que en baja tensión los conductores de conexión a la red y a tierra no sean de calibre inferior a 14 AWG en cobre. En media, alta y extra alta tensión los conductores de conexión a la red y a tierra no deben ser de calibre inferior a 6 AWG.	Artículo 17, Numeral 6, Figura 18						
		Instalación	Verificar que los DPS estén instalados en modo común, es decir, entre conductores activos y tierra.	Artículo 17, Numeral 6, Figura 18						
		Puesta a tierra	Verificar la aplicabilidad de este aspecto							
		Conexiones	Verificar la puesta tierra de los encerramientos de los paneles de distribución y las conexiones de los conductores de puesta a tierra de equipos a los paneles de distribución.	384-20						
			Verificar los tipos apropiados de conductores de puesta a tierra de equipos.	250-91						
			Verificar la conexión equipotencial de equipos que operan a más de 250 V a tierra.	250-76						
			Verificar las conexiones a tierra de las puertas, ventanas y demás elementos metálicos dentro del cuarto de la subestación.	Art. 15						
		Memoria de cálculo	Verificar que no se superen las tensiones máximas de contacto o de toque.	Artículo 15, Tabla 21.						
			Los elementos metálicos que no forman parte de las instalaciones eléctricas, no podrán ser incluidos como parte de los conductores de puesta a tierra.	Artículo 15, Tabla 21.						
			Los elementos metálicos principales que actúan como refuerzo estructural de una edificación deben tener una conexión eléctrica permanente con el sistema de puesta a tierra general.	Artículo 15, Tabla 21.						
			Las conexiones que van bajo el nivel del suelo en puestas a tierra, deben ser realizadas mediante soldadura exotérmica o conector certificado para tal uso.	Artículo 15, Tabla 21.						
			Verificar la resistencia a tierra de la red de tierra.	Artículo 15, num. 4.						
			Verificar que el conductor de puesta a tierra de equipos para media tensión, alta tensión y extra alta tensión, haya sido seleccionado de igual manera que se selecciona el conductor del electrodo de puesta a tierra.	Artículo 15						
		Continuidad	Verificar la continuidad e integridad del sistema de puesta a tierra.	Artículo 38 Numeral 7						
			Verificar que todas las puestas a tierra de un edificio estén interconectadas eléctricamente.	Artículo 15 Figura 10						
			Verificar que el encerramiento de cada unidad funcional (compartimiento) de una subestación de media tensión tipo interior, esté conectado al conductor de tierra de protección. Todas las partes metálicas puestas a tierra y que no pertenezcan a los circuitos principales o auxiliares, también deberán estar conectadas al conductor de tierra directamente o a través de la estructura metálica.	Artículo 38 Numeral 7						
			Verificar la continuidad de los conductores del sistema de puesta a tierra, y cuando se empalmen, se deben emplear técnicas comúnmente aceptadas o elementos certificados para tal uso.	Artículo 15						
			Verificar que se disponga de conexión a tierra en baja tensión, mediante conexión sólida o impedancia limitadora. Queda expresamente prohibido el régimen en el cual las funciones de neutro y de protección las cumple el mismo conductor.	250-27, Artículo 40° (RETIE)						

No. de Expediente CIDET: _____

Lista de verificación - INSTALACIONES ELÉCTRICAS INSTITUCIONES

Ítem		Subtema	Aspecto	Artículo RETIE	Revisión en Oficina	Revisión en Campo	CUMPLE	NO CUMPLE	NO APLICA	Observaciones - Ubicación de evidencia
			Verificar que los sistemas de tubería metálica interior estén conectados equipotencialmente, que los puentes de conexión equipotencial estén dimensionados en forma apropiada y que se garantice la continuidad alrededor de los dispositivos removibles.	250-70 (a) y (b), 250-72, 250-75, 250-77						
			Verificar que la tubería metálica interior para transporte de agua está conectada equipotencialmente.	250-80 (a)						
			Verificar que los armazones estructurales expuestos de la edificación estén conectados equipotencialmente.	250-80 (c), Artículo 15° (2) (RETIE)						
			Verificar que las canalizaciones y encerramientos de la acometida estén conectados equipotencialmente en forma correcta.	250-56, 250-70 (a) y (b), 250-72, 250-75, 250-77, 250-114						
		Electrodos	Determinar cuales electrodos de puesta a tierra se encuentran disponibles y verificar que estén conectados equipotencialmente para conformar un sistema de electrodos de puesta a tierra.	250-81						
			Verificar que los electrodos fabricados tengan el tamaño, tipo e instalación adecuados.	250-81, Artículo 15° (2) (RETIE)						
			Verificar que cada electrodo de puesta a tierra haya quedado enterrado en su totalidad.	Artículo 15						
			Verificar que no se use aluminio en los electrodos de las puestas a tierra.	Artículo 15						
			Verificar que no existan empalmes en los conductores del electrodo de puesta a tierra, a no ser que sea mediante soldadura exotérmica o conectores de compresión certificados, que estén protegidos y que cualquier encerramiento metálico esté conectado equipotencialmente y sea eléctricamente continuo. Estos requisitos no aplican a electrodos enterrados en las bases de estructuras de líneas de transmisión ni a electrodos instalados horizontalmente	250-75, 250-92 (c) Artículo 15 (RETIE)						
			Verificar que los conductores de los electrodos de puesta a tierra estén protegidos y asegurados.	250-92 (a)						
			Verificar la accesibilidad a las conexiones de los conductores de los electrodos de puesta a tierra, incluidas las conexiones enterradas.	250-26 (c), 250-112, Artículo 15° (2) (RETIE)						
		Puente de conexión equipotencial	Verificar que el conductor neutro y el conductor de puesta a tierra de un circuito estén aislados entre sí. Sólo deben unirse con un puente equipotencial en el origen de la instalación y antes de los dispositivos de corte, dicho puente equipotencial principal debe ubicarse lo más cerca posible de la acometida o del transformador.	Artículo 40						
			Revisar el tamaño de los puentes de conexión equipotencial del equipo de acometida.	250-79 (d) y (e)						
			Revisar el tamaño y longitud apropiados de los puentes de conexión equipotencial alrededor de los contadores de agua y similares.	250-104 (b)						
			Revisar el tamaño, tipo e instalación del puente de conexión equipotencial principal.	250-53 (b), 250-79						
			Verificar que el puente de conexión equipotencial principal en el tablero de acometida, esté instalado y que sea del calibre y tipo adecuados.	250-53 (b), 250-79						
			Revisar la instalación de los puentes de conexión equipotencial de equipos, especialmente en donde se usan conexiones flexibles o cordones.	250-45, 250-59, 250-79						
		Color del conductor	Verificar que los conductores de los cableados de puesta a tierra que por disposición de la instalación se requieran aislar, sean de color verde, verde con rayas amarillas o identificado con marcas verdes en los puntos de inspección y extremos.	Artículo 15						

No. de Expediente CIDET: _____

Lista de verificación - INSTALACIONES ELÉCTRICAS INSTITUCIONES

Ítem		Subtema	Aspecto	Artículo RETIE	Revisión en Oficina	Revisión en Campo	CUMPLE	NO CUMPLE	NO APLICA	Observaciones - Ubicación de evidencia
		Subestaciones de distribución	Verificar la aplicabilidad de este aspecto							
		Ventilación, humedad y obstrucciones	En las salas y espacios donde haya instalado equipo eléctrico, verificar que estén suficientemente ventiladas y estén secas. En las estaciones externas o ubicadas en túneles mojados, pasos subterráneos u otros lugares húmedos o de alto grado de humedad, verificar que el equipo eléctrico esté diseñado para soportar las condiciones atmosféricas imperantes.	Artículo 31						
			Revisar las instalaciones de los transformadores en cuanto a una ventilación adecuada y su separación de paredes y obstrucciones.	450-9						
			Verificar en los locales ubicados en semisótanos y sótanos, con el techo debajo de antejardines y paredes que limiten con muros de contención, hayan sido debidamente impermeabilizados para evitar humedad y oxidación.	Artículo 17, Numeral 10						
		Soporte de equipos	En las salas y espacios donde haya instalado equipo eléctrico, verificar que todo el equipo fijo esté soportado y asegurado de una manera consistente con las condiciones de servicio. Se debe prestar consideración al hecho de que algunos equipos pesados, tal como transformadores, puedan ser asegurado en el lugar; sin embargo, el equipo que genere fuerzas dinámicas durante su operación, podrá requerir medidas adicionales.	Artículo 31						
		Cerramientos	Verificar que los muros metálicos que son utilizados para encerrar las subestaciones, tengan una altura mínima de 2,50 metros y estén debidamente conectados a tierra.	Artículo 30						
			En las subestaciones de distribución secundaria verificar que se asegure que una persona no pueda acceder a las partes vivas del sistema. La persona no puede acceder al contacto de la zona energizada ni tocándola de manera directa ni introduciendo objetos que lo puedan colocar en contacto con la línea.	Artículo 38 Numeral 7						
			Verificar que las cubiertas y puertas no permitan el acceso a personal no calificado, al lugar donde se alojan los barrajes energizados; en el caso en el que sean removibles verificar que se garantice que no se puedan retirar mientras el sistema opere en condiciones normales mediante la implementación de cerraduras o enclavamientos, en el caso en que sean fijas, verificar que no se puedan retirar sin la ayuda de herramientas manejadas por personal calificado que conoce el funcionamiento de las subestaciones.	Artículo 38 Numeral 7						
			En los espacios en los cuales se encuentran instalados los equipos de transformación, verificar que se tengan cercas, pantallas, tabiques o paredes, de tal modo que se forme un recinto que limite la posibilidad de acceso a personal no autorizado.	Artículo 30						
		Bóveda	Cuando un transformador requiera instalación en bóveda, verificar que haya sido construida con materiales que ofrezcan una resistencia al fuego de mínimo tres horas.	450-41 a 450-48, Artículo 17° (10) (RETIE)						
			Revisar las bóvedas de los transformadores en cuanto a su construcción, acceso, ventilación y drenaje adecuados, y a la presencia de sistemas extraños en las bóvedas							

Lista de verificación - INSTALACIONES ELÉCTRICAS INSTITUCIONES

Ítem		Subtema	Aspecto	Artículo RETIE	Revisión en Oficina	Revisión en Campo	CUMPLE	NO CUMPLE	NO APLICA	Observaciones - Ubicación de evidencia
		Barreras en transformadores pedestal.	Verificar en las subestaciones tipo pedestal, que cuando en condiciones normales de operación se prevea que la temperatura exterior del cubículo supere en 45°C la temperatura ambiente, se haya instalado una barrera de protección para evitar quemaduras y se tengan avisos que indiquen la existencia de una "superficie caliente". Si el transformador posee una protección que garantice el corte o desenergización cuando exista una sobre temperatura, quedará eximido de dicha barrera.	Artículo 17, Numeral 10						
		Celdas -Subestaciones de media tensión tipo interior.	Verificar que las puertas y tapas de las celdas tengan un seguro para permanecer cerradas. Las piezas susceptibles de desprenderse (ej.: chapas, aislantes, etc.), deben estar firmemente aseguradas.	Artículo 38 Numeral 7						
		Material de alto punto de ignición	En las salas y espacios donde haya instalado equipo eléctrico, verificar que la construcción sea en materiales con alto punto de ignición.	Artículo 31						
		Localización de subestaciones	Verificar que el local para las subestaciones dentro de edificaciones, esté ubicado en un sitio de fácil acceso desde el exterior con el fin de facilitar tanto al personal calificado las labores de mantenimiento, revisión e inspección, como a los vehículos que transportan los equipos.	Artículo 17, Numeral 10						
			Verificar que los transformadores refrigerados en aceite no estén instalados en niveles o pisos que estén por encima de sitios de habitación, oficinas y en general lugares destinados a ocupación permanente de personas.	Artículo 17, Numeral 10						
		Acceso	Revisar que haya fácil acceso a los transformadores para su inspección y mantenimiento.	450-13, Artículo 17° (10) (RETIE)						
		Indicación -Subestaciones de media tensión tipo interior.	Verificar que haya una indicación ligada directamente a la posición de los contactos de los elementos de interrupción y seccionamiento. Pueden ser mímicos que muestren el estado real de la operación que se está ejecutando con el fin de entender la operación y garantizar el estado del sistema por alguna persona ajena a la subestación.	Artículo 38 Numeral 7						
		Combustibles adyacentes y uso de salas	Verificar en las zonas adyacentes a la subestación que no se almacenen combustibles.	Artículo 17, Numeral 10						
			En las salas y espacios donde haya instalado equipo eléctrico, verificar que las instalaciones estén libres de materiales combustibles, polvo y humo, y no sean utilizadas para reparación, fabricación o almacenamiento, excepto para partes menores esenciales en el mantenimiento del equipo instalado.	Artículo 31						
		Transformadores tipo secos	Revisar los transformadores de tipo seco instalados en interiores, en cuanto a la separación de los combustibles, o con base en las capacidades nominales, la instalación en recintos o bóvedas resistentes al fuego.	450-21						
			Revisar los transformadores tipo seco instalados en exteriores, en relación con los encerramientos a prueba de intemperie.	450-22						
		Transformadores con aislante líquido	Verificar que los transformadores con aislamiento líquido estén instalados de acuerdo con los requisitos para la ubicación y tipo de líquido aislante.	450-23 a 450-28						
			Verificar la existencia de los enclavamientos entre los diferentes elementos de corte y seccionamiento en una subestación.	Artículo 38 Numeral 7						

Lista de verificación - INSTALACIONES ELÉCTRICAS INSTITUCIONES

Ítem		Subtema	Aspecto	Artículo RETIE	Revisión en Oficina	Revisión en Campo	CUMPLE	NO CUMPLE	NO APLICA	Observaciones - Ubicación de evidencia
		Enclavamientos - Subestaciones de media tensión tipo interior.	Para el caso de equipos del tipo extraíble, verificar que los enclavamientos aseguren que las siguientes operaciones no sean posibles de realizar: - Extracción del interruptor de protección a menos que esté en posición abierto. - Operación del interruptor, a menos que éste se encuentre en servicio, desconectado, extraído o puesto a tierra. - Cerrar el interruptor, a menos que esté conectado al circuito auxiliar o diseñado para abrir automáticamente sin el uso de un circuito auxiliar.	Artículo 38 Numeral 7						
			Para el caso de equipos fijos verificar que poseen los enclavamientos necesarios para evitar maniobras erróneas.	Artículo 38 Numeral 7						
		Cruce de canalizaciones en subestaciones.	Verificar que en las subestaciones no crucen canalizaciones de agua, gas natural, aire comprimido, gases industriales o combustibles, excepto las tuberías de extinción de incendios y de refrigeración de los equipos de la subestación.	Artículo 17, Numeral 10						
		Señalización de Seguridad	Verificar la señal de riesgo eléctrico en cada entrada de una subestación, y en las estaciones con malla eslabonada se deben instalar señales de seguridad en el perímetro que sea accesible a personas.	Artículo 30						
			Verificar que las subestaciones a nivel de piso, tengan una placa en la entrada con el símbolo de “Peligro Alta Tensión” y con puerta de acceso hacia la calle, preferiblemente.	Artículo 17, Numeral 10						
		Uso de transformadores	Para edificaciones en caverna verificar que se utilicen transformadores tipo seco para los sistemas de servicios auxiliares y en general sistemas de baja tensión.	Artículo 18						
			En transformadores de aceite de más de 100 kVA o interruptores de alto volumen de aceite, verificar la existencia de un foso o sumidero en el que se tengan varias capas de gravilla.	Artículo 18						
			Verificar que los transformadores con potencia igual o mayor 100 kVA, ubicados al interior de la casa de máquinas estén instalados en celdas diseñadas con muros y puertas antiexplosión. Verificar que cada celda tenga un sistema automático de extinción de incendio y además un sistema de renovación de aire por medio de una unidad manejadora.	Artículo 18						
		Puesta a tierra del transformador	Verificar que los transformadores sumergidos en aceite tengan un dispositivo de puesta a tierra para conectar solidamente el tanque, el gabinete, el neutro y el núcleo, acorde con la Tabla 37. Para transformadores de mayor potencia, el fabricante debe proveer dicho dispositivo con las características que requiera la operación del transformador.	Artículo 17, Numeral 10						
		Protecciones	Verificar que se cuenta con protección contra sobrecorriente para los transformadores de más de 600 V, y que está dimensionada apropiadamente.	450-3 (a)						
			Verificar que se cuenta con protección contra sobrecorriente para los transformadores de 600 V o menos, y que está dimensionada apropiadamente.	450-3 (b)						
			Verificar que se brinda protección contra sobrecorriente para los conductores del primario del transformador.	240-3, 240-21, 240-100						
			Verificar que se suministra protección contra sobrecorriente para los conductores del secundario del transformador.	240-3, 240-21 (j), 240-100						
			Verificar que el tiempo máximo de despeje de falla de la protección principal en el sistema eléctrico de los distribuidores, grandes consumidores y transportador, desde el inicio de la falla hasta la extinción del arco en el interruptor de potencia, no sea mayor que 150 milisegundos.	Artículo 30						

No. de Expediente CIDET: _____

Lista de verificación - INSTALACIONES ELÉCTRICAS INSTITUCIONES

Ítem		Subtema	Aspecto	Artículo RETIE	Revisión en Oficina	Revisión en Campo	CUMPLE	NO CUMPLE	NO APLICA	Observaciones - Ubicación de evidencia
		Distancias de Seguridad	Verificar que las distancias de seguridad aplicadas en subestaciones cumplan los lineamientos expresados en las Figuras 20, 20 A, y Tabla 41 del RETIE.	Artículo 32						
			Verificar que los cercos o paredes que son instalados como barreras para el personal no autorizado, estén colocados de tal manera que las partes expuestas energizadas queden por fuera de la zona de distancia de seguridad, tal como se ilustra en la Figura 21 y en la tabla 41 A del RETIE.	Artículo 32						
		Tableros de distribución, cajas de corte y tableros de medidores enchufables	Verificar la aplicabilidad de este aspecto							
		Puesta a tierra	Verificar que los tableros estén conectados a tierra mediante un barraje terminal para el cable del alimentador. Dicho barraje deberá tener suficientes terminales de salida para los circuitos derivados.	Artículo 17, Numeral 9						
			Verificar que todas las partes externas del panel estén puestas sólidamente a tierra mediante conductores de protección y sus terminales identificados con el símbolo de puesta a tierra.	Artículo 17, Numeral 9						
		Identificación	Verificar que los tableros de distribución tengan adherida de manera clara, permanente y visible, por lo menos la siguiente información: Tensión (es) nominal (es) de operación, Corriente nominal de operación, Número de fases, Número de hilos (incluyendo tierras y neutros), Razón social o marca registrada del fabricante, el símbolo de riesgo eléctrico, Cuadro para identificar los circuitos.	Artículo 17, Numeral 9						
			Verificar que todo tablero de distribución indique la posición que deben tener las palancas de accionamiento de los interruptores, al cerrar o abrir el circuito.	Artículo 17, Numeral 9						
		Uso en lugares húmedos	Verificar que los gabinetes o cajas de corte sean adecuados y estén adecuadamente instalados en cualquier lugar húmedo o mojado.	373-2						
		Posición en las paredes	Verificar que los gabinetes en las paredes estén a nivel con la superficie terminada, o si las superficies no son combustibles, a no mas de 6 mm de la superficie terminada.	373-3						
		Aberturas no utilizadas	Revisar que las aberturas no usadas estén tapadas.	373-4						
		Conductores	Verificar que los cables estén asegurados a los gabinetes y cajas de corte, o que se cumplan las condiciones para los cables con forro no metálico.	373-5 (c)						
			Verificar el espacio para alambrado y doblado en los gabinetes y cajas de corte.	373-6						
		Espacios de trabajo	Revisar que en los gabinetes y cajas de corte haya espacio adecuado para los conductores y para los empalmes y derivaciones, cuando los haya.	373-7 y 373-8						
		DPS	Verificar la aplicabilidad de este aspecto							
		Localización	Verificar que los hayan sido instalados en toda subestación y toda transición de línea aérea a cable aislado de media, alta o extra alta tensión. En los demás equipos de media, alta o extra alta tensión o en redes de baja tensión o uso final, la necesidad de DPS dependerá de una evaluación técnica objetiva del nivel de riesgo por sobretensiones transitorias a que pueda ser sometido dicho equipo o instalación.	Artículo 17, Numeral 6, Figura 18						
		Calibre de conductores	Verificar que en baja tensión los conductores de conexión a la red y a tierra no sean de calibre inferior a 14 AWG en cobre. En media, alta y extra alta tensión los conductores de conexión a la red y a tierra no deben ser de calibre inferior a 6 AWG.	Artículo 17, Numeral 6, Figura 18						

No. de Expediente CIDET: _____

Lista de verificación - INSTALACIONES ELÉCTRICAS INSTITUCIONES

Ítem		Subtema	Aspecto	Artículo RETIE	Revisión en Oficina	Revisión en Campo	CUMPLE	NO CUMPLE	NO APLICA	Observaciones - Ubicación de evidencia
		Instalación	Verificar que los DPS estén instalados en modo común, es decir, entre conductores activos y tierra.	Artículo 17, Numeral 6, Figura 18						
		Puesta a tierra	Verificar la aplicabilidad de este aspecto							
		Conexiones	Verificar la puesta tierra de los encerramientos de los paneles de distribución y las conexiones de los conductores de puesta a tierra de equipos a los paneles de distribución.	384-20						
			Verificar los tipos apropiados de conductores de puesta a tierra de equipos.	250-91						
			Verificar la conexión equipotencial de equipos que operan a más de 250 V a tierra.	250-76						
			Verificar las conexiones a tierra de las puertas, ventanas y demás elementos metálicos dentro del cuarto de la subestación.	Art. 15						
		Memoria de cálculo	Verificar que no se superen las tensiones máximas de contacto o de toque.	Artículo 15, Tabla 21.						
			Los elementos metálicos que no forman parte de las instalaciones eléctricas, no podrán ser incluidos como parte de los conductores de puesta a tierra.	Artículo 15, Tabla 21.						
			Los elementos metálicos principales que actúan como refuerzo estructural de una edificación deben tener una conexión eléctrica permanente con el sistema de puesta a tierra general.	Artículo 15, Tabla 21.						
			Las conexiones que van bajo el nivel del suelo en puestas a tierra, deben ser realizadas mediante soldadura exotérmica o conector certificado para tal uso.	Artículo 15, Tabla 21.						
			Verificar la resistencia a tierra de la red de tierra.	Artículo 15, num. 4.						
			Verificar que el conductor de puesta a tierra de equipos para media tensión, alta tensión y extra alta tensión, haya sido seleccionado de igual manera que se selecciona el conductor del electrodo de puesta a tierra.	Artículo 15						
		Continuidad	Verificar la continuidad e integridad del sistema de puesta a tierra.	Artículo 38 Numeral 7						
			Verificar que todas las puestas a tierra de un edificio estén interconectadas eléctricamente.	Artículo 15 Figura 10						
			Verificar que el encerramiento de cada unidad funcional (compartimiento) de una subestación de media tensión tipo interior, esté conectado al conductor de tierra de protección. Todas las partes metálicas puestas a tierra y que no pertenezcan a los circuitos principales o auxiliares, también deberán estar conectadas al conductor de tierra directamente o a través de la estructura metálica.	Artículo 38 Numeral 7						
			Verificar la continuidad de los conductores del sistema de puesta a tierra, y cuando se empalmen, se deben emplear técnicas comúnmente aceptadas o elementos certificados para tal uso.	Artículo 15						
			Verificar que se disponga de conexión a tierra en baja tensión, mediante conexión sólida o impedancia limitadora. Queda expresamente prohibido el régimen en el cual las funciones de neutro y de protección las cumple el mismo conductor.	250-27, Artículo 40° (RETIE)						
			Verificar que los sistemas de tubería metálica interior estén conectados equipotencialmente, que los puentes de conexión equipotencial estén dimensionados en forma apropiada y que se garantice la continuidad alrededor de los dispositivos removibles.	250-70 (a) y (b), 250-72, 250-75, 250-77						
			Verificar que la tubería metálica interior para transporte de agua está conectada equipotencialmente.	250-80 (a)						

Lista de verificación - INSTALACIONES ELÉCTRICAS INSTITUCIONES

Ítem		Subtema	Aspecto	Artículo RETIE	Revisión en Oficina	Revisión en Campo	CUMPLE	NO CUMPLE	NO APLICA	Observaciones - Ubicación de evidencia
			Verificar que los armazones estructurales expuestos de la edificación estén conectados equipotencialmente.	250-80 (c), Artículo 15° (2) (RETIE)						
			Verificar que las canalizaciones y encerramientos de la acometida estén conectados equipotencialmente en forma correcta.	250-56, 250-70 (a) y (b), 250-72, 250-75, 250-77, 250-114						
		Electrodos	Determinar cuales electrodos de puesta a tierra se encuentran disponibles y verificar que estén conectados equipotencialmente para conformar un sistema de electrodos de puesta a tierra.	250-81						
			Verificar que los electrodos fabricados tengan el tamaño, tipo e instalación adecuados.	250-81, Artículo 15° (2) (RETIE)						
			Verificar que cada electrodo de puesta a tierra haya quedado enterrado en su totalidad.	Artículo 15						
			Verificar que no se use aluminio en los electrodos de las puestas a tierra.	Artículo 15						
			Verificar que no existan empalmes en los conductores del electrodo de puesta a tierra, a no ser que sea mediante soldadura exotérmica o conectores de compresión certificados, que estén protegidos y que cualquier encerramiento metálico esté conectado equipotencialmente y sea eléctricamente continuo. Estos requisitos no aplican a electrodos enterrados en las bases de estructuras de líneas de transmisión ni a electrodos instalados horizontalmente	250-75, 250-92 (c) Artículo 15 (RETIE)						
			Verificar que los conductores de los electrodos de puesta a tierra estén protegidos y asegurados.	250-92 (a)						
			Verificar la accesibilidad a las conexiones de los conductores de los electrodos de puesta a tierra, incluidas las conexiones enterradas.	250-26 (c), 250-112, Artículo 15° (2) (RETIE)						
		Puente de conexión equipotencial	Verificar que el conductor neutro y el conductor de puesta a tierra de un circuito estén aislados entre sí. Sólo deben unirse con un puente equipotencial en el origen de la instalación y antes de los dispositivos de corte, dicho puente equipotencial principal debe ubicarse lo más cerca posible de la acometida o del transformador.	Artículo 40						
			Revisar el tamaño de los puentes de conexión equipotencial del equipo de acometida.	250-79 (d) y (e)						
			Revisar el tamaño y longitud apropiados de los puentes de conexión equipotencial alrededor de los contadores de agua y similares.	250-104 (b)						
			Revisar el tamaño, tipo e instalación del puente de conexión equipotencial principal.	250-53 (b), 250-79						
			Verificar que el puente de conexión equipotencial principal en el tablero de acometida, esté instalado y que sea del calibre y tipo adecuados.	250-53 (b), 250-79						
			Revisar la instalación de los puentes de conexión equipotencial de equipos, especialmente en donde se usan conexiones flexibles o cordones.	250-45, 250-59, 250-79						
		Color del conductor	Verificar que los conductores de los cableados de puesta a tierra que por disposición de la instalación se requieran aislar, sean de color verde, verde con rayas amarillas o identificado con marcas verdes en los puntos de inspección y extremos.	Artículo 15						
4	CABLEADO ENTRE SUBESTACIONES	Métodos y materiales apropiados	Revisar las instalaciones de alambrado en conductos, cámaras de distribución de aire y otros espacios de circulación de aire, en cuanto a los métodos y materiales apropiados.	300-22						
		Agrupamiento	Verificar que todos los conductores de un circuito estén agrupados.	300-3 (a) y (b)						
		Aislamiento	Revisar los valores de aislamiento en donde conductores de diferentes sistemas comparten encerramientos comunes.	300-3 (c)						

No. de Expediente CIDET: _____

Lista de verificación - INSTALACIONES ELÉCTRICAS INSTITUCIONES

Ítem		Subtema	Aspecto	Artículo RETIE	Revisión en Oficina	Revisión en Campo	CUMPLE	NO CUMPLE	NO APLICA	Observaciones - Ubicación de evidencia
		Longitud	Verificar la longitud adecuada de los conductores libres en las cajas.	300-14						
		Separación	Revisar los métodos de alambrado en cuanto a la separación de los bordes del armazón y la protección contra tornillos y clavos.	300-4 (a), (b), (d) y (e)						
		Accesibilidad	Verificar que el acceso a equipos detrás de paneles removibles no se vea impedido por cables, canalizaciones y equipos.	300-23						
		Penetraciones eléctricas	Verificar que las capacidades nominales de resistencia al fuego hayan sido restauradas en las penetraciones eléctricas.	300-21						
		Pasacables	Revisar que haya pasacables de aislamiento o anillos protectores donde se instala cable no metálico a través de postes de metal, o en donde conductores No. 4 o más grandes entran en encerramientos.	300-4 (b) (1) y (f)						
		Uso de canalizaciones y bandejas	Verificar que las canalizaciones eléctricas y bandejas portacables se usen exclusivamente para conductores eléctricos.	300-8						
			Verificar que las bandejas portacables cumplan con lo permitido para el uso, instalación, puesta a tierra, instalación de los cables y número de conductores en las bandejas portacables.	318						
			Verificar la continuidad e integridad de las canalizaciones y encerramientos metálicos.	300-10						
			Verificar que las cajas estén aisladas en puntos de unión, empalme, salida, interruptores y de alambrado.	300-15						
			Verificar la ocupación de conductores en las canalizaciones.	300-17						
			Verificar que los sistemas de canalizaciones estén completos antes de instalar los conductores.	300-18						
			Verificar que las canalizaciones verticales tengan soportes de conductores adecuados.	300-19						
			Verificar que las tuberías, canalizaciones y canaletas cumplan con el uso permitido y la instalación adecuada.	341 a 351, Artículo 17° (11) (RETIE)						
		Sujeción	Verificar que las canalizaciones, conjuntos de cables, cajas, armarios y herrajes estén asegurados firmemente en un sitio, sostenidos independientemente de los cielos rasos suspendidos y que no se usen como soportes.	300-11 y artículos aplicables del Capítulo 3						
		Continuidad	Revisar la continuidad de los conductores puestos a tierra en circuitos ramales multiconductores.	300-13						
		Acometidas	Verificar la aplicabilidad de este aspecto							
		Número de acometidas	Verificar que cada edificación o estructura tenga solamente una acometida, o si hay más de una, que las acometidas adicionales estén justificadas.	230-2						
			Verificar que cada acometida aérea o subterránea alimente solamente un grupo de conductores de entrada de la acometida, o si hay más de uno, que los grupos adicionales estén justificados.	230-40						
		Memoria de cálculo	Revisar el cálculo de la carga de la acometida y determinar el calibre mínimo de los conductores de la acometida.	220, 230-42						
			Revisar la capacidad nominal y calibre adecuados de los conductores de la acometida.	230-23, 230-31, 230-42						
		Métodos de alambrado	Verificar que los métodos de alambrado para los conductores de entrada de la acometida sean adecuados.	230-43, 230-202						
		Medios de desconexión	Verificar que los medios de desconexión de la acometida y los dispositivos de protección contra sobrecorriente estén localizados en el exterior o interior, lo más cerca posible del punto de entrada de los conductores de la acometida.	230-70, 230-91						
			Verificar que los medios de desconexión de la acometida estén agrupados, con un máximo de seis dispositivos en un solo lugar.	230-71, 230-72 384-16 (a)						

No. de Expediente CIDET: _____

Lista de verificación - INSTALACIONES ELÉCTRICAS INSTITUCIONES

Ítem		Subtema	Aspecto	Artículo RETIE	Revisión en Oficina	Revisión en Campo	CUMPLE	NO CUMPLE	NO APLICA	Observaciones - Ubicación de evidencia
			Verificar que se ha suministrado protección contra sobrecorriente de la acometida, que esté dimensionada apropiadamente y que sea parte del medio de desconexión o adyacente a él.	230-90, 230-91						
			Revisar las capacidades nominales del medio de desconexión de la acometida.	230-79, 230-80						
		Accesibilidad	Verificar que haya accesibilidad, distancias de trabajo y espacios dedicados adecuados alrededor del equipo de la acometida.	110-32, 230-91, 240-24						
		Distancias de seguridad	Revisar las distancias de seguridad desde las aberturas de edificaciones, el suelo, carreteras, techos y piscinas.	230-24						
			Verificar las distancias de seguridad apropiadas de los conductores de la acometida, desde las aberturas de la edificación.	230-9						
		Métodos de alambrado	Verificar que los métodos de alambrado de la entrada de la acometida sean adecuados y que tengan soporte y protección contra daños.	230-43, 230-50, 230-51						
		Drenajes	Verificar que las canalizaciones de las acometidas estén dispuestas para su drenaje y que los capacetes de acometida sean herméticos a la lluvia y estén ubicados apropiadamente.	230-53, 230-54						
		Profundidad de enterramiento	Revisar la protección y profundidad adecuadas del enterramiento de los conductores subterráneos.	230-32, 230-49						
		Identificación	Verificar que el equipo de acometida esté identificado como adecuado para el uso.	230-66						
		Protecciones	Revisar si hay equipo conectado al lado de alimentación del medio de desconexión de la acometida y la protección contra sobrecorriente.	230-82, 230-94						
			Verificar que se suministra protección contra falla a tierra cuando se requiera, y obtener un registro escrito del ensayo de desempeño.	230-95						
5	**FUERZA**	**Tableros de distribución, cajas de corte y tableros de medidores enchufables**	Verificar la aplicabilidad de este aspecto							
		Puesta a tierra	Verificar que los tableros estén conectados a tierra mediante un barraje terminal para el cable del alimentador. Dicho barraje deberá tener suficientes terminales de salida para los circuitos derivados.	Artículo 17, Numeral 9						
			Verificar que todas las partes externas del panel estén puestas sólidamente a tierra mediante conductores de protección y sus terminales identificados con el símbolo de puesta a tierra.	Artículo 17, Numeral 9						
		Identificación	Verificar que los tableros de distribución tengan adherida de manera clara, permanente y visible, por lo menos la siguiente información: Tensión (es) nominal (es) de operación, Corriente nominal de operación, Número de fases, Número de hilos (incluyendo tierras y neutros), Razón social o marca registrada del fabricante, el símbolo de riesgo eléctrico, Cuadro para identificar los circuitos.	Artículo 17, Numeral 9						
			Verificar que todo tablero de distribución indique la posición que deben tener las palancas de accionamiento de los interruptores, al cerrar o abrir el circuito.	Artículo 17, Numeral 9						
		Uso en lugares húmedos	Verificar que los gabinetes o cajas de corte sean adecuados y estén adecuadamente instalados en cualquier lugar húmedo o mojado.	373-2						
		Posición en las paredes	Verificar que los gabinetes en las paredes estén a nivel con la superficie terminada, o si las superficies no son combustibles, a no mas de 6 mm de la superficie terminada.	373-3						
		Aberturas no utilizadas	Revisar que las aberturas no usadas estén tapadas.	373-4						
		Conductores	Verificar que los cables estén asegurados a los gabinetes y cajas de corte, o que se cumplan las condiciones para los cables con forro no metálico.	373-5 (c)						
			Verificar el espacio para alambrado y doblado en los gabinetes y cajas de corte.	373-6						

No. de Expediente CIDET: _____

Lista de verificación - INSTALACIONES ELÉCTRICAS INSTITUCIONES

Ítem		Subtema	Aspecto	Artículo RETIE	Revisión en Oficina	Revisión en Campo	CUMPLE	NO CUMPLE	NO APLICA	Observaciones - Ubicación de evidencia
		Espacios de trabajo	Revisar que en los gabinetes y cajas de corte haya espacio adecuado para los conductores y para los empalmes y derivaciones, cuando los haya.	373-7 y 373-8						
		Condensadores	Verificar la aplicabilidad de este aspecto							
		Encerramientos de partes energizadas	Revisar los condensadores en cuanto a encerramientos y resguardos apropiados.	460-2						
		Conductores	Verificar que los conductores estén dimensionados apropiadamente con base en la capacidad nominal de corriente del (los) condensador (es).	460-8						
		Medios de desconexión	Verificar que los condensadores, diferentes de los que están conectados al lado de carga de los dispositivos de sobrecarga de motores, tengan medios de desconexión y protección contra sobrecorriente apropiada.	460-8						
			Verificar que se haya instalado un medio de descarga adecuado para los condensadores.	460-6, 460-28						
		Protecciones	Verificar que las capacidades nominales de los dispositivos de sobrecarga hayan sido corregidas cuando los condensadores estén conectados al lado de carga de los dispositivos de sobrecarga del motor.	460-9						
		Puesta a tierra	Revisar los condensadores de más de 600 V en cuanto a su conmutación, protección contra sobrecorriente, identificación y puesta a tierra apropiados.	460-24 a 460-27						
		Circuitos ramales	Verificar la aplicabilidad de este aspecto							
		Métodos de alambrado	Verificar que los métodos de alambrado usados sean apropiados para las condiciones del inmueble.	Capítulo 3 NTC 2050						
		Protecciones	Revisar la protección apropiada contra sobrecorriente y las limitaciones sobre el número de dispositivos de sobrecorriente, de los paneles de distribución.	384-13 a 384-16						
			Revisar los conductores y la protección contra sobrecorriente, teniendo en cuenta las cargas continuas y no continuas, las cargas multisalidas y la capacidad de corriente y tamaño mínimos.	210-19, 210-20						
		Capacidad nominal	Revisar las capacidades nominales apropiadas de los circuitos individuales y circuitos ramales multisalidas.	210-3						
			Revisar los circuitos ramales que alimentan tomacorrientes y otros dispositivos de salida, con respecto a las capacidades nominales permitidas de circuitos y tomacorrientes.	210-21, 210-24						
			Verificar que las cargas del circuito ramal no excedan las cargas máximas permitidas.	220-4						
			Verificar que los circuitos ramales que alimentan motores estén dimensionados de acuerdo con el Artículo 430 ó 440, y que las cargas inductivas de alumbrado se basen en las capacidades nominales de los balastos.	220-4						
			Verificar que los circuitos ramales se usen para alimentar solamente las cargas permisibles con base en sus capacidades nominales.	210-23						
			Verificar que el número de circuitos ramales sea adecuado y que la carga esté distribuida uniformemente entre los circuitos ramales.	210-22						
			Revisar la conformidad con las limitaciones de tensión del circuito ramal.	210-6						
			Verificar que los circuitos ramales para cargas específicas cumplan los requisitos de los artículos aplicables.	210-2						
			Revisar el uso e identificación apropiados de los circuitos ramales multiconductores.	210-4						

Lista de verificación - INSTALACIONES ELÉCTRICAS INSTITUCIONES

Ítem		Subtema	Aspecto	Artículo RETIE	Revisión en Oficina	Revisión en Campo	CUMPLE	NO CUMPLE	NO APLICA	Observaciones - Ubicación de evidencia
		Identificación	Verificar que los conductores cumplan con el código de colores.	210-5, 310-12, Artículo 11° (4) (RETIE)						
		Tomacorrientes	Revisar los tomacorrientes y alumbrado exigidos para el equipo mecánico.	210-63, 210-70 (c)						
			Revisar las salidas o tomacorrientes exigidos para vitrinas y avisos luminosos.	210-62, 600-5 (a)						
			Verificar que haya tomacorrientes para todos los artefactos conectados con cordón y clavija, y donde se usen cordones flexibles.	210-50						
			Verificar que los tomacorrientes de cuartos de baños y azoteas tengan protección GFCI.	210-8 (b)						
		Motores	Verificar la aplicabilidad de este aspecto							
		Utilización	Verificar que los motores en lugares clasificados como peligrosos, estén aprobados para uso en estos ambientes.	Artículo 17, Numeral 8						
			Verificar que los motores conserven la posición de trabajo de la máquina (horizontal o vertical) indicada por el fabricante.	Artículo 17, Numeral 8						
		Capacidad nominal	Revisar las capacidades nominales apropiadas, la protección, el espacio de trabajo y el espacio dedicado adecuados.	430-92 a 430-98, 110-32						
		Puesta a tierra	Verificar en el caso de las carcasas de las máquinas eléctricas rotativas estén sólidamente conectadas a tierra.	Artículo 17, Numeral 8						
		Motores abiertos	Verificar que no se utilicen motores abiertos en puntos accesibles a personas o animales.	Artículo 17, Numeral 8						
		Conductores	Verificar que las capacidades de corriente de los conductores para motores individuales sean de al menos el 125% de la corriente nominal del motor a plena carga de la tabla.	430-22 (a)						
			Revisar que los conductores que alimentan múltiples motores tengan capacidades de corriente al menos iguales a la suma de las corrientes a plena carga de todos los motores, más el 25% de la del motor más grande.	430-24						
		Protecciones del motor	Verificar que las capacidades de corriente y el dimensionamiento de los componentes diferentes de los dispositivos de sobrecarga, estén basados en las tablas de valores y no en las placas de características.	430-6						
			Verificar que la protección contra sobrecarga del motor no exceda los valores permitidos.	430-31 a 430-44						
			Verificar que la protección contra falla a tierra y cortocircuito del circuito ramal del motor no exceda los valores permitidos.	430-51 a 430-58						
			Verificar que la protección contra falla a tierra y cortocircuito del alimentador del motor no exceda los valores permitidos.	430-61 a 430-63						
			Revisar la protección contra sobrecorriente apropiada de los circuitos de control de motores.	430-71 a 430-74						
		Controlador	Verificar que los motores tengan controladores, que estos sean del tipo apropiado y posean las capacidades nominales adecuadas.	430-81 a 430-91						
		Medios de desconexión	Verificar que los medios de desconexión de los motores sean del tipo y capacidad nominal apropiados.	430-109, 430-110						
			Verificar que los medios de desconexión de los controladores estén al alcance de la vista desde los controladores sean fácilmente accesibles y tengan un espacio de trabajo adecuado.	430-102, 430-107, 110-32						
			Verificar que los medios de desconexión de los motores estén a la vista los motores, sean fácilmente accesibles y tengan un espacio de trabajo adecuado, o que los disyuntores de los controladores se puedan bloquear con llave.	430-102, 430-107, 110-32						
6	**ILUMINACIÓN**	**Iluminación**	Verificar la aplicabilidad de este aspecto							

No. de Expediente CIDET: _____

Lista de verificación - INSTALACIONES ELÉCTRICAS INSTITUCIONES

Ítem		Subtema	Aspecto	Artículo RETIE	Revisión en Oficina	Revisión en Campo	CUMPLE	NO CUMPLE	NO APLICA	Observaciones - Ubicación de evidencia
		Memoria de cálculo	Verificar que el diseño de la iluminación garantice suministro de una cantidad de luz suficiente, elimine todas las causas de deslumbramiento, prevea el tipo y cantidad de luminarias apropiadas para cada caso particular, y utilice fuentes luminosas que aseguren una satisfactoria distribución de los colores.	Artículo 16						
			Verificar que exista suministro ininterrumpido para iluminación en sitios y áreas donde la falta de ésta pueda originar riesgos para la vida de las personas, como en áreas críticas y en los medios para evacuación.	Artículo 16						
		Lámparas de descarga	Verificar que no se utilicen lámparas de descarga con encendido retardado en circuitos de iluminación de emergencia.	Artículo 16						
		Alumbrado de emergencia	Verificar que los alumbrados de emergencia equipados con grupos de baterías, tengan un respaldo de funcionamiento de mínimo 60 minutos.	Artículo 16						
		Efecto estroboscópico	Verificar que en lugares accesibles a personas donde se operen máquinas rotativas, la iluminación instalada esté diseñada para evitar el efecto estroboscópico.	Artículo 16						
		Tableros de Protección	Verificar la aplicabilidad de este aspecto							
		Puesta a tierra	Verificar que los tableros estén conectados a tierra mediante un barraje terminal para el cable del alimentador. Dicho barraje deberá tener suficientes terminales de salida para los circuitos derivados.	Artículo 17, Numeral 9						
			Verificar que todas las partes externas del panel estén puestas sólidamente a tierra mediante conductores de protección y sus terminales identificados con el símbolo de puesta a tierra.	Artículo 17, Numeral 9						
		Identificación	Verificar que los tableros de distribución tengan adherida de manera clara, permanente y visible, por lo menos la siguiente información: Tensión (es) nominal (es) de operación, Corriente nominal de operación, Número de fases, Número de hilos (incluyendo tierras y neutros), Razón social o marca registrada del fabricante, el símbolo de riesgo eléctrico, Cuadro para identificar los circuitos.	Artículo 17, Numeral 9						
			Verificar que todo tablero de distribución indique la posición que deben tener las palancas de accionamiento de los interruptores, al cerrar o abrir el circuito.	Artículo 17, Numeral 9						
		Uso en lugares húmedos	Verificar que los gabinetes o cajas de corte sean adecuados y estén adecuadamente instalados en cualquier lugar húmedo o mojado.	373-2						
		Posición en las paredes	Verificar que los gabinetes en las paredes estén a nivel con la superficie terminada, o si las superficies no son combustibles, a no mas de 6 mm de la superficie terminada.	373-3						
		Aberturas no utilizadas	Revisar que las aberturas no usadas estén tapadas.	373-4						
		Conductores	Verificar que los cables estén asegurados a los gabinetes y cajas de corte, o que se cumplan las condiciones para los cables con forro no metálico.	373-5 (c)						
			Verificar el espacio para alambrado y doblado en los gabinetes y cajas de corte.	373-6						
		Espacios de trabajo	Revisar que en los gabinetes y cajas de corte haya espacio adecuado para los conductores y para los empalmes y derivaciones, cuando los haya.	373-7 y 373-8						
		Circuitos ramales	Verificar la aplicabilidad de este aspecto							
		Métodos de alambrado	Verificar que los métodos de alambrado usados sean apropiados para las condiciones del inmueble.	Capítulo 3 NTC 2050						
		Protecciones	Revisar la protección apropiada contra sobrecorriente y las limitaciones sobre el número de dispositivos de sobrecorriente, de los paneles de distribución.	384-13 a 384-16						
			Revisar los conductores y la protección contra sobrecorriente, teniendo en cuenta las cargas continuas y no continuas, las cargas multisalidas y la capacidad de corriente y tamaño mínimos.	210-19, 210-20						

No. de Expediente CIDET: _____

Lista de verificación - INSTALACIONES ELÉCTRICAS INSTITUCIONES

Ítem		Subtema	Aspecto	Artículo RETIE	Revisión en Oficina	Revisión en Campo	CUMPLE	NO CUMPLE	NO APLICA	Observaciones - Ubicación de evidencia
		Capacidad nominal	Revisar las capacidades nominales apropiadas de los circuitos individuales y circuitos ramales multisalidas.	210-3						
			Verificar que las cargas del circuito ramal no excedan las cargas máximas permitidas.	220-4						
			Verificar que los circuitos ramales que alimentan motores estén dimensionados de acuerdo con el Artículo 430 ó 440, y que las cargas inductivas de alumbrado se basen en las capacidades nominales de los balastos.	220-4						
			Verificar que los circuitos ramales se usen para alimentar solamente las cargas permisibles con base en sus capacidades nominales.	210-23						
			Verificar que el número de circuitos ramales sea adecuado y que la carga esté distribuida uniformemente entre los circuitos ramales.	210-22						
			Revisar la conformidad con las limitaciones de tensión del circuito ramal.	210-6						
			Verificar que los circuitos ramales para cargas específicas cumplan los requisitos de los artículos aplicables.	210-2						
		Identificación	Revisar el uso e identificación apropiados de los circuitos ramales multiconductores.	210-4						
			Verificar que los conductores cumplan con el código de colores.	210-5, 310-12, Artículo 11° (4) (RETIE)						
		Tensión de suministro	Verificar que la tensión de suministro no supere los 300 V entre conductores a menos que se permita otra cosa en los apartados a) hasta c) del Artículo 620-3.	620-3						
			Cuando la tensión supere los 600 V, verificar que se instalen en lugares bien visibles de los equipos, etiquetas o señales de advertencia con la indicación «PELIGRO - ALTA TENSIÓN»	620-3 (a)						
		Encerramientos de partes energizadas	Verificar que todas las partes energizadas de los equipos eléctricos que haya en los fosos de los ascensores, en las paradas, sobre las cabinas de los ascensores y montacargas o dentro de ellas, en los fosos o paradas de escaleras o pasillos mecánicos o en los rieles y lugares de los motores de los ascensores y elevadores de sillas de ruedas, estén encerradas para evitar cualquier contacto accidental.	620-4						
			Verificar que el aislamiento de los conductores cumpla con las condiciones establecidas.	620-11						
			Verificar que la sección transversal mínima de los conductores que no formen parte integral de los equipos de control cumplan con los calibres establecidos.	620-12						
			Verificar que la capacidad de corriente de los conductores sea la adecuada.	620-13 y 620-14						
			Verificar que los conductores y cables de fibra óptica se instalen en tuberías o canalizaciones o sean cables de tipo MC, MI o AC, de acuerdo al sitio, excepto si se permite otra cosa en los apartados a) hasta c) del Artículo 620-21.	620-21						
			Verificar que un circuito ramal independiente dé el suministro a las luces, tomacorrientes, fuente auxiliar de alumbrado y ventilación de cada cabina del ascensor.	620-22 (a)						
			Verificar la existencia de un circuito ramal independiente que de el suministro al equipo de aire acondicionado de cada cabina del ascensor.	620-22 (b)						

No. de Expediente CIDET: _____

Lista de verificación - INSTALACIONES ELÉCTRICAS INSTITUCIONES

Ítem		Subtema	Aspecto	Artículo RETIE	Revisión en Oficina	Revisión en Campo	CUMPLE	NO CUMPLE	NO APLICA	Observaciones - Ubicación de evidencia
		Conductores	Verificar la existencia de un circuito ramal independiente que de el suministro a los aparatos de alumbrado y tomacorrientes del cuarto de motores y el espacio de máquinas, y revisar que los aparatos de alumbrado necesarios no estén conectados a los terminales del lado de la carga de los tomacorrientes con interruptor de circuito por falla a tierra.	620-23 (a)						
			Verificar la existencia de un circuito ramal independiente que de el suministro a los aparatos de alumbrado y tomacorrientes del pozo del foso del ascensor, y revisar que los aparatos de alumbrado necesarios no estén conectados a los terminales del lado de la carga de los tomacorrientes con interruptor de circuito por falla a tierra.	620-24 (a)						
			Revisar que la suma de las secciones transversales individuales de todos los conductores de una canalización de alambrado metálica o no metálica no supere el 50 % de la sección transversal interior de dicha canalización.	620-32						
			Revisar que la suma de las secciones transversales individuales de todos los conductores de una tubería no supere el 40 % de la sección transversal interior de la tubería.	620-33						
			Revisar que los conductores de los diferentes sistemas estén instalados correctamente dentro del sistema de canalización o cable móvil.	620-36						
			Verificar que al interior del foso o cuarto de máquinas solo se instale alambrado, cables y canalizaciones eléctricas utilizadas directamente para el funcionamiento del ascensor o montacargas, incluido el alambrado para señales, para circuitos de comunicación con cabina, para alumbrado, ventilación y aire acondicionado en la cabina, para sistemas de detección de incendios, cuartos de bombas del pozo, alumbrado y ventilación del propio foso del ascensor.	620-37 (a)						
			Verificar que no se instalen los conductores de bajada para puesta a tierra del sistema de protección contra rayos dentro del foso del ascensor.	620-37 (b)						
			Verificar que no se utilicen los rieles ni otros equipos existentes en el foso del ascensor como conductores de bajada para puesta a tierra del sistema de protección contra rayos.	620-37 (b)						
			Verificar que los alimentadores principales para dar suministro de fuerza a los ascensores y montacargas estén instalados fuera del foso del ascensor, a no ser que se cumpla alguna de las excepciones.	620-37 (c)						
			Verificar que los cables móviles estén suspendidos en los extremos de la cabina y del foso del ascensor, o del contrapeso cuando proceda, de modo que se reduzca al mínimo la tensión sobre los conductores de cobre y que estén	620-41						
			Verificar que los soportes de los cables móviles estén ubicados de modo que reduzcan al mínimo la posibilidad de que los cables entren en contacto con las paredes del foso del ascensor o con los equipos instalados en el mismo.	620-43						
		Interruptor de alumbrado	Verificar que el interruptor del alumbrado para el cuarto de motores esté ubicado a la entrada del mismo o del espacio de las máquinas.	620-23 (b)						
			Verificar que el interruptor del alumbrado esté ubicado de modo que sea fácilmente accesible desde la puerta de acceso al pozo del foso del ascensor.	620-24 (b)						
		Tomacorrientes	Verificar que haya como mínimo un tomacorriente duplex, monofásico a 125 V, en cada cuarto de motores y espacio de máquinas.	620-23 (c)						
			Verificar que haya como mínimo un tomacorriente duplex, monofásico a 125 V, en el pozo del foso del ascensor.	620-24 (c)						

No. de Expediente CIDET: _____

Lista de verificación - INSTALACIONES ELÉCTRICAS INSTITUCIONES

Ítem		Subtema	Aspecto	Artículo RETIE	Revisión en Oficina	Revisión en Campo	CUMPLE	NO CUMPLE	NO APLICA	Observaciones - Ubicación de evidencia
		Canalizaciones	Revisar que los tramos verticales de las canalizaciones de alambrado estén bien sujetas a intervalos no mayores a 4,50 m y que tengan más de una unión entre dos apoyos.	620-32						
		Soportes	Revisar que los soportes de los cables o canalizaciones en los fosos de los ascensores, canalizaciones de cables de escaleras o pasillos mecánicos o de ascensores o elevadores de sillas de ruedas, estén bien sujetos al guarda riel, al armazón de la escalera o pasillo móvil o al foso donde vaya instalado el ascensor o elevador de sillas de ruedas.	620-34						
		Medios de desconexión	Verificar la existencia de un solo medio de desconexión que desconecte todos los conductores de suministro de fuerza no puestos a tierra de cada unidad, diseñados de modo que no se pueda operar ningún polo independientemente. El medio de desconexión de los conductores de suministro de fuerza no debe desconectar el circuito ramal requerido en los Artículos 620-22, 620-23 y 620-24.	620-51						
			Revisar que el medio de desconexión sea un interruptor con fusible o un interruptor automático del circuito de motores, accionable desde el exterior de un encerramiento y que se pueda bloquear en posición de abierto.	620-51 (a)						
			Verificar que el medio de desconexión no se pueda abrir ni cerrar desde cualquier otra parte del predio, no se cierre automáticamente y que el suministro sólo se restablezca manualmente.	620-51 (b)						
			Verificar que el medio de desconexión este ubicado donde sea fácilmente accesible a personal calificado.	620-51 (c)						
			Cuando en un cuarto de máquinas haya más de una máquina de accionamiento, verificar que los medios de desconexión estén numerados para indicar claramente las máquinas de accionamiento que controlan.	620-51 (d)						
			Verificar que cada medio de desconexión esté dotado de un aviso que indique la ubicación del lado del suministro del dispositivo de protección contra sobrecorriente.	620-51 (d)						
			Verificar que los ascensores tengan un solo medio que desconecte todos los conductores no puestos a tierra de los circuitos de suministro para alumbrado, tomacorrientes y ventilación de cada cabina.	620-53						
			Verificar que los ascensores tengan un solo medio que desconecte todos los conductores no puestos a tierra de los circuitos de suministro para el aire acondicionado de cada cabina.	620-54						
		Suministro eléctrico	Verificar que en las instalaciones de ascensores con una y varias cabinas, los equipos que reciban suministro eléctrico desde más de una fuente tengan un medio de desconexión para cada fuente.	620-52 (a)						
			Verificar que los medios de desconexión estén a la vista del equipo que controlen.	620-52 (a)						
			Cuando existan varios medios de desconexión y haya partes de los controladores que permanezcan energizadas desde fuentes que no estén conectadas, verificar que se instale sobre o cerca del medio de desconexión un cartel de advertencia en el que se lea claramente el siguiente aviso: «Atención - Partes de este controlador no quedan desenergizadas con este interruptor»	620-52 (b)						
			Verificar que los dispositivos de operación, de control y de señalización estén protegidos contra sobrecorriente de acuerdo con los requisitos establecidos en los Artículos 725-23 y 725-24.	620-61 (a)						
			Verificar la correcta protección contra sobrecarga de los motores que mueven ascensores, montacargas, escaleras y pasillos mecánicos, ascensores y elevadores para sillas de ruedas.	620-61 (b)						

Lista de verificación - INSTALACIONES ELÉCTRICAS INSTITUCIONES

Ítem		Subtema	Aspecto	Artículo RETIE	Revisión en Oficina	Revisión en Campo	CUMPLE	NO CUMPLE	NO APLICA	Observaciones - Ubicación de evidencia
		Protecciones	Verificar que la protección del alimentador de los motores contra cortocircuito y falla a tierra cumpla con lo establecido en la Sección 430 Parte E.	620-61 (c)						
			Verificar que la protección del circuito ramal de los motores contra cortocircuito y falla a tierra cumpla con lo establecido en la Sección 430 Parte D.	620-61 (d)						
			Cuando haya más de un medio de desconexión de motores que reciba suministro desde un solo alimentador, se debe verificar que los dispositivos de protección contra sobrecorriente de cada medio de desconexión estén coordinados selectivamente con cualquier otro dispositivo de protección contra sobrecorriente instalado en el lado de suministro.	620-62						
		Espacio de trabajo	Verificar el correcto resguardo de los equipos en el cuarto de máquinas.	620-71						
			Verificar que al rededor de los controladores, medios de desconexión y los equipos eléctricos restantes, se deje un espacio de trabajo.	620-5						
		Controlador	Verificar que la capacidad nominal de los controladores de los motores sea la adecuada.	620-15						
		Puesta a tierra	Verificar que las canalizaciones metálicas y los cables Tipo MC, MI o AC unidos a las cabinas de los ascensores, estén conectadas equipotencialmente a las partes metálicas puestas a tierra de la cabina con la que hagan contacto.	620-81						
			Verificar que en los ascensores las carcasas de todos los motores, máquinas, controladores y encerramientos metálicos de todos los equipos eléctricos instalados sobre la cabina, dentro de ella o en el foso del ascensor, estén puestos a tierra según lo especificado en la Sección 250.	620-82						
			Verificar que las escaleras, pasillos mecánicos, ascensores y elevadores para sillas de ruedas cumplan con lo establecido en la Sección 250.	620-84						
			Verificar que todos los tomacorrientes monofásicos de 125 V y 15 o 20 A instalados en los espacios de máquinas, cuartos de máquinas, pozos, encima de las cabinas y en las canalizaciones de escaleras y pasillos mecánicos, tengan protección mediante GFCI.	620-85						
7	ZONA DE OFICINAS	**Tableros de Protección**	Verificar la aplicabilidad de este aspecto							
		Puesta a tierra	Verificar que los tableros estén conectados a tierra mediante un barraje terminal para el cable del alimentador. Dicho barraje deberá tener suficientes terminales de salida para los circuitos derivados.	Artículo 17, Numeral 9						
			Verificar que todas las partes externas del panel estén puestas sólidamente a tierra mediante conductores de protección y sus terminales identificados con el símbolo de puesta a tierra.	Artículo 17, Numeral 9						
		Identificación	Verificar que los tableros de distribución tengan adherida de manera clara, permanente y visible, por lo menos la siguiente información: Tensión (es) nominal (es) de operación, Corriente nominal de operación, Número de fases, Número de hilos (incluyendo tierras y neutros), Razón social o marca registrada del fabricante, el símbolo de riesgo eléctrico, Cuadro para identificar los circuitos.	Artículo 17, Numeral 9						
			Verificar que todo tablero de distribución indique la posición que deben tener las palancas de accionamiento de los interruptores, al cerrar o abrir el circuito.	Artículo 17, Numeral 9						
		Uso en lugares húmedos	Verificar que los gabinetes o cajas de corte sean adecuados y estén adecuadamente instalados en cualquier lugar húmedo o mojado.	373-2						

No. de Expediente CIDET: _____

Lista de verificación - INSTALACIONES ELÉCTRICAS INSTITUCIONES

Ítem		Subtema	Aspecto	Artículo RETIE	Revisión en Oficina	Revisión en Campo	CUMPLE	NO CUMPLE	NO APLICA	Observaciones - Ubicación de evidencia
		Posición en las paredes	Verificar que los gabinetes en las paredes estén a nivel con la superficie terminada, o si las superficies no son combustibles, a no mas de 6 mm de la superficie terminada.	373-3						
		Aberturas no utilizadas	Revisar que las aberturas no usadas estén tapadas.	373-4						
		Conductores	Verificar que los cables estén asegurados a los gabinetes y cajas de corte, o que se cumplan las condiciones para los cables con forro no metálico.	373-5 (c)						
			Verificar el espacio para alambrado y doblado en los gabinetes y cajas de corte.	373-6						
		Espacios de trabajo	Revisar que en los gabinetes y cajas de corte haya espacio adecuado para los conductores y para los empalmes y derivaciones, cuando los haya.	373-7 y 373-8						
		Circuitos ramales	Verificar la aplicabilidad de este aspecto							
		Métodos de alambrado	Verificar que los métodos de alambrado usados sean apropiados para las condiciones del inmueble.	Capítulo 3 NTC 2050						
		Protecciones	Revisar la protección apropiada contra sobrecorriente y las limitaciones sobre el número de dispositivos de sobrecorriente, de los paneles de distribución.	384-13 a 384-16						
			Revisar los conductores y la protección contra sobrecorriente, teniendo en cuenta las cargas continuas y no continuas, las cargas multisalidas y la capacidad de corriente y tamaño mínimos.	210-19, 210-20						
		Capacidad nominal	Revisar las capacidades nominales apropiadas de los circuitos individuales y circuitos ramales multisalidas.	210-3						
			Revisar los circuitos ramales que alimentan tomacorrientes y otros dispositivos de salida, con respecto a las capacidades nominales permitidas de circuitos y tomacorrientes.	210-21, 210-24						
			Verificar que las cargas del circuito ramal no excedan las cargas máximas permitidas.	220-4						
			Verificar que los circuitos ramales que alimentan motores estén dimensionados de acuerdo con el Artículo 430 ó 440, y que las cargas inductivas de alumbrado se basen en las capacidades nominales de los balastos.	220-4						
			Verificar que los circuitos ramales se usen para alimentar solamente las cargas permisibles con base en sus capacidades nominales.	210-23						
			Verificar que el número de circuitos ramales sea adecuado y que la carga esté distribuida uniformemente entre los circuitos ramales.	210-22						
			Revisar la conformidad con las limitaciones de tensión del circuito ramal.	210-6						
			Verificar que los circuitos ramales para cargas específicas cumplan los requisitos de los artículos aplicables.	210-2						
		Identificación	Revisar el uso e identificación apropiados de los circuitos ramales multiconductores.	210-4						
			Verificar que los conductores cumplan con el código de colores.	210-5, 310-12, Artículo 11° (4) (RETIE)						
		Tomacorrientes	Verificar que los tomacorrientes de cuartos de baños y azoteas tengan protección GFCI.	210-8 (b)						
		Divisiones de oficina	Verificar la aplicabilidad de este aspecto							
		Canalizaciones	Verificar que todos los conductores y conexiones estén dentro de canalizaciones de metal u otro material identificado como adecuado para esas condiciones de uso, y revisar que estas no contengan salientes u otros elementos que puedan dañar el aislamiento de los conductores.	605-3						

No. de Expediente CIDET: _____

Lista de verificación - INSTALACIONES ELÉCTRICAS INSTITUCIONES

Ítem		Subtema	Aspecto	Artículo RETIE	Revisión en Oficina	Revisión en Campo	CUMPLE	NO CUMPLE	NO APLICA	Observaciones - Ubicación de evidencia
		Conexiones eléctricas	Verificar que las conexiones eléctricas entre los distintos tabiques sean conjuntos flexibles identificados para usarlos con tabiques alambrados, a no ser que se cumplan todas las condiciones establecidas en la excepción.	605-4						
			Verificar que los tabiques alambrados fijos (asegurados a la superficie de la edificación) estén conectados permanentemente al sistema eléctrico del edificio por alguno de los métodos de alambrado descritos en el Capítulo 3.	605-6						
		Alumbrado	Verificar que los accesorios de alumbrado tengan un medio que permita apoyarlos o sujetarlos bien.	605-5 (a)						
			Verificar cuando la conexión de los accesorios de alumbrados se proporcione con cordón y clavija , que la longitud del cordón sea la adecuada sin que pase de 2,70 m de largo, que la sección transversal del cordón no sea menor a 0,82 mm² (18 AWG), que contenga un conductor para puesta a tierra de equipos y que sea de tipo para uso pesado.	605-5 (b)						
			Cuando se proporcione la conexión de los accesorios de alumbrado por otros medios verificar que esté identificada como adecuada para las condiciones de uso.	605-5 (b)						
			Verificar que no se instalen tomacorrientes en los accesorios de alumbrado.	605-5 (c)						
		Tabiques de tipo móvil	Verificar que el cordón de alimentación flexible sea de tipo para uso extrapesado con conductores de sección transversal 3,3 mm (12 AWG) o mayor, con conductor aislado para puesta a tierra y que no tenga más de 0,60 m de longitud.	605-8 (a)						
			Verificar que los tomacorrientes estén en un circuito independiente al que estén conectados solo tabiques y ninguna otra carga	605-8 (b)						
			Verificar que los tabiques individuales o grupos de tabiques interconectados no contengan más de 13 salidas para tomacorrientes de 15 A - 125 V.	605-8 (c)						
			Verificar que los tabiques o grupos de tabiques interconectados no contengan circuitos multiconductores.	605-8 (d)						
		Iluminación	Verificar la aplicabilidad de este aspecto							
		Memoria de cálculo	Verificar que el diseño de la iluminación garantice suministro de una cantidad de luz suficiente, elimine todas las causas de deslumbramiento, prevea el tipo y cantidad de luminarias apropiadas para cada caso particular, y utilice fuentes luminosas que aseguren una satisfactoria distribución de los colores.	Artículo 16						
			Verificar que exista suministro ininterrumpido para iluminación en sitios y áreas donde la falta de ésta pueda originar riesgos para la vida de las personas, como en áreas críticas y en los medios para evacuación.	Artículo 16						
		Lámparas de descarga	Verificar que no se utilicen lámparas de descarga con encendido retardado en circuitos de iluminación de emergencia.	Artículo 16						
		Alumbrado de emergencia	Verificar que los alumbrados de emergencia equipados con grupos de baterías, tengan un respaldo de funcionamiento de mínimo 60 minutos.	Artículo 16						
		Efecto estroboscópico	Verificar que en lugares accesibles a personas donde se operen máquinas rotativas, la iluminación instalada esté diseñada para evitar el efecto estroboscópico.	Artículo 16						
8	**LUGARES CON ALTA CONCENTRACIÓN DE PERSONAS**	**Sitios de reuniones públicas**	Verificar la aplicabilidad de este aspecto							

No. de Expediente CIDET: _____

Lista de verificación - INSTALACIONES ELÉCTRICAS INSTITUCIONES

Ítem		Subtema	Aspecto	Artículo RETIE	Revisión en Oficina	Revisión en Campo	CUMPLE	NO CUMPLE	NO APLICA	Observaciones - Ubicación de evidencia
		Métodos de alambrado	Verificar que los métodos de alambrado sean adecuados para el inmueble y la clasificación de resistencia al fuego del(las) área(s).	518-4						
			Revisar el alambrado provisional, para determinar la conformidad con el Artículo 305, excepto por los requisitos con respecto a GFCI.	518-3						
		Fuentes de alimentación	Revisar los equipos de distribución portátiles en cuanto a sus capacidades nominales adecuadas y a su alimentación desde salidas de potencia certificadas.	518-5						
			Revisar los equipos de distribución portátiles en cuanto a su protección contra sobrecorriente y a su separación del público en general.	518-5						
		Teatros y áreas de audiencia de estudios de cine y similares	Verificar la aplicabilidad de este aspecto							
		Métodos de alambrado	Verificar que los métodos de alambrado sean adecuados para el inmueble y la clasificación de resistencia del(las) área(s) contra el fuego.	520-5						
		Cerramiento	Verificar que interruptores, dimmers y otros elementos estén debidamente resguardados para evitar contactos con partes energizadas	520-7						
		Protecciones	Revisar la alimentación, protección contra sobrecorriente, construcción y alimentadores apropiados de los tableros de distribución portátiles del escenario.	520-50 a 520-53						
		Fuentes de alimentación	Revisar la construcción, conductores, protección y certificados (cuando se exijan) apropiados de los equipos portátiles de escenario diferentes de los tableros de distribución.	520-61 a 520-69						
		Alumbrado	Verificar que en los camerinos no se usen portabombillas colgantes y que las bombillas incandescentes expuestas tengan resguardos.	520-71, 520-72						
		Interruptores	Verificar que los camerinos estén equipados con interruptores y luces piloto para las lámparas y tomacorrientes adyacentes a los espejos.	520-73						
		Puesta a tierra	Verificar que todas las canalizaciones metálicas, cables con forro metálico y bastidores metálicos de los equipos estén puestos a tierra.	520-81. Artículo 250						
9	**SISTEMAS DE BOMBEO**	**Tableros de Protección**	Verificar la aplicabilidad de este aspecto							
		Puesta a tierra	Verificar que los tableros estén conectados a tierra mediante un barraje terminal para el cable del alimentador. Dicho barraje deberá tener suficientes terminales de salida para los circuitos derivados.	Artículo 17, Numeral 9						
			Verificar que todas las partes externas del panel estén puestas sólidamente a tierra mediante conductores de protección y sus terminales identificados con el símbolo de puesta a tierra.	Artículo 17, Numeral 9						
		Identificación	Verificar que los tableros de distribución tengan adherida de manera clara, permanente y visible, por lo menos la siguiente información: Tensión (es) nominal (es) de operación, Corriente nominal de operación, Número de fases, Número de hilos (incluyendo tierras y neutros), Razón social o marca registrada del fabricante, el símbolo de riesgo eléctrico, Cuadro para identificar los circuitos.	Artículo 17, Numeral 9						
			Verificar que todo tablero de distribución indique la posición que deben tener las palancas de accionamiento de los interruptores, al cerrar o abrir el circuito.	Artículo 17, Numeral 9						
		Uso en lugares húmedos	Verificar que los gabinetes o cajas de corte sean adecuados y estén adecuadamente instalados en cualquier lugar húmedo o mojado.	373-2						
		Posición en las paredes	Verificar que los gabinetes en las paredes estén a nivel con la superficie terminada, o si las superficies no son combustibles, a no mas de 6 mm de la superficie terminada.	373-3						
		Aberturas no utilizadas	Revisar que las aberturas no usadas estén tapadas.	373-4						

No. de Expediente CIDET: _____

Lista de verificación - INSTALACIONES ELÉCTRICAS INSTITUCIONES

Ítem		Subtema	Aspecto	Artículo RETIE	Revisión en Oficina	Revisión en Campo	CUMPLE	NO CUMPLE	NO APLICA	Observaciones - Ubicación de evidencia
		Conductores	Verificar que los cables estén asegurados a los gabinetes y cajas de corte, o que se cumplan las condiciones para los cables con forro no metálico.	373-5 (c)						
			Verificar el espacio para alambrado y doblado en los gabinetes y cajas de corte.	373-6						
		Espacios de trabajo	Revisar que en los gabinetes y cajas de corte haya espacio adecuado para los conductores y para los empalmes y derivaciones, cuando los haya.	373-7 y 373-8						
		Circuitos ramales	Verificar la aplicabilidad de este aspecto							
		Métodos de alambrado	Verificar que los métodos de alambrado usados sean apropiados para las condiciones del inmueble.	Capítulo 3 NTC 2050						
		Protecciones	Revisar la protección apropiada contra sobrecorriente y las limitaciones sobre el número de dispositivos de sobrecorriente, de los paneles de distribución.	384-13 a 384-16						
			Revisar los conductores y la protección contra sobrecorriente, teniendo en cuenta las cargas continuas y no continuas, las cargas multisalidas y la capacidad de corriente y tamaño mínimos.	210-19, 210-20						
		Capacidad nominal	Revisar las capacidades nominales apropiadas de los circuitos individuales y circuitos ramales multisalidas.	210-3						
			Revisar los circuitos ramales que alimentan tomacorrientes y otros dispositivos de salida, con respecto a las capacidades nominales permitidas de circuitos y tomacorrientes.	210-21, 210-24						
			Verificar que las cargas del circuito ramal no excedan las cargas máximas permitidas.	220-4						
			Verificar que los circuitos ramales que alimentan motores estén dimensionados de acuerdo con el Artículo 430 ó 440, y que las cargas inductivas de alumbrado se basen en las capacidades nominales de los balastos.	220-4						
			Verificar que los circuitos ramales se usen para alimentar solamente las cargas permisibles con base en sus capacidades nominales.	210-23						
			Verificar que el número de circuitos ramales sea adecuado y que la carga esté distribuida uniformemente entre los circuitos ramales.	210-22						
			Revisar la conformidad con las limitaciones de tensión del circuito ramal.	210-6						
			Verificar que los circuitos ramales para cargas específicas cumplan los requisitos de los artículos aplicables.	210-2						
		Identificación	Revisar el uso e identificación apropiados de los circuitos ramales multiconductores.	210-4						
			Verificar que los conductores cumplan con el código de colores.	210-5, 310-12, Artículo 11° (4) (RETIE)						
		Tomacorrientes	Verificar que los tomacorrientes de cuartos de baños y azoteas tengan protección GFCI.	210-8 (b)						
		Motores	Verificar la aplicabilidad de este aspecto							
		Utilización	Verificar que los motores en lugares clasificados como peligrosos, estén aprobados para uso en estos ambientes.	Artículo 17, Numeral 8						
			Verificar que los motores conserven la posición de trabajo de la máquina (horizontal o vertical) indicada por el fabricante.	Artículo 17, Numeral 8						
		Capacidad nominal	Revisar las capacidades nominales apropiadas, la protección, el espacio de trabajo y el espacio dedicado adecuados.	430-92 a 430-98, 110-32						
		Puesta a tierra	Verificar en el caso de las carcasas de las máquinas eléctricas rotativas estén sólidamente conectadas a tierra.	Artículo 17, Numeral 8						
		Motores abiertos	Verificar que no se utilicen motores abiertos en puntos accesibles a personas o animales.	Artículo 17, Numeral 8						

Lista de verificación - INSTALACIONES ELÉCTRICAS INSTITUCIONES

Ítem		Subtema	Aspecto	Artículo RETIE	Revisión en Oficina	Revisión en Campo	CUMPLE	NO CUMPLE	NO APLICA	Observaciones - Ubicación de evidencia
		Conductores	Verificar que las capacidades de corriente de los conductores para motores individuales sean de al menos el 125% de la corriente nominal del motor a plena carga de la tabla.	430-22 (a)						
			Revisar que los conductores que alimentan múltiples motores tengan capacidades de corriente al menos iguales a la suma de las corrientes a plena carga de todos los motores, más el 25% de la del motor más grande.	430-24						
		Protecciones del motor	Verificar que las capacidades de corriente y el dimensionamiento de los componentes diferentes de los dispositivos de sobrecarga, estén basados en las tablas de valores y no en las placas de características.	430-6						
			Verificar que la protección contra sobrecarga del motor no exceda los valores permitidos.	430-31 a 430-44						
			Verificar que la protección contra falla a tierra y cortocircuito del circuito ramal del motor no exceda los valores permitidos.	430-51 a 430-58						
			Verificar que la protección contra falla a tierra y cortocircuito del alimentador del motor no exceda los valores permitidos.	430-61 a 430-63						
			Revisar la protección contra sobrecorriente apropiada de los circuitos de control de motores.	430-71 a 430-74						
		Controlador	Verificar que los motores tengan controladores, que estos sean del tipo apropiado y posean las capacidades nominales adecuadas.	430-81 a 430-91						
		Medios de desconexión	Verificar que los medios de desconexión de los motores sean del tipo y capacidad nominal apropiados.	430-109, 430-110						
			Verificar que los medios de desconexión de los controladores estén al alcance de la vista desde los controladores sean fácilmente accesibles y tengan un espacio de trabajo adecuado.	430-102, 430-107, 110-32						
			Verificar que los medios de desconexión de los motores estén a la vista los motores, sean fácilmente accesibles y tengan un espacio de trabajo adecuado, o que los disyuntores de los controladores se puedan bloquear con llave.	430-102, 430-107, 110-32						
10	**ASCENSORES**	**Ascensores, montacargas, escaleras y pasillos mecánicos, ascensores y elevadores para sillas de ruedas**	Verificar la aplicabilidad de este aspecto							
		Tensión de suministro	Verificar que la tensión de suministro no supere los 300 V entre conductores a menos que se permita otra cosa en los apartados a) hasta c) del Artículo 620-3.	620-3						
			Cuando la tensión supere los 600 V, verificar que se instalen en lugares bien visibles de los equipos, etiquetas o señales de advertencia con la indicación «PELIGRO - ALTA TENSIÓN»	620-3 (a)						
		Encerramientos de partes energizadas	Verificar que todas las partes energizadas de los equipos eléctricos que haya en los fosos de los ascensores, en las paradas, sobre las cabinas de los ascensores y montacargas o dentro de ellas, en los fosos o paradas de escaleras o pasillos mecánicos o en los rieles y lugares de los motores de los ascensores y elevadores de sillas de ruedas, estén encerradas para evitar cualquier contacto accidental.	620-4						
			Verificar que el aislamiento de los conductores cumpla con las condiciones establecidas.	620-11						
			Verificar que la sección transversal mínima de los conductores que no formen parte integral de los equipos de control cumplan con los calibres establecidos.	620-12						
			Verificar que la capacidad de corriente de los conductores sea la adecuada.	620-13 y 620-14						

Lista de verificación - INSTALACIONES ELÉCTRICAS INSTITUCIONES

Ítem		Subtema	Aspecto	Artículo RETIE	Revisión en Oficina	Revisión en Campo	CUMPLE	NO CUMPLE	NO APLICA	Observaciones - Ubicación de evidencia
		Conductores	Verificar que los conductores y cables de fibra óptica se instalen en tuberías o canalizaciones o sean cables de tipo MC, MI o AC, de acuerdo al sitio, excepto si se permite otra cosa en los apartados a) hasta c) del Artículo 620-21.	620-21						
			Verificar que un circuito ramal independiente dé el suministro a las luces, tomacorrientes, fuente auxiliar de alumbrado y ventilación de cada cabina del ascensor.	620-22 (a)						
			Verificar la existencia de un circuito ramal independiente que de el suministro al equipo de aire acondicionado de cada cabina del ascensor.	620-22 (b)						
			Verificar la existencia de un circuito ramal independiente que de el suministro a los aparatos de alumbrado y tomacorrientes del cuarto de motores y el espacio de máquinas, y revisar que los aparatos de alumbrado necesarios no estén conectados a los terminales del lado de la carga de los tomacorrientes con interruptor de circuito por falla a tierra.	620-23 (a)						
			Verificar la existencia de un circuito ramal independiente que de el suministro a los aparatos de alumbrado y tomacorrientes del pozo del foso del ascensor, y revisar que los aparatos de alumbrado necesarios no estén conectados a los terminales del lado de la carga de los tomacorrientes con interruptor de circuito por falla a tierra.	620-24 (a)						
			Revisar que la suma de las secciones transversales individuales de todos los conductores de una canalización de alambrado metálica o no metálica no supere el 50 % de la sección transversal interior de dicha canalización.	620-32						
			Revisar que la suma de las secciones transversales individuales de todos los conductores de una tubería no supere el 40 % de la sección transversal interior de la tubería.	620-33						
			Revisar que los conductores de los diferentes sistemas estén instalados correctamente dentro del sistema de canalización o cable móvil.	620-36						
			Verificar que al interior del foso o cuarto de máquinas solo se instale alambrado, cables y canalizaciones eléctricas utilizadas directamente para el funcionamiento del ascensor o montacargas, incluido el alambrado para señales, para circuitos de comunicación con cabina, para alumbrado, ventilación y aire acondicionado en la cabina, para sistemas de detección de incendios, cuartos de bombas del pozo, alumbrado y ventilación del propio foso del ascensor.	620-37 (a)						
			Verificar que no se instalen los conductores de bajada para puesta a tierra del sistema de protección contra rayos dentro del foso del ascensor.	620-37 (b)						
			Verificar que no se utilicen los rieles ni otros equipos existentes en el foso del ascensor como conductores de bajada para puesta a tierra del sistema de protección contra rayos.	620-37 (b)						
			Verificar que los alimentadores principales para dar suministro de fuerza a los ascensores y montacargas estén instalados fuera del foso del ascensor, a no ser que se cumpla alguna de las excepciones.	620-37 (c)						
			Verificar que los cables móviles estén suspendidos en los extremos de la cabina y del foso del ascensor, o del contrapeso cuando proceda, de modo que se reduzca al mínimo la tensión sobre los conductores de cobre y que estén	620-41						

Lista de verificación - INSTALACIONES ELÉCTRICAS INSTITUCIONES

Ítem		Subtema	Aspecto	Artículo RETIE	Revisión en Oficina	Revisión en Campo	CUMPLE	NO CUMPLE	NO APLICA	Observaciones - Ubicación de evidencia
			Verificar que los soportes de los cables móviles estén ubicados de modo que reduzcan al mínimo la posibilidad de que los cables entren en contacto con las paredes del foso del ascensor o con los equipos instalados en el mismo.	620-43						
		Interruptor de alumbrado	Verificar que el interruptor del alumbrado para el cuarto de motores esté ubicado a la entrada del mismo o del espacio de las máquinas.	620-23 (b)						
			Verificar que el interruptor del alumbrado esté ubicado de modo que sea fácilmente accesible desde la puerta de acceso al pozo del foso del ascensor.	620-24 (b)						
		Tomacorrientes	Verificar que haya como mínimo un tomacorriente duplex, monofásico a 125 V, en cada cuarto de motores y espacio de máquinas.	620-23 (c)						
			Verificar que haya como mínimo un tomacorriente duplex, monofásico a 125 V, en el pozo del foso del ascensor.	620-24 (c)						
		Canalizaciones	Revisar que los tramos verticales de las canalizaciones de alambrado estén bien sujetas a intervalos no mayores a 4,50 m y que tengan más de una unión entre dos apoyos.	620-32						
		Soportes	Revisar que los soportes de los cables o canalizaciones en los fosos de los ascensores, canalizaciones de cables de escaleras o pasillos mecánicos o de ascensores o elevadores de sillas de ruedas, estén bien sujetos al guardarriel, al armazón de la escalera o pasillo móvil o al foso donde vaya instalado el ascensor o elevador de sillas de ruedas.	620-34						
		Medios de desconexión	Verificar la existencia de un solo medio de desconexión que desconecte todos los conductores de suministro de fuerza no puestos a tierra de cada unidad, diseñados de modo que no se pueda operar ningún polo independientemente. El medio de desconexión de los conductores de suministro de fuerza no debe desconectar el circuito ramal requerido en los Artículos 620-22, 620-23 y 620-24.	620-51						
			Revisar que el medio de desconexión sea un interruptor con fusible o un interruptor automático del circuito de motores, accionable desde el exterior de un encerramiento y que se pueda bloquear en posición de abierto.	620-51 (a)						
			Verificar que el medio de desconexión no se pueda abrir ni cerrar desde cualquier otra parte del predio, no se cierre automáticamente y que el suministro sólo se restablezca manualmente.	620-51 (b)						
			Verificar que el medio de desconexión este ubicado donde sea fácilmente accesible a personal calificado.	620-51 (c)						
			Cuando en un cuarto de máquinas haya más de una máquina de accionamiento, verificar que los medios de desconexión estén numerados para indicar claramente las máquinas de accionamiento que controlan.	620-51 (d)						
			Verificar que cada medio de desconexión esté dotado de un aviso que indique la ubicación del lado del suministro del dispositivo de protección contra sobrecorriente.	620-51 (d)						
			Verificar que los ascensores tengan un solo medio que desconecte todos los conductores no puestos a tierra de los circuitos de suministro para alumbrado, tomacorrientes y ventilación de cada cabina.	620-53						
			Verificar que los ascensores tengan un solo medio que desconecte todos los conductores no puestos a tierra de los circuitos de suministro para el aire acondicionado de cada cabina.	620-54						

No. de Expediente CIDET: _____

Lista de verificación - INSTALACIONES ELÉCTRICAS INSTITUCIONES

Ítem		Subtema	Aspecto	Artículo RETIE	Revisión en Oficina	Revisión en Campo	CUMPLE	NO CUMPLE	NO APLICA	Observaciones - Ubicación de evidencia
		Suministro eléctrico	Verificar que en las instalaciones de ascensores con una y varias cabinas, los equipos que reciban suministro eléctrico desde más de una fuente tengan un medio de desconexión para cada fuente.	620-52 (a)						
			Verificar que los medios de desconexión estén a la vista del equipo que controlen.	620-52 (a)						
			Cuando existan varios medios de desconexión y haya partes de los controladores que permanezcan energizadas desde fuentes que no estén conectadas, verificar que se instale sobre o cerca del medio de desconexión un cartel de advertencia en el que se lea claramente el siguiente aviso: «Atención - Partes de este controlador no quedan desenergizadas con este interruptor»	620-52 (b)						
		Protecciones	Verificar que los dispositivos de operación, de control y de señalización estén protegidos contra sobrecorriente de acuerdo con los requisitos establecidos en los Artículos 725-23 y 725-24.	620-61 (a)						
			Verificar la correcta protección contra sobrecarga de los motores que mueven ascensores, montacargas, escaleras y pasillos mecánicos, ascensores y elevadores para sillas de ruedas.	620-61 (b)						
			Verificar que la protección del alimentador de los motores contra cortocircuito y falla a tierra cumpla con lo establecido en la Sección 430 Parte E.	620-61 (c)						
			Verificar que la protección del circuito ramal de los motores contra cortocircuito y falla a tierra cumpla con lo establecido en la Sección 430 Parte D.	620-61 (d)						
			Cuando haya más de un medio de desconexión de motores que reciba suministro desde un solo alimentador, se debe verificar que los dispositivos de protección contra sobrecorriente de cada medio de desconexión estén coordinados selectivamente con cualquier otro dispositivo de protección contra sobrecorriente instalado en el lado de suministro.	620-62						
		Espacio de trabajo	Verificar el correcto resguardo de los equipos en el cuarto de máquinas.	620-71						
			Verificar que al rededor de los controladores, medios de desconexión y los equipos eléctricos restantes, se deje un espacio de trabajo.	620-5						
		Controlador	Verificar que la capacidad nominal de los controladores de los motores sea la adecuada.	620-15						
		Puesta a tierra	Verificar que las canalizaciones metálicas y los cables Tipo MC, MI o AC unidos a las cabinas de los ascensores, estén conectadas equipotencialmente a las partes metálicas puestas a tierra de la cabina con la que hagan contacto.	620-81						
			Verificar que en los ascensores las carcasas de todos los motores, máquinas, controladores y encerramientos metálicos de todos los equipos eléctricos instalados sobre la cabina, dentro de ella o en el foso del ascensor, estén puestos a tierra según lo especificado en la Sección 250.	620-82						
			Verificar que las escaleras, pasillos mecánicos, ascensores y elevadores para sillas de ruedas cumplan con lo establecido en la Sección 250.	620-84						
			Verificar que todos los tomacorrientes monofásicos de 125 V y 15 o 20 A instalados en los espacios de máquinas, cuartos de máquinas, pozos, encima de las cabinas y en las canalizaciones de escaleras y pasillos mecánicos, tengan protección mediante GFCI.	620-85						
11	**AIRE ACONDICIONADO**		Verificar la aplicabilidad de este aspecto							
		Rotulado	Identificar la información de la placa de características aplicable para el equipo.	440-4						

No. de Expediente CIDET: _____

Lista de verificación - INSTALACIONES ELÉCTRICAS INSTITUCIONES

Ítem		Subtema	Aspecto	Artículo RETIE	Revisión en Oficina	Revisión en Campo	CUMPLE	NO CUMPLE	NO APLICA	Observaciones - Ubicación de evidencia
		Conductores	Verificar que los calibres de los conductores de los circuitos ramales sean adecuados, con base en la información aplicable de las placas de características.	440-31 a 440-35						
			Verificar que los conductores que alimentan varias unidades estén dimensionados apropiadamente.	440-6						
		Protecciones	Verificar que haya protección contra sobrecarga del circuito ramal y que esté dimensionado apropiadamente.	440-51 a 440-55						
			Verificar que haya protección contra cortocircuito y falla a tierra del circuito ramal y que esté dimensionada apropiadamente.	440-21, 440-22						
			Verificar que haya protección contra cortocircuito y falla a tierra del alimentador y que esté dimensionada apropiadamente, cuando sea aplicable.	430-61 a 430-63						
		Controlador	Verificar que los controladores tengan capacidades nominales adecuadas cuando no son parte de un equipo multimotor certificado o un equipo de carga combinada certificado.	440-41						
		Medios de desconexión	Verificar que el medio de desconexión tenga capacidades nominales adecuadas para los equipos.	440-12, 440-13						
			Verificar que los medios de desconexión estén al alcance de la vista desde el equipo y sean fácilmente accesibles desde éste, y que los espacios de trabajo sean adecuados.	440-14, 110-32						
		Dimensionamiento	Verificar que los conductores, tomacorrientes, cordones y dispositivos de sobrecorriente para acondicionadores de aire de recintos estén dimensionados apropiadamente.	440-60 a 440-64						
		Tomacorrientes e iluminación	Revisar que existan los tomacorrientes y la iluminación adecuada para el mantenimiento y reparación de los equipos mecánicos.	210-63, 210-70						
12	**PROTECCIÓN CONTRA RAYOS**	**Protección contra Rayos**	Verificar la aplicabilidad de este aspecto							
		Memoria de cálculo	Verificar que la protección contra rayos esté basada en la aplicación de un Sistema Integral de Protección, conducente a mitigar los riesgos asociados con la exposición directa e indirecta a los rayos.	Artículo 42						
			Verificar que exista un diseño de protección contra rayos y que se soporte en la evaluación del nivel de riesgo, para el sitio en particular donde se ubique la instalación.	Artículo 42						
		Anillos equipotenciales	En el caso de los edificios altos, verificar que se disponga de anillos equipotenciales para protección contra rayos.	Artículo 15						
		Conexión de elementos metálicos	Verificar que cualquier elemento metálico de la edificación que se encuentre expuesto al impacto del rayo, como antenas de televisión, chimeneas, torres de comunicación, y cualquier antena o tubería que sobresalga sea tratado como un terminal de captación.	Artículo 42						
		Bajantes	Verificar que cada una de las bajantes termine en un electrodo de puesta a tierra, estén separadas un mínimo de 10 m y siempre buscando que se localicen en las partes externas de la edificación.	Artículo 42						
			Verificar que no se hayan utilizado terminales de captación o pararrayos con elementos radiactivos.	Artículo 42						
			Verificar que los terminales de captación cumplan requerido en la Tabla 46 del RETIE	Artículo 42, Tabla 46						

No. de Expediente CIDET: _____

Lista de verificación - INSTALACIONES ELÉCTRICAS INSTITUCIONES

Ítem		Subtema	Aspecto	Artículo RETIE	Revisión en Oficina	Revisión en Campo	CUMPLE	NO CUMPLE	NO APLICA	Observaciones - Ubicación de evidencia
		Material	Verificar que las bajantes del sistema de protección contra rayos cumplan los requisitos de la Tabla 47 del RETIE. Se admite el uso de acero inoxidable y acero galvanizado en caliente para bajantes. En el caso de usar alambre de acero, la sección no debe ser menor a 50 mm² y su diámetro no debe ser menor a 8 mm. Para el caso de cable de acero inoxidable la sección no debe ser menor a 70 mm² y cada alambre no menor de 1,7 mm de diámetro. Para el caso cable de acero galvanizado en caliente, la sección no debe ser menor a 50 mm² y cada alambre no menor a 1,7 mm de diámetro.	Artículo 42, Tabla 47						
			Verificar que no se hayan instalado pararrayos o terminales de captación con material radiactivo.	Artículo 44						
13	SISTEMA CONTRA INCENDIO	**Bombas contra incendio**	Verificar la aplicabilidad de este aspecto							
		Fuente de alimentación	Verificar que la fuente de energía de la bomba contra incendio sea confiable y tenga la capacidad adecuada para transportar las corrientes de rotor bloqueado de la motobomba y de los equipos accesorios.	695-3, Artículo 40						
			Donde no se exijan o no se puedan montar bombas contra incendio, se pueden instalar sistemas automáticos de extinción por regaderas (instalaciones pequeñas).	Artículo 40						
			Verificar que la continuidad de la alimentación esté asegurada y supervisada.	695-4						
		Dimensionamiento transformador	Verificar que los transformadores diferentes de los de la acometida o de la empresa de servicios públicos, estén dimensionados y protegidos apropiadamente.	695-5 (a)						
		Protecciones transformador	Verificar que la fuente de energía sea confiable y tenga la capacidad adecuada para transportar las corrientes de rotor bloqueado de la motobomba y de los equipos accesorios.	695-5 (b), Artículo 40° (RETIE)						
		Montaje	Revisar el montaje y ubicación apropiados de los equipos.	695-7						
		Alambrado	Verificar que se usen los métodos de alambrado apropiados para el alambrados de fuerza y control.	695-8, 695-9						
			Verificar que la alimentación eléctrica externa se provea independiente de la acometida eléctrica general, es decir, desde otra acometida o desde un grupo electrógeno de emergencia. Para ello pueden instalarse barreras cortafuego en el cableado.	695-8 (a), Artículo 40° (RETIE)						
		Controlador	Verificar que el control de la bomba se efectúe mediante un controlador certificado para bombas contra incendios.	Artículo 40° (RETIE)						
		Alarma contra incendios	Verificar la aplicabilidad de este aspecto							
		Accesibilidad	Verificar que el acceso a los equipos eléctricos no esté impedido por acumulación de cables y alambres que eviten quitar los paneles, incluso los de los cielos rasos falsos.	760-5						
		Puesta a tierra	Verificar que los circuitos y equipos de alarma contra incendio estén puestos a tierra según lo establecido en la Sección 250.	760-6						
		Alambrado	Revisar que los circuitos de alarma contra incendio estén instalados de manera limpia y profesional, y verificar que los cables estén correctamente apoyados en la estructura de la edificación, de modo que no resulten dañados durante su uso normal.	760-8						
		Identificación	Verificar que los circuitos de alarma contra incendio se identifiquen fácilmente en sus terminales y uniones de modo que se evite la interferencia accidental durante los ensayos y revisiones de circuitos de señalización.	760-10						
			Verificar que la fuente de alimentación cumpla con lo establecido en los Capítulos 1 a 4 y que su tensión de salida no sea mayor a 600 V nominales.	760-21						

Lista de verificación - INSTALACIONES ELÉCTRICAS INSTITUCIONES

Ítem		Subtema	Aspecto	Artículo RETIE	Revisión en Oficina	Revisión en Campo	CUMPLE	NO CUMPLE	NO APLICA	Observaciones - Ubicación de evidencia
		Circuitos de alarma contra incendio de potencia no limitada (NPLFA)	Verificar que los conductores con sección transversal de 2,08 mm² (14 AWG) y mayor, estén protegidos contra sobrecorriente de acuerdo a su capacidad de corriente, sin aplicar los factores de corrección del Artículo 310 15. Revisar que la protección contra sobrecorriente no pase de 7 A para los conductores de sección transversal de 0,82 mm² (18 AWG) ni de 10 A para los de sección transversal 1,31 mm² (16 AWG).	760-23						
			Verificar que el dispositivo de protección contra sobrecorriente esté ubicado en el punto de conexión del conductor a la red de suministro, a no ser que se cumpla alguna excepción.	760-24						
			Verificar que los métodos de alambrado cumplan con lo establecido en el Artículo 300-15 b) y en las Secciones aplicables del Capítulo 3.	760-25						
			Verificar que en los sistemas de alarma contra incendio sólo se utilicen conductores de cobre sólido o trenzado, y revisar que la sección transversal, el aislamiento y el material de los conductores utilizados sea el adecuado.	760-27 (a) a (c)						
			Verificar que los cables instalados en tramos verticales que atraviesan más de un piso o los instalados en tramos verticales dentro de fosos de ascensores o de servicios sean del tipo NPLFR.	760-30 (a) (2)						
			Verificar que los cables instalados en lugares de edificaciones distintos a los mencionados en los 3 ítems anteriores sean de tipo NPLF.	760-30 (a) (3)						
		Circuitos de alarma contra incendio de potencia limitada (PLFA)	Verificar que la fuente de alimentación sea una de las especificadas en los apartados a), b) o c) del Artículo 760-41.	760-41						
			Verificar que los métodos de alambrado del lado de suministro de la fuente de alimentación PLFA estén instalados de acuerdo con los correspondientes requisitos de la Parte B de la Sección 760 y los Capítulos 1 a 4.	760-51						
			Verificar que los transformadores y otros dispositivos alimentados desde los conductores de suministro, estén protegidos por un dispositivo contra sobrecorriente a una corriente nominal no mayor a 20 A.	760-51						
			Verificar que los cables multiconductores de tipo NPLFA estén instalados adecuadamente.	760-52 (b)						
			Verificar que los conductores de circuitos de potencia limitada no estén instalados en cables, compartimientos, encerramientos, cajas de salida, canalizaciones o accesorios similares con conductores de circuito de alumbrado, fuerza, de Clase 1 o de alarma contra incendios de potencia no limitada, a no ser que se cumpla alguna excepción.	760-54 (a) (1)						
			Verificar que en los fosos de los ascensores, los conductores de los circuitos de alarma contra incendio de potencia limitada estén instalados en un tubo conduit de metal rígido, tubo conduit rígido no metálico, tubo conduit metálico intermedio o tubería eléctrica, a no ser que se cumpla alguna excepción.	760-54 (a) (2)						
			Verificar que los conductores de los circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada estén separados 50 mm como mínimo de los conductores de circuitos de alumbrado, fuerza, Clase 1 o de alarma contra incendios de potencia no limitada, a no ser que se cumpla alguna excepción.	760-54 (a) (3)						
			Verificar que no se utilicen las canalizaciones como medio de apoyo de los conductores de los circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada.	760-54 (c)						
			Verificar que los cables instalados en cámaras de aire, ductos y otros espacios utilizados para el aire ambiental sean del tipo FPLP, a no ser que se cumpla alguna excepción.	760-61 (a)						

No. de Expediente CIDET: _____

Lista de verificación - INSTALACIONES ELÉCTRICAS INSTITUCIONES

Ítem		Subtema	Aspecto	Artículo RETIE	Revisión en Oficina	Revisión en Campo	CUMPLE	NO CUMPLE	NO APLICA	Observaciones - Ubicación de evidencia
			Verificar que los cables instalados en tramos verticales que atraviesan más de un piso o los instalados en tramos verticales dentro de fosos de ascensores o de servicios sean del tipo FPLR.	760-61 (b)						
			Verificar que los cables instalados en lugares de edificaciones distintos a los mencionados en los ítems 28 y 29 sean del tipo FPL, a no ser que se cumpla alguna excepción.	760-61 (c)						
			Verificar que los usos y sustituciones de los cables de circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada recogidos en la Tabla 760-61 d) e ilustrados en la figura 760-61 d) sean los apropiados.	760-61 (d)						
			Verificar que los cables PLFA y los detectores de incendios asilados de la línea continua estén certificados y rotulados.	760-71						
14	SISTEMA DE EMERGENCIA	Sistemas de emergencia	Verificar la aplicabilidad de este aspecto							
		Aplicabilidad	Verificar que existan sistemas de alimentación de emergencia en lugares de reuniones en los que pueda haber más de 1000 personas o en edificaciones que tengan más de 23 m de altura, con cualquiera de las siguientes clases de actividad: educación, residencial, detención y correccional, negocios y comercio.	700-12						
			Verificar que todos los edificios de servicio público, con más de 100 personas por cada piso o nivel, estén provistos de un sistema de potencia de emergencia.	Artículo 40° (RETIE)						
			Verificar que los circuitos y equipos del alimentador de emergencia en edificaciones de gran altura e inmuebles para reuniones de más de 1000 personas, tengan protección adecuada contra incendios.	700-9 (c)						
		Dimensionamiento	Revisar los cálculos de carga y verificar que la capacidad del sistema sea la adecuada.	700-5						
			Verificar que la capacidad del sistema sea adecuada para cualquier carga diferente de las cargas de emergencia que alimente, o que se suministre carga selectiva automática de arranque y restricción de carga.	700-5						
			Verificar que los circuitos ramales de alumbrado de emergencia alimenten únicamente cargas de emergencia.	700-15						
			Verificar que el sistema de potencia de emergencia suministre energía eléctrica a las señales de salida, sistemas de ventilación, detección y alarma de sistemas contra incendio, bombas contra incendio, ascensores, sistemas de comunicación, procesos industriales y demás sistemas en los que la interrupción del suministro eléctrico puede producir serios peligros para la seguridad de la vida humana.	Artículo 40						
		Tiempo de entrada en operación	Verificar que el sistema de potencia de emergencia suministre energía eléctrica en los 10 segundos siguientes al corte, a los sistemas de alumbrado y fuerza para áreas y equipos previamente definidos, y en caso de falla del sistema destinado a alimentar circuitos esenciales para la seguridad y la vida humana.	700-12, Artículo 40° (RETIE)						
		Ensayos	Verificar que se realicen ensayos cuando se exigen y que se suministren un programa y un registro escritos de los ensayos y mantenimientos periódicos.	700-4						
		Accesibilidad	Verificar que los dispositivos de sobrecorriente de los circuitos ramales en los circuitos de emergencia sean accesibles solamente a personas calificadas.	700-25						
		Respaldo baterías	Verificar que los grupos de baterías de acumuladores estén provistos de un cargador automático en los sitios donde se requiera respaldo adicional de energía. Este sistema debe proveer autonomía por 1 hora a plena carga sin que la tensión baje del 87,5% de su valor nominal.	700-12 (a), Artículo 40° (RETIE)						

No. de Expediente CIDET: _____

Lista de verificación - INSTALACIONES ELÉCTRICAS INSTITUCIONES

Ítem		Subtema	Aspecto	Artículo RETIE	Revisión en Oficina	Revisión en Campo	CUMPLE	NO CUMPLE	NO APLICA	Observaciones - Ubicación de evidencia
		Disponibilidad de combustible	Verificar que los generadores, si se usan, tengan combustible en el sitio, adecuado al menos para 2 horas de operación, y que las bombas de combustible, si las hay, estén alimentadas por una fuente de alimentación de emergencia.	700-12 (b)						
		Transferencia	Verificar que el equipo de transferencia sea automático, esté identificado para uso de emergencia, esté aprobado por la autoridad competente y esté diseñado e instalado de modo que impida la interconexión accidental de las fuentes de alimentación normal y de emergencia al hacer cualquier manipulación.	700-6						
			Verificar que el equipo de transferencia permita un dispositivo para puentear y aislar el equipo de transferencia, evitando la operación accidental en paralelo si el dispositivo consiste en un conmutador de separación en derivación (seccionador).	700-6						
		Señalización	Revisar los avisos colocados en el equipo de la acometida, que indica el tipo de sistema de emergencia y su ubicación, y los avisos en la ubicación de la puesta a tierra, que indican las fuentes conectadas.	700-8						
			Revisar que las cajas y encerramientos tengan identificación permanente como componentes del sistema de emergencia.	700-9 (a)						
			Verificar que haya señales auditivas y visuales en donde se exijan.	700-7						
		Alambrado	Verificar que el alambrado de emergencia sea completamente independiente de los otros alambrados, excepto como se permite específicamente para encerramientos, accesorios y cajas comunes.	700-9 (b)						
		Alumbrado de emergencia	Verificar que el equipo unitario para alumbrado de emergencia, si se usa, esté fijo en su sitio y conectado al mismo circuito que alimenta el alumbrado normal del área, antes de cualquier interruptor local.	700-12 (e)						
			Verificar que la alimentación del alumbrado de emergencia en áreas servidas por dispositivos de alta intensidad de descarga se mantiene hasta que se restaure la iluminación normal.	700-16						
			Verificar que el equipo de alumbrado de emergencia esté dispuesto de manera que un área no quede en total oscuridad por la falla de un solo elemento de alumbrado.	700-16						
			Verificar que el alumbrado de emergencia se alimente automáticamente cuando falle la alimentación normal.	700-17, 700-18						
			Verificar que cualquier interruptor que pueda desconectar la alimentación al alumbrado de emergencia sea fácilmente accesible, pero solamente a personas calificadas.	700-20, 700-21						
		Tomacorrientes	Verificar que en el cuarto de la planta de emergencia se disponga de tomacorrientes para el precalentado y para cualquier otro uso necesario.	Artículo 40						



Sector Eléctrico Colombiano
CORPORACIÓN CENTRO DE INVESTIGACIÓN
Y DESARROLLO TECNOLÓGICO

AREA CAPACITACIÓN & TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA

Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas
R E T I E

Integra las resoluciones180398 del 7 de abril de 2004
y 180498 del 29 de abril de 2005

** VERSION ACADÉMICA **

EL CIDET HA INTEGRADO ESTOS DOCUMENTOS CON EL ÁNIMO DE FACILITAR SU LECTURA Y ANÁLISIS.

NO REEMPLAZA LAS RESOLUCIONES OFICIALES EXPEDIDAS POR EL MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA Y SU FINALIDAD ES ESTRICTAMENTE DE CARÁCTER EDUCATIVO. SU ACTUALIZACIÓN ES RESPONSABILIDAD DEL LECTOR.

EL CIDET NO SE HACE RESPONSABLE POR LA EXACTITUD E INTEGRALIDAD DE LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO

SI DESEA DESCARGAR LA VERSIÓN DIGITAL DE ESTE DOCUMENTO PUEDE ENCONTRARLA EN WWW.CIDET.COM.CO/DESCARGAS.HTM

www.cidet.com.co

Medellín, Calle 12 Sur N. 18-168 Teléfono: (57)4-3172255 Fax: (57)4-3170099 Apartado: 54193
e-mail: capacitacion@cidet.com.co

REPÚBLICA DE COLOMBIA

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA

REGLAMENTO TÉCNICO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS (RETIE)

ANEXO GENERAL

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN 5
CAPÍTULO I 6
DISPOSICIONES GENERALES 6
Artículo 1º. OBJETO 6
Artículo 2º. CAMPO DE APLICACIÓN 7
Artículo 3º. DEFINICIONES 9
Artículo 4º. ABREVIATURAS, ACRÓNIMOS Y SIGLAS 20
Artículo 5º. ANÁLISIS DE RIESGOS ELÉCTRICOS 21
1. Evaluación del Nivel de riesgo 23
2. Riesgos eléctricos más comunes 24
3. Situaciones de alto riesgo 26
Artículo 6º. ANÁLISIS DE COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA 27
Artículo 7º. PROGRAMA DE SALUD OCUPACIONAL 27
CAPÍTULO II 29
REQUISITOS TÉCNICOS ESENCIALES 29
Artículo 8º. CLASIFICACIÓN DE LOS NIVELES DE TENSIÓN EN CORRIENTE ALTERNA. 29
Artículo 9º. SISTEMA DE UNIDADES 29
Artículo 10º. SIMBOLOGÍA GENERAL 31
Artículo 11º. SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD 32
Artículo 12º. COMUNICACIONES POR RADIO 36
Artículo 13º. DISTANCIAS DE SEGURIDAD 37
1. Distancias mínimas de seguridad en cruces de líneas. 42
2. Distancias mínimas entre conductores en la misma estructura. 42
3. Distancias mínimas para prevención de riesgos por arco eléctrico. 43
Artículo 14º. CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS 45
Artículo 15º. PUESTAS A TIERRA 46
1. Diseño. 48
2. Requisitos Generales 48
3. Materiales 50
3.1. Electrodos de puesta a tierra. 50
3.2. Conductor del electrodo de puesta a tierra. 51
3.3. Conductor de puesta a tierra de equipos. 52
4. Valores de resistencia de puesta a tierra 52
5. Mediciones 53
5.1. Medición de resistividad aparente 53
5.2. Medición de resistencia de puesta a tierra 54
5.3. Medición de tensiones de paso y contacto. 54
6. Puestas a tierra temporales 55
Artículo 16º. ILUMINACIÓN 56
1. Diseño 56
2. Instalación 56
Artículo 17º. REQUISITOS DE PRODUCTOS 58
1. Alambres y Cables 59
1.1. Rotulado 66
2. Bombilla Incandescente y portalámparas 66
3. Cercas Eléctricas 68

3.1. Controlador 68
3.2. Requisitos de Instalación 68
3.3. Rotulado 69
4. Cintas aislantes 69
4.1. Condiciones generales 69
4.2. Rotulado 70
5. Clavijas y Tomacorrientes 70
6. Dispositivos de Protección contra Sobretensiones (DPS) 72
7. Interruptores de baja tensión 73
7.1. Interruptores manuales 73
7.2. Interruptores automáticos 74
7.2.1. Requisitos generales 74
7.2.2. Diseño mecánico 75
7.2.3. Rotulado 76
8. Motores y Generadores 76
9. Tableros Eléctricos 78
9.1. Partes conductoras de corriente 79
9.2. Terminales de alambrado 79
9.3. Rotulado e Instructivos. 80
10. Transformadores de distribución y de potencia 80
11. Tubería, canaletas y canalizaciones para instalaciones eléctricas 82
12. Cajas y Conduletas 82
13. Extensiones y Multitomas para Baja Tensión 83
14. Aisladores 84
CAPÍTULO III 85
REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA EL PROCESO DE GENERACIÓN 85
Artículo 18º. EDIFICACIONES 85
Artículo 19º. DISTANCIAS DE SEGURIDAD 86
Artículo 20º. PUESTAS A TIERRA 87
CAPÍTULO IV 88
REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA EL PROCESO DE TRANSMISIÓN 88
Artículo 21º. DISTANCIAS DE SEGURIDAD 88
Artículo 22º. ZONAS DE SERVIDUMBRE 88
Artículo 23º. AISLAMIENTO 89
Artículo 24º. SEÑALES DE AERONAVEGACIÓN 90
Artículo 25º. PUESTAS A TIERRA 90
Artículo 26º. HERRAJES 90
Artículo 27º. AISLADORES 91
Artículo 28º. APOYOS O ESTRUCTURAS 91
Artículo 29º. MÉTODOS DE TRABAJO EN TENSIÓN 93
1. Verificación en el lugar de trabajo. 93
2. Procedimientos de ejecución 93
CAPÍTULO V 96
REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA EL PROCESO DE TRANSFORMACIÓN 96
Artículo 30º. DISPOSICIONES GENERALES 96
Artículo 31º. SALAS DE OPERACIONES, MANDO Y CONTROL 96
Artículo 32º. DISTANCIAS DE SEGURIDAD 97
Artículo 33º. PUESTAS A TIERRA 99
CAPÍTULO VI 100
REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA EL PROCESO DE DISTRIBUCIÓN 100
Artículo 34º. DISTANCIAS DE SEGURIDAD 101
Artículo 35º. PUESTAS A TIERRA 101
Artículo 36º. HERRAJES 101
Artículo 37º. AISLADORES 102
Artículo 38º. REGLAS BÁSICAS DE TRABAJO 102
1. Maniobras 103
2. Verificación en el lugar de trabajo. 103
3. Señalización del área de trabajo. 103
4. Escalamiento de postes y protección contra caídas. 103
5. Reglas de oro de la seguridad. 104
6. Trabajos cerca de circuitos aéreos energizados 105
7. Subestaciones de media tensión tipo interior. 105
8. Cables subterráneos 106
9. Trabajos en condiciones de alto riesgo 107

10. Apertura de transformadores de corriente....108
Artículo 39º. CARTILLA DE SEGURIDAD PARA EL USUARIO. 108
CAPÍTULO VII 109
REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA EL PROCESO DE UTILIZACIÓN 109
Artículo 40º. REQUISITOS PARA INSTALACIONES DOMICILIARIAS....109
Artículo 41º. REQUISITOS PARA INSTALACIONES HOSPITALARIAS....113
Artículo 42º. REQUISITOS DE PROTECCIÓN CONTRA RAYOS....115
Artículo 43º. MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES 117
CAPÍTULO VIII....118
PROHIBICIONES....118
Artículo 44º. RESIDUOS NUCLEARES Y DESECHOS TÓXICOS....118
CAPÍTULO IX....119
DISPOSICIONES TRANSITORIAS....119
Artículo 45º. DISPOSICIONES TRANSITORIAS. 119
CAPÍTULO X....121
VIGILANCIA Y CONTROL....121
Artículo 46º. ENTIDADES DE VIGILANCIA 121
Artículo 47º. EVALUACION DE CONFORMIDAD 121
1. Certificación de conformidad de productos 121
2. Certificación de conformidad para importación de productos de uso directo y exclusivo del importador 122
3. Principales regulaciones para el trámite....122
4. Acreditación....123
5. Organismos de certificación....123
6. Laboratorios de pruebas y ensayos 123
7. Rotulado....124
8. Certificación de conformidad de Instalaciones Eléctricas 124
9. Revisión de las instalaciones....126
CAPÍTULO XI....127
REVISIÓN Y ACTUALIZACIÓN....127
Artículo 48º. REVISIÓN Y ACTUALIZACIÓN. 127
CAPÍTULO XII 128
RÉGIMEN SANCIONATORIO....128
Artículo 49º. REGIMEN SANCIONATORIO. 128

FIGURAS

Figura 1. Zonas de tiempo/corriente de los efectos de las corrientes alternas de 15 Hz a 100 Hz.... 22
Figura 2. Matriz de riesgo.... 23
Figura 3. Estructura de la CEM 27
Figura 4. Símbolo de riesgo eléctrico No. 56 IEC 60417-1.... 35
Figura 5. Distancias de seguridad en zonas con construcciones 38
Figura 6. Distancias “d” y “d1” en cruce y recorridos de vías.... 39
Figura 7. Distancia “e” en cruces con ferrocarriles sin electrificar.... 40
Figura 8 (a). Distancia “f” en cruces con ferrocarriles electrificados. 41
Figura 8 (b). Distancia “g” en cruces con ríos, cauces de agua, canales navegables. 41
Figura 9. Límites de aproximación. 44
Figura 10. Sistemas con Puestas a tierra dedicadas e interconectadas. 49
Figura 11. Una sola puesta a tierra para todas las necesidades (prohibido). 49
Figura 12. Puestas a tierra separadas o independientes (prohibido).... 50
Figura 13. Esquema de medición de resistividad aparente. 53
Figura 14. Esquema de medición de resistencia de puesta a tierra. 54
Figura 15. Montajes típicos de puestas a tierra temporales.... 55
Figura 16. Posición de la camisa roscada del portalámpara. Las dimensiones están en mm. 66
Figura 17. Dimensiones del casquillo de una bombilla en mm. 67
Figura 18. Montaje de los DPS.... 72
Figura 19. Ancho de la zona de servidumbre.... 89
Figura 20. Zona de seguridad Circulación de personal.... 97
Figura 20 A. Zonas de seguridad. 98
Figura 21. Distancias de seguridad contra contactos directos.... 99

TABLAS

Tabla 1. Posiciones arancelarias de productos 8
Tabla 2. Organismos de Normalización. 20
Tabla 3. Acrónimos, siglas y abreviaturas de común utilización. 21
Tabla 4. Porcentaje de personas que se protegen según la corriente de disparo. 22
Tabla 5. Relación entre energía específica y efectos fisiológicos. 22
Tabla 6. Riesgos eléctricos comunes. 26
Tabla 7. Simbología de magnitudes y unidades utilizadas en electrotecnia 31
Tabla 8. Principales símbolos gráficos 32
Tabla 9. Dimensiones típicas de las señales en milímetros. 33
Tabla 10. Colores de las señales y su significado 33
Tabla 11. Principales señales de seguridad. 34
Tabla 12. Dimensiones del símbolo de riesgo eléctrico 35
Tabla 13. Código de Colores para conductores 35
Tabla 14. Código Q 36
Tabla 15. Distancias mínimas de seguridad en zonas con construcciones 38
Tabla 16. Distancias mínimas de seguridad para diferentes lugares y situaciones. 39
Tabla 17. Distancias verticales mínimas en vanos con cruce de líneas. 42
Tabla 18 (a). Distancia horizontal entre conductores soportados en la misma estructura de apoyo. 42
Tabla 18 (b). Distancia vertical en metros entre conductores sobre la misma estructura.. 43
Tabla 19. Límites de aproximación a partes energizadas de equipos. 44
Tabla 20. Valores límites de campos electromagnéticos para baja frecuencia. 46
Tabla 21. Valores máximos de tensión de contacto aplicada a un ser humano. 47
Tabla 22. Requisitos para electrodos de puesta a tierra. 50
Tabla 23. Constantes de materiales. 52
Tabla 24. Valores máximos de resistencia de puesta a tierra. 53
Tabla 25. Niveles típicos de iluminancia aceptados para diferentes áreas, tareas o actividades. 58
Tabla 26. Requisitos para alambre de cobre suave. 60
Tabla 27. Requisitos para cables de cobre suave. 60
Tabla 28. Requisitos para cables de Aluminio - AAC 61
Tabla 29. Requisitos para cables de aluminio con refuerzo de acero – ACSR 62
Tabla 30. Requisitos para cables de aleaciones de Aluminio Clase A y AA - AAAC 63
Tabla 31. Requisitos para alambres y cables aislados 64
Tabla 32. Requisitos Clase 1: Alambres. 65
Tabla 33. Requisitos Clase 2: Cables. 65
Tabla 34. Flujo luminoso nominal normal para bombillas incandescentes (lúmenes) 67
Tabla 35. Distancias mínimas de seguridad de cercas eléctricas a circuitos de distribución 69
Tabla 36. Distancias de aislamiento para interruptores manuales para tensión = 260 V. 74
Tabla 38. Ancho de la zona de servidumbre. 89
Tabla 39. Diámetro mínimo de las balizas según nivel de tensión. 90
Tabla 40. Distancias de aproximación en trabajos a distancia. 95
Tabla 42. Distancias mínimas de seguridad para trabajar con líneas energizadas. 102
Tabla 43. Distancias mínimas de seguridad para personal no especialista 103
Tabla 44. Lista de verificación, trabajos en condiciones de alto riesgo. 108
Tabla 45. Límites de temperatura – Equipo eléctrico. 112
Tabla 46. Características de los terminales de captación. 116
Tabla 47. Requerimientos para las bajantes. 117
Tabla 48. Nombres comerciales de PCB 118

ANEXO GENERAL

REGLAMENTO TÉCNICO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS (RETIE)

INTRODUCCIÓN

Se tiene un NUEVO ORDEN en el comercio mundial y como consecuencia directa un nuevo marco en temas de reglamentación; términos como homologación y Normas Técnicas Colombianas Oficiales Obligatorias (NTCOO) ya perdieron su vigencia, ahora el esquema se basa en Reglamentos Técnicos de carácter obligatorio, Normas Técnicas de carácter voluntario y en que cada país es autónomo para defender los objetivos legítimos.

La dependencia y el aumento progresivo del consumo de la electricidad en la vida actual, obliga a establecer unas exigencias y especificaciones que garanticen la seguridad de las personas con base en el buen funcionamiento de las instalaciones, la fiabilidad y calidad de los productos, la compatibilidad de los equipos y su adecuada utilización y mantenimiento.

En cumplimiento del Artículo 2° de la Constitución Nacional, les corresponde a las autoridades de la República proteger a todas las personas residentes en Colombia en su vida, honra y bienes. En tal sentido el Ministerio de Minas y Energía como máxima autoridad en materia energética, debe adoptar las normas y reglamentos técnicos orientados a garantizar la protección de la vida de las personas contra los riesgos que puedan provenir de los bienes y servicios relacionados con el sector a su cargo.

El Ministerio de Minas y Energía, con el fin de facilitar la adaptación de las normas técnicas, en referencia, al futuro progreso tecnológico, incluye en el presente Reglamento Técnico las prescripciones de carácter general, donde se establecen los requisitos mínimos que garanticen los objetivos legítimos.

Para ello se han reunido en este Reglamento Técnico los preceptos esenciales, que por ser una garantía de seguridad frente a riesgos eléctricos, definen el ámbito de aplicación y las características básicas de las instalaciones eléctricas y algunos requisitos que pueden incidir en las relaciones entre las empresas de servicios públicos y los usuarios, con especial enfoque en los problemas de la seguridad de estos últimos y los aspectos que se refieren a la intervención del Gobierno en caso de infracciones y al procedimiento aplicable en cada caso. Se espera que dichos preceptos sean aplicados con ética por todos los profesionales de la electrotecnia en Colombia, como parámetros básicos o mínimos. Quienes ejercen con profesionalismo, saben que pueden seguir aplicando las normas técnicas, porque con ello lograrán óptimos niveles de seguridad y calidad.

Para efectos del presente Reglamento, las palabras **deber** y **tener**, como verbos y sus conjugaciones, deben entenderse como **"estar obligado".**

El objeto fundamental de este Reglamento es establecer medidas que garanticen la **seguridad** de las personas, de la vida animal y vegetal y de la preservación del medio ambiente; previniendo, minimizando o eliminando los riesgos de origen eléctrico. Estas prescripciones parten de que se cumplan los requisitos civiles, mecánicos y de fabricación de equipos.

Las normas técnicas deben servir para concretar y ampliar el alcance del Reglamento Técnico para Instalaciones Eléctricas.

El Ministerio de Minas y Energía espera y confía que este documento estará en la biblioteca de todos los ingenieros y técnicos electricistas del país, no solamente como un mandato a cumplir, sino como una buena fuente de consulta permanente.

CAPÍTULO I

DISPOSICIONES GENERALES

Artículo 1º. OBJETO

El objeto fundamental de este Reglamento es establecer medidas que garanticen la **seguridad** de las personas, de la vida animal y vegetal y de la preservación del medio ambiente; previniendo, minimizando o eliminando los riesgos de origen eléctrico. Estas prescripciones parten de que se cumplan los requisitos civiles, mecánicos y de fabricación de equipos.

Establece las exigencias y especificaciones que garanticen la seguridad con base en el buen funcionamiento de las instalaciones, la confiabilidad, calidad y adecuada utilización de los productos, es decir, fija los parámetros mínimos de seguridad para las instalaciones eléctricas.

Igualmente, es un instrumento técnico-legal para Colombia, que sin crear obstáculos innecesarios al comercio o al ejercicio de la libre empresa, permite garantizar que las instalaciones, equipos y productos usados en la generación, transmisión, transformación, distribución y utilización de la energía eléctrica, cumplan con los siguientes objetivos legítimos:

a) La protección de la vida y la salud humana.
b) La protección de la vida animal o vegetal.
c) La preservación del medio ambiente.
d) La prevención de prácticas que puedan inducir a error al usuario.

Para cumplir estos objetivos legítimos, el presente Reglamento Técnico se basó en los siguientes objetivos específicos:

a) Fijar las condiciones para evitar accidentes por contactos eléctricos directos e indirectos.

b) Establecer las condiciones para prevenir incendios causados por electricidad.

c) Fijar las condiciones para evitar quema de árboles causada por acercamiento a líneas de energía.

d) Establecer las condiciones para evitar muerte de animales causada por cercas eléctricas.

e) Establecer las condiciones para evitar daños debidos a sobrecorrientes y sobretensiones.

f) Adoptar los símbolos de tipo verbal y gráfico que deben utilizar los profesionales que ejercen la electrotecnia.

g) Minimizar las deficiencias en las instalaciones eléctricas.

h) Establecer claramente los requisitos y responsabilidades que deben cumplir los diseñadores, constructores, operadores, propietarios y usuarios de instalaciones eléctricas, además de los fabricantes, distribuidores o importadores de materiales o equipos.

i) Unificar las características esenciales de seguridad de productos eléctricos de más utilización, para asegurar mayor confiabilidad en su funcionamiento.

j) Prevenir los actos que puedan inducir a error a los usuarios, tales como la utilización o difusión de indicaciones incorrectas o falsas o la omisión de datos verdaderos que no cumplen las exigencias del presente Reglamento.

k) Exigir confiabilidad y compatibilidad de los productos y equipos eléctricos mencionados expresamente.

Artículo 2º. CAMPO DE APLICACIÓN

El presente Reglamento Técnico se aplicará a partir de su entrada en vigencia, a toda instalación eléctrica nueva, a toda ampliación de una instalación eléctrica y a toda remodelación de una instalación eléctrica, que se realice en los procesos de Generación, Transmisión, Transformación, Distribución y Utilización de la energía eléctrica, de conformidad con lo siguiente:

- Se considera **instalación eléctrica nueva** aquella que entre en operación con posterioridad a la fecha de entrada en vigencia del RETIE, con las excepciones que se establecen más adelante.

- Se entenderá como ampliación de una instalación eléctrica, la que implique solicitud de aumento de carga instalada o el montaje de nuevos dispositivos, equipos y conductores en más del 50% de los ya instalados.

- El presente Reglamento Técnico aplicará a **remodelaciones de instalaciones eléctricas** existentes a la entrada en vigencia del RETIE, cuando el cambio de los componentes de la instalación eléctrica sea igual o superior al 80%.

- Los productos utilizados en cualquier ampliación, remodelación o reposición deberán cumplir el presente Reglamento Técnico.

Para efectos de este Reglamento, se consideran como instalaciones eléctricas los circuitos eléctricos con sus componentes tales como conductores, equipos, máquinas y aparatos que conforman un sistema eléctrico y que se utilicen para la generación, transmisión, transformación, distribución o utilización de la energía eléctrica, dentro de los límites de tensión y frecuencia establecidos en el presente Reglamento.

Los requisitos y prescripciones técnicas de este Reglamento serán de obligatorio cumplimiento en Colombia, en todas las instalaciones nuevas de corriente alterna o continua, públicas o privadas, con valor de tensión nominal mayor o igual a 25 V y menor o igual a 500 kV de corriente alterna (c.a.), con frecuencia de servicio nominal inferior a 1000 Hz y mayor o igual a 50 V en corriente continua (c.c.).

Las prescripciones técnicas del presente Reglamento serán exigibles en condiciones normales o nominales de las instalaciones. No serán exigibles en los casos de fuerza mayor o de orden público que alteren las instalaciones; en estos casos el propietario de la instalación procurará reestablecer la seguridad de la instalación en el menor tiempo posible.

Este Reglamento deberá ser observado y cumplido por todas las personas naturales o jurídicas nacionales o extranjeras, contratistas u operadores y en general por todas las personas que generen, transformen, transporten, distribuyan, usen la energía eléctrica y ejecuten actividades relacionadas con las instalaciones eléctricas.

Igualmente, este Reglamento aplica a los siguientes productos de mayor utilización en las instalaciones eléctricas y a los productores, importadores y comercializadores de los mismos:

PRODUCTO	POSICIÓN ARANCELARIA
Aisladores eléctricos de vidrio.	85.46.10.00.00
Aisladores eléctricos de cerámica.	85.46.20.00.00
Demás aisladores eléctricos.	85.46.90.00.00
Alambre de cobre sin aislar de diámetro > a 6 mm.	74.08.11.00.00
Alambre de cobre sin aislar de diámetro ≤ a 6 mm.	74.08.19.00.00
Alambres de aluminio sin aislar.	76.14.90.00.00
Balizas plásticas utilizadas como señales de aeronavegación.	39.26.90.90.90
Balizas de aluminio utilizadas como señales de aeronavegación.	76.16.99.90.00
Bombillas incandescentes de < de 200 W.	85.39.22.90.00
Cables de aluminio sin aislar.	76.14.90.00.00
Cables de aluminio aislados.	85.44.59.90.00
Cables de aluminio con alma de acero.	76.14.10.00.00
Cables de cobre sin aislar.	74.13.00.00.00
Cables de cobre aislados entre 80 y 1000 V.	85.44.59.10.00
Cajas de conexión para tensión menor a 260 V y corriente menor a 30 A.	85.36.90.10.90
Cajas de conexión para tensión menor a 260 V y menor a 1000 V.	85.36.90.90.00
Cinta aislante.	39.19.10.00.00
Clavijas eléctricas para uso general.	85.36.69.00.00
Controladores o impulsores para cercas eléctricas.	85.43.40.00.00
Dispositivos de protección contra sobretensiones transitorias para menos de 1000 V.	85.36.30.10.90
Dispositivos de protección contra sobretensiones transitorias para más de 1000 V. (limitadores de tensión).	85.35.40.10.00
Dispositivos de protección contra sobretensiones transitorias para más de 1000 V. (amortiguadores de onda).	85.35.40.20.00
Electrodos de puesta a tierra en cobre.	74.07.10.00.00
Electrodos de puesta a tierra en acero con recubrimiento de cobre.	73.26.90.00.10
Estructuras de transmisión.	73.08.20.00.00
Extensiones eléctricas para tensión menor a 600 V.	85.44.51.10.00
Generadores de corriente alterna de potencia ≤ a 18,5 kVA.	85.01.61.10.00
Generadores de corriente alterna de potencia > a 18,5 kVA pero ≤ 30 kVA.	85.01.61.20.00
Generadores de corriente alterna de potencia > a 30 kVA pero ≤ a 75 kVA.	85.01.61.90.00
Generadores de corriente alterna de potencia > a 75 kVA pero ≤ 375 kVA.	85.01.62.00.00
Generadores de corriente alterna de potencia > a 375 kVA pero ≤ 750 kVA.	85.01.63.00.00
Generadores de corriente alterna de potencia > a 750 kVA.	85.01.64.00.00
Herrajes.	73.26.19.00.00
Interruptores automáticos para tensión ≤ a 260 V y capacidad ≤ a 30 A.	85.36.10.20.00
Interruptores automáticos para tensión ≤ a 260 V y capacidad > a 30 A.	85.36.10.90.00
Interruptores manuales de baja tensión	85.36.50.19.00
Motores eléctricos para tensiones nominales > a 25 V. clasificados en la partida 85.01 excepto los de potencia ≤ a 37,5 W.	85.01.00.00.00
Multitomas eléctricas para tensión menor a 600 V.	85.36.69.00.00
Portalámparas para bombilla incandescente.	85.36.61.00.00
Puestas a tierra temporales.	85.36.90.90.00
Tableros, paneles armarios para tensión inferior o igual a 1000 V.	85.37.10.10.00
Tomacorrientes para uso general.	85.36.69.00.00
Transformadores de potencia ≤ a 10 kVA (dieléctrico líquido).	85.04.21.10.00
Transformadores de potencia > a 10 kVA y ≤ a 650 kVA (dieléctrico líquido).	85.04.21.90.00
Transformadores de potencia > a 650 kVA ≤ a 1000 kVA (dieléctrico líquido).	85.04.22.10.00
Transformadores de potencia > a 1000 kVA y ≤ a 10000 kVA (dieléctrico líquido).	85.04.22.90.00
Transformadores de potencia > 1 kVA y ≤ a 10 kVA (dieléctrico no líquido).	85.04.32.10.00
Transformadores de potencia > a 10 kVA y ≤ a 16 kVA (dieléctrico no líquido).	85.04.32.90.00
Transformadores de potencia > a 16 kVA pero ≤ a 500 kVA (dieléctrico no líquido).	85.04.33.00.00
Transformadores de potencia > a 500 kVA y ≤ a 1600 kVA (dieléctrico no líquido).	85.04.34.10.00
Transformadores de potencia > a 1600 kVA y ≤ a 10000 kVA (dieléctrico no líquido).	85.04.34.20.00
Tuberías para instalaciones eléctricas de hierro o aleación de hierro.	73.04.39.00.00
Tuberías para instalaciones eléctricas no metálicas.	39.17.23.00.00

Tabla 1. Posiciones arancelarias de productos

Los productos usados en las instalaciones eléctricas a los cuales se les aplica el Reglamento demostrarán el cumplimiento de los requisitos exigidos mediante un Certificado de Conformidad con el RETIE, expedido por un Organismo de Certificación Acreditado por la SIC o por el mecanismo que esta entidad determine. Los productos que requieren demostrar tal conformidad son los relacionados en la Tabla 1 "posiciones arancelarias" y comprenden:

- Los productos con requisitos establecidos en el Artículo 17º del Anexo General.
- Los electrodos de puesta a tierra y las puestas a tierra temporales relacionadas en el Artículo 15 del Anexo General.
- Las estructuras de transmisión relacionadas en el Artículo 28 del Anexo General.
- Los herrajes para líneas de transmisión y redes de distribución.
- Los productos eléctricos usados en redes aéreas o subterráneas para uso final de la electricidad en locales o edificaciones de servicio al público con alta concentración de personas, sitios de espectáculos, hospitales, y museos.
- Los productos eléctricos usados en las instalaciones eléctricas cubiertas por los capítulos 5, 6 y 7 de la NTC 2050 Primera Actualización, que requieran certificación.

Se exceptúan del cumplimiento del presente Reglamento Técnico las siguientes instalaciones normales o nominales:

a. Instalaciones eléctricas de edificaciones que no han entrado en operación a la entrada en vigencia del RETIE y cuenten con licencia o permiso de construcción expedida por autoridad competente, con fecha anterior a la de entrada en vigencia del Reglamento o factibilidad del proyecto eléctrico aprobado por el OR con fecha anterior a la de entrada en vigencia del Reglamento.

b. Subestaciones eléctricas de media tensión y redes de distribución, cuya construcción física se haya iniciado con anterioridad a la fecha de entrada en vigencia del RETIE.

c. Subestaciones eléctricas de alta y extra alta tensión, líneas de transmisión de alta y extra alta tensión y plantas de generación que se encuentren en ejecución a la fecha de entrada en vigencia del RETIE.

d. Instalaciones y equipos para automóviles, navíos, aeronaves, electrodomésticos, equipos de electromedicina, estaciones de telecomunicaciones, sistemas de radio y en general todas las instalaciones eléctricas que en la actualidad o en el futuro se rijan por un reglamento técnico específico. No obstante estas instalaciones deben garantizar condiciones de seguridad eléctrica basadas en normas técnicas internacionales o de reconocimiento internacional.

e. Instalaciones que utilizan menos de 24 voltios o denominadas de "muy baja tensión", como relojes, juguetes y similares, siempre que su fuente de energía sea autónoma, no alimente a otros equipos y que tales instalaciones sean absolutamente independientes de las redes de baja tensión.

PARÁGRAFO: Respecto de los literales b y c los propietarios de dichas instalaciones deberán presentar a la Dirección de Energía del Ministerio de Minas y Energía dentro de los dos meses siguientes a la entrada en vigencia del Reglamento un informe suscrito por el Gerente de la empresa propietaria del proyecto(s), en el cual conste la ejecución, estado del mismo(s) y las normas técnicas de electrotecnia aplicadas o que se aplicarán a la instalación."

Artículo 3º. DEFINICIONES

Para todos los efectos del presente Reglamento Técnico se tendrán en cuenta las definiciones generales que aparecen a continuación. Cuando un término no esté en estas normas, se recomienda consultar las normas IEC serie 50 ó IEEE 100.

ACABADO BLANCO: Se aplica al bulbo de una bombilla que ha recibido un tratamiento en la superficie interior y que le confiere una coloración blanca y una mayor difusión de la luz.

ACABADO CLARO: Se aplica al bulbo de una bombilla incolora y transparente que no ha recibido tratamiento adicional para cambiar su apariencia.

ACABADO ESMERILADO: Se aplica al bulbo de una bombilla que ha recibido un tratamiento en la superficie interior para lograr una mayor difusión de luz sin pérdida apreciable de flujo luminoso.

ACCESIBLE: Que está al alcance de una persona, sin valerse de medio alguno y sin barreras físicas de por medio.

ACCIDENTE: Evento no deseado, incluidos los descuidos y las fallas de equipos, que da por resultado la muerte, una lesión personal, un daño a la propiedad o deterioro ambiental.

ACOMETIDA: Derivación de la red local del servicio respectivo, que llega hasta el registro de corte del inmueble. En edificios de propiedad horizontal o condominios, la acometida llega hasta el registro de corte general.

ACREDITACIÓN: Procedimiento mediante el cual se reconoce la competencia técnica y la idoneidad de organismos de certificación e inspección, así como laboratorios de ensayo y de metrología.

ACTO INSEGURO: Violación de una norma de seguridad ya definida.

AISLAMIENTO FUNCIONAL: Es el necesario para el funcionamiento normal de un aparato y la protección contra contactos directos.

AISLADOR: Elemento aislante diseñado de tal forma que soporte un conductor y lo separe eléctricamente de otros conductores.

AISLANTE: Material que impide la propagación de algún fenómeno o agente físico. Material de tan baja conductividad eléctrica, que puede ser utilizado como no conductor.

ALAMBRE: Hilo o filamento de metal, trefilado o laminado, para conducir corriente eléctrica.

ALAMBRE DURO: Aquel que ha sido trefilado en frío hasta su tamaño final, de manera que se acerque a la máxima resistencia a la tracción obtenible.

ALAMBRE SUAVE O BLANDO: Aquel que ha sido trefilado o laminado hasta su tamaño final y que luego es recocido para aumentar la elongación.

ALTO RIESGO: Entiéndase como ALTO RIESGO aquel riesgo cuya frecuencia esperada de ocurrencia y gravedad de sus efectos puedan comprometer fisiológicamente el cuerpo humano, produciendo efectos como quemaduras, impactos, paro cardíaco, fibrilación; u otros efectos físicos que afectan el entorno de la instalación eléctrica, como contaminación, incendio o explosión (ver Fig.2). La condición de ALTO RIESGO se puede presentar por:

- Deficiencias en la instalación eléctrica.
- Práctica indebida de la electricidad.

AMBIENTE ELECTROMAGNÉTICO: La totalidad de los fenómenos electromagnéticos existentes en un sitio dado.

ANÁLISIS DE RIESGOS: Conjunto de técnicas para definir, clasificar y evaluar los factores de riesgo y la adopción de las medidas para su control.

APOYO: Nombre genérico dado al dispositivo de soporte de conductores y aisladores de las líneas o redes aéreas. Pueden ser postes, torres u otro tipo de estructuras.

ARCO ELÉCTRICO: Canal conductivo ocasionado por el paso de una gran carga eléctrica, que produce gas caliente de baja resistencia eléctrica y un haz luminoso.

ASKAREL: Ver PCB

AVISO DE SEGURIDAD: Advertencia de prevención o actuación, fácilmente visible, utilizada con el propósito de informar, exigir, restringir o prohibir una actuación.

BALIZA: Señal fija de aeronavegación, que permite la visión diurna o nocturna de un conductor de fase o del cable de guarda.

BATERIA DE ACUMULADORES: Equipo que contiene una o más celdas electroquímicas recargables.

BIEN: Una entidad que presta una determinada función social, es decir, que tiene valor.

BIL: Nivel básico de aislamiento ante impulsos tipo rayo.

BOMBILLA: Dispositivo eléctrico que suministra el flujo luminoso, por transformación de energía eléctrica. Puede ser incandescente si emite luz por calentamiento o luminiscente si hay paso de corriente a través de un gas.

BÓVEDA: Estructura sólida resistente al fuego, ubicada sobre o bajo el nivel del suelo con acceso limitado a personal calificado para instalar, mantener, operar o inspeccionar equipos o cables. La bóveda puede tener aberturas para ventilación, ingreso de personal y entrada de cables.

CABLE: Conjunto de alambres sin aislamiento entre sí y entorchado por medio de capas concéntricas.

CABLE APANTALLADO: Cable con una envoltura conductora alrededor del aislamiento que le sirve como protección electromecánica. Es lo mismo que cable blindado.

CALIDAD: La totalidad de las características de un ente que le confieren la aptitud para satisfacer necesidades explícitas e implícitas. Es un conjunto de cualidades o atributos, como disponibilidad, precio, confiabilidad, durabilidad, seguridad, continuidad, consistencia, respaldo y percepción.

CALIBRACIÓN: El conjunto de operaciones que tienen por finalidad determinar los errores de un instrumento para medir y, de ser necesario, otras características metrológicas.

CARGA: La potencia eléctrica requerida para el funcionamiento de uno o varios equipos eléctricos o la potencia que transporta un circuito.

CARGA NORMALIZADA: Término aplicado a cercas eléctricas. Es la carga que comprende una resistencia no inductiva de 500 ohmios $\pm$ 2,5 ohmios y una resistencia variable, la cual es ajustada para maximizar la energía de impulso en la resistencia.

CARGABILIDAD: Límite térmico dado en capacidad de corriente, para líneas de transporte de energía, transformadores, etc.

CAPACIDAD DE CORRIENTE: Corriente máxima que puede transportar continuamente un conductor en las condiciones de uso, sin superar la temperatura nominal de servicio.

CAPACIDAD NOMINAL: El conjunto de características eléctricas y mecánicas asignadas a un equipo eléctrico por el diseñador, para definir su funcionamiento bajo unas condiciones especificas.

CENTRAL O PLANTA DE GENERACIÓN: Es toda instalación en la que se produzca energía eléctrica, cualquiera que sea el procedimiento empleado.

CERCA ELÉCTRICA: Barrera para propósitos de manejo de animales, que forma un circuito de uno o varios conductores sostenidos con aisladores, a una altura apropiada, de tal forma que no reciban descargas peligrosas los animales ni las personas.

CERTIFICACIÓN: Procedimiento mediante el cual un organismo expide por escrito o por un sello de conformidad, que un producto, un proceso o servicio cumple un reglamento técnico o una(s) norma(s) de fabricación.

CERTIFICADO DE CONFORMIDAD: Documento emitido conforme a las reglas de un sistema de certificación, en el cual se puede confiar razonablemente que un producto, proceso o servicio es conforme con una norma, especificación técnica u otro documento normativo específico.

CIRCUITO: Lazo cerrado formado por un conjunto de elementos, dispositivos y equipos eléctricos, alimentados por la misma fuente de energía y con las mismas protecciones contra sobretensiones y sobrecorrientes. No se toman los cableados internos de equipos como circuitos.

CLAVIJA: Dispositivo que por inserción en un tomacorriente establece una conexión eléctrica entre los conductores de un cordón flexible y los conductores conectados permanentemente al tomacorriente.

COMITÉ TÉCNICO DE NORMALIZACIÓN: Grupo de personas con diferentes intereses sobre un tema, que se reúnen regular y voluntariamente con el fin de identificar necesidades, analizar documentos y elaborar normas técnicas.

COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA: Es la capacidad de un equipo o sistema para funcionar satisfactoriamente en su ambiente electromagnético, sin dejarse afectar ni afectar a otros equipos por energía electromagnética radiada o conducida.

CONDENACIÓN: Bloqueo de un aparato de corte por medio de un candado o de una tarjeta.

CONDICIÓN INSEGURA: Circunstancia potencialmente riesgosa que está presente en el ambiente de trabajo.

CONDUCTOR ACTIVO: Aquellas partes destinadas, en su condición de operación normal, a la transmisión de electricidad y por tanto sometidas a una tensión en servicio normal.

CONDUCTOR ENERGIZADO: Todo aquel que no está conectado a tierra.

CONEXIÓN EQUIPOTENCIAL: Conexión eléctrica entre dos o más puntos, de manera que cualquier corriente que pase, no genere una diferencia de potencial sensible entre ambos puntos.

CONFIABILIDAD: Capacidad de un dispositivo, equipo o sistema para cumplir una función requerida, en unas condiciones y tiempo dados. Equivale a fiabilidad.

CONFORMIDAD: Cumplimiento de un producto, proceso o servicio frente a uno o varios requisitos o prescripciones.

CONSENSO: Acuerdo general caracterizado porque no hay oposición sostenida a asuntos esenciales, de cualquier parte involucrada en el proceso, y que considera las opiniones de todas las partes y reconcilia las posiciones divergentes, dentro del ámbito del bien común e interés general.

CONSIGNACIÓN: Conjunto de operaciones destinadas a abrir, bloquear y formalizar la intervención sobre un circuito.

CONTACTO DIRECTO: Es el contacto de personas o animales con conductores activos de una instalación eléctrica.

CONTACTO ELÉCTRICO: Acción de unión de dos elementos con el fin de cerrar un circuito. Puede ser de frotamiento, de rodillo, líquido o de presión.

CONTACTO INDIRECTO: Es el contacto de personas o animales con elementos puestos accidentalmente bajo tensión o el contacto con cualquier parte activa a través de un medio conductor.

CONTAMINACIÓN: Liberación artificial de sustancias o energía hacia el entorno y que puede causar efectos adversos en el ser humano, otros organismos vivos, equipos o el medio ambiente.

CONTRATISTA: Persona natural o jurídica que responde ante el dueño de una obra, para efectuar actividades de asesoría, interventora, diseño, supervisión, construcción, operación, mantenimiento u otras relacionadas con las líneas eléctricas y equipos asociados, cubiertas por el presente Reglamento Técnico.

CONTROL DE CALIDAD: Proceso de regulación, a través del cual se mide y controla la calidad real de un producto o servicio.

CONTROLADOR DE CERCA ELÉCTRICA: Aparato diseñado para suministrar periódicamente impulsos de alta tensión a una cerca conectada a él.

CORRIENTE ELÉCTRICA: Es el movimiento de cargas eléctricas entre dos puntos que no se hallan al mismo potencial, por tener uno de ellos un exceso de electrones respecto al otro. Es un transporte de energía.

CORRIENTE DE CONTACTO: Corriente que circula a través del cuerpo humano, cuando está sometido a una tensión.

CORROSIÓN: Ataque a una materia y destrucción progresiva de la misma, mediante una acción química o electroquímica o bacteriana.

CORTOCIRCUITO: Fenómeno eléctrico ocasionado por una unión accidental o intencional de muy baja resistencia entre dos o más puntos de diferente potencial de un mismo circuito.

DAÑO: Consecuencia material de un accidente.
DESASTRE: Situación catastrófica súbita que afecta a gran número de personas.

DESCARGA DISRUPTIVA: Falla de un aislamiento bajo un esfuerzo eléctrico, por superarse un nivel de tensión determinado que hace circular una corriente. Se aplica al rompimiento del dieléctrico en sólidos, líquidos o gases y a la combinación de estos.

DESCARGADOR DE SOBRETENSIONES: Dispositivo para protección de equipos eléctricos, el cual limita el nivel de la sobretensión, mediante la absorción de la mayor parte de la energía transitoria, minimizando la transmitida a los equipos y reflejando la otra parte hacia la red. No es correcto llamarlo pararrayos.

DESCUIDO: Olvido o desatención de alguna regla de trabajo.

DIELÉCTRICO: Ver aislante.

DISPONIBILIDAD: Certeza de que un equipo o sistema sea operable en un tiempo dado. Cualidad para operar normalmente.

DISPOSITIVO DE PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES TRANSITORIAS DEL TIPO CONMUTACIÓN DE TENSIÓN: Un DPS que tiene una alta impedancia cuando no esta presente un transitorio, pero que cambia súbitamente su impedancia a un valor bajo en respuesta a un transitorio de tensión. Ejemplos de estos dispositivos son: Los vía de chispas, tubos de gas, tiristores y triacs.

DISPOSITIVO DE PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES TRANSITORIAS DEL TIPO LIMITACIÓN DE TENSIÓN: Un DPS que tiene una alta impedancia cuando no esta presente un transitorio, pero se reduce gradualmente con el incremento de la corriente y la tensión transitoria. Ejemplos de estos dispositivos son: Los varistores y los diodos de supresión.

DISTANCIA A MASA: Distancia mínima, bajo condiciones especificadas, entre una parte bajo

tensión y toda estructura que tiene el mismo potencial de tierra.

DISTANCIA AL SUELO: Distancia mínima, bajo condiciones ya especificadas, entre el conductor bajo tensión y el terreno.

DISTANCIA DE SEGURIDAD: Es la mínima distancia entre una línea energizada y una zona donde se garantiza que no habrá un accidente por acercamiento.

DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA: Transferencia de energía eléctrica a los consumidores, dentro de un área específica.

DOBLE AISLAMIENTO: Aislamiento que comprende a la vez un aislamiento funcional y un aislamiento suplementario.

DPS: Sigla del dispositivo de protección contra sobretensiones transitorias o descargador de sobretensiones.

ECOLOGÍA: Ciencia que trata las relaciones de los organismos entre sí y con el medio ambiente que los rodea.

EDIFICIO ALTO: Es aquel que supere los 23 metros de altura, medidos desde el nivel donde puede acceder un vehículo de bomberos, según el Código de Seguridad de Vida o NFPA 101.

ELECTRICIDAD ESTÁTICA: Una forma de energía eléctrica o el estudio de cargas eléctricas en reposo.

ELECTRICIDAD: El conjunto de disciplinas que estudian los fenómenos eléctricos o una forma de energía obtenida del producto de la potencia eléctrica consumida por el tiempo de servicio. El suministro de electricidad al usuario debe entenderse como un servicio de transporte de energía, con una componente técnica y otra comercial.

ELÉCTRICO: Aquello que tiene o funciona con electricidad.

ELECTROCUCIÓN: Paso de corriente eléctrica a través del cuerpo humano.

ELECTRODO DE PUESTA A TIERRA: Es el conductor o conjunto de conductores enterrados que sirven para establecer una conexión con el suelo.

ELECTRÓNICA: Parte de la electricidad que maneja las técnicas fundamentadas en la utilización de haces de electrones en vacío, en gases o en semiconductores.

ELECTROTECNIA: Estudio de las aplicaciones técnicas de la electricidad.

EMERGENCIA: Situación que se presenta por un hecho accidental y que requiere suspender todo trabajo para atenderla.

EMPALME: Conexión eléctrica destinada a unir dos partes de conductores, para garantizar continuidad eléctrica y mecánica.

EMPRESA: Unidad económica que se representa como un sistema integral con recursos humanos, de información, financieros y técnicos que produce bienes o servicios y genera utilidad.

ENSAYO: Conjunto de pruebas y controles a los cuales se somete un bien para asegurarse que cumple normas y pueda cumplir la función requerida.

EQUIPO: Conjunto de personas o elementos especializados para lograr un fin o realizar un trabajo.

EQUIPO ELÉCTRICO DE SOPORTE DE LA VIDA: Equipo eléctrico cuya funcionamiento continuo es imprescindible para mantener la vida de un paciente.

EQUIPOTENCIALIZAR: Es el proceso, práctica o acción de conectar partes conductivas de las instalaciones, equipos o sistemas entre sí o a un sistema de puesta a tierra, mediante una baja impedancia, para que la diferencia de potencial sea mínima entre los puntos interconectados.

ERROR: Acción desacertada o equivocada. Estado susceptible de provocar avería.

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA: Documento que establece características técnicas mínimas de un producto o servicio.

EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD: Procedimiento utilizado, directa o indirectamente, para determinar que se cumplen los requisitos o prescripciones pertinentes de los reglamentos técnicos o normas.

EVENTO: Es una manifestación o situación, producto de fenómenos naturales, técnicos o sociales que puede dar lugar a una emergencia.

EXPLOSIÓN: Expansión rápida y violenta de una masa gaseosa que genera una onda de presión que puede afectar sus proximidades.

EXPOSICIÓN OCUPACIONAL: Toda exposición de los trabajadores ocurrida durante la jornada de trabajo, a un riesgo o contaminante.

EXTINTOR: Aparato autónomo, que contiene un agente para apagar el fuego, eliminando el oxígeno.

FALLA: Degradación de componentes. Alteración intencional o fortuita de la capacidad de un sistema, componente o persona, para cumplir una función requerida.

FASE: Designación de un conductor, un grupo de conductores, un terminal, un devanado o cualquier otro elemento de un sistema polifásico que va a estar energizado durante el servicio normal.

FIBRILACIÓN VENTRICULAR: Contracción espontánea e incontrolada de las fibras del músculo cardíaco, causada entre otros, por una electrocución.

FLECHA: Distancia vertical máxima en un vano, entre el conductor y la línea recta que une los dos puntos de sujeción.

FRECUENCIA: Número de períodos por segundo de una onda. Se mide en hertz o ciclos por segundo.

FRENTE MUERTO: Parte de un equipo accesible a las personas y sin partes activas.

FUEGO: Combinación de combustible, oxígeno y calor. Combustión que se desarrolla en condiciones controladas.

FUEGO CLASE C: El originado en equipos eléctricos energizados.

FUENTE DE ENERGÍA: Todo equipo o sistema que suministre energía eléctrica.

FUENTE DE RESPALDO: Uno o más grupos electrógenos (motor - generador o baterías) cuyo objetivo es proveer energía durante la interrupción del servicio eléctrico normal.

FUSIBLE: Aparato cuya función es abrir, por la fusión de uno o varios de sus componentes, el circuito en el cual está insertado.

GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA: Proceso mediante el cual se obtiene energía eléctrica a partir de alguna otra forma de energía.

GENERADOR: Persona natural o jurídica que produce energía eléctrica, que tiene por lo menos una central o unidad generadora. También significa equipo de generación de energía eléctrica.

IGNICIÓN: Acción de originar una combustión.

ILUMINANCIA: Es el flujo luminoso que incide sobre una superficie. Su unidad, el lux, equivale al flujo luminoso de un lumen que incide homogéneamente sobre una superficie de un metro cuadrado.

IMPACTO AMBIENTAL: Acción o actividad que produce una alteración, favorable o desfavorable, en el medio ambiente o en alguno de los componentes del mismo.

IMPERICIA: Falta de habilidad para desarrollar una tarea.

INCENDIO: Es todo fuego incontrolado.

INDUCCIÓN: Fenómeno en el que un cuerpo energizado, transmite por medio de su campo eléctrico o magnético, energía a otro cuerpo, a pesar de estar separados por un dieléctrico.

INFLAMABLE: Material que se puede encender y quemar rápidamente.

INMUNIDAD: Es la capacidad de un equipo o sistema para funcionar correctamente sin degradarse ante la presencia de una perturbación electromagnética.

INSPECCIÓN: Conjunto de actividades tales como medir, examinar, ensayar o comparar con requisitos establecidos, una o varias características de un producto o instalación eléctrica, para determinar su conformidad.

INSTALACIÓN ELÉCTRICA: Conjunto de aparatos eléctricos y de circuitos asociados, previstos para un fin particular: generación, transmisión, transformación, rectificación, conversión, distribución o utilización de la energía eléctrica.

INTERFERENCIA ELECTROMAGNÉTICA: Es la degradación en las características del equipo o sistema, causada por una perturbación electromagnética.

INTERRUPTOR AUTOMÁTICO: Dispositivo diseñado para que abra el circuito automáticamente cuando se produzca una sobrecorriente predeterminada.

INTERRUPTOR AUTOMATICO AJUSTABLE**:** Calificativo que indica que el interruptor automático se puede ajustar para que se dispare a distintas corrientes, tiempos o ambos, dentro de un margen predeterminado.

INTERRUPTOR DE FALLA A TIERRA: Interruptor diferencial accionado por corrientes de fuga a tierra, cuya función es interrumpir la corriente hacia la carga cuando se excede algún valor determinado por la soportabilidad de las personas.

INTERRUPTOR DE USO GENERAL: Dispositivo para abrir y cerrar o para conmutar la conexión de un circuito, diseñado para ser operado manualmente. Su capacidad se establece en amperios y es capaz de interrumpir su corriente nominal a su tensión nominal. Cumple funciones de control y no de protección.

LABORATORIO DE METROLOGÍA: Laboratorio que reúne la competencia e idoneidad necesarias para determinar la aptitud o funcionamiento de equipos de medición.

LABORATORIO DE PRUEBA Y ENSAYOS: Laboratorio nacional, extranjero o internacional, que posee la competencia e idoneidad necesarias para llevar a cabo en forma general la determinación de las características, aptitud o funcionamiento de materiales o productos.

LESIÓN: Perjuicio fisiológico sufrido por una persona.

LÍMITE DE APROXIMACIÓN SEGURA: Es la distancia mínima desde un punto energizado del equipo, hasta la cual el personal no calificado puede situarse sin riesgo por arco eléctrico.

LÍMITE DE APROXIMACIÓN RESTRINGIDA: Es la distancia mínima hasta la cual el personal calificado puede situarse sin llevar los elementos de protección personal certificados contra riesgo por arco eléctrico.

LÍMITE DE APROXIMACIÓN TÉCNICA: Es la distancia mínima en la cual solo el personal calificado que lleva elementos de protección personal certificados contra arco eléctrico realiza trabajos en la zona de influencia directa de las partes energizadas de un equipo.

LÍNEA DE TRANSMISIÓN: Un sistema de conductores y sus accesorios, para el transporte de energía eléctrica, desde una planta de generación o una subestación a otra subestación. Un circuito teórico equivalente que representa una línea de energía o de comunicaciones.

LÍNEA ELÉCTRICA: Conjunto compuesto por conductores, aisladores, estructuras y accesorios destinados al transporte de energía eléctrica.

LÍNEA MUERTA: Término aplicado a una línea sin tensión o desenergizada.

LÍNEA VIVA: Término aplicado a una línea con tensión o línea energizada.

LONGITUD DE ONDA: En una onda periódica, es la distancia entre puntos de la misma fase en dos ciclos consecutivos.

LUGAR O LOCAL HÚMEDO: Sitios exteriores parcialmente protegidos o interiores sometidos a un grado moderado de humedad, cuyas condiciones ambientales se manifiestan momentáneamente o permanentemente bajo la forma de condensación.

LUGAR O LOCAL MOJADO: Instalación expuesta a saturación de agua u otros líquidos, así sea temporalmente o durante largos períodos. Las instalaciones eléctricas a la intemperie deben ser consideradas como locales mojados, así como el área de cuidado de pacientes que está sujeta normalmente a exposición de líquidos mientras ellos están presentes. No se incluyen los procedimientos de limpieza rutinarios o el derrame accidental de líquidos.

LUGAR (CLASIFICADO) PELIGROSO: Aquella zona donde están o pueden estar presentes gases o vapores inflamables, polvos combustibles o partículas volátiles de fácil inflamación.

LUMINANCIA: Es el flujo reflejado por los cuerpos, o el flujo emitido si un objeto se considera fuente de luz. También llamado brillo fotométrico. Su unidad es la candela o lúmenes por metro cuadrado.

LUMINARIA: Componente mecánico principal de un sistema de alumbrado que proyecta, filtra y distribuye los rayos luminosos, además de alojar y proteger los elementos requeridos para la iluminación.

MANIOBRA: Conjunto de procedimientos tendientes a operar una red eléctrica en forma segura.

MANTENIMIENTO: Conjunto de acciones o procedimientos tendientes a preservar o restablecer un bien, a un estado tal que le permita garantizar la máxima confiabilidad.

MÁQUINA: Conjunto de mecanismos accionados por una forma de energía, para transformarla en otra más apropiada a un efecto dado.

MASA: Conjunto de partes metálicas de un equipo, que en condiciones normales, están aisladas de las partes activas y se toma como referencia para las señales y tensiones de un circuito electrónico. Las masas pueden estar o no estar conectadas a tierra.

MATERIAL: Cualquier sustancia, insumo, parte o repuesto que se transforma con su primer uso o se incorpora a un bien como parte de él.

MÉTODO: Modo de decir o hacer con orden una cosa. Procedimiento o técnica para realizar un análisis, un estudio o una actividad.

MÉTODO ELECTROGEOMÉTRICO: Procedimiento que permite establecer cual es el volumen de cubrimiento de protección contra rayos de una estructura para una corriente dada, según la posición y la altura de la estructura considerada como pararrayos.

METROLOGÍA: Ciencia de la medición. Incluye aspectos teóricos y prácticos.

MODELO: Procedimiento matemático que permite simular la evolución de variables y propiedades de un sistema, durante el desarrollo de un fenómeno físico o químico. Representación abstracta de un sistema.

MUERTE APARENTE O MUERTE CLINICA: Estado que se presenta cuando una persona deja de respirar y/o su corazón no bombea sangre.

MUERTO: Ser sin vida. También se aplica a un dispositivo enterrado en el suelo, cuyo fin es servir de punto de anclaje fijo.

NECROSIS ELÉCTRICA: Tipo de quemadura producida por alta tensión.

NEUTRO: Conductor activo conectado intencionalmente a una puesta a tierra, bien sólidamente o a través de un impedancia limitadora.

NIVEL DE RIESGO: Valoración conjunta de la probabilidad de ocurrencia de los accidentes, de la gravedad de sus efectos y de la vulnerabilidad del medio.

NODO: Parte de un circuito en el cual dos o más elementos tienen una conexión común.

NOMINAL: Término aplicado a una característica de operación, indica los límites de diseño de esa característica para los cuales presenta las mejores condiciones de operación. Los límites siempre están asociados a una norma técnica.

NORMA: Documento aprobado por una institución reconocida, que prevé, para un uso común y repetido, reglas, directrices o características para los productos o los procesos y métodos de producción conexos, servicios o procesos, cuya observancia no es obligatoria.

NORMA ARMONIZADA: Documento aprobado por organismos de normalización de diferentes países, que establece sobre un mismo objeto, la intercambiabilidad de productos, procesos y servicios, o el acuerdo mutuo sobre los resultados de ensayos, o sobre la información suministrada de acuerdo con estas normas.

NORMA DE SEGURIDAD: Toda acción encaminada a evitar un accidente.

NORMA INTERNACIONAL: Documento emitido por una organización internacional de normalización, que se pone a disposición del público.

NORMA EXTRANJERA: Norma que se toma en un país como referencia directa o indirecta, pero que fue emitida por otro país.

NORMA REGIONAL: Documento adoptado por una organización regional de normalización y que se pone a disposición del público.

NORMA TÉCNICA: Documento establecido por consenso y aprobado por un organismo reconocido, que suministra, para uso común y repetido, reglas, directrices y características para la actividades o sus resultados, encaminados al logro del grado óptimo de orden en un contexto dado. Las normas técnicas se deben basar en los resultados consolidados de la ciencia, la tecnología y la experiencia y sus objetivos deben ser los beneficios óptimos para la comunidad.

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA (NTC): Norma técnica aprobada o adoptada como tal por el organismo nacional de normalización.

NORMALIZAR: Establecer un orden en una actividad específica.

OBJETIVOS LEGÍTIMOS: Entre otros, la garantía y la seguridad de la vida y la salud humana, animal y vegetal, de su medio ambiente y la prevención de las prácticas que puedan inducir a error a los consumidores, incluyendo asuntos relativos a la identificación de bienes o servicios, considerando entre otros aspectos, cuando corresponda a factores fundamentales de tipo climático, geográfico, tecnológico o de infraestructura o justificación científica.

OPERADOR DE RED: Empresa de Servicios Públicos encargada de la planeación, de la expansión y de las inversiones, operación y mantenimiento de todo o parte de un Sistema de Transmisión Regional o un Sistema de Distribución Local.

ORGANISMO DE ACREDITACIÓN: Entidad gubernamental que acredita y supervisa los organismos de certificación, los laboratorios de pruebas y ensayo y de metrología que hagan parte del sistema nacional de normalización, certificación y metrología.

ORGANISMO DE CERTIFICACIÓN: Entidad Imparcial, pública o privada, nacional, extranjera o internacional, que posee la competencia y la confiabilidad necesarias para administrar un sistema de certificación, consultando los intereses generales.

ORGANISMO DE INSPECCIÓN: Entidad que ejecuta actividades de medición, ensayo o comparación con un patrón o documento de referencia de un proceso, un producto, una instalación o una organización y confrontar los resultados con unos requisitos especificados.

ORGANISMO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN: Entidad reconocida por el gobierno nacional, cuya función principal es la elaboración, adopción y publicación de las normas técnicas

nacionales y la adopción como tales de las normas elaboradas por otros entes.

PARARRAYOS: Elemento metálico resistente a la corrosión, cuya función es interceptar los rayos que podrían impactar directamente sobre la instalación a proteger. Más técnicamente se denomina terminal de captación.

PATRÓN: Medida materializada, aparato de medición o sistema de medición destinado a definir, realizar, conservar o reproducir una unidad o uno o varios valores conocidos de una magnitud para trasmitirlos por comparación a otros instrumentos de medición.

PCB: Bifenilo policlorado, aquellos clorobifenilos que tienen la fórmula molecular $C_{12}H_{10-n}Cl_n$ donde n es mayor que 1. Conocido comúnmente como Askarel.

PELIGRO: Exposición incontrolada a un riesgo.

PERSONA: Individuo de la especie humana, cualquiera sea su edad, sexo, estirpe o condición.

PERSONA CALIFICADA: Perona natural que en virtud de certificados expedidos por entidades competentes, títulos académicos o experiencia, demuestre su formación profesional en electrotecnia y riesgos asociados a la electricidad, y además cuente con matrícula profesional vigente que lo acredite para el ejercicio de la profesión.

PERSONA JURÍDICA: Se llama persona jurídica, una persona ficticia, capaz de ejercer derechos y contraer obligaciones civiles, y de ser representada judicial y extrajudicialmente.

Las personas jurídicas son de dos especies: corporaciones y fundaciones de beneficencia pública. Hay personas jurídicas que participan de uno y otro carácter.

PERTURBACIÓN ELECTROMAGNÉTICA: Cualquier fenómeno electromagnético que puede degradar las características de desempeño de un equipo o sistema.

PISO CONDUCTIVO: Arreglo de material conductivo de un lugar que sirve como medio de conexión eléctrica entre personas y objetos para prevenir la acumulación de cargas electrostáticas.

PLANO: Representación a escala en una superficie.

PRECAUCIÓN: Actitud de cautela para evitar o prevenir los daños que puedan presentarse al ejecutar una acción.

PREVENCIÓN: Evaluación predictiva de los riesgos y sus consecuencias. Conocimiento a priori para controlar los riesgos. Acciones para eliminar la probabilidad de un accidente.

PREVISIÓN: Anticipación y adopción de medidas ante la posible ocurrencia de un suceso, en función de los indicios observados y de la experiencia.

PRIMEROS AUXILIOS: Todos los cuidados inmediatos y adecuados, pero provisionales, que se prestan a alguien accidentado o con enfermedad repentina, para conservarle la vida.

PRODUCTO: Cualquier bien, ya sea en estado natural o manufacturado, incluso si se ha incorporado en otro producto.

PROFESIÓN: Empleo, facultad u oficio que tiene una persona y ejerce con derecho a retribución.

PUERTA CORTAFUEGO: Puerta que cumple los criterios de estabilidad, estanqueidad, no emisión de gases inflamables y aislamiento térmico durante un período de tiempo determinado.

PUERTO: Punto de interfaz entre un equipo y su ambiente electromagnético.

PUESTA A TIERRA: Grupo de elementos conductores equipotenciales, en contacto eléctrico con el suelo o una masa metálica de referencia común, que distribuye las corrientes eléctricas de falla en el suelo o en la masa. Comprende electrodos, conexiones y cables enterrados.

PUNTO CALIENTE: Punto de conexión que esté trabajando a una temperatura por encima de la normal, generando pérdidas de energía y a veces, riesgo de incendio.

PUNTO NEUTRO: Es el nodo o punto de un sistema eléctrico, que para las condiciones de funcionamiento previstas, presenta la misma diferencia de potencial con relación a cada una de las fases.

QUEMADURA: Conjunto de trastornos tisulares, producidos por el contacto prolongado con llamas o cuerpos de temperatura elevada.

RAYO: La descarga eléctrica atmosférica o más comúnmente conocida como rayo, es un fenómeno físico que se caracteriza por una transferencia de carga eléctrica de una nube hacia la tierra, de la tierra hacia la nube, entre dos nubes, al interior de una nube o de la nube hacia la ionosfera.

RECEPTOR: Todo equipo o máquina que utiliza la electricidad para un fin particular.

RED EQUIPOTENCIAL: Conjunto de conductores del SPT que no están en contacto con el suelo o

terreno y que conectan sistemas eléctricos, equipos o instalaciones con la puesta a tierra.

RED INTERNA: Es el conjunto de redes, tuberías, accesorios y equipos que integran el sistema de suministro del servicio público al inmueble a partir del medidor. Para edificios de propiedad horizontal o condominios, es aquel sistema de suministro del servicio al inmueble a partir del registro de corte general cuando lo hubiere.

REGLAMENTO TÉCNICO: Documento en el que se establecen las características de un producto, servicio o los procesos y métodos de producción, con inclusión de las disposiciones administrativas aplicables y cuya observancia es obligatoria.

REQUISITO: Precepto, condición o prescripción que debe ser cumplida, es decir que su cumplimiento es obligatorio.

RESGUARDO: Medio de protección que impide o dificulta el acceso de las personas o sus extremidades, a una zona de peligro.

RETIE O Retie: Acrónimo del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas adoptado por Colombia.

RIESGO: Condición ambiental o humana cuya presencia o modificación puede producir un accidente o una enfermedad ocupacional. Posibilidad de consecuencias nocivas o perjudiciales vinculadas a exposiciones reales o potenciales.

RIESGO DE ELECTROCUCIÓN: Posibilidad de circulación de una corriente eléctrica a través de un ser vivo.

RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA: Es la relación entre el potencial del sistema de puesta a tierra a medir, respecto a una tierra remota y la corriente que fluye entre estos puntos.

SECCIONADOR: Dispositivo destinado a hacer un corte visible en un circuito eléctrico y está diseñado para que se manipule después de que el circuito se ha abierto por otros medios.

SEGURIDAD: Estado de riesgo aceptable o actitud mental de las personas.

SEÑALIZACIÓN: Conjunto de actuaciones y medios dispuestos para reflejar las advertencias de seguridad en una instalación.

SERVICIO: Prestación realizada a título profesional o en forma pública, en forma onerosa o no, siempre que no tenga por objeto directo la fabricación de bienes.

SERVICIO PÚBLICO: Actividad organizada que satisface una necesidad colectiva en forma regular y continua, de acuerdo con un régimen jurídico especial, bien sea que se realice por el Estado directamente o por entes privados.

SERVICIO PUBLICO DOMICILIARIO DE ENERGÍA ELÉCTRICA: Es el transporte de energía eléctrica desde las redes regionales de transmisión hasta el domicilio del usuario final, incluida su conexión y medición.

SÍMBOLO: Imagen o signo que describe una unidad, magnitud o situación determinada y que se utiliza como forma convencional de entendimiento colectivo.

SISTEMA: Conjunto de componentes interrelacionados e interactuantes para llevar a cabo una misión conjunta. Admite ciertos elementos de entrada y produce ciertos elementos de salida en un proceso organizado.

SISTEMA DE EMERGENCIA: Un sistema de potencia destinado a suministrar energía de respaldo a un número limitado de funciones vitales, dirigidas a la protección de la vida humana y la seguridad.

SISTEMA DE POTENCIA AISLADO: Un sistema que comprende un transformador de aislamiento, un monitor de aislamiento de línea y los conductores de circuito no puestos a tierra para uso en las áreas críticas de hospitales.

SISTEMA DE PUESTA A TIERRA (SPT): Conjunto de elementos conductores de un sistema eléctrico específico, sin interrupciones ni fusibles, que conectan los equipos eléctricos con el terreno o una masa metálica. Comprende la puesta a tierra y la red equipotencial de cables que normalmente no conducen corriente.

SISTEMA DE PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN: Conjunto de conexión, encerramiento, canalización, cable y clavija que se acoplan a un equipo eléctrico, para prevenir electrocuciones por contactos con partes metálicas energizadas accidentalmente.

SISTEMA DE PUESTA A TIERRA DE SERVICIO: Es la que pertenece al circuito de corriente; sirve tanto para condiciones de funcionamiento normal como de falla.

SISTEMA DE PUESTA A TIERRA TEMPORAL: Dispositivo de puesta en cortocircuito y a tierra, para protección del personal que interviene en redes desenergizadas.

SISTEMA ININTERRUPIDO DE POTENCIA (UPS): Sistema que provee energía a cargas críticas unos milisegundos después del corte de la alimentación normal. Durante ese tiempo, normalmente no debe salir de servicio ninguno de los equipos que alimenta.

SOBRECARGA: Funcionamiento de un elemento excediendo su capacidad nominal.

SOBRETENSIÓN: Tensión anormal existente entre dos puntos de una instalación eléctrica, superior a la tensión máxima de operación normal de un dispositivo, equipo o sistema.

SUBESTACIÓN: Conjunto único de instalaciones, equipos eléctricos y obras complementarias, destinado a la transferencia de energía eléctrica, mediante la transformación de potencia.

SUSCEPTIBILIDAD: La inhabilidad de un dispositivo, equipo o sistema para operar sin degradarse en presencia de una perturbación electromagnética.

TÉCNICA: Conjunto de procedimientos y recursos que se derivan de aplicaciones prácticas de una o varias ciencias.

TENSIÓN: La diferencia de potencial eléctrico entre dos conductores, que hace que fluyan electrones por una resistencia. Tensión es una magnitud, cuya unidad es el voltio; un error frecuente es hablar de "voltaje".

TENSIÓN A TIERRA: Para circuitos puestos a tierra, la tensión entre un conductor dado y el conductor del circuito puesto a tierra o a la puesta a tierra; para circuitos no puestos a tierra, la mayor tensión entre un conductor dado y algún otro conductor del circuito.

TENSIÓN DE CONTACTO: Diferencia de potencial que durante una falla se presenta entre una estructura metálica puesta a tierra y un punto de la superficie del terreno a una distancia de un metro. Esta distancia horizontal es equivalente a la máxima que se puede alcanzar al extender un brazo.

TENSIÓN DE PASO: Diferencia de potencial que durante una falla se presenta entre dos puntos de la superficie del terreno, separados por una distancia de un paso (aproximadamente un metro).

TENSIÓN DE SERVICIO: Valor de tensión, bajo condiciones normales, en un instante dado y en un nodo del sistema. Puede ser estimado, esperado o medido.

TENSIÓN MÁXIMA PARA UN EQUIPO: Tensión máxima para la cual está especificado, sin rebasar el margen de seguridad, en lo que respecta a su aislamiento o a otras características propias del equipo. Debe especificarse para equipos que operen con tensión superior a 1000 V.

TENSIÓN MÁXIMA DE UN SISTEMA: Valor de tensión máxima en un punto de un sistema eléctrico, durante un tiempo, bajo condiciones de operación normal.

TENSIÓN NOMINAL: Valor convencional de la tensión con el cual se designa un sistema, instalación o equipo y para el que ha sido previsto su funcionamiento y aislamiento. Para el caso de sistemas trifásicos, se considera como tal la tensión entre fases.

TENSION TRANSFERIDA: Es un caso especial de tensión de contacto, donde un potencial es conducido hasta un punto remoto respecto a la subestación o a una puesta a tierra.

TETANIZACIÓN: Rigidez muscular producida por el paso de una corriente eléctrica.

TIERRA (Ground o earth): Para sistemas eléctricos, es una expresión que generaliza todo lo referente a conexiones con tierra. En temas eléctricos se asocia a suelo, terreno, tierra, masa, chasis, carcasa, armazón, estructura ó tubería de agua. El término "masa" sólo debe utilizarse para aquellos casos en que no es el suelo, como en los aviones, los barcos y los carros.

TIERRA REDUNDANTE: Conexión especial de conductores de puesta a tierra, para tomacorrientes y equipo eléctrico fijo en áreas de cuidado de pacientes, que interconecta tanto la tubería metálica como el conductor de tierra aislado, con el fin de asegurar la protección de los pacientes contra las corrientes de fuga.

TOMACORRIENTE**:** Dispositivo con contactos hembra, diseñado para instalación fija en una estructura o parte de un equipo, cuyo propósito es establecer una conexión eléctrica con una clavija.

TOXICIDAD: Efecto venenoso producido por un período de exposición a gases, humos o vapores y que puede dar lugar a un daño fisiológico o la muerte.

TRABAJADOR: Persona que ejecuta un ejercicio de sus habilidades, de manera retribuida y dentro de una organización.

TRABAJO: Actividad vital del hombre, social y racional, orientada a un fin y un medio de plena realización.

TRABAJOS EN TENSIÓN: Métodos de trabajo, en los cuales un operario entra en contacto con elementos energizados o entra en la zona de influencia directa del campo electromagnético que este produce, bien sea con una parte de su cuerpo o con herramientas, equipos o los dispositivos que manipula.

TRANSFORMACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA: Transferencia de energía eléctrica a través de una transformación de potencia.

TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA: Transferencia de grandes bloques de energía eléctrica, desde las centrales de generación hasta las áreas de consumo.

TRANSMISOR NACIONAL: Persona que opera y transporta energía eléctrica en el sistema de transmisión nacional o que ha constituido una empresa cuyo objeto es el desarrollo de dichas actividades.

UMBRAL: Nivel de una señal o concentración de un contaminante, comúnmente aceptado como de no daño al ser humano.

UMBRAL DE PERCEPCIÓN: Valor mínimo de corriente a partir de la cual es percibida por el 99.5 % de los seres humanos. Se estima en 1,1 miliamperios para los hombres en corriente alterna a 60 Hz.

UMBRAL DE REACCIÓN: Valor mínimo de corriente que causa contracción muscular involuntaria.

UMBRAL DE SOLTAR O CORRIENTE LIMITE: Es el valor máximo de corriente que permite la separación voluntaria de un 99.5% de las personas, cuando sujetando un electrodo bajo tensión con las manos, conserva la posibilidad de soltarlo, mediante la utilización de los mismos músculos que están siendo estimulados por la corriente. Se considera como la máxima corriente segura y se estima en 10 mA para hombres, en corriente alterna.

URGENCIA: Necesidad de trabajo que se presenta fuera de la programación y que permite realizarse cuando se terminen las tareas en ejecución.

USUARIO: Persona natural o jurídica que se beneficia con la prestación de un servicio público, bien como propietario del inmueble en donde este se presta, o como receptor directo del servicio. A este último usuario se denomina también consumidor.

VANO: Distancia horizontal entre dos apoyos adyacentes de una línea o red.

VECINDAD DEL PACIENTE: Es el espacio destinado para el examen y tratamiento de pacientes, se define como la distancia horizontal de 1.8 metros desde la cama, silla, mesa u otro dispositivo que soporte al paciente y se extiende hasta una distancia vertical de 2,30 metros sobre el piso.

VIDA ÚTIL: Tiempo durante el cual un bien cumple la función para la que fue concebido.

ZONA DE SERVIDUMBRE: Es una franja de terreno que se deja sin obstáculos a lo largo de una línea de transporte de energía eléctrica, como margen de seguridad para la contrucción, operación y mantenimiento dee dicha línea, así como para tener una interrelación segura con el entorno.

Artículo 4º. ABREVIATURAS, ACRÓNIMOS Y SIGLAS

Para efectos del presente Reglamento y una mayor información, se presenta un listado de las abreviaturas, acrónimos y siglas más comúnmente utilizadas en el sector eléctrico; unas corresponden a los principales organismos de normalización, otras son de instituciones o asociaciones y algunas son de uso común y repetido.

AMBITO	ORGANISMO DE NORMALIZACIÓN		NORMA
	SIGLA/ ACRÓNIMO	NOMBRE	
ESPAÑA	AENOR	Asociación Española de Normalización y Certificación	UNE
FRANCIA	AFNOR	Association Francaise de Normalisation	NF
E.E. U.U.	ANSI	American National Standards Institute	ANSI
INGLATERRA	BSI	British Standards Institution	BS
SUR AMÉRICA	CAN	Comité Andino de Normalización	
SUR AMÉRICA	CANENA	Consejo de Armonización de Normas Electrotécnicas Naciones de América	
EUROPA	CENELEC	Comitè Europèen de Normalization Electro-technique	EN
AMÉRICA	COPANT	Comisión Panamericana de Normas Técnicas	COPANT
COLOMBIA	ICONTEC	Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación	NTC
INTERNACIONAL	IEC	International Electrotechnical Commission	IEC
INTERNACIONAL	ISO	International Organization for Standardization	ISO
INTERNACIONAL	UIT-ITU	Unión Internacional de Telecomunicaciones-International Telecommunication Union	UIT
ALEMANIA	DIN	Deutsches Institut fur Normung	VDE

Tabla 2. Organismos de Normalización.

ACRÓNIMOS, SIGLAS Y ABREVIATURAS DE COMÚN UTILIZACIÓN	
AAC	All Aluminum Conductor
AAAC	All Aluminum Alloy Conductor
ACSR	Aluminum Conductor Steel Reinforced
AEIC	Association of Edison Illuminating Companies
ASTM	American Society for Testing and Materials
AT	Alta Tensión
AWG	American Wire Gage
BT	Baja Tensión
CEI	Comitato Elettrotecnico Italiano
CIGRE	Conseil International des Grands Réseaux Electriques
CREG	Comisión de Regulación de Energía y Gas
DPS	Dispositivo de Protección contra Sobretensiones Transitorias
ESD	Electrostatic Discharge
FIPS	Federal Information Processing Standards
IACS	International Annealed Copper Standard
ICEA	Insulated Cable Engineers Association
ICS	International Classification for Standards
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IQNET	International Certification Network
ICNIRP	International Commission on Non Ionizing Radiation Protection (Antes IRPA).
MT	Media Tensión
NEMA	National Electrical Manufacturers Association
NFPA	National Fire Protection Association
NTC	Norma Técnica Colombiana
OMC	Organización Mundial del Comercio
PVC	Cloruro de polivinilo
SI	Sistema Internacional de unidades
SIC	Superintendencia de Industria y Comercio
SPT	Sistema de Puesta a Tierra
SSPD	Superintedencia de Servicios Públicos Domiciliarios
TBT	Technical Barriers to Trade agreement (Obstáculos técnicos al comercio)
TW	Thermoplastic Wet (Termoplástico resistente a la humedad)
THW	Thermoplastic Heat Wet (Termoplástico reistente al calor (75°C) y a la humead)
THHN	Thermoplastic High Heat Nylon (Termplástico resistente al calor (90°C) y a la abrasión)
UL	Underwrites Laboratories Inc.
XLPE	Cross Linked Polyethilene (polietileno de cadena cruzada)
c.a.	Corriente alterna
c.c.	Corriente continua
cmil	Circular mil
rms	Root mean square. Valor eficaz de una señal
t.c.	Transformador de corriente
t.t.	Transformador de tensión

Tabla 3. Acrónimos, siglas y abreviaturas de común utilización.

Artículo 5º. ANÁLISIS DE RIESGOS ELÉCTRICOS

En general la utilización y dependencia tanto industrial como doméstica de la energía eléctrica ha traído consigo la aparición de accidentes por contacto con elementos energizados o incendios, los cuales se han incrementado cada vez más.

El número de accidentes sigue al avance de electrificación de un país. La mayor parte de los accidentes con origen eléctrico se presentan en los procesos de distribución y utilización.

A medida que el uso de la electricidad se extiende se requiere ser más exigentes en cuanto a la normalización y reglamentación. El resultado final del paso de una corriente eléctrica por el cuerpo humano puede predecirse con un gran porcentaje de certeza, si se toman ciertas condiciones de riesgo conocidas y se evalúa en qué medida influyen todos los factores que se conjugan en un accidente de tipo eléctrico.

Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

Esta parte informativa del Retie tiene como principal objetivo crear una conciencia sobre los riesgos existentes en todo lugar donde se haga uso de la electricidad. Se espera que el personal calificado la aplique en función de las características de una actividad, un proceso o una situación en donde se presente el riesgo

Algunos estudios, principalmente los de Dalziel, han establecido niveles de corte de corriente de los dispositivos de protección que evitan la muerte por electrocución de cero al ciento por ciento. En la siguiente tabla aparece un resumen de estos niveles.

Corriente de disparo	6 mA (rms)	10 mA (rms)	20 mA (rms)	30 mA (rms)
Hombres	100 %	98,5 %	7,5 %	0 %
Mujeres	99,5 %	60 %	0 %	0 %
Niños	92,5 %	7,5 %	0 %	0 %

Tabla 4. Porcentaje de personas que se protegen según la corriente de disparo.

En estudios recientes el ing. Biegelmeier estableció la relación entre el $I^2.t$ y los efectos fisiológicos, tal como aparece en la siguiente tabla:

Energía específica $A^2.s.(10^{-6})$	Percepciones y reacciones fisiológicas.
4 a 8	Sensaciones leves en dedos y en tendones de los pies.
10 a 30	Rigidez muscular suave en dedos, muñecas y codos.
15 a 45	Rigidez muscular en dedos, muñecas, codos y hombros. Sensación en las piernas.
40 a 80	Rigidez muscular y dolor en brazos y piernas.
70 a 120	Rigidez muscular, dolor y ardor en brazos, hombros y piernas.

Tabla 5. Relación entre energía específica y efectos fisiológicos.

Hoy en día, en las normas se han fijado criterios claros sobre soportabilidad de seres humanos y animales, como se ve en la siguiente gráfica tomada de la NTC 4120, con referente IEC 60479-2, que muestra las zonas de los efectos de las corrientes alternas de 15 Hz a 100 Hz. El umbral de fibrilación ventricular depende de varios parámetros fisiológicos y otros eléctricos, por ello se ha tomado la curva C1 como límite para diseño de equipos de protección. Los valores umbrales para flujo de corriente de menos de **0,2 segundos** se aplican solamente al flujo de corriente durante el período vulnerable del ciclo cardíaco.

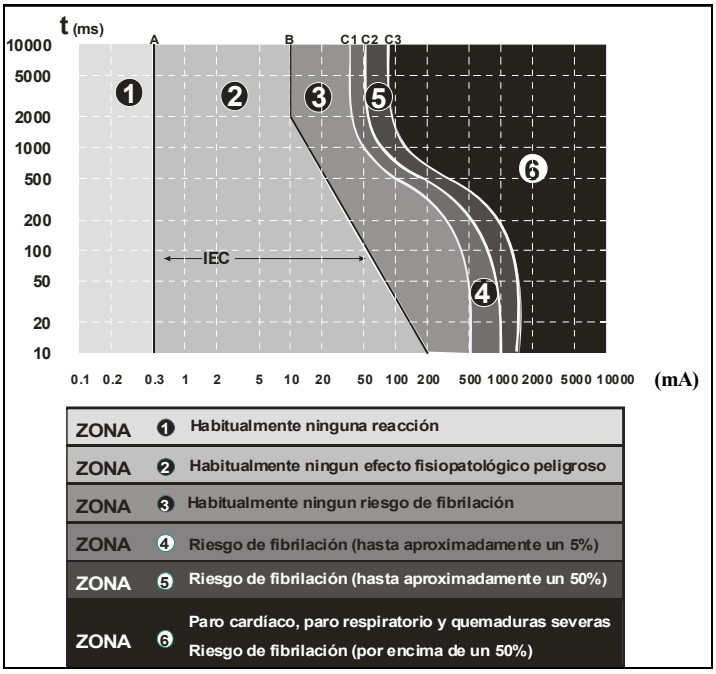


Figura 1. Zonas de tiempo/corriente de los efectos de las corrientes alternas de 15 Hz a 100 Hz.

1. Evaluación del Nivel de riesgo

Debido a que los umbrales de soportabilidad de los seres humanos, tales como el de paso de corriente (1,1 mA), de reacción a soltarse (10 mA) y de rigidez muscular o de fibrilación (25 mA) son valores de corriente muy bajos; la superación de dichos valores puede ocasionar accidentes como la muerte o la pérdida de algún miembro o función del cuerpo humano.

Adicionalmente, al considerar el uso masivo de instalaciones y que la continuidad en su utilización es casi permanente a nivel residencial, comercial, industrial y oficial, la frecuencia de exposición al riesgo podría alcanzar niveles altos, si no se adoptan las medidas adecuadas.

Con el fin de evaluar el grado de los riesgos de tipo eléctrico que el Reglamento busca minimizar o eliminar, se puede aplicar la siguiente Matriz de Análisis de Riesgo.

MATRIZ DE ANÁLISIS DE RIESGOS

GRAVEDAD \ FRECUENCIA	FRECUENTE	POSIBLE	OCASIONAL	REMOTO	IMPROBABLE
SEVERA					
ALTA					
MODERADA					
BAJA					

NIVELES DE RIESGO

Riesgo alto: Necesita alta protección o toma obligatoria de acciones.

Riesgo medio: Necesita protección básica, que se amplia según criterio del ingeniero.

Riesgo bajo: Se puede asumir el riesgo o instalar protección.

Figura 2. Matriz de riesgo

Para la elaboración del presente Reglamento se tuvo en cuenta que los gastos en que frecuentemente incurren las personas o entidades cuando se presenta un accidente de origen eléctrico son muy elevados, superando significativamente las inversiones que se hubieran requerido para minimizar o eliminar el riesgo.

Se entenderá que una instalación eléctrica es de ALTO RIESGO, cuando carezca de protección frente a condiciones tales como: ausencia de la electricidad en instalaciones hospitalarias, arco eléctrico, contacto directo e indirecto, cortocircuito, rayo o sobrecarga, que de no ser eliminadas pueden causar la muerte, graves efectos fisiológicos en el cuerpo humano o efectos sobre el entorno de la instalación eléctrica, como contaminación, incendio o explosión.

Para determinar la existencia del alto riesgo, la situación debe ser evaluada por una persona calificada en electrotecnia teniendo en cuenta los siguientes criterios orientadores:

a. **Que existan condiciones peligrosas, plenamente identificables,** tales como instalaciones que carezcan de medidas preventivas específicas contra el riesgo eléctrico, condiciones ambientales de lluvia, tormentas eléctricas, y contaminación; equipos, productos o conexiones defectuosas de la instalación eléctrica.

b. **Que el peligro tenga un carácter inminente,** es decir, que existan indicios racionales de que la exposición al riesgo conlleve a que se produzca el accidente. Esto significa que la muerte o una lesión física grave, un incendio o una explosión, puede ocurrir antes de que se haga un estudio a fondo del problema, para tomar las medidas preventivas.

c. **De gravedad máxima,** es decir, que haya gran probabilidad de muerte, lesión física grave, incendio o explosión, que conlleve a que una parte del cuerpo o todo, pueda ser lesionada de tal manera que se inutilice o quede limitado su uso en forma permanente o que se destruyan bienes importantes cercanos a la instalación.

d. **Que existan antecedentes comparables,** el evaluador del riesgo debe referenciar al menos un antecedente ocurrido con condiciones similares.

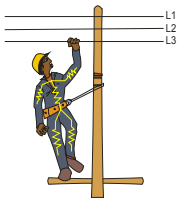
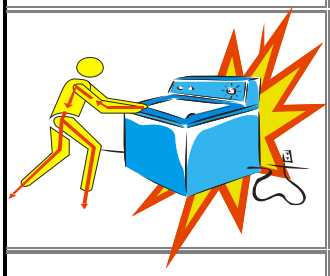
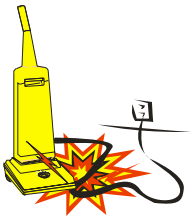
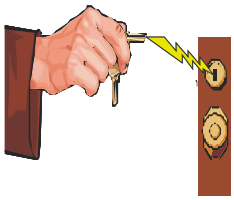
Con el fin de verificar la efectividad del Reglamento en la reducción de la accidentalidad de origen eléctrico, las empresas responsables de la prestación del servicio público de energía eléctrica, deben reportar todo accidente de origen eléctrico que tenga como consecuencia la muerte o graves efectos fisiológicos en el cuerpo humano. Dicha información deberá reportarse cada seis (6) meses al SUI, siguiendo las condiciones establecidas por la Superintendencia de Servicios Públicos en su calidad de administrador del SUI; el reporte debe contener como mínimo el nombre del accidentado, tipo de lesión, causa del accidente, lugar y fecha del accidente y parte del cuerpo afectada".

2. Riesgos eléctricos más comunes

Un riesgo es una condición ambiental o humana cuya presencia o modificación puede producir un accidente o una enfermedad ocupacional. Por regla general, todas las instalaciones eléctricas tienen implícito un riesgo y ante la imposibilidad de controlarlos todos en forma permanente, se seleccionaron algunos de los más comunes, que al no tenerlos presentes ocasionan la mayor cantidad de accidentes.

El tratamiento preventivo de la problemática del riesgo eléctrico obliga a saber identificar y valorar las situaciones irregulares, antes de que suceda algún accidente. Por ello, es necesario conocer claramente el concepto de riesgo de contacto con la corriente eléctrica. A partir de ese conocimiento, del análisis de los factores que intervienen y de las circunstancias particulares, se tendrán criterios objetivos que permitan detectar la situación de riesgo y valorar su grado de peligrosidad. Identificado el riesgo, se han de seleccionar las medidas preventivas aplicables.

En la siguiente tabla se ilustran algunos de los riesgos eléctricos más comunes, sus posibles causas y medidas de protección.

	**RIESGO: ARCOS ELÉCTRICOS.** **POSIBLES CAUSAS:** Malos contactos, cortocircuitos, aperturas de interruptores con carga, apertura o cierre de seccionadores. **MEDIDAS DE PROTECCIÓN:** Utilizar materiales envolventes resistentes a los arcos, mantener una distancia de seguridad, usar gafas de protección contra rayos ultravioleta.
	**RIESGO: AUSENCIA DE ELECTRICIDAD.** **POSIBLES CAUSAS:** Apagón, no disponer de un sistema ininterrumpido de potencia, no tener plantas de emergencia, no tener transferencia. **MEDIDAS DE PROTECCIÓN:** Disponer de sistemas ininterrumpidos de potencia y de plantas de emergencia con transferencia automática.
	**RIESGO: CONTACTO DIRECTO** **POSIBLES CAUSAS: N**egligencia de técnicos o impericia de no técnicos. **MEDIDAS DE PROTECCIÓN:** Distancias de seguridad, interposición de obstáculos, aislamiento o recubrimiento de partes activas, utilización de interruptores diferenciales, elementos de protección personal, puesta a tierra, probar ausencia de tensión.
	**RIESGO: CONTACTO INDIRECTO** **POSIBLES CAUSAS:** Fallas de aislamiento, mal mantenimiento, falta de conductor de puesta a tierra. **MEDIDAS DE PROTECCIÓN:** Separación de circuitos, uso de muy baja tensión, distancias de seguridad, conexiones equipotenciales, sistemas de puesta a tierra, interruptores diferenciales, mantenimiento preventivo y correctivo.
	**RIESGO: CORTOCIRCUITO** **POSIBLES CAUSAS:** Fallas de aislamiento, impericia de los técnicos, accidentes externos, vientos fuertes, humedades. **MEDIDAS DE PROTECCIÓN:** Interruptores automáticos con dispositivos de disparo de máxima corriente o cortacircuitos fusibles.
	**RIESGO: ELECTRICIDAD ESTÁTICA** **POSIBLES CAUSAS:** Unión y separación constante de materiales como aislantes, conductores, sólidos o gases con la presencia de un aislante. **MEDIDAS DE PROTECCIÓN**: Sistemas de puesta a tierra, conexiones equipotenciales, aumento de la humedad relativa, ionización del ambiente, eliminadores eléctricos y radiactivos, pisos conductivos.
	**RIESGO: EQUIPO DEFECTUOSO** **POSIBLES CAUSAS:** Mal mantenimiento, mala instalación, mala utilización, tiempo de uso, transporte inadecuado. **MEDIDAS DE PROTECCIÓN:** Mantenimiento predictivo y preventivo, construcción de instalaciones siguiendo las normas técnicas, caracterización del entorno electromagnético.

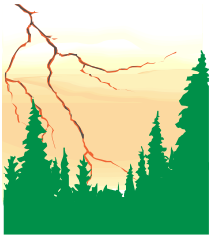
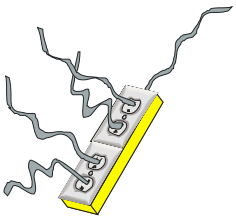
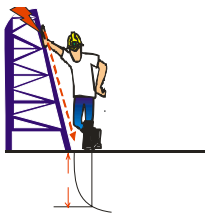
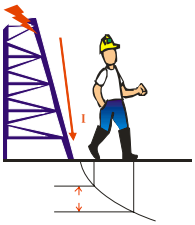
	**RIESGO: RAYOS** **POSIBLES CAUSAS:** Fallas en el diseño, construcción, operación, mantenimiento del sistema de protección. **MEDIDAS DE PROTECCIÓN:** Pararrayos, bajantes, puestas a tierra, equipotencialización, apantallamientos, topología de cableados. Además suspender actividades de alto riesgo, cuando se tenga personal al aire libre.
	**RIESGO: SOBRECARGA** **POSIBLES CAUSAS:** Superar los límites nominales de los equipos o de los conductores, instalaciones que no cumplen las normas técnicas, conexiones flojas, armónicos. **MEDIDAS DE PROTECCIÓN**: Interruptores automáticos con relés de sobrecarga, interruptores automáticos asociados con cortacircuitos, cortacircuitos, fusibles, dimensionamiento adecuado de conductores y equipos.
	**RIESGO: TENSIÓN DE CONTACTO** **POSIBLES CAUSAS:** Rayos, fallas a tierra, fallas de aislamiento, violación de distancias de seguridad. **MEDIDAS DE PROTECCIÓN:** Puestas a tierra de baja resistencia, restricción de accesos, alta resistividad del piso, equipotencializar.
	**RIESGO: TENSIÓN DE PASO** **POSIBLES CAUSAS:** Rayos, fallas a tierra, fallas de aislamiento, violación de áreas restringidas. **MEDIDAS DE PROTECCIÓN:** Puestas a tierra de baja resistencia, restricción de accesos, alta resistividad del piso, equipotencializar.

Tabla 6. Riesgos eléctricos comunes.

3. Situaciones de alto riesgo

En los casos o circunstancias en que se observe inminente peligro para las personas, se deberá interrumpir el funcionamiento de la instalación eléctrica, excepto en aeropuertos y áreas críticas de hospitales, cuando dicha interrupción conllevaría un riesgo más alto.

En una situación de inminente riesgo de accidente, personal calificado, podrá solicitar a la autoridad civil o de policía, adoptar las medidas provisionales que eliminen el riesgo, dando cuenta inmediatamente al organismo de control, que fijará el plazo para restablecer las condiciones reglamentarias.
En los casos de accidente con o sin interrupción del servicio de energía se comunicará inmediatamente a la autoridad competente y a la empresa prestadora del servicio.

Artículo 6º. ANÁLISIS DE COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA

Las técnicas de la compatibilidad electromagnética (CEM) se deben aplicar cuando los niveles de operación de los dispositivos, equipos o sistemas sean más exigentes que los requeridos para cumplir la seguridad de personas. La CEM es la armonía que se presenta en un ambiente electromagnético, en el cual operan equipos receptores y se encuentran cumpliendo con sus funciones satisfactoriamente. El correcto desempeño se puede ver afectado por el nivel de las perturbaciones electromagnéticas existentes en el ambiente, por la susceptibilidad de los dispositivos y por la cantidad de energía de la perturbación que se pueda acoplar a los dispositivos. Cuando estos tres elementos propician la transferencia de energía nociva, se produce una interferencia electromagnética, que se puede manifestar como una mala operación, error, apagado y reencendido de equipos o su destrucción. Los componentes de la compatibilidad electromagnética son: Emisor, canal de acople y receptor.

En la siguiente figura se expone la estructura de la compatibilidad electromagnética, donde,

PE = Perturbación electromagnética.
C = Canal de acople.
IE = Interferencia electromagnética.

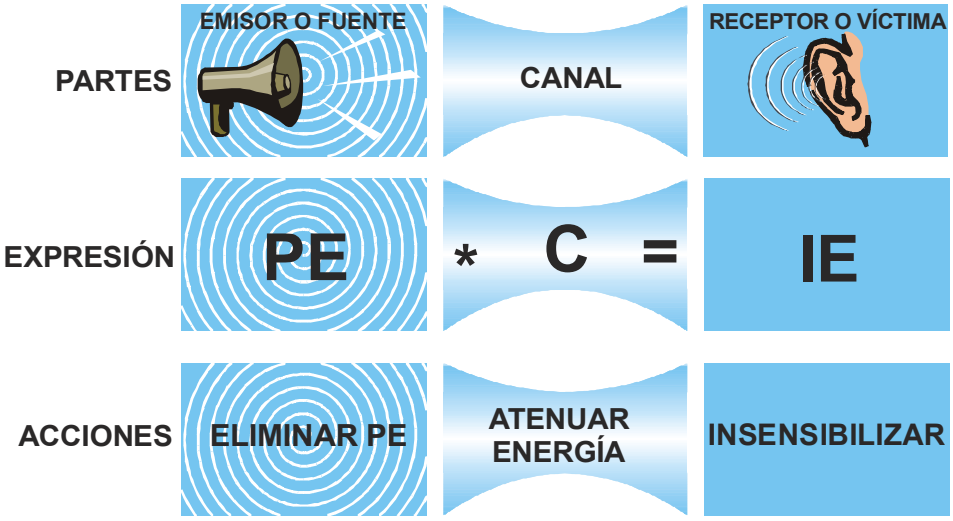


Figura 3. Estructura de la CEM

Artículo 7º. PROGRAMA DE SALUD OCUPACIONAL

Para efectos del presente Reglamento Técnico, toda empresa del sector eléctrico colombiano debe cumplir los siguientes preceptos de salud ocupacional, adoptados de la Resolución 001016 del 31 de marzo de 1989 expedida por los Ministerios de Trabajo y Seguridad Social y de Salud y las demás que la modifiquen, además de la legislación colombiana sobre la materia:

- Todos los empleadores públicos, oficiales, privados, contratistas y subcontratistas, están obligados a organizar y garantizar el funcionamiento de un programa de Salud Ocupacional.

- El programa de Salud Ocupacional consiste en la planeación, organización, ejecución y evaluación de las actividades de Medicina Preventiva, Medicina del Trabajo, Higiene Industrial y Seguridad Industrial. Cada empresa debe tener su propio programa y sólo es permitido compartir recursos, pero nunca un programa puede comprender a dos empresas.

- Elaborar un panorama de riesgos para obtener información sobre estos en los sitios de trabajo de la empresa, que permita su localización y evaluación.

- Establecer y ejecutar las modificaciones en los procesos u operaciones, sustitución de materias primas peligrosas, encerramiento o aislamiento de procesos, operaciones u otras medidas, con el objeto de controlar en la fuente de origen y/o en el medio, los agentes de riesgo.

- Estudiar e implantar los programas de mantenimiento preventivo de las máquinas, equipos, herramientas, instalaciones locativas, alumbrado y redes eléctricas.

- Inspeccionar periódicamente las redes e instalaciones eléctricas locativas, de maquinaria, equipos y herramientas, para controlar los riesgos de electrocución y los peligros de incendio.

- Delimitar o demarcar las áreas de trabajo, zonas de almacenamiento y vías de circulación y señalizar salidas de emergencia, resguardos y zonas peligrosas de las máquinas e instalaciones.

- Organizar y desarrollar un plan de emergencia teniendo en cuenta las siguientes ramas:

  a. Rama Preventiva
  b. Rama Pasiva o estructural
  c. Rama Activa o Control de las emergencias.

CAPÍTULO II

REQUISITOS TÉCNICOS ESENCIALES

Para efectos del presente Reglamento los requisitos contenidos en este capítulo, por ser de aplicación obligatoria en todos los niveles de tensión y en todos los procesos, deben ser cumplidos según la situación particular en todas las instalaciones eléctricas en el territorio Colombiano.

Para toda instalación eléctrica cubierta por el presente Reglamento, será obligatorio que actividades tales como las de diseño, dirección, construcción, supervisión, recepción, operación, mantenimiento e inspección sean realizadas por personal calificado con matrícula profesional vigente que lo autorice para ejercer dicha actividad.

La competencia para realizar dichas actividades corresponderá a las personas calificadas, tales como ingenieros Electricistas, Electromecánicos, de distribución y redes eléctricas, Tecnólogos en Electricidad, Tecnólogos en Electromecánica o Técnicos Electricistas, con matrícula profesional vigente, teniendo en cuenta lo dispuesto en las leyes y normas reglamentarias que regulan estas profesiones.

Los Organismos de Certificación no deben expedir la certificación de conformidad con el RETIE a instalaciones eléctricas diseñadas, construidas o supervisadas por personas que según la legislación vigente no tengan la competencia legal para el ejercicio profesional de dichas actividades; en consecuencia, el OR no debe dar servicio a dichas instalaciones".

Artículo 8º. CLASIFICACIÓN DE LOS NIVELES DE TENSIÓN EN CORRIENTE ALTERNA.

Para efectos del presente Reglamento Técnico, se fijan los siguientes niveles de tensión, establecidos en la norma NTC 1340, así:

- **Extra alta tensión (EAT):** corresponde a tensiones superiores a 230 kV.
- **Alta tensión (AT):** corresponde a tensiones mayores o iguales a 57,5 kV y menores o iguales a 230 kV.
- **Media tensión (MT):** Los de tensión nominal superior a 1000 V e inferior a 57,5 kV.
- **Baja tensión (BT):** Los de tensión nominal mayor o igual a 25 V y menor o igual a 1000 V.
- **Muy baja tensión**: Tensiones menores de 25 V.

Toda instalación eléctrica debe asociarse a uno de los anteriores niveles. Si en la instalación existen circuitos o elementos en los que se utilicen distintas tensiones, el conjunto del sistema se clasificará para efectos prácticos, en el grupo correspondiente al valor de la tensión nominal más elevada".

Artículo 9º. SISTEMA DE UNIDADES

Para efectos del presente Reglamento, se debe aplicar en el sector eléctrico el Sistema Internacional de Unidades (SI), aprobado por Resolución No. 1823 de 1991 de la Superintendencia de Industria y Comercio. Por tanto, los siguientes símbolos y nombres tanto de magnitudes como de unidades se declaran de obligatorio cumplimiento, en todas las actividades que se desarrollen en el sector eléctrico y deben expresarse en todos los documentos públicos y privados.

Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

Reglas para el uso de símbolos y unidades:

- *No debe confundirse magnitud con unidad.*
- *El símbolo de la unidad será el mismo para el singular que para el plural.*
- *Cuando se va a escribir o pronunciar el plural del nombre de una unidad, se usarán las reglas de la gramática española.*
- *Cada unidad y cada prefijo tiene un solo símbolo y este no debe ser cambiado. No se deben usar abreviaturas.*
- *Los símbolos de las unidades se denotan con letras minúsculas, con la excepción del ohmio (Ω) letra mayúscula omega del alfabeto griego. Aquellos que provienen del nombre de personas se escriben con mayúscula.*
- *El nombre completo de las unidades se debe escribir con letra minúscula, con la única excepción del grado Celsius, salvo en el caso de comenzar la frase o luego de un punto.*
- *Las unidades sólo podrán designarse por sus nombres completos o por sus símbolos correspondientes reconocidos internacionalmente.*
- *Entre prefijo y símbolo no se deja espacio.*
- *El producto de símbolos se indica por medio de un punto.*
- *No se colocarán signos de puntuación luego de los símbolos de la unidades, sus múltiplos o submúltiplos, salvo por regla de puntuación gramatical, dejando un espacio de separación entre el símbolo y el signo de puntuación.*

Nombre de la magnitud	Símbolo de la magnitud	Nombre de la unidad	Símbolo de la unidad SI
Admitancia	Y	siemens	S
Capacitancia	C	faradio	F
Carga Eléctrica	Q	culombio	C
Conductancia	G	siemens	S
Conductividad	σ	siemens por metro	S/m
Corriente eléctrica	I	amperio	A
Densidad de corriente	J	amperio por metro cuadrado	A/m^2
Densidad de flujo eléctrico	D	culombio por metro cuadrado	C/m^2
Densidad de flujo magnético	B	tesla	T
Energía activa	W	vatio hora	W.h
Factor de potencia	FP	uno	1
Frecuencia	f	hertz	Hz
Frecuencia angular	ω	radián por segundo	rad/s
Fuerza electromotriz	E	voltio	V
Iluminancia	E_v	lux	lx
Impedancia	Z	ohmio	Ω
Inductancia	L	henrio	H
Intensidad de campo eléctrico.	E	voltio por metro	V/m
Intensidad de campo magnético	H	amperio por metro	A/m
Intensidad luminosa	I_v	candela	cd
Longitud de onda	λ	metro	m
Permeabilidad relativa	μ_r	uno	1
Permitividad relativa	ε_r	uno	1
Potencia activa	P	vatio	W
Potencia aparente	P_S	voltamperio	V.A
Potencia reactiva	P_Q	voltamperio reactivo	VAr
Reactancia	X	ohmio	Ω
Resistencia	R	ohmio	Ω
Resistividad	ρ	ohmio metro	Ω.m
Tensión o potencial eléctrico	V	voltio	V

Tabla 7. Simbología de magnitudes y unidades utilizadas en electrotecnia

Artículo 10º. SIMBOLOGÍA GENERAL

Para efectos del presente Reglamento Técnico, podrán utilizarse los símbolos gráficos contemplados en la Tabla 8 tomados de las normas unificadas IEC 60617, ANSI Y32, CSA Z99, IEEE 315, los cuales guardan mayor relación con la seguridad eléctrica. Cuando se requieran otros símbolos se pueden tomar de las normas precitadas.

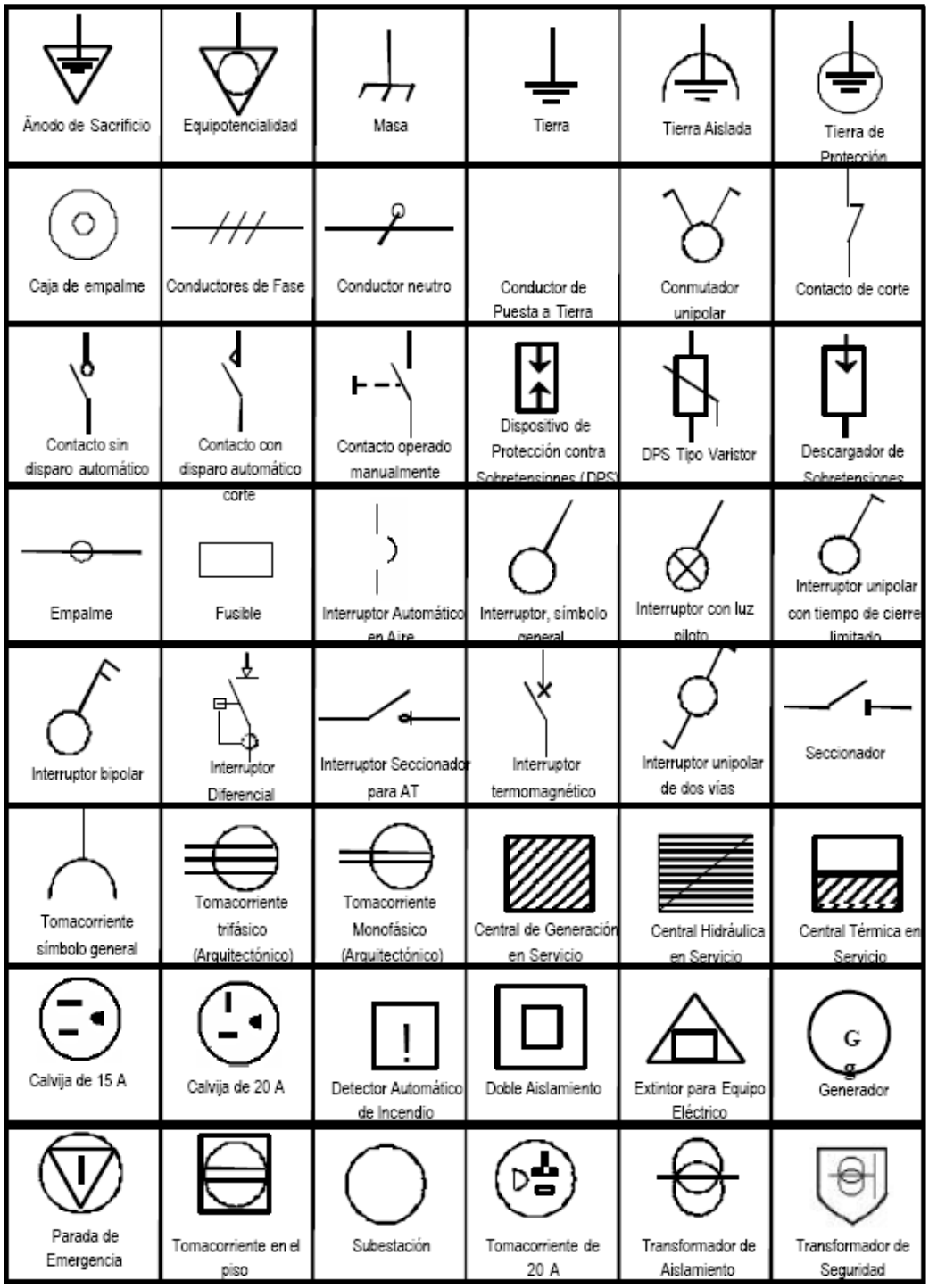


Tabla 8. Principales símbolos gráficos

Artículo 11º. SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD

1. Objeto

El objetivo de las señales de seguridad es transmitir mensajes de prevención, prohibición o información en forma clara, precisa y de fácil entendimiento para todos, en una zona en la que se ejecutan trabajos eléctricos o en zonas de operación de máquinas, equipos o

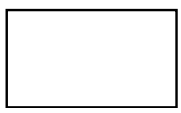
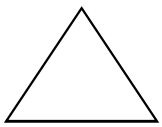
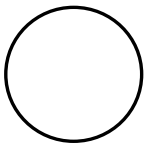
instalaciones que entrañen un peligro potencial. Las señales de seguridad no eliminan por sí mismas el peligro pero dan advertencias o directrices que permitan aplicar las medidas adecuadas para prevención de accidentes.

Para efectos del presente Reglamento los siguientes requisitos respecto a señalización de seguridad son de obligatoria aplicación, y la entidad propietaria de la instalación será responsable de su utilización. Su escritura debe ser en idioma castellano.

Transcurridos dieciocho (18) meses contados a partir de la entrada en vigencia del Reglamento, el uso de las señales de riesgo establecidas en este Artículo será de obligatorio cumplimiento, a menos que alguna norma de mayor jerarquía legal determine otra cosa, en tal caso las empresas justificarán la razón del no uso.

2. Clasificación de las Señales de Seguridad

Las señales de seguridad se clasifican en informativas (rectangulares), de peligro (triangulares) y de obligación o prohibición (circulares) y siempre llevan pictogramas en su interior.

Ancho x largo	Lado	Diámetro
12,5 x 25	25	25
25 x 50	50	50
50 x 100	100	100
100 x 200	200	200
200 x 400	400	400
300 x 600	600	600
450 x 900	900	900

Tabla 9. Dimensiones típicas de las señales en milímetros.

Color de la señal	Significado	Color de contraste
Rojo	Peligro, parada, prohibición e Información sobre incendios.	Blanco
Amarillo	Riesgo, advertencia, peligro no inmediato.	Negro
Verde	Seguridad o ausencia de peligro	Blanco
Azul	Obligación o Información	Blanco

Tabla 10. Colores de las señales y su significado.

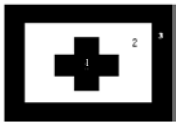
Significado	Descripción	Pictograma	
Información	Equipo de primeros auxilios	Cruz Griega	 1. Negro o Verde 2. Blanco 3. Verde Significado: Puesto de Primeros auxilios
Peligro	Materiales inflamables o altas temperaturas.	Llama	
Peligro	Materiales tóxicos	Calavera con tibias cruzadas	
Peligro	Materiales corrosivos	Mano carcomida	
Peligro	Materiales radiactivos	Un trébol convencional	
Peligro	Riesgo eléctrico	Un rayo o arco	
Obligación	Símbolo de protección obligatoria de los pies.	Botas con símbolo de riesgo eléctrico	
Prohibición	Símbolo de prohibido el paso	Peatón caminando con línea transversal sobrepuesta	
Información	Símbolo de peligro de muerte para aviso al público en general.	Aviso y símbolo de riesgo eléctrico.	

Tabla 11. Principales señales de seguridad.

3. Características específicas del símbolo de riesgo eléctrico.

Donde se precise el símbolo de riesgo eléctrico, se conservarán las siguientes dimensiones, adoptadas de la IEC 60417-1:

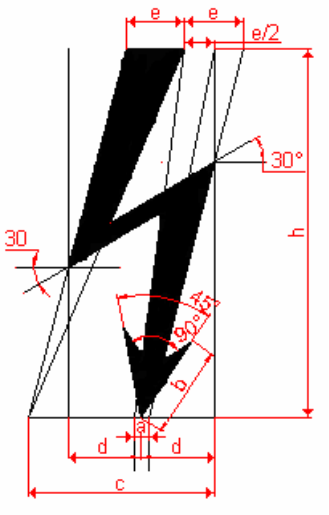


Figura 4. Símbolo de riesgo eléctrico No. 56 IEC 60417-1.

Altura h	a	b	c	d	e
40		10	20	8	6,4
50	2	12	26	10	8
64	2,5	16	33	13	10
80	3	20	41	16	12,8
100	4	25	51	20	16
125	5	32	64	25	20
160	6	40	82	32	26
200	8	50	102	40	32
Distancias en milímetros					

Tabla 12. Dimensiones del símbolo de riesgo eléctrico

4. Código de colores para conductores aislados.

Con el objeto de evitar accidentes por errónea interpretación de los niveles de tensión y unificar los criterios para instalaciones eléctricas, se debe cumplir el código de colores para conductores establecido en la Tabla 13. Se tomará como válida para determinar este requisito el color propio del acabado exterior del conductor o en su defecto, su marcación debe hacerse en las partes visibles con pintura, con cinta o rótulos adhesivos del color respectivo. Este requisito es también aplicable a conductores desnudos, como los barrajes.

SISTEMA	1ϕ	1ϕ	3ϕY	3ϕΔ	3ϕΔ-	3ϕY	3ϕΔ
TENSIONES NOMINALES	120 V	240 /120V	208 /120V	240V	240/208 /120V	480 /277V	480V
CONDUCTORES ACTIVOS	1 fase 2 hilos	2 fases 3 hilos	3 fases 4 hilos	3 fases 3 hilos	3 fases 4 hilos	3 fases 4 hilos	3 fases 3 hilos
FASES	Negro	Negro Rojo	Amarillo Azul Rojo	Negro Azul Rojo	Negro Naranja Azul	Café Naranja Amarillo	Café Naranja Amarillo
NEUTRO	Blanco	Blanco	Blanco	No Aplica	Blanco	Gris	No Aplica
TIERRA DE PROTECCIÓN	Desnudo o verde	Desnudo o verde	Desnudo o verde	Desnudo o verde	Desnudo o verde	Desnudo o verde	Desnudo o verde
TIERRA AISLADA	Verde amarillo	Verde amarillo	Verde amarillo	No aplica	Verde amarillo	No aplica	No aplica

Tabla 13. Código de Colores para conductores

El código de colores establecido en la Tabla 13. "Código de colores para conductores" no aplica para los conductores utilizados en instalaciones externas, tales como las redes, líneas y subestaciones a la intemperie".

Artículo 12º. COMUNICACIONES POR RADIO

Para efectos del presente Reglamento y en razón al uso masivo de comunicaciones por radio para todo tipo de maniobras y coordinación de trabajos, se adoptan las siguientes abreviaturas de servicio, tomadas del código telegráfico o Código Q, utilizado desde 1912.

ABREVIATURA	SIGNIFICADO	ABREVIATURA	SIGNIFICADO
QAB	Pedir autorización	QRU	Tiene algún mensaje para mí?
QAP	Permanecer en escucha	QRV	Preparado para
QAQ	Existe peligro?	QRX	Cuándo vuelve a llamar?
QAY	Avisar cuando pase por…..	QSA	Intensidad de la señal (de 1 a 5)
QBC	Informe meteorológico	QSG	Mensajes por enviar
QCB	Está ocasionando demora	QSI	Informar a….
QCS	Mi recepción fue interrumpida	QSL	Confirmar recepción
QDB	Enviar el mensaje a…	QSM	Repetir último mensaje
QEF	Llegar al estacionamiento	QSN	Ha escuchado?
QEN	Mantener la posición	QSO	Necesito comunicarme con…
QGL	Puedo entrar en…?	QSR	Repetir la llamada
QGM	Puedo salir de…?	QSY	Pasar a otra frecuencia
QOD	Permiso para comunicar	QSR	Repetir la llamada
QOE	Señal de seguridad	QSX	Escuchar a…
QOF	Calidad de mis señales	QSY	Pasar a otra frecuencia
QOT	Tiempo de espera para comunicación	QTA	Cancelar el mensaje
QRA	Quien llama	QTH	Ubicación o lugar
QRB	Distancia aproximada entre estaciones	QTN	Hora de salida
QRD	Sitio hacia donde se dirige	QTR	Hora exacta
QRE	Hora de llegada	QTU	Hora en que estará al aire
QRF	Volver a un sitio	QTX	Estación dispuesta para comunicar
QRG	Frecuencia exacta	QTZ	Continuación de la búsqueda
QRI	Tono de mi transmisión	QUA	Tiene noticias de….?
QRK	Cómo me copia?	QUB	Datos solicitados
QRL	Estar ocupado	QUD	Señal de urgencia
QRM	Tiene interferencia?	QUE	Puedo hablar en otro idioma?
QRO	Aumentar la potencia de transmisión	QUN	Mi situación es…
QRP	Disminuir la potencia de transmisión	QUO	Favor buscar…
QRQ	Transmitir más rápido	CQ	Llamado general
QRRR	Llamada de emergencia	MN	Minutos
QRS	Transmitir más despacio	RPT	Favor repetir
QRT	Cesar de transmitir	TKS	Gracias

Tabla 14. Código Q

Cada trabajador que reciba un mensaje oral concerniente a maniobras de conexión o desconexión de líneas o equipos, deberá repetirlo de inmediato al remitente y obtener la aprobación del mismo. Cada trabajador autorizado que envíe tal mensaje oral deberá repetirlo al destinatario y asegurarse de la identidad de este último.

El Código Q debe ser utilizado por las empresas que no tengan establecido un protocolo de comunicaciones. En caso de que la empresa cuente con un protocolo, éste debe garantizar la seguridad y no generar confusiones en las maniobras."

Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

Artículo 13º. DISTANCIAS DE SEGURIDAD

Para efectos del presente Reglamento y teniendo en cuenta que frente al riesgo eléctrico la técnica más efectiva de prevención, siempre será guardar una distancia respecto a las partes energizadas, puesto que el aire es un excelente aislante, en este apartado se fijan las distancias mínimas que deben guardarse entre líneas eléctricas y elementos físicos existentes a lo largo de su trazado (carreteras, edificios, árboles, etc.) con el objeto de evitar contactos accidentales.

Las distancias verticales y horizontales que se presentan en las siguientes tablas, se adoptaron del National Electrical Safety Code, ANSI C2 versión 2002; todas las tensiones dadas en estas tablas son tensiones entre fases, para circuitos puestos a tierra sólidamente y otros circuitos en los que se tenga un tiempo despeje de falla a tierra acorde con el presente Reglamento.

Todas la distancias de seguridad deberán ser medidas de superficie a superficie y todos los espacios deberán ser medidos de centro a centro. Para la medición de distancias de seguridad, los accesorios metálicos normalmente energizados serán considerados como parte de los conductores de línea. Las bases metálicas de los terminales del cable y los dispositivos similares deberán ser considerados como parte de la estructura de soporte.

Los conductores denominados cubiertos o semiaislados y sin pantalla, es decir, con un recubrimiento que no esté certificado para ofrecer el aislamiento en media tensión, deben ser considerados conductores desnudos para efectos de distancias de seguridad, salvo en el espacio comprendido entre fases del mismo o diferente circuito, que puede ser reducido por debajo de los requerimientos para los conductores expuestos cuando la cubierta del conductor proporciona rigidez dieléctrica para limitar la posibilidad de la ocurrencia de un cortocircuito o de una falla a tierra. Cuando se reduzcan las distancias entre fases, se deben utilizar separadores para mantener el espacio entre ellos.

Nota 1: Las distancias de seguridad establecidas en las siguientes tablas, aplican a conductores desnudos.

Nota 2: En el caso de tensiones mayores a 57,5 kV entre fases, las distancias de aislamiento eléctrico especificadas en las tablas se incrementarán en un 3% por cada 300 m que sobrepasen los 1000 metros sobre el nivel del mar.

Nota 3: Las distancias verticales se toman siempre desde el punto energizado más cercano al lugar de posible contacto.

Nota 4: Las distancias horizontales se toman desde la fase más cercana al sitio de posible contacto.

Nota 5: Si se tiene una instalación con una tensión diferente a las contempladas en el presente Reglamento, debe cumplirse el requisito exigido para la tensión inmediatamente superior.

Nota 6: Cuando los edificios, chimeneas, antenas o tanques u otras instalaciones elevadas no requieran algún tipo de mantenimiento, como pintura, limpieza, cambio de partes o trabajo de personas cerca a los conductores.

Nota 7: Un techo, balcón o área es considerado fácilmente accesible para los peatones si éste puede ser alcanzado de manera casual a través de una puerta, rampa, ventana, escalera o una escalera a mano permanentemente utilizada por una persona, a pie, alguien que no despliega ningún esfuerzo físico extraordinario ni emplea ningún instrumento o dispositivo especial para tener acceso a éstos. No se considera un medio de acceso a una escalera permanentemente utilizada si es que su peldaño más bajo mide 2,45 m o más desde el nivel del piso u otra superficie accesible permanentemente instalada.

Nota 8: Si se tiene un tendido aéreo con cable aislado y con pantalla no se aplican estas distancias. No se aplica para conductores aislados para Baja Tensión.

Nota 9: Se puede hacer el cruce de una red de menor tensión por encima de una de mayor tensión de manera experimental, siempre y cuando se documente el caso y se efectúe bajo supervisión autorizada y calificada. No se aplica a líneas de alta y extra alta tensión.

Nota 10: En techos metálicos cercanos y en casos de redes de conducción que van paralelas o que cruzan las líneas de media, alta y extra alta tensión, se debe verificar que las tensiones inducidas no presenten peligro o no afecten su funcionamiento.

Nota 11: Donde el espacio disponible no permita cumplir las distancias horizontales de la tabla 15, la separación se puede reducir en 0,6 m siempre que los conductores, empalmes y herrajes tengan una cubierta que proporcione suficiente rigidez dieléctrica para limitar la probabilidad de falla a tierra en caso de contacto momentáneo con una estructura o edificio. Para ello, el aislamiento del cable debe ser construido mínimo, con una primera capa de material semiconductor, una segunda de polietileno reticulado y otra capa de material resistente a la abrasión y a los rayos ultravioleta. Adicionalmente debe tener una configuración compacta con espaciadores y una señalización que indique que es cable no aislado.

DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD EN ZONAS CON CONSTRUCCIONES		
Descripción	**Tensión nominal entre fases (kV)**	**Distancia (m)**
Distancia vertical **"a"** sobre techos y proyecciones, aplicable solamente a zonas de muy difícil acceso a personas. (Figura 5)	44/34,5/33	3,8
	13,8/13,2/11,4/7,6	3,8
	<1	0,45
Distancia horizontal **"b"** a muros, proyecciones, ventanas y diferentes áreas independientemente de la facilidad de accesibilidad de personas. (Figura 5)	115/110	2,8
	66/57,5	2,5
	44/34,5/33	2,3
	13,8/13,2/11,4/7,6	2,3
	<1	1,7
Distancia vertical **"c"** sobre o debajo de balcones o techos de fácil acceso a personas, y sobre techos accesibles a vehículos de máximo 2,45 m de altura. (Figura 5)	44/34,5/33	4,1
	13,8/13,2/11,4/7,6	4,1
	<1	3,5
Distancia vertical **"d"** a carreteras, calles, callejones, zonas peatonales, áreas sujetas a tráfico vehicular. (Figura 5)	500	8,6
	230/220	6,8
	115/110	6,1
	66/57,5	5,8
	44/34,5/33	5,6
	13,8/13,2/11,4/7,6	5,6
	<1	5

Tabla 15. Distancias mínimas de seguridad en zonas con construcciones

Nota: Para redes públicas o de uso general no será permitida la construcción de edificaciones debajo de las redes, en caso de presentarse tal situación los OR informarán a las autoridades competentes para que se tomen las medidas pertinentes. Tampoco será permitida la construcción de redes para uso público por encima de las edificaciones.

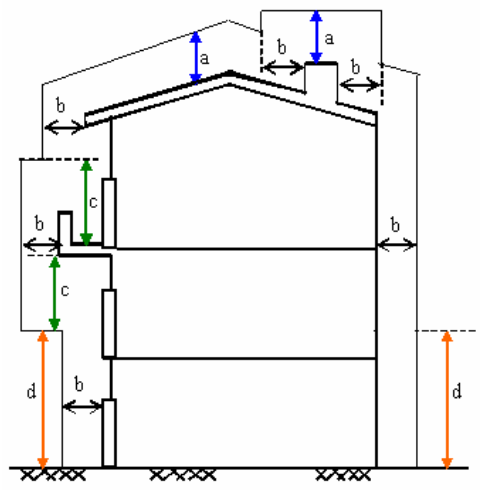


Figura 5. Distancias de seguridad en zonas con construcciones

DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD		
Descripción	**Tensión nominal entre fases (kV)**	**Distancia (m)**
Distancia mínima al suelo "**d**" en cruces con carreteras, calles, callejones, zonas peatonales, áreas sujetas a tráfico vehicular (Figura 6).	500	8,6
	230/220	6,8
	115/110	6,1
	66/57,5	5,8
	44/34,5/33	5,6
	13,8/13,2/11,4/7,6	5,6
	<1	5
Cruce de líneas aéreas de baja tensión en grandes avenidas.	<1	5,6
Distancia mínima al suelo "**d1**" desde líneas que recorren avenidas, carreteras y calles (Figura 6)	500	8,6
	230/220	6,8
	115/110	6,1
	66/57,5	5,8
	44/34,5/33	5,6
	13,8/13,2/11,4/7,6	5,6
	<1	5
Distancia mínima al suelo **"d"** en bosques, áreas cultivadas, pastos, huertos, etc.	500	8,6
	230/220	6,8
	115/110	6,1
	66/57,5	5,8
	44/34,5/33	5,6
	13,8/13,2/11,4/7,6	5,6
	<1	5
Distancia mínima al suelo **"e"** en cruces con ferrocarriles sin electrificar o funiculares. (Figura 7)	500	11,1
	230/220	9,3
	115/110	8,6
	66/57,5	8,3
	44/34,5/33	8,1
	13,8/13,2/11,4/7,6	8,1
	<1	7,5

Tabla 16. Distancias mínimas de seguridad para diferentes lugares y situaciones.

Nota: Para tensiones línea – tierra que superen 98 kV, las distancias de la Tabla 16 se podrán aumentar o el campo eléctrico disminuir, considerando que el vehículo o equipo más grande esperado bajo la línea fuera conectado a tierra para limitar a 5 mA rms la corriente de estado estacionario debida a los efectos electrostáticos. Para calcular esta condición los conductores deben estar desenergizados y la flecha a 50ºC.

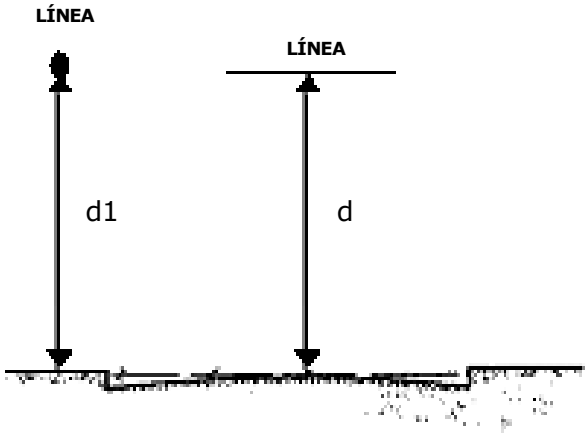


Figura 6. Distancias "d" y "d1" en cruce y recorridos de vías

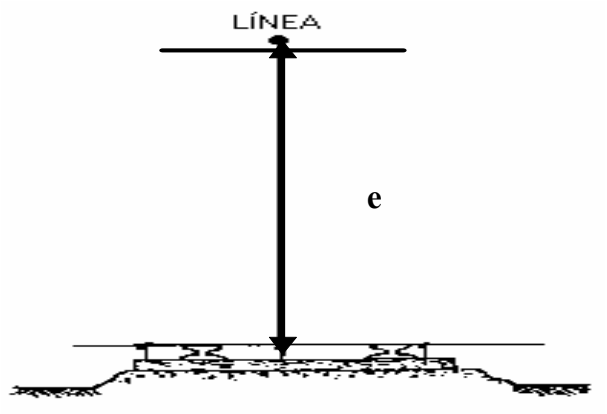


Figura 7. Distancia "e" en cruces con ferrocarriles sin electrificar

DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD		
Descripción	**Tensión nominal entre fases (kV)**	**Distancia (m)**
Distancia vertical **"f"** en cruce con ferrocarriles electrificados, tranvías y trole-buses (Figura 8)	500	4,8
	230/220	3,0
	115/110	2,3
	66/57,5	2,0
	44/34,5/33	1,8
	13,8/13,2/11,4/7,6	1,8
	<1	1,2
Distancia vertical **"g"** en cruce con ríos, canales navegables o flotantes adecuados para embarcaciones con altura superior a 2 m y menor de 7 m. (Figura 9)	500	12,9
	230/220	11,3
	115/110	10,6
	66/57,5	10,4
	44/34,5/33	10,2
	13,8/13,2/11,4/7,6	10,2
	<1	9,6
Distancia vertical **"g"** en cruce con ríos, canales navegables o flotantes, no adecuadas para embarcaciones con altura mayor a 2 m. (Figura 9)	500	7,9
	230/220	6,3
	115/110	5,6
	66/57,5	5,4
	44/34,5/33	5,2
	13,8/13,2/11,4/7,6	5,2
	<1	4,6

Tabla 16. (Continuación)

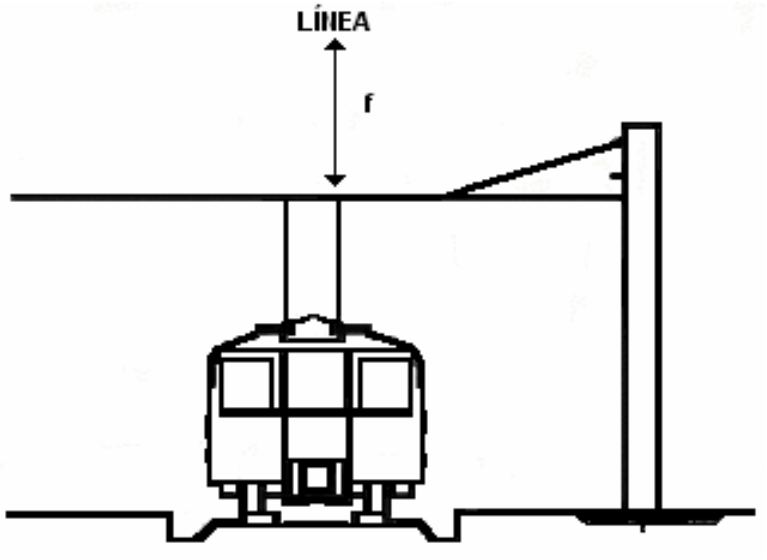


Figura 8 (a). Distancia "f" en cruces con ferrocarriles electrificados.

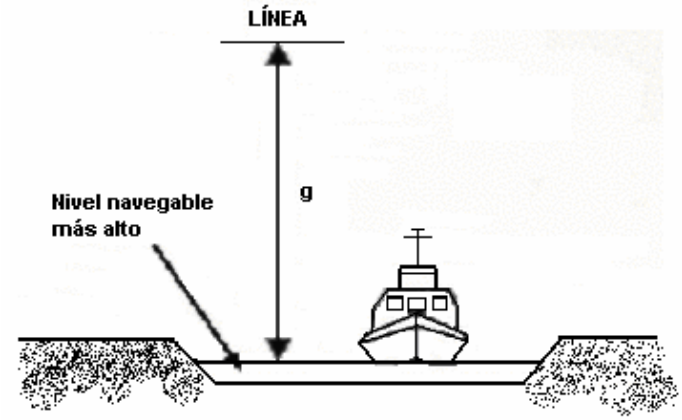


Figura 8 (b). Distancia "g" en cruces con ríos, cauces de agua, canales navegables.

DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD		
Descripción	**Tensión nominal entre fases (kV)**	**Distancia (m)**
Distancia vertical al piso en cruce por campos deportivos abiertos.	500	14,6
	230/220	12,8
	115/110	12
	66/57,5	12
	44/34,5/33	12
	13,8/13,2/11,4/7,6	12
	<1	12
Distancia horizontal en cruce por campos deportivos abiertos.	500	9,6
	230/220	7,8
	115/110	7
	66/57,5	7
	44/34,5/33	7
	13,8/13,2/11,4/7,6	7
	<1	7

Tabla 16. (Continuación)

Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

1. Distancias mínimas de seguridad en cruces de líneas.

		DISTANCIAS EN METROS								
Tensión Nominal (kV) entre Fases de la Línea Superior	500	4,8	4,2	4,2	4,2	4,3	4,3	4,6	5,3	7,1
	230/220	3	2,4	2,4	2,4	2,5	2,6	2,9	3,6	
	115/110	2,3	1,7	1,7	1,7	1,8	1,9	2,2		
	66	2	1,4	1,4	1,4	1,5	1,5			
	57,5	1,9	1,3	1,3	1,3	1,4				
	44/34,5/33	1,8	1,2	1,2	1,3					
	13,8/13,2/11,4/7,6	1,8	1,2	0,6						
	<1	1,2	0,6							
	Comunicaciones	0,6								
		Comunic.	<1	13,8/ 13,2/ 11,4/ 7,6	44/ 34,5/ 33	57,5	66	115/ 110	230/ 220	500
		Tensión Nominal (kV) entre Fases de la Línea Inferior								

Tabla 17. Distancias verticales mínimas en vanos con cruce de líneas.

***Nota**: La línea de menor nivel de tensión siempre debe estar a menor altura*

2. Distancias mínimas entre conductores en la misma estructura.

Los conductores sobre apoyos fijos, deben tener distancias horizontales y verticales entre cada uno, no menores que el valor requerido en las Tablas 18 (a) y 18 (b).

Todos los valores son válidos hasta 1000 metros sobre el nivel del mar; para mayores alturas, debe aplicarse el factor de corrección por altura.

Cuando se tienen conductores de diferentes circuitos, la tensión considerada debe ser la tensión fase-tierra del circuito de más alta tensión o la diferencia fasorial entre los conductores considerados.

Cuando se utilicen aisladores de suspensión y su movimiento no esté limitado, la distancia horizontal de seguridad entre los conductores deberá incrementarse de tal forma que la cadena de aisladores pueda moverse transversalmente hasta su máximo ángulo de balanceo de diseño sin reducir los valores indicados en la Tabla 18 (a). El desplazamiento de los conductores deberá incluir la deflexión de estructuras flexibles y accesorios, cuando dicha deflexión pueda reducir la distancia horizontal de seguridad entre los conductores.

CLASE DE CIRCUITO Y TENSIÓN ENTRE LOS CONDUCTORES CONSIDERADOS	DISTANCIAS HORIZONTALES DE SEGURIDAD (cm)
Conductores de comunicación expuestos	15 (1) 7,5 (2)
Alimentadores de vías férreas 0 a 750 V No. 4/0 AWG o mayor calibre. 0 a 750 V calibre menor de No. 4/0 AWG Entre 750 V y 8,7 kV.	 15 30 30
Conductores de suministro del mismo circuito. 0 a 8,7 kV Entre 8,7 y 50 kV Más de 50 kV	 30 30 más 1 cm por kV sobre 8,7 kV Ningún valor especificado
Conductores de suministro de diferente circuito (3) 0 a 8,7 kV Entre 8,7 y 50 kV Entre 50 kV y 814 kV	 30 30 más 1 cm por kV sobre 8,7 kV 72,5 más 1 cm por kV sobre 50 kV

Tabla 18 (a). Distancia horizontal entre conductores soportados en la misma estructura de apoyo.

(1) *No se aplica en los puntos de transposición de conductores.*

(2) *Permitido donde se ha usado regularmente espaciamiento entre pines, menor a 15 cm. No se aplica en los puntos de transposición de conductores.*

(3) *Para las tensiones que excedan los 50 kV, la distancia de seguridad deberá ser incrementada en un 1% por cada 100 m en exceso de 1000 metros sobre el nivel del mar. Todas las distancias de seguridad para tensiones mayores de 50 kV se basarán en la máxima tensión de operación.*

			CONDUCTORES A MAYOR ALTURA	
			CONDUCTORES DE SUMINISTRO A LA INTEMPERIE (TENSIÓN EN kV)	
			HASTA 1 kV	ENTRE 7,6 Y 66 kV
CONDUCTORES Y CABLES A MENO R ALTURA	Conductores y cables de comunicación.			
	a. Localizados en el apoyo de empresa de comunicaciones.		0,4	0,4 más 0,01 m por kV sobre 7,6 kV.
	b. Localizados en el apoyo de empresa de energía.		0,4	0,4 más 0,01 m por kV sobre 7,6 kV.
	Conductores de suministro eléctrico a la intemperie	Hasta 1 kV	0,4	0,4 más 0,01 m por kV sobre 7,6 kV
		Entre 1 kV y 7,6 kV	No permitido	0,4 más 0,01 m por kV sobre 7,6 kV
		Entre 11,4 kV y 34,5 kV	No permitido	0,6 más 0,01 m por kV sobre 7,6 kV
		Entre 44 kV y 66 kV	No permitido	0,6 más 0,01 m por kV sobre 7,6 kV

Tabla 18 (b). Distancia vertical en metros entre conductores sobre la misma estructura.

Nota 1: La línea de menor nivel de tensión siempre debe estar a menor altura.

Nota 2: Cuando se trate de circuitos de diferentes empresas las distancias de seguridad se debe aumentar en 0,6 m.

Nota 3: Estas distancias son para circuitos de una misma empresa operadora. Para circuitos de diferentes empresas la distancia se debe aumentar en 0,6 m.

Los constructores y en general quienes presenten proyectos a las Curadurías, Oficinas de Planeación del orden territorial y demás entidades responsables de expedir las licencias o permisos de construcción, deberán manifestar por escrito que los proyectos que solicitan dicho trámite cumplen a cabalidad con las distancias mínimas de seguridad establecidas en el RETIE.

3. Distancias mínimas para prevención de riesgos por arco eléctrico.

Dado que el arco eléctrico es un hecho frecuente en trabajos eléctricos, que genera radiacón térmica hasta de 20000° C, que presenta un aumento súbito de presión hasta de 30 t/m^2 , con niveles de ruido por encima de 120 dB y que expide vapores metálicos tóxicos por desintegración de productos, se establecen los siguientes requisitos frente a este riesgo:

Las distancias mínimas de aproximación a equipos que se deben cumplir para prevenir efectos de arcos eléctricos, que puedan ocasionarse durante trabajos en equipos con tensión, por una falla técnica o por un acto inseguro, son las mostradas en la **Tabla 19** y en la **Figura 9**. Son barreras que buscan prevenir al trabajador y en general a todo el personal. Estos límites virtuales son básicos para la seguridad eléctrica, indican sobre los riesgos que presenta determinado equipo e informan sobre los elementos de protección personal que debe usar una persona calificada y el nivel de entrenamiento que éste debe tener en el momento de realizar un trabajo con este tipo de riesgo eléctrico.

Los requisitos establecidos a continuación, deben cumplirse, previo análisis del riesgo para cada situación particular y fueron adaptados de la norma NFPA 70E.

Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

Tensión Nominal del Sistema (Fase – Fase)	Límite de aproximación seguro [m]		Límite de aproximación restringida [m] Incluye movimientos involuntarios	Límite de aproximación técnica [m]
	Parte móvil expuesta	Parte fija expuesta		
51 V – 300 V	3,00	1,10	Evitar contacto	Evitar contacto
301 V – 750 V	3,00	1,10	0,30	0,025
751 V – 15 kV	3,00	1,50	0,66	0,18
15,1 kV – 36 kV	3,00	1,80	0,78	0,25
36,1 kV – 46 kV	3,00	2,44	0,84	0,43
46,1 kV - 72,5 kV	3,00	2,44	0,96	0,63
72,6 kV – 121 kV	3,25	2,44	1,00	0,81
138 kV - 145 kV	3,35	3,00	1,09	0,94
161 kV - 169 kV	3,56	3,56	1,22	1,07
230 kV - 242 kV	3,96	3,96	1,60	1,45
345 kV - 362 kV	4,70	4,70	2,60	2,44
500 kV – 550 kV	5,80	5,80	3,43	3,28

Tabla 19. Límites de aproximación a partes energizadas de equipos.

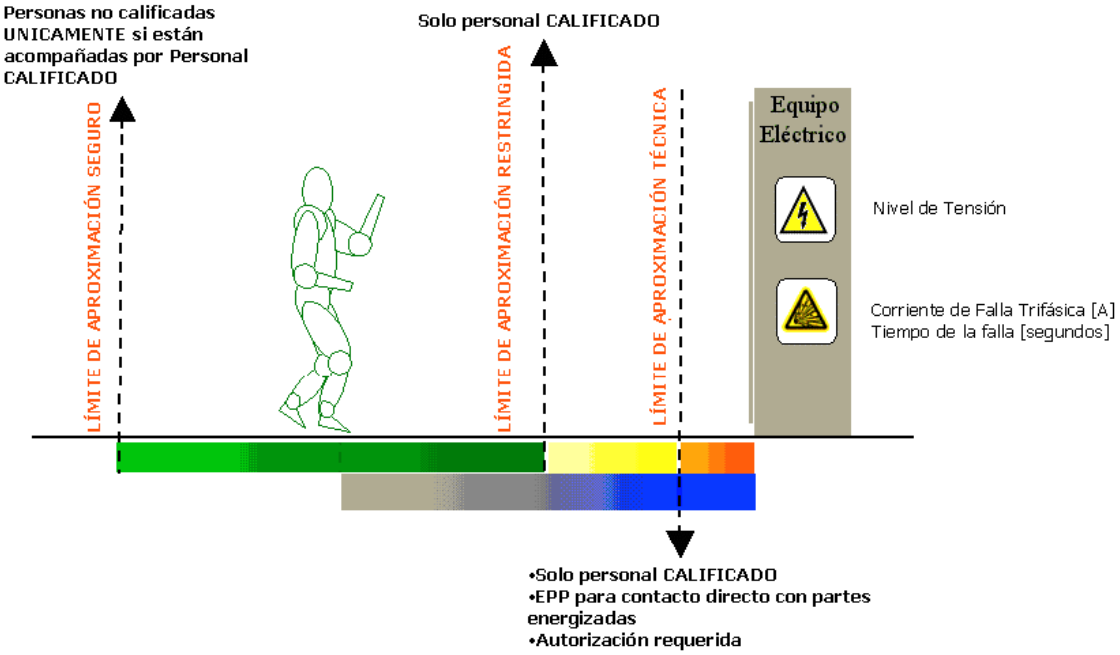


Figura 9. Límites de aproximación.

Para trabajar en zonas con riesgo de arco eléctrico, es decir, en actividades tales como cambio de interruptores o partes de él, intervenciones sobre transformadores de corriente, medidas de tensión y corriente, mantenimiento de barrajes, instalación y retiro de medidores, apertura de condensadores, macromediciones, deben cumplir, mínimo, los siguientes requisitos:

- Realizar un análisis de riesgos donde se tenga en cuenta la tensión, la potencia de cortocircuito y el tiempo de despeje de la falla.
- Realizar una correcta señalización del área de trabajo y de las zonas aledañas a ésta.

- Tener un entrenamiento apropiado para trabajar en tensión.
- Tener un plano actualizado y aprobado.
- Tener una orden de trabajo firmada por la persona que lo autoriza.

Usar el equipo de protección personal certificado contra el riesgo por arco eléctrico para trabajar en tensión. Este equipo debe estar certificado para los niveles de tensión y energía incidente involucrados. Para prendas en algodón, este debe ser tratado y tener mínimo 300 g/m².

Artículo 14º. CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS

El presente Reglamento define requisitos para intensidad de campo eléctrico y densidad de flujo magnético para las zonas donde pueda permanecer público, independientemente del tiempo, basado en criterios de la institución internacional IRPA (International Radiation Protection Association), que recopila muchas de la investigaciones que se han realizado.

El **campo eléctrico** es una alteración del espacio, que hace que las partículas cargadas, experimenten una fuerza debido a su carga, es decir, si en una región determinada una carga eléctrica experimenta una fuerza, entonces en esa región hay un campo eléctrico. El campo eléctrico es producido por la presencia de cargas eléctricas estáticas o en movimiento. Su intensidad en un punto depende de la cantidad de cargas y de la distancia a éstas. A este campo también se le conoce como campo electrostático debido a que su intensidad en un punto no depende del tiempo.

El campo eléctrico natural originado en la superficie de la tierra es de aproximadamente 100 V/m, mientras que en la formación del rayo se alcanzan valores de campo eléctrico hasta de 500 kV/m.

El campo eléctrico artificial es el producido por todas las instalaciones y equipos eléctricos construidos por el hombre, como: Líneas de transmisión y distribución, transformadores, electrodomésticos y máquinas eléctricas.

En este caso, la intensidad del campo eléctrico en un punto depende del nivel de tensión de la instalación y de la distancia a ésta, así: A **mayor** tensión **mayor** intensidad de campo eléctrico, y a **mayor** distancia **menor** intensidad de campo eléctrico.

La intensidad del campo eléctrico se mide en voltios por metro (V/m) o kV/m. Esta medida representa el efecto eléctrico sobre una carga presente en algún punto del espacio.

El **campo magnético** es una alteración del espacio que hace que en las cargas eléctricas en movimiento se genere una fuerza proporcional a su velocidad y a su carga. Es producido por imanes o por corrientes eléctricas. Su intensidad en un punto depende de la magnitud de la corriente y de la distancia a ésta o de las propiedades del imán y de la distancia. Este campo también se conoce como **magnetostático** debido a que su intensidad en un punto no depende del tiempo.

En la superficie de la tierra la inducción del campo magnético natural es máxima en los polos magnéticos (cerca de 70 μT) y mínima en el ecuador magnético (cerca de 30 μT).

El campo magnético es originado por la circulación de corriente eléctrica. Por tanto, todas las instalaciones y equipos que funcionen con electricidad producen a su alrededor un campo magnético que depende de la magnitud de la corriente y de la distancia a ésta, así: a **mayor** corriente, **mayor** campo magnético y a **mayor** distancia **menor** densidad de campo magnético.

En teoría, se debería hablar de intensidad de campo magnético, pero en la práctica se toma la densidad de flujo magnético, que se representa con la letra **B** y se mide en **teslas** (el gauss ya no se toma como unidad oficial), la cual tiene la siguiente equivalencia:

1 tesla = 1 N/(A.m) = 1 V.s/ m^2 = 1 Wb/m^2 = 10.000 gauss

El **campo electromagnético** es una modificación del espacio debida a la interacción de fuerzas eléctricas y magnéticas simultáneamente, producidas por un campo eléctrico y uno magnético que varían en el tiempo, por lo que se le conoce como campo electromagnético variable.

El campo electromagnético es producido por cargas eléctricas en movimiento (corriente alterna) y tiene la misma frecuencia de la corriente eléctrica que lo produce. Por lo tanto, un campo electromagnético puede ser originado a bajas frecuencias (0 a 300 Hz) o a más altas frecuencias.

Los campos electromagnéticos de baja frecuencia son cuasiestacionarios (casi estacionarios) y pueden tratarse por separado como si fueran estáticos, tanto para medición como para modelamiento.

Las instalaciones del sistema eléctrico de energía producen campos electromagnéticos a 60 Hz. Este comportamiento permite medir o calcular el campo eléctrico y el campo magnético en forma independiente mediante la teoría cuasiestática, es decir, que el campo magnético no se considera acoplado al campo eléctrico.

Para efectos del presente Reglamento Técnico se establecen los siguientes valores límites máximos, como requisito de obligatorio cumplimiento, los cuales se adoptaron de los umbrales establecidos por IRPA, para exposición ocupacional de día completo o exposición del público.

INTENSIDAD DE CAMPO ELÉCTRICO (kV/m)	DENSIDAD DE FLUJO MAGNÉTICO (mT)
10	0,5

Tabla 20. Valores límites de campos electromagnéticos para baja frecuencia.

Debe entenderse que ningún sitio donde pueda estar expuesto el público, debe superar estos valores. Para líneas de transmisión estos valores no deben ser superados dentro de la zona de servidumbre y para circuitos de distribución, a partir de las distancias de seguridad.

Para mediciones bajo las líneas de transmisión, se utiliza un equipo destinado para ello (no se tiene un nombre genérico), a un metro de altura sobre el nivel del piso, en sentido transversal al eje de la línea hasta el límite de la zona de servidumbre.

Artículo 15º. PUESTAS A TIERRA

Toda instalación eléctrica cubierta por el presente Reglamento, excepto donde se indique expresamente lo contrario, debe disponer de un Sistema de Puesta a Tierra (SPT), de tal forma que cualquier punto del interior o exterior, normalmente accesible a personas que puedan transitar o permanecer allí, no estén sometidos a tensiones de paso, de contacto o transferidas, que superen los umbrales de soportabilidad del ser humano cuando se presente una falla.

La exigencia de puestas a tierra para instalaciones eléctricas cubre el sistema eléctrico como tal y los apoyos o estructuras que ante una sobretensión temporal, puedan desencadenar una falla permanente a frecuencia industrial, entre la estructura puesta a tierra y la red.

Los objetivos de un sistema de puesta a tierra (SPT) son: La seguridad de las personas, la protección de las instalaciones y la compatibilidad electromagnética.

Las funciones de un sistema de puesta a tierra son:

- Garantizar condiciones de seguridad a los seres vivos.
- Permitir a los equipos de protección despejar rápidamente las fallas.
- Servir de referencia al sistema eléctrico.
- Conducir y disipar las corrientes de falla con suficiente capacidad.
- Transmitir señales de RF en onda media.

Se debe tener presente que el criterio fundamental para garantizar la seguridad de los seres humanos, es la máxima energía eléctrica que pueden soportar, debida a las tensiones de paso, de contacto o transferidas y no el valor de resistencia de puesta a tierra tomado aisladamente. Sin embargo, un bajo valor de la resistencia de puesta a tierra es siempre deseable para disminuir la máxima elevación de potencial (GPR por sus siglas en inglés).

La máxima tensión de contacto aplicada al ser humano que se acepta, está dada en función del tiempo de despeje de la falla a tierra, de la resistividad del suelo y de la corriente de falla. Para efectos del presente Reglamento, la tensión máxima de contacto o de toque no debe superar los valores dados en la Tabla 21, tomados de la figura 44A de la IEC 60364-4-44.

Tiempo de despeje de la falla	Máxima tensión de contacto admisible (valores en rms c.a.)
Mayor a dos segundos	50 voltios
750 milisegundos	67 voltios
500 milisegundos	80 voltios
400 milisegundos	100 voltios
300 milisegundos	125 voltios
200 milisegundos	200 voltios
150 milisegundos	240 voltios
100 milisegundos	320 voltios
40 milisegundos	500 voltios

Tabla 21. Valores máximos de tensión de contacto aplicada a un ser humano.

Los valores de la Tabla 21 se refieren a tensión de contacto aplicada a un ser humano en caso de falla a tierra, corresponden a valores máximos de soportabilidad del ser humano a la circulación de corriente y considera la resistencia promedio neta del cuerpo humano entre mano y pie, es decir, no considera el efecto de las resistencias externas adicionalmente involucradas entre la persona y la estructura puesta a tierra o entre la persona y la superficie del terreno natural.

Para determinar la tensión de contacto, se debe comprobar mediante el empleo de algún procedimiento de cálculo, tal como el análisis de circuitos siguiendo los lineamientos de IEC, o el método consignado en la norma IEEE 80, considerando las restricciones para cada caso.

Para cumplir el requerimiento de la Tabla 21, se acepta como válido calcular la tensión máxima de contacto de circuito abierto, en voltios, aplicando alguna de las siguientes ecuaciones:

La tomada del MIE RAT 13:

$$V_{contacto} = \frac{K}{t^n}\left(1 + \frac{1{,}5\rho_s}{1000}\right) \qquad [1]$$

Donde K= 72 y n=1 si $t < 0{,}9$ segundos.
K = 78,5 y n= 0,18 para $0{,}9 < t < 3$ segundos
$?_s$ es la resistividad del terreno en ohmio.metro
t es el tiempo de duración de la falla en segundos.

O la tomada de la IEEE 80:

$$V_{contacto} = \frac{0,116}{\sqrt{t}}\left(1000 + 1,5C_s \bullet \rho_s\right) \qquad [2]$$

Donde C_s es el factor de disminución debido a la capa superficial sobre el terreno natural.

1. Diseño.

El diseñador de un sistema de puesta a tierra para subestaciones deberá comprobar mediante el empleo de un procedimiento de cálculo reconocido por la práctica de la ingeniería actual, que los valores máximos de las tensiones de paso, de contacto y transferidas a que puedan estar sometidos los seres humanos, no superen los umbrales de soportabilidad.

Para efectos del diseño de una puesta a tierra de subestaciones, se deben calcular las tensiones máximas admisibles de paso, de contacto y transferidas, las cuales deben tomar como base una resistencia del cuerpo de 1000 Ω y cada pie como una placa de 200 cm^2 aplicando una fuerza de 250 N.

El procedimiento básico sugerido es el siguiente:

- Investigación de las características del suelo, especialmente la resistividad.
- Determinación de la corriente máxima de falla a tierra, que debe ser entregada por el Operador de Red para cada caso particular.
- Determinación del tiempo máximo de despeje de la falla para efectos de simulación.
- Investigación del tipo de carga.
- Cálculo preliminar de la resistencia de puesta a tierra.
- Cálculo de las tensiones de paso, contacto y transferidas en la instalación.
- Evaluar el valor de las tensiones de paso, contacto y transferidas calculadas con respecto a la soportabilidad del ser humano.
- Investigar las posibles tensiones transferidas al exterior, debidas a tuberías, mallas, conductores de neutro, blindaje de cables, circuitos de señalización, además del estudio de las formas de mitigación.
- Ajuste y corrección del diseño inicial hasta que se cumpla los requerimientos de seguridad.
- Diseño definitivo.

2. Requisitos Generales

- Los elementos metálicos que no forman parte de las instalaciones eléctricas, no podrán ser incluidos como parte de los conductores de puesta a tierra. Este requisito no excluye el hecho de que se deben conectar a tierra, en algunos casos.

- Los elementos metálicos principales que actúan como refuerzo estructural de una edificación deben tener una conexión eléctrica permanente con el sistema de puesta a tierra general.

- Las conexiones que van bajo el nivel del suelo en puestas a tierra, deben ser realizadas mediante soldadura exotérmica o conector certificado para tal uso.

- En instalaciones domiciliarias, para verificar que las características del electrodo de puesta a tierra y su unión con la red equipotencial, cumpla con el presente Reglamento, se debe dejar al menos un punto de conexión accesible e inspeccionable. Cuando para este efecto se construya una caja de inspección, sus dimensiones deben ser mínimo de 30 cm x 30 cm, o de 30 cm de diámetro si es circular y su tapa debe ser removible.

- No se permite el uso de aluminio en los electrodos de las puestas a tierra.

- Para sistemas trifásicos de instalaciones de uso final con cargas no lineales el neutro puede sobrecargarse, esto puede conllevar un riesgo por el recalentamiento del conductor, máxime si, como es lo normal, no se tiene un interruptor automático. Por lo anterior, el conductor de neutro, en estos casos debe ser dimensionado con por lo menos el 173% de la capacidad de corriente de la carga de diseño de las fases.

- A partir de la entrada en vigencia del presente Reglamento queda expresamente prohibido utilizar en las instalaciones eléctricas, el suelo o terreno como camino de retorno de la corriente en condiciones normales de funcionamiento. No se permitirá el uso de sistemas monofilares, es decir, donde se tiende sólo el conductor de fase y donde el terreno es la única trayectoria tanto para las corrientes de retorno como de falla.

- Cuando por requerimientos de un edificio existan varias puestas a tierra, todas ellas deben estar interconectadas eléctricamente, según criterio adoptado de IEC- 61000-5-2, tal como aparece en la Figura 10.

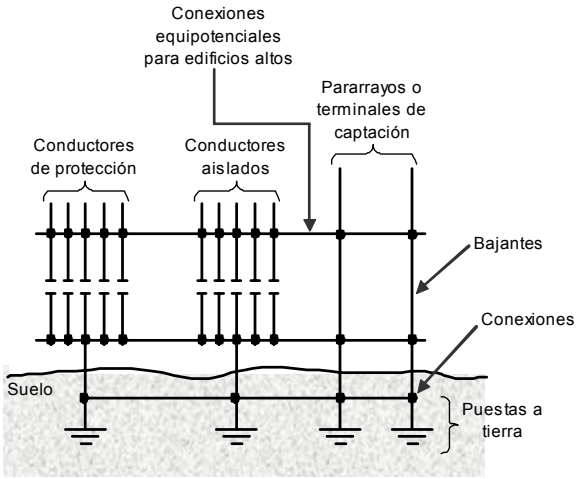


Figura 10. Sistemas con Puestas a tierra dedicadas e interconectadas.

- Así mismo, para una misma edificación quedan expresamente prohibidos los sistemas de puesta a tierra que aparecen en las Figuras 11 y 12, según criterio adoptado de la IEC 61000-5-2.

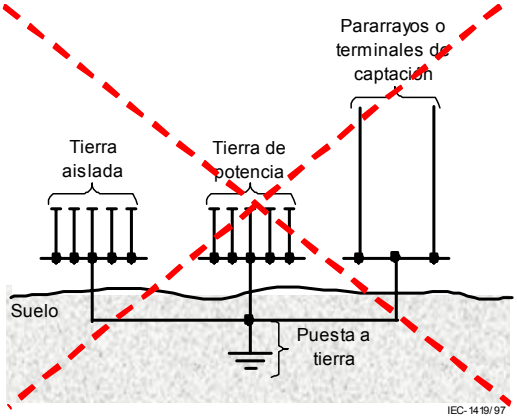


Figura 11. Una sola puesta a tierra para todas las necesidades (prohibido).

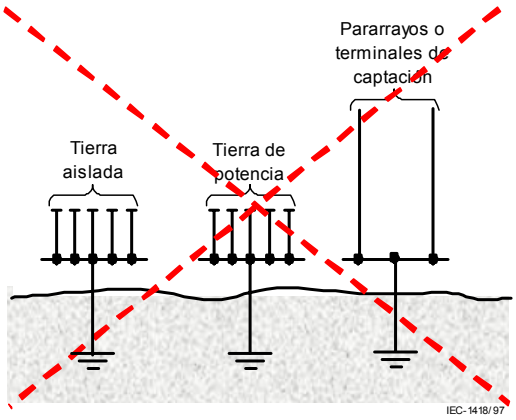


Figura 12. Puestas a tierra separadas o independientes (prohibido).

Las anteriores figuras aclaran que se deben interconectar todas las puestas a tierra de un edificio, es decir, aquellas componentes del sistema de puesta a tierra que está bajo el nivel del terreno. Este criterio está establecido igualmente en la NTC 2050. Adicionalmente se debe cumplir que si una parte conductora que conforma el sistema de puesta a tierra está a menos de 1,8 m de una bajante de pararrayos, debe ser unida a la bajante. Igualmente, en el caso de los edificios altos, se requieren anillos equipotenciales para protección contra rayos.

3. Materiales

3.1. Electrodos de puesta a tierra.

Para efectos del presente Reglamento serán de obligatorio cumplimiento que los electrodos de puesta a tierra, cumplan los siguientes requisitos, adoptados de las normas IEC 60364-5-54, BS 7430, AS 1768, UL 467, UNESA 6501F y NTC 2050:

Tipo de Electrodo	Materiales	Dimensiones Mínimas			
		Diámetro mm	Área mm^2	Espesor mm	Recubrimiento µm
Varilla	Cobre	12,7			
	Acero inoxidable	10			
	Acero galvanizado en caliente	16			70
	Acero con recubrimiento electrodepositado de cobre	14			100
	Acero con recubrimiento total en cobre	15			2000
Tubo	Cobre	20		2	
	Acero inoxidable	25		2	
	Acero galvanizado en caliente	25		2	55
Fleje	Cobre		50	2	
	Acero inoxidable		90	3	
	Cobre cincado		50	2	40
Cable	Cobre	1,8 para cada hilo	25		
	Cobre estañado	1,8 para cada hilo	25		
Placa	Cobre		20000	1,5	
	Acero inoxidable		20000	6	

Tabla 22. Requisitos para electrodos de puesta a tierra.

- La puesta a tierra debe estar constituida por uno o varios de los siguientes tipos de electrodos: Varillas, tubos, placas, flejes o cables.

- Se podrá utilizar electrodos de cable de acero galvanizado, siempre que se garanticen las condiciones de seguridad establecidas en este reglamento.

- Los fabricantes de electrodos de puesta a tierra deben garantizar que la resistencia a la corrosión de cada electrodo, sea de mínimo 15 años contados a partir de la fecha de instalación, e informar al usuario si existe algún procedimiento específico que debe ser tenido en cuenta para su instalación. Para certificar este requisito se podrá utilizar el método de la inmersión en cámara salina durante 1000 horas tomando como referente las normas ASTM B117 Y ASTM G1 o el ensayo de corrosión por reproducción del perfil de electrolito del suelo, según criterio de las normas ASTM G162-99 y ASTM G8-90 u otro método técnicamente aceptado que asegure el cumplimiento del requisito.

- El electrodo tipo varilla o tubo debe tener mínimo 2,4 m de longitud; además debe estar identificado con la razón social o marca registrada del fabricante y sus dimensiones; esto debe hacerse dentro los primeros 30 cm desde la parte superior.

- El espesor efectivo de los recubrimientos exigidos en la Tabla 22, en ningún punto debe ser inferior a los valores indicados.

Requisitos de instalación de electrodos:

- Atender las recomendaciones del fabricante.

- Cada electrodo debe quedar enterrado en su totalidad.

- El punto de unión entre el conductor del electrodo de puesta a tierra y la puesta a tierra debe ser accesible y hacerse con soldadura exotérmica o un conector certificado para este uso. La parte superior del electrodo enterrado debe quedar a mínimo 15 cm de la superficie. Estos requisitos no aplican a electrodos enterrados en las bases de estructuras de líneas de transmisión ni a electrodos instalados horizontalmente.

3.2. Conductor del electrodo de puesta a tierra.

El conductor para baja tensión, se debe seleccionar con base en la Tabla 250-94 de la NTC 2050.

El conductor para media tensión, alta tensión y extra alta tensión, debe ser seleccionado con la siguiente formula, la cual fue adoptada de la norma ANSI/IEEE 80.

$$A_{mm^2} = \frac{IK_f\sqrt{t_c}}{1{,}9737}$$ en donde:

A_{mm^2} *Sección del conductor en mm².*
I *Corriente de falla a tierra, suministrada por el OR (rms en kA).*
K_f *Es la constante de la Tabla 23, para diferentes materiales y varios valores de* T_m.
T_m *Es la temperatura de fusión o el límite de temperatura del conductor y una temperatura ambiente de 40°C.*
t_c *Tiempo de despeje de la falla a tierra.*

MATERIAL	CONDUCTIVIDAD (%)	T_m (°C)	K_F
Cobre blando	100	1083	7
Cobre duro cuando se utiliza soldadura exotérmica	97	1084	7,06
Cobre duro cunado se utiliza conector mecánico	97	250	11,78
Alambre de acero recubierto de cobre	40	1084	10,45
Alambre de acero recubierto de cobre	30	1084	14,64
Varilla de acero recubierta de cobre	20	1084	14,64
Aluminio grado EC	61	657	12,12
Aleación de aluminio 5005	53,2	652	12,41
Aleación de aluminio 6201	52,5	654	12,47
Alambre de acero recubierto de aluminio	20,3	657	17,2
Acero 1020	10,8	1510	15,95
Varilla de acero recubierta en acero inoxidable	9,8	1400	14,72
Varilla de acero con baño de cinc (galvanizado)	8,6	419	28,96
Acero inoxidable 304	2,4	1400	30,05

Tabla 23. Constantes de materiales.

(1) De acuerdo con las disposiciones del presente Reglamento no se debe utilizar aluminio enterrado.
(2) Se permite el uso de cables de acero galvanizado en sistemas de puestas a tierra en líneas de transmisión y redes de distribución, siempre que en condiciones de una descarga no se superen los niveles de soportabilidad del ser humano, para su cálculo podrá utilizar los parámetros de varilla de acerorecubierta en cinc.
(3) El espesor del recubrimiento en cobre de la varilla de acero, no debe ser menor a 0,25 mm.

3.3. Conductor de puesta a tierra de equipos.

- El conductor para baja tensión, debe cumplir con la Tabla 250-95 de la NTC 2050.

- El conductor para media tensión, alta tensión y extra alta tensión, debe seleccionarse de igual manera que se selecciona el conductor del electrodo de puesta a tierra.

- Los conductores del sistema de puesta a tierra deben ser continuos, sin interruptores o medios de desconexión y cuando se empalmen, se deben emplear técnicas comúnmente aceptadas o elementos certificados para tal uso.

- El conductor de puesta a tierra de equipos, debe acompañar los conductores activos durante todo su recorrido y por la misma canalización.

- Los conductores de los cableados de puesta a tierra que por disposición de la instalación se requieran aislar, deben ser de aislamiento color verde, verde con rayas amarillas o identificado con marcas verdes en los puntos de inspección y extremos.

- Antes de efectuar trabajos de conexión o desconexión en los conductores del sistema de puesta a tierra, se debe verificar que el valor de la corriente sea cero.

4. Valores de resistencia de puesta a tierra

Un buen diseño de puesta a tierra debe reflejarse en el control de las tensiones de paso, de contacto; sin embargo, la limitación de las tensiones transferidas principalmente en subestaciones de media y alta tensión es igualmente importante. En razón a que la resistencia de puesta a tierra es un indicador que limita directamente la máxima elevación de potencial y controla las tensiones transferidas, pueden tomarse los siguientes valores máximos de resistencia de puesta a tierra adoptados de las normas técnicas IEC 60364-4-442, ANSI/IEEE 80, NTC 2050, NTC 4552:

APLICACIÓN	VALORES MÁXIMOS DE RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA
Estructuras de líneas de transmisión.	20 Ω
Subestaciones de alta y extra alta tensión.	1 Ω
Subestaciones de media tensión.	10 Ω
Protección contra rayos.	10 Ω
Neutro de acometida en baja tensión.	25 Ω

Tabla 24. Valores máximos de resistencia de puesta a tierra.

Se debe buscar que las tensiones de paso, de contacto y transferidas en caso de una falla a tierra no superen las máximas permitidas. Cuando por valores altos de resistividad del terreno, de elevadas corrientes de falla a tierra o tiempos de despeje de la misma, o que por un balance técnico-económico no resulte práctico obtener los valores de la Tabla 24, se debe garantizar que las tensiones de paso, contacto y transferidas aplicadas al ser humano en caso de una falla a tierra no superen las máximas permitidas, para lo cual se podrán tomar medidas tales como:

* Garantizar que las tensiones transeridas sean iguales o menores a las tensiones de contacto.
* Hacer inaccesibles zonas donde se prevea la superación de los umbrales de soportabilidad para seres humanos.
* Instalar pisos o pavimentos de gran aislamiento.
* Aislar todos los dispositivos que puedan ser sujetados por una persona.
* Establecer conexiones equipotenciales en las zonas críticas.
* Aislar el conductor del electrodo de puesta a tierra a su entrada en el terreno.
* Disponer de señalización en las zonas críticas.
* Dar instrucciones al personal sobre el tipo de riesgo.
* Dotar al personal de elementos de protección personal aislantes.

5. Mediciones

5.1. Medición de resistividad aparente.

Las técnicas para medir la resistividad aparente del terreno, son esencialmente las mismas que para aplicaciones eléctricas. Para su medición se puede aplicar el método tetraelectródico de Wenner, que es el más utilizado para determinarla. En la Figura 13, se expone la disposición del montaje para la medición.

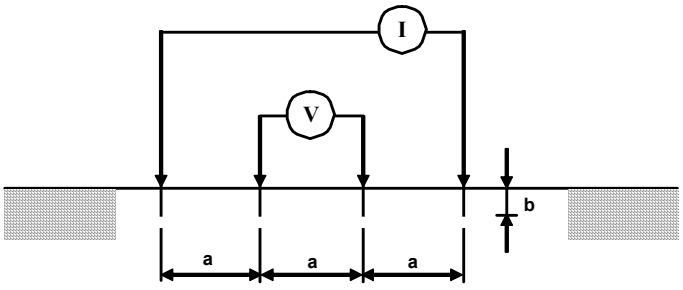


Figura 13. Esquema de medición de resistividad aparente.

La ecuación exacta para el cálculo es:

$$\rho = \frac{4\pi a R}{\left(1 + \frac{2a}{\sqrt{a^2 + 4b^2}} - \frac{a}{\sqrt{a^2 + b^2}}\right)}$$

ρ *Resistividad aparente del suelo en ohmios metro*
a *Distancia entre electrodos adyacentes en metros.*
b *Profundidad de enterramiento de los electrodos en metros.*
R *Resistencia eléctrica medida en ohmios, calculada como V/I*

*Cuando **b** es muy pequeño comparado con **a** se tiene la siguiente expresión:* $\rho = 2\pi a R$

5.2. Medición de resistencia de puesta a tierra.

La resistencia de puesta a tierra debe ser medida antes de la puesta en funcionamiento de un sistema eléctrico, como parte de la rutina de mantenimiento o excepcionalmente como parte de la verificación de un sistema de puesta a tierra. Para su medición se puede aplicar la técnica de Caída de Potencial, cuya disposición de montaje para medición se muestra en la Figura 14.

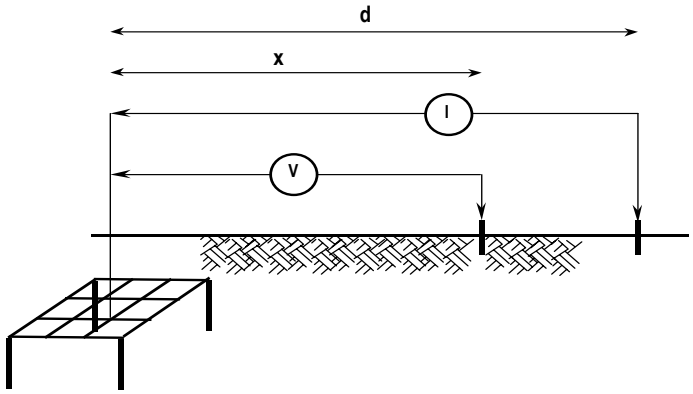


Figura 14. Esquema de medición de resistencia de puesta a tierra.

En donde,

d *Distancia de ubicación del electrodo auxiliar de corriente, la cual debe ser 6,5 veces la mayor dimensión de la puesta a tierra a medir, para lograr una precisión del 95% (según IEEE 81).*
x *Distancia del electrodo auxiliar de tensión.*
R_{PT} *Resistencia de puesta a tierra en ohmios, calculada como V/I.*

El valor de resistencia de puesta a tierra que se debe tomar al aplicar este método, es cuando la disposición del electrodo auxiliar de tensión se encuentra al 61,8 % de la distancia del electrodo auxiliar de corriente.

Para torres de líneas de transmisión, se debe aplicar una técnica que permita el desacople del cable de guarda.

5.3. Medición de tensiones de paso y contacto.

Las tensiones de paso y contacto calculadas deben comprobarse antes de la puesta en servicio de subestaciones de alta tensión y extra alta tensión, para verificar que estén dentro de los límites admitidos. Deben seguirse los siguientes criterios adoptados de la IEEE - 81.

Las mediciones se harán preferiblemente en la periferia de la instalación de la puesta a tierra. Se emplearán fuentes de alimentación de potencia adecuada para simular la falla, de forma que la corriente inyectada sea suficientemente alta, a fin de evitar que las medidas

queden falseadas como consecuencia de corrientes espurias o parásitas circulantes por el terreno.

Los electrodos de medida para simulación de los pies deberán tener una superficie de 200 cm^2 cada uno y deberán ejercer sobre el suelo una fuerza de 250 N cada uno.

Consecuentemente, y a menos que se emplee un método de ensayo que elimine el efecto de dichas corrientes, por ejemplo, método de inversión de la polaridad, se procurará que la corriente inyectada sea del 1% de la corriente para la cual ha sido dimensionada la instalación y preferiblemente no inferior a 50 amperios para centrales y subestaciones de alta tensión y 5 amperios para subestaciones de media tensión.

Los cálculos se harán suponiendo que existe proporcionalidad para determinar las tensiones máximas posibles.

Se podrán aceptar otros métodos de medición siempre y cuando estén avalados por normas técnicas internacionales, NTC, regionales o de reconocimiento internacional; en tales casos, quien utilice dicho método dejará constancia de la norma aplicada.

6. Puestas a tierra temporales

El objeto de un equipo de puesta a tierra temporal es limitar la corriente que puede pasar por el cuerpo humano. El montaje básico de las puestas a tierra temporales debe hacerse de tal manera que los pies del liniero queden al potencial de tierra, y que los conductores que se conectan a las líneas tengan la menor longitud posible, tal como se muestra en la Figura 15, adoptada de la guía IEEE 1048. La secuencia de montaje debe ser desde la tierra hasta la última fase. Para desmontarlo debe hacerse desde las fases hasta la tierra.

El equipo de puesta a tierra temporal debe cumplir las siguientes especificaciones mínimas, adoptadas de la norma IEC 61230:

- Grapas o pinzas: De aleación de aluminio o bronce, para conductores hasta de 40 mm de diámetro y de bronce con caras planas cuando se utilicen en una torre.
- Cable en cobre de mínimo 16 mm^2 o No 4 AWG, extraflexible, cilíndrico y con cubierta transparente o translucida.
- Capacidad mínima de corriente de falla: En A.T. 40 kA; en M.T. 8 kA y 3 kA eficaces en un segundo con temperatura final de 700°C.
- Electrodo: Barreno de longitud mínima de 1,5 m.
- El fabricante debe entregar una guía de instalación, inspección y mantenimiento.

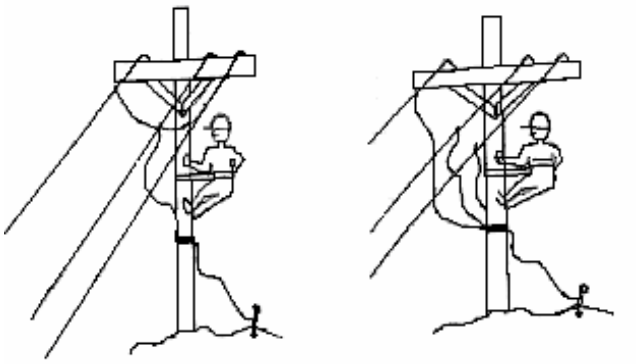


Figura 15. Montajes típicos de puestas a tierra temporales.

Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

Artículo 16º. ILUMINACIÓN

Una buena iluminación, además de ser un factor de seguridad, productividad y de rendimiento en el trabajo, mejora el confort visual y hace más agradable y acogedora la vida. Si se tiene en cuenta que por lo menos una quinta parte de la vida del hombre transcurre bajo alumbrado artificial, se comprenderá el interés que hay en establecer los requisitos mínimos para realizar los proyectos de iluminación, los cuales se presentan a continuación.

1. Diseño

Un diseño de iluminación debe comprender las siguientes condiciones esenciales:

- Suministrar una cantidad de luz suficiente.
- Eliminar todas las causas de deslumbramiento.
- Prever el tipo y cantidad de luminarias apropiadas para cada caso particular teniendo en cuenta su eficiencia.
- Utilizar fuentes luminosas que aseguren una satisfactoria distribución de los colores.

2. Instalación

- Debe existir suministro ininterrumpido de iluminación en sitios y áreas donde la falta de ésta pueda originar riesgos para la vida de las personas, como en áreas críticas y en los medios de egreso para evacuación.

- No se permite la utilización de lámparas de descarga con encendido retardado en circuitos de iluminación de emergencia

- Los alumbrados de emergencia equipados con grupos de baterías, deben permanecer en funcionamiento un mínimo de 60 minutos después que se interrumpa el servicio eléctrico normal.

- Los residuos de las lámparas deben ser manejados cumpliendo la regulación sobre manejo de desechos, debido a las sustancias tóxicas que puedan poseer.

- En lugares accesibles a personas donde se operen maquinas rotativas, la iluminación instalada debe diseñarse para evitar el efecto estroboscópico.

Para efectos del presente Reglamento se establecen los siguientes niveles de iluminancia, adoptados de la Norma ISO 8995. El valor medio de iluminancia, relacionado en la Tabla 25 "Niveles típicos de iluminación aceptados para diferentes áreas", debe considerarse como el objetivo de diseño, pero el requisito exigible es que el valor medido a la altura del sitio de trabajo se encuentre entre el rango del valor mínimo y el valor máximo.

TIPO DE RECINTO Y ACTIVIDAD	NIVELES DE ILUMINANCIA (lx)		
	Min.	Medio	Máx.
Áreas generales en las construcciones			
Áreas de circulación, corredores	50	100	150
Escaleras, escaleras mecánicas	100	150	200
Vestidores, baños.	100	150	200
Almacenes, bodegas.	100	150	200
Talleres de ensamble			
Trabajo pesado, montaje de maquinaria pesada	200	300	500
Trabajo intermedio, ensamble de motores, ensamble de carrocerías de automóviles	300	500	750
Trabajo fino, ensamble de maquinaria electrónica y de oficina	500	750	1000
Trabajo muy fino, ensamble de instrumentos	1000	1500	2000

Procesos químicos			
Procesos automáticos	50	100	150
Plantas de producción que requieren intervención ocasional	100	150	200
Áreas generales en el interior de las fábricas	200	300	500
Cuartos de control, laboratorios.	300	500	750
Industria farmacéutica	300	500	750
Inspección	500	750	1000
Balanceo de colores	750	1000	1500
Fabricación de llantas de caucho	300	500	750
Fábricas de confecciones			
Costura	500	750	1000
Inspección	750	1000	1500
Prensado	300	500	750
Industria eléctrica			
Fabricación de cables	200	300	500
Ensamble de aparatos telefónicos	300	500	750
Ensamble de devanados	500	750	1000
Ensamble de aparatos receptores de radio y TV	750	1000	1500
Ensamble de elementos de ultra precisión componentes electrónicos	1000	1500	2000
Industria alimenticia			
Áreas generales de trabajo	200	300	500
Procesos automáticos	150	200	300
Decoración manual, inspección	300	500	750
Fundición			
Pozos de fundición	150	200	300
Moldeado basto, elaboración basta de machos	200	300	500
Moldeo fino, elaboración de machos, inspección	300	500	750
Trabajo en vidrio y cerámica			
Zona de hornos	100	150	200
Recintos de mezcla, moldeo, conformado y estufas	200	300	500
Terminado, esmaltado, envidriado	00	500	750
Pintura y decoración	500	750	1000
Afilado, lentes y cristalería, trabajo fino	750	1000	1500
Trabajo en hierro y acero			
Plantas de producción que no requieren intervención manual	50	100	150
Plantas de producción que requieren intervención ocasional	100	150	250
Puestos de trabajo permanentes en plantas de producción	200	300	500
Plataformas de control e inspección	300	500	750
Industria del cuero			
Áreas generales de trabajo	200	300	500
Prensado, corte, costura y producción de calzado	500	750	1000
Clasificación, adaptación y control de calidad	750	1000	1500
Taller de mecánica y de ajuste			
Trabajo ocasional	150	200	300
Trabajo basto en banca y maquinado, soldadura	200	300	500
Maquinado y trabajo de media precisión en banco, máquinas generalmente automáticas	300	500	750
Maquinado y trabajo fino en banco, máquinas automáticas finas, inspección y ensayos	500	750	1000
Trabajo muy fino, calibración e inspección de partes pequeñas muy complejas	1000	1500	2000
Talleres de pintura y casetas de rociado			
Inmersión, rociado basto	200	300	500
Pintura ordinaria, rociado y terminado	300	500	750
Pintura fina, rociado y terminado	500	750	1000
Retoque y balanceo de colores	750	1000	1500
Fábricas de papel			
Elaboración de papel y cartón	200	300	500
Procesos automáticos	150	200	300
Inspección y clasificación	300	500	750
Trabajos de impresión y encuadernación de libros			
Recintos con máquinas de impresión	300	500	750
Cuartos de composición y lecturas de prueba	500	750	1000
Pruebas de precisión, retoque y grabado	750	1000	1500
Reproducción del color e impresión	1000	1500	2000
Grabado con acero y cobre	1500	2000	3000
Encuadernación	300	500	750
Decoración y estampado	500	750	1000
Industria textil			
Rompimiento de la paca, cardado, hilado	200	300	500

Giro, embobinamiento, enrollamiento peinado, tintura	300	500	750
Balanceo, rotación (conteos finos) entretejido, tejido	500	750	1000
Costura, desmoteo, inspección	750	1000	1500
Talleres de madera y fábricas de muebles			
Aserraderos	150	200	300
Trabajo en banco y montaje	200	300	500
Maquinado de madera	300	500	750
Terminado e inspección final	500	750	1000
Oficinas			
Oficinas de tipo general, mecanografía y computación	300	500	750
Oficinas abiertas	500	750	1000
Oficinas de dibujo	500	750	1000
Salas de conferencia	300	500	750
Hospitales			
Salas			
Iluminación general	50	100	150
Examen	200	300	500
Lectura	150	200	300
Circulación nocturna	3	5	10
Salas de examen			
Iluminación general	300	500	750
Inspección local	750	1000	1500
Terapia intensiva			
Cabecera de la cama	30	50	100
Observación	200	300	500
Estación de enfermería	200	300	500
Salas de operación			
Iluminación general	500	750	1000
Iluminación local	10000	30000	100000
Salas de autopsia			
Iluminación general	500	750	1000
Iluminación local	5000	10000	15000
Consultorios			
Iluminación general	300	500	750
Iluminación local	500	750	1000
Farmacia y laboratorios			
Iluminación general	300	400	750
Iluminación local	500	750	1000
Almacenes			
Iluminación general:			
En grandes centros comerciales	500	750	
Ubicados en cualquier parte	300	500	
Supermercados	500	750	
Colegios			
Salones de clase			
Iluminación general	300	500	750
Tableros para emplear con tizas	300	500	750
Elaboración de planos	500	750	1000
Salas de conferencias			
Iluminación general	300	500	750
Tableros	500	750	1000
Bancos de demostración	500	750	1000
Laboratorios	300	500	750
Salas de arte	300	500	750
Talleres	300	500	750
Salas de asamblea	150	200	300

Tabla 25. Niveles típicos de iluminancia aceptados para diferentes áreas, tareas o actividades.

Artículo 17º. REQUISITOS DE PRODUCTOS

A continuación se establecen los requisitos esenciales para los productos de mayor utilización en instalaciones eléctricas los cuales deben presentar Certificado de Conformidad antes de su instalación, según lo establecido en el artículo 47º del Capítulo X.

Toda información relativa al producto que haya sido establecida como requisito por el RETIE, incluyendo la relacionada con marcaciones, rotulados, información de catálogo e instructivos de instalación, debe ser verificada dentro del proceso de certificación del producto.

Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

Las normas referenciadas indican métodos para probar los requisitos establecidos en el Reglamento; pero si dichas normas no contemplan tales pruebas, el Organismo de Certificación Acreditado podrá recurrir a otras normas técnicas internacionales, normas técnicas de reconocimiento internacional o NTC relacionadas con dicho producto. Si en estas normas tampoco existen los métodos para probar tal requisito, el certificador podrá utilizar otros referentes reconocidos por las buenas prácticas de la física.

Cuando un producto de los que trata el RETIE sea parte de un electrodoméstico u otro producto final con partida arancelaria propia, no requerirá Certificado de Conformidad. El fabricante del electrodoméstico o producto final al que se le incorpore dicho elemento, podrá considerarlo como un bien para uso personal y se aplicarán las disposiciones establecidas por la SIC. En el evento que el producto sea comercializado por separado para un fin distinto, éste debe cumplir el RETIE.

Para efectos del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas, el Código Eléctrico Colombiano NTC 2050 (Primera Actualización), es una norma técnica aplicada a las instalaciones eléctricas, por lo tanto, los requisitos de productos contemplados en dicha norma, no serán de obligatorio cumplimiento ni exigible la certificación de conformidad, a menos que el Anexo General o la presente Resolución exija tales condiciones.

1. Alambres y Cables

En consideración a su utilización en cada instalación eléctrica, independiente del nivel de tensión, se establecen en esta sección los parámetros relacionados con los conductores de mayor utilización en el sector eléctrico. A los cables y cordones flexibles usados en instalaciones eléctricas objeto de este Reglamento, se les aplicarán los requisitos establecidos en la tabla 400-4 de la sección 400 de la NTC 2050 Primera actualización, siempre y cuando tales requisitos estén referidos a la seguridad.

Para efectos del presente Reglamento, se toman como requisitos esenciales y en consecuencia garantía de seguridad, el rotulado, la resistencia eléctrica en corriente continua, el área mínima, la denominación formal del conductor, la carga mínima de rotura para líneas aéreas y el espesor y resistencia mínima de aislamiento. Queda entendido que quienes importen, fabriquen o comercialicen alambres y cables que no cumplan estas prescripciones, infringen el presente Reglamento Técnico. Por lo tanto, cuando se especifique un cable o alambre en AWG o Kcmil debe cumplir con los requisitos que aparecen a continuación. La conformidad se verifica mediante inspección y ensayos con equipos de medida que garanticen la precisión dada en las tablas.

- La resistencia máxima en corriente continua referida a 20°C será 1,02 veces la resistencia nominal en corriente continua.

$$R_{maxcc}=1,02*R_{Ncc}$$

Donde:

R_{maxcc} = *Resistencia máxima en corriente continua*
R_{Ncc} = *Resistencia nominal en corriente continua*

- El área mínima de la sección transversal no debe ser menor al 98% del área nominal, presentada en las Tablas 26 a 33.

- Para los cables de aluminio, ACSR y de aleaciones de aluminio, la carga de rotura no debe ser menor a la presentada en las Tablas 28, 29 y 30.

- Los cables de aluminio, ACSR y de aleaciones de aluminio deben tener el número de hilos presentados en las Tablas 28, 29 y 30.

- Los conductores aislados deben cumplir con cada uno de los valores presentados en la Tabla 31.

Calibre		Área Nominal (mm^2)	R_{Ncc} 20ºC (Ω/km)	Calibre		Área Nominal (mm^2)	R_{Ncc} 20ºC (Ω/km)
kcmil	AWG			kcmil	AWG		
211,6	4/0	107,22	0,161	16,51	8	8,37	2,06
167,8	3/0	85,03	0,203	13,09	9	6,63	2,60
133,1	2/0	67,44	0,256	10,38	10	5,26	3,28
105,6	1/0	53,51	0,322	6,53	12	3,31	5,21
83,69	1	42,41	0,407	4,11	14	2,08	8,29
66,36	2	33,63	0,513	2,58	16	1,31	13,2
52,62	3	26,70	0,646	1,62	18	0,82	21,0
41,74	4	21,15	0,817	1,02	20	0,52	33,3
33,09	5	16,80	1,03	0,64	22	0,32	53,2
26,24	6	13,30	1,30	0,404	24	0,20	84,1
20,82	7	10,50	1,64				

Tabla 26. Requisitos para alambre de cobre suave.
(Adoptada de NTC 359)

Calibre		Área Nominal (mm^2)	R_{Ncc} 20ºC (Ω/km)	Calibre		Área Nominal (mm^2)	R_{Ncc} 20ºC (Ω/km)
kcmil	AWG			kcmil	AWG		
1 000		506,71	0,0348	66,36	2	33,63	0,522
900		456,04	0,0387	52,62	3	26,66	0,660
800		405,37	0,0433	41,74	4	21,15	0,830
750		380,03	0,0462	33,09	5	16,77	1,05
700		354,70	0,0495	26,24	6	13,30	1,32
600		304,03	0,0581	20,82	7	10,55	1,67
500		253,35	0,0695	16,51	8	8,37	2,10
400		202,68	0,0866	13,09	9	6,63	2,65
350		177,35	0,0991	10,38	10	5,26	3,35
300		152,01	0,116	6,53	12	3,31	5,35
250		126,68	0,139	4,11	14	2,08	8,46
211,6	4/0	107,22	0,164	2,58	16	1,31	13,4
167,8	3/0	85,03	0,207	1,62	18	0,82	21,4
133,1	2/0	67,44	0,261	1,02	20	0,52	33,8
105,6	1/0	53,51	0,328	0,64	22	0,32	53,8
83,69	1	42,41	0,417	0,404	24	0,20	85,6

Tabla 27. Requisitos para cables de cobre suave.
Cableado Clases A, B, C y D (Adoptada de NTC 307)

Nota: El cableado clase B es el más utilizado.

Para los propósitos de estas especificaciones, los cableados son clasificados como:

* *Clase AA: Utilizado para conductores desnudos normalmente usados en líneas aéreas.*
* *Clase A: Utilizado para conductores a ser recubiertos con materiales impermeables, retardantes al calor y para conductores desnudos donde se requiere mayor flexibilidad que la proporcionada por la clase AA.*
* *Clase B: Utilizado para conductores que van a ser aislados con materiales tales como cauchos, papel, telas barnizadas y para conductores como los indicados en la clase A pero que requieren mayor flexibilidad que la proporcionada por el cableado clase A.*
* *Clases C y D: Para conductores donde se requiere mayor flexibilidad que la proporcionada por la clase B.*

Calibre en Kcmil o AWG	Área Nominal (mm^2)	R_{Ncc} 20ºC (Ω/km)	Cableado			Calibre en kcmil o AWG	Área Nominal (mm^2)	R_{Ncc} 20ºC (Ω/km)	Cableado		
			Carga mínima de rotura (kN)	Clase	No. de Hilos				Carga mínima de rotura (kN)	Clase	No. de Hilos
2 000	1013	0,0284	153	A	91	600	304,0	0,0945	47,5	AA	37
1 750	887,0	0,0324	132	AA	61	556,5	282,0	0,102	44,4	A	37
1 590	805,7	0,0357	120	AA	61	556,5	282,0	0,102	43,3	AA	19
1 510,5	765,4	0,0375	114	AA,A	61	500	253,4	0,113	40,5	A	37
1 431	725,1	0,0396	108	AA,A	61	500	253,4	0,113	38,9	AA	19
1 351	684,6	0,0420	104	AA,A	61	477	241,7	0,119	38,6	A	37
1 272	644,5	0,0446	98,1	AA,A	61	477	241,7	0,119	37,0	AA	19
1 192,5	604,2	0,0476	93,5	AA,A	61	450	228,0	0,126	35,0	AA	19
1 113	564,0	0,0509	87,3	AA,A	61	397,5	201,4	0,143	31,6	AA,A	19
1 033,5	523,7	0,0549	81,3	A	61	350	177,3	0,162	28,4	A	19
1 033,5	523,7	0,0549	78,8	AA	37	336,4	170,5	0,169	27,3	A	19
1 000	506,7	0,0567	78,3	A	61	300	152,0	0,189	24,3	A	19
1 000	506,7	0,0567	76,2	AA	37	266,8	135,2	0,213	22,1	A	19
954	483,4	0,0594	75,0	A	61	266,8	135,2	0,213	21,4	AA	7
954	483,4	0,0594	72,6	AA	37	250	126,7	0,227	20,7	A	19
900	456,0	0,0630	70,8	A	61	250	126,7	0,227	20,1	AA	7
900	456,0	0,0630	68,4	AA	37	4/0	107,2	0,269	17,0	AA,A	7
795	402,8	0,0713	63,8	A	61	3/0	85,03	0,338	13,5	AA,A	7
795	402,8	0,0713	61,8	AA	37	2/0	67,44	0,426	11,1	AA,A	7
750	380,0	0,0756	60,3	A	61	1/0	53,51	0,537	8,84	AA,A	7
750	380,0	0,0756	58,6	AA	37	1	42,41	0,678	7,30	AA,A	7
715,5	362,5	0,0793	58,4	A	61	2	33,63	0,854	5,99	AA,A	7
715,5	362,5	0,0793	56,7	AA	37	3	26,66	1,08	-	-	-
700	354,7	0,0810	57,1	A	61	4	21,15	1,36	3,91	A	7
700	354,7	0,0810	55,4	AA	37	5	16,77	1,71	-	-	-
650	329,4	0,0872	51,7	AA	37	6	13,30	2,16	2,53	A	7
636	322,3	0,0892	50,4	AA,A	37						

Tabla 28. Requisitos para cables de Aluminio - AAC
(Adoptada de NTC 308)

Nota: La resistencia nominal en corriente continua y el área nominal, aplican para los tipos de cableado AA, A, B, C y D.

Calibre		Cableado	Área Nominal del Aluminio (mm^2)	R_{Ncc} 20ºC (Ω/km)	Carga mínima de rotura[1)] (kN)	Calibre		Cableado	Área Nominal del Aluminio (mm^2)	R_{Ncc} 20ºC (Ω/km)	Carga mínima de rotura[1)] (kN)
kcmil	AWG					kcmil	AWG				
2 312		76/19	1171,51	0,0248	252	636		18/1	322,27	0,0892	67,6
2 167		72/7	1098,04	0,0264	222	605		30/19	306,56	0,0944	133
2 156		84/19	1092,46	0,0266	268	605		30/7	306,56	0,0944	128
1 780		84/19	901,94	0,0322	227	605		26/7	306,56	0,0942	108
1 590		54/19	805,67	0,0360	242	605		24/7	306,56	0,0942	96,1
1 590		45/7	805,67	0,0358	188	556,5		30/7	281,98	0,103	124
1 510		54/19	765,13	0,0379	230	556,5		26/7	281,98	0,103	100
1 510		45/7	765,13	0,0377	178	556,5		24/7	281,98	0,103	88,1
1 431		54/19	725,10	0,0400	218	556,5		18/1	281,98	0,102	60,9
1 431		45/7	725,10	0,0398	170	477		30/7	241,70	0,120	106
1 351		54/19	684,56	0,0424	206	477		26/7	241,70	0,120	86,7
1 351		45/7	684,56	0,0422	161	477		24/7	241,70	0,120	76,5
1 272		54/19	644,53	0,0450	194	477		18/1	241,70	0,119	52,5
1 272		45/7	644,53	0,0448	152	397,5		30/7	201,42	0,144	90,3
1 272		36/1	644,53	0,0446	117	397,5		26/7	201,42	0,143	72,5
1 192,5		54/19	604,25	0,0480	186	397,5		24/7	201,42	0,143	64,9
1 192,5		45/7	604,25	0,0478	142	397,5		18/1	201,42	0,143	44,0
1 113		54/19	563,97	0,0514	174	336,4		30/7	170,46	0,170	77,0
1 113		45/7	563,97	0,0512	133	336,4		26/7	170,46	0,169	62,7
1 033,5		54/7	523,68	0,0551	163	336,4		18/1	170,46	0,168	38,7
1 033,5		45/7	523,68	0,0551	123	300		26/7	152,01	0,190	56,5
1 033,5		36/1	523,68	0,0549	95,2	266,8		26/7	135,19	0,214	50,3
954		54/7	483,40	0,0597	150	266,8		18/1	135,19	0,212	30,7
954		45/7	483,40	0,0597	115	211,6	4/0	6/1	107,22	0,267	37,1
954		36/1	483,40	0,0594	88,1	211,3		12/7	107,07	0,270	92,1
900		54/7	456,04	0,0633	142	203,2		16/19	102,96	0,280	126
900		45/7	456,04	0,0633	108	190,8		12/7	96,68	0,299	83,2
795		30/19	402,83	0,0719	171	176,9		12/7	89,64	0,322	76,9
795		54/7	402,83	0,0717	125	167,8	3/0	6/1	85,03	0,336	29,4
795		45/7	402,83	0,0717	98,3	159		12/7	80,57	0,358	71,2
795		26/7	402,83	0,0717	140	134,6		12/7	68,20	0,423	60,5
795		24/7	402,83	0,0717	124	133,1	2/0	6/1	67,44	0,424	23,6
795		36/1	402,83	0,0713	74,7	110,8		12/7	56,14	0,514	50,3
715,5		30/19	362,55	0,0798	154	105,6	1/0	6/1	53,51	0,534	19,5
715,5		26/7	362,55	0,0797	126	101,8		12/7	51,58	0,560	46,3
715,5		24/7	362,55	0,0797	113	83,69	1	6/1	42,41	0,674	15,8
666,6		26/7	337,77	0,0855	117	80		8/1	40,54	0,709	23,1
666,6		24/7	337,77	0,0855	105	66,36	2	7/1	33,63	0,850	16,2
636		30/19	322,27	0,0898	140	66,36	2	6/1	33,63	0,850	12,7
636		30/7	322,27	0,0898	135	41,74	4	7/1	21,15	1,35	10,5
636		26/7	322,27	0,0896	112	41,74	4	6/1	21,15	1,35	8,27
636		24/7	322,27	0,0896	100	33,09	5	6/1	16,77	1,70	6,63
636		36/1	322,27	0,0892	61,4	26,24	6	6/1	13,30	2,15	5,29

Tabla 29. Requisitos para cables de aluminio con refuerzo de acero – ACSR
(Adoptada de NTC 309)

Nota: 1) La carga mínima de rotura presentada en esta tabla aplica sólo para cables ACSR con núcleos de acero con recubrimiento tipo GA y MA

Calibre		Área Nominal (mm^2)	Número de hilos	R_{Ncc} 20ºC (Ω/km)	Carga mínima de rotura (kN)	Calibre		Área Nominal (mm^2)	Número de hilos	R_{Ncc} 20ºC (Ω/km)	Carga mínima de rotura (kN)
Kcmil	AWG					kcmil	AWG				
1 750		886,74	61	0,0378	253	450		228,02	19	0,147	67,3
1 500		760,06	61	0,0441	217	400		202,68	19	0,165	59,8
1439,2		729,30	61	0,0459	208	394,5		199,90	19	0,168	59,0
1348,8		683,40	61	0,0490	195	350		177,35	19	0,189	52,3
1259,6		638,20	61	0,0525	182	312,8		158,50	19	0,211	46,7
1 250		633,39	61	0,0529	180	300		152,01	19	0,220	46,8
1165,1		590,40	61	0,0567	169	250		126,68	19	0,264	39,0
1077,4		545,90	61	0,0614	156	246,9		125,10	7	0,268	38,1
1 000		506,71	37	0,0661	146	211,6	4/0	107,22	7	0,312	32,7
927,2		469,80	37	0,0713	136	195,7		99,20	7	0,338	30,2
900		456,04	37	0,0735	132	167,8	3/0	85,03	7	0,394	25,9
800		405,37	37	0,0826	117	155,4		78,70	7	0,426	24,0
750		380,03	37	0,0881	110	133,1	2/0	67,44	7	0,497	20,5
740,8		375,40	37	0,0892	108	123,3		62,50	7	0,536	19,0
700		354,70	37	0,0944	102	105,6	1/0	53,51	7	0,626	17,0
652,4		330,60	19	0,101	97,5	77,47		39,30	7	0,852	12,5
650		329,36	37	0,102	95,0	66,36	2	33,63	7	0,996	10,7
600		304,03	37	0,110	91,5	48,69		24,70	7	1,36	7,84
559,5		283,50	19	0,118	83,6	41,74	4	21,15	7	1,59	6,72
550		278,69	37	0,120	83,9	30,58		15,50	7	2,16	4,92
500		253,35	19	0,132	74,7	26,24	6	13,30	7	2,52	4,22
465,4		235,80	19	0,142	69,6						

Tabla 30. Requisitos para cables de aleaciones de Aluminio Clase A y AA - AAAC
(Adoptada de NTC 2730)

Calibre	Resistencia mínima de aislamiento en MΩ por km de conductor			Espesores mínimos de aislamiento conductores tipo TW y THW (mm)		Espesores mínimos de aislamiento de PVC conductor tipo THHN (mm)		Espesor mínimo en cualquier punto de la chaqueta de nailon conductores tipo THHN (mm)	Tensión de ensayo dieléctrico V (rms)	
kcmil o AWG	TW	THW	THHN	Promedio	En cualquier punto	Promedio	En cualquier punto		Conductores tipo TW	Conductores tipo THW y THHN
2 000	10	35	-	3,18	2,84	-	-	-	4000	4000
1 900	10	35	-	3,18	2,84	-	-	-	4000	4000
1 800	10	35	-	3,18	2,84	-	-	-	4000	4000
1 750	10	35	-	3,18	2,84	-	-	-	4000	4000
1 700	10	40	-	3,18	2,84	-	-	-	4000	4000
1 600	10	40	-	3,18	2,84	-	-	-	4000	4000
1 500	10	40	-	3,18	2,84	-	-	-	4000	4000
1 400	10	40	-	3,18	2,84	-	-	-	4000	4000
1 300	10	45	-	3,18	2,84	-	-	-	4000	4000
1 250	10	45	-	3,18	2,84	-	-	-	4000	4000
1 200	10	45	-	3,18	2,84	-	-	-	4000	4000
1 100	15	45	-	3,18	2,84	-	-	-	4000	4000
1 000	15	50	60	2,79	2,51	1,78	1,60	0,23	3500	3500
900	15	50	65	2,79	2,51	1,78	1,60	0,23	3500	3500
800	15	55	70	2,79	2,51	1,78	1,60	0,23	3500	3500
750	15	55	70	2,79	2,51	1,78	1,60	0,23	3500	3500
700	15	55	70	2,79	2,51	1,78	1,60	0,23	3500	3500
650	15	60	75	2,79	2,51	1,78	1,60	0,23	3500	3500
600	15	60	80	2,79	2,51	1,78	1,60	0,23	3500	3500
550	15	65	80	2,79	2,51	1,78	1,60	0,23	3500	3500
500	15	55	75	2,41	2,18	1,52	1,37	0,20	3000	3000
450	15	60	80	2,41	2,18	1,52	1,37	0,20	3000	3000
400	15	65	80	2,41	2,18	1,52	1,37	0,20	3000	3000
350	20	65	90	2,41	2,18	1,52	1,37	0,20	3000	3000
300	20	70	95	2,41	2,18	1,52	1,37	0,20	3000	3000
250	20	80	105	2,41	2,18	1,52	1,37	0,20	3000	3000
4/0	20	70	95	2,03	1,83	1,27	1,14	0,18	2500	2500
3/0	20	80	105	2,03	1,83	1,27	1,14	0,18	2500	2500
2/0	25	85	115	2,03	1,83	1,27	1,14	0,18	2500	2500
1/0	25	95	130	2,03	1,83	1,27	1,14	0,18	2500	2500
1	30	105	140	2,03	1,83	1,27	1,14	0,18	2500	2500
2	25	95	130	1,52	1,37	1,02	0,91	0,15	2000	2000
3	25	110	145	1,52	1,37	1,02	0,91	0,15	2000	2000
4	30	115	155	1,52	1,37	1,02	0,91	0,15	2000	2000
5	30	125	135	1,52	1,37	0,76	0,69	0,13	2000	2000
6	35	135	155	1,52	1,37	0,76	0,69	0,13	2000	2000
7	40	145	170	1,52	1,37	0,76	0,69	0,13	2000	2000
8	35	130	185	1,14	1,02	0,76	0,69	0,13	2000	2000
9	40	155	225	1,14	1,02	0,76	0,69	0,13	1500	2000
10	35	125	180	0,76	0,69	0,51	0,46	0,10	1500	2000
11	35	135	195	0,76	0,69	0,51	0,46	0,10	1500	2000
12	40	150	175	0,76	0,69	0,38	0,33	0,10	1500	2000
13	45	165	190	0,76	0,69	0,38	0,33	0,10	1500	2000
14	45	175	205	0,76	0,69	0,38	0,33	0,10	1500	2000

Tabla 31. Requisitos para alambres y cables aislados
(Adoptada de NTC 1332)

Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

Cuando se especifique un cable o alambre en mm^2, debe cumplir con los requisitos presentados en las tablas que se presentan a continuación:

Área Nominal (mm^2)	Máxima resistencia del conductor en corriente continua a 20ºC		Área Nominal (mm^2)	Máxima resistencia del conductor en corriente continua a 20ºC	
	Conductores circulares de cobre suave (Ω/km)	Conductores de aluminio, circulares o en cualquier otra forma. (Ω/km)		Conductores circulares de cobre suave (Ω/km)	Conductores de aluminio, circulares o en cualquier otra forma. (Ω/km)
0,5	36	-	35	0,524	0,868
0,75	24,5	-	50	0,387	0,641
1	18,1	-	70	0,268	0,443
1,5	12,1	18,1 [1)]	95	0,193	0,320
2,5	7,41	12,1 [1)]	120	0,153	0,253
4	4,61	7,41 [1)]	150	0,154	0,206
6	3,08	4,61 [1)]	185	-	0,164
10	1,83	3,08 [1)]	240	-	0,125
16	1,15	1,91 [1)]	300	-	0,100
25	0,727 [1)]	1,20			

Tabla 32. Requisitos Clase 1: Alambres.
(Adoptada de IEC 228)

Nota *1) Sólo se admiten conductores circulares.*

Área Nominal (mm^2)	Mínimo número de hilos en el conductor						Máxima resistencia del conductor en corriente continua a 20ºC	
	Conductor circular no compactado		Conductor circular compactado		Conductor en cualquier otra forma		Conductores de cobre suave (Ω/km)	Conductores de aluminio (Ω/km)
	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al		
0,5	7	-	-	-	-	-	36,0	-
0,75	7	-	-	-	-	-	24,5	-
1	7	-	-	-	-	-	18,1	-
1,5	7	-	6	-	-	-	12,1	-
2,5	7	-	6	-	-	-	7,41	-
4	7	7	6	-	-	-	4,61	7,41
6	7	7	6	-	-	-	3,08	4,61
10	7	7	6	-	-	-	1,83	3,08
16	7	7	6	6	-	-	1,15	1,91
25	7	7	6	6	6	6	0,727	1,20
35	7	7	6	6	6	6	0,524	0,868
50	19	19	6	6	6	6	0,387	0,641
70	19	19	12	12	12	12	0,268	0,443
95	19	19	15	15	15	15	0,193	0,320
120	37	37	18	15	18	15	0,153	0,253
150	37	37	18	15	18	15	0,124	0,206
185	37	37	30	30	30	30	0,0991	0,164
240	61	61	34	30	34	30	0,0754	0,125
300	61	61	34	30	34	30	0,0601	0,100
400	61	61	53	53	53	53	0,0470	0,0778
500	61	61	53	53	53	53	0,0366	0,0605
630	91	91	53	53	53	53	0,0283	0,0469
800	91	91	53	53	-	-	0,0221	0,0367
1000	91	91	53	53	-	-	0,0176	0,0291
1200	1)		1)		-	-	0,0151	0,0247
1400					-	-	0,0129	0,0212
1600					-	-	0,0113	0,0186
1800					-	-	0,0101	0,0165
2000					-	-	0,0090	0,0149

Tabla 33. Requisitos Clase 2: Cables.
(Adoptada de IEC 228)

Nota: 1) Mínimo número de hilos no especificado.

1.1. Rotulado

Para efectos del presente Reglamento, los cables o alambres aislados utilizados en baja tensión, deben ser rotulados en forma indeleble y legible, según criterio adoptado de la NTC-1332, con la siguiente información:

- Calibre del conductor en kcmil, AWG o mm^2.
- Material del que está hecho el conductor.
- Tipo de aislamiento.
- Tensión nominal
- Razón social o marca registrada del fabricante.

Dicho rotulado deberá cumplir con las siguientes características:

- El rótulo se debe repetir a intervalos no mayores de 63 cm.
- El rotulado se acepta en alto relieve o impreso con tinta indeleble, también se acepta en bajo relieve siempre y cuando no se reduzca el espesor de aislamiento por debajo del mínimo establecido en este Reglamento.

2. Bombilla Incandescente y portalámparas

En consideración al uso masivo, a los diferentes accidentes que se pueden ocasionar y para prevenir prácticas que pueden inducir a error, esta sección del Reglamento Técnico aplica a las bombillas eléctricas de filamento de tungsteno para uso doméstico y usos similares de iluminación, con bulbo de vidrio en cualquiera de sus formas y acabados (blanco, claro y esmerilado) con potencia nominal entre 25 W y 200 W y tensión nominal entre 100 V y 250 V. No cubre las bombillas que tengan acabados con propósitos decorativos y bombillas tipo luz día.

Para los efectos del presente Reglamento Técnico, las bombillas y los portalámparas deben cumplir los siguientes requisitos, adoptados de las normas IEC-60064, de la IEC- 60432-1 y de la UL 496, comprobados a partir del examen comparativo del producto contra los requisitos específicos establecidos:

- El casquillo de la bombilla y el portalámpara correspondiente deben tener las dimensiones y tolerancias indicadas en las siguientes figuras:



Tipo	X(1)		Y(1)
	Mínimo	Máximo	Mínimo
E27	17	25,4	7

(1) Estas dimensiones deben verificarse con un calibrador de aproximación milimétricas

Figura 16. Posición de la camisa roscada del portalámpara. Las dimensiones están en mm.

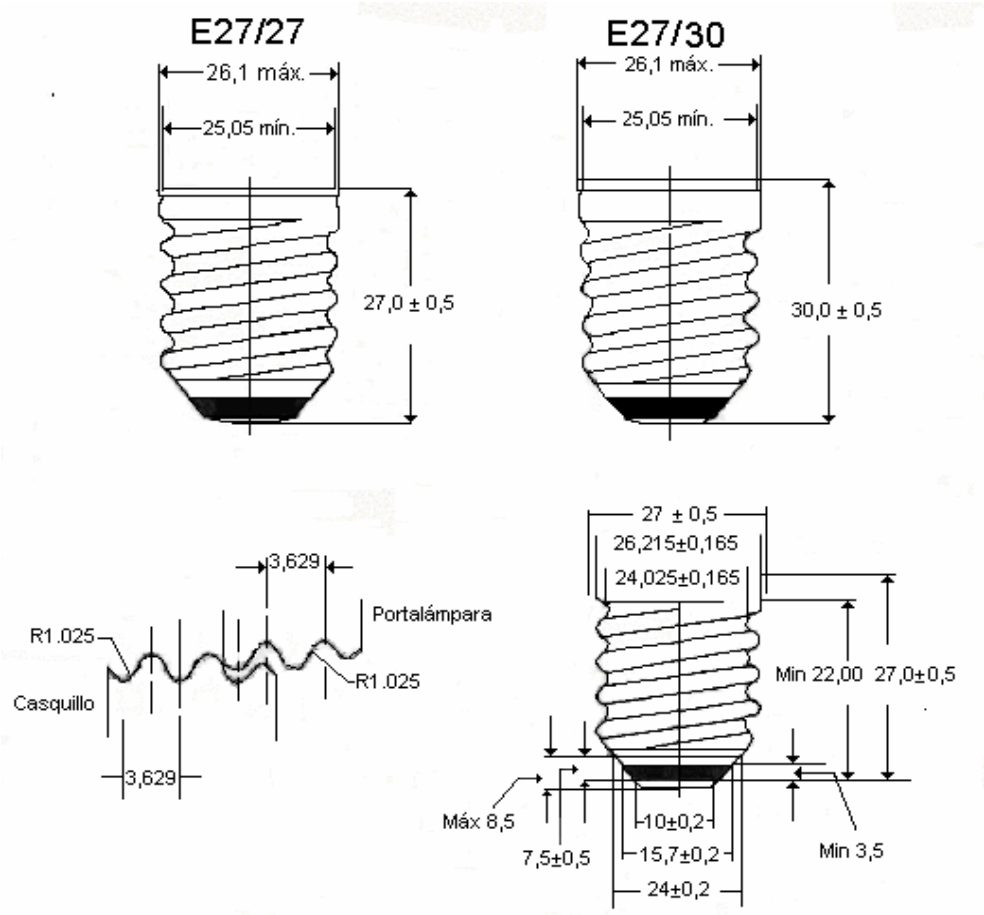


Figura 17. Dimensiones del casquillo de una bombilla en mm.

- El casquillo y el contacto eléctrico del portalámpara, deben ser de un material no ferroso y resistente a la corrosión.

- El casquillo no debe desprenderse del bulbo al aplicar un momento de torsión menor o igual a 3 N.m. Lo anterior se debe cumplir al inicio y al final del ensayo de su vida nominal. Se efectúa colocando la bombilla en un adaptador sujeto a una máquina o dispositivo medidor de torsión, de tal manera, que se pueda sujetar el bulbo para hacerlo girar lentamente hasta alcanzar como mínimo el valor de 3 N.m para el casquillo E27.

- Los portalámparas deben tener una resistencia mecánica para soportar una torsión de por lo menos 2,26 newtons metro, debida a la inserción de la bombilla.

- Cada bombilla, según su potencia y tensión debe garantizar un flujo luminoso nominal normal, no menor al establecido en la siguiente tabla, adoptada de la NTC 189 y NTC 5103:

W / V	25	40	60	75	100	150	200
120	220	435	760	1.000	1.400	2.320	3.350
127	220	424	750	980	1.380	2.300	3.200
150	205	405	710	930	1.320	2.200	3.100
208	220	355	640	860	1.260	2.100	2.940
220	220	350	630	850	1.250	2.090	2.920
240	215	340	610	830	1.230	2.060	2.880

Tabla 34. Flujo luminoso nominal normal para bombillas incandescentes (lúmenes)

El requisito de la tabla 34 será exigible a partir de los 18 meses de la entrada en vigencia del presente Reglamento, o antes si un reglamento técnico de uso racional de energía así lo determina.

Para verificar el flujo luminoso de una bombilla, se utiliza un fotómetro integrador el cual se debe calibrar con una bombilla patrón. Este ensayo debe realizarse a la tensión nominal de la bombilla con una tolerancia de + 1%. El valor del flujo luminoso inicial de cada bombilla, medido a su tensión nominal, no debe ser menor del 93% del valor del flujo luminoso nominal. Sobre el bulbo de la bombilla deben aparecer marcadas, indelebles y perfectamente legibles, como mínimo las siguientes indicaciones.

- Marca registrada o razón social del fabricante.
- Tensión nominal en voltios (V)
- Potencia nominal en vatios (W)

En el empaque debe informarse, además de lo anterior, el valor del flujo luminoso en lúmenes y la vida útil nominal en horas.

3. Cercas Eléctricas

Los siguientes requisitos para cercas eléctricas, adoptados de la norma IEC-60335-2- 76 deben cumplirse por parte de los fabricantes nacionales, por los importadores, los distribuidores y por los instaladores.

Los generadores de pulsos o controladores para cercas eléctricas son de los pocos equipos que se han diseñado y construido para producir una electrocución. Afortunadamente, hasta ahora tienen un excelente registro de seguridad comparados con otros productos eléctricos más convencionales de uso doméstico.

3.1. Controlador

Los controladores deben cumplir los siguientes requisitos:

- La tensión máxima del circuito de alimentación no debe ser mayor a 250 V.
- La frecuencia de los pulsos no debe exceder un ciclo por segundo.
- La duración del pulso no debe exceder 10 ms para la carga nominal.
- En controladores de energía limitada, la energía por pulso no debe exceder de 5 J para la resistencia estándar de 500 Ω.
- Se permite el uso de controladores de corriente limitada, siempre y cuando se verifique en el equipo que la duración del pulso es menor de 0,1 ms y la corriente máxima es menor de 15,7 A, para la resistencia estándar de 500 Ω .

3.2. Requisitos de Instalación

- En condiciones normales de operación no debe generar riesgos a las personas o animales.

- Evitar que junto a las cercas eléctricas haya almacenamiento o ubicación de materiales combustibles para evitar incendios.

- Las cercas de púas o cortantes como la concertina, no deben ser energizadas por un controlador.

- Todo controlador debe tener un sistema de puesta a tierra. Si la resistividad del terreno es muy alta, se admite un cable de tierra paralelo con la cerca.

- Los controladores deben resistir las sobretensiones transitorias con origen en los rayos, que provengan desde la cerca o la red eléctrica.

- Las partes metálicas deben protegerse contra la corrosión.

- La cerca no debe energizarse desde dos controladores diferentes o desde circuitos diferentes de un mismo controlador.

- - El alambrado de toda cerca debe montarse sobre aisladores.

- - Debe haber un mínimo de 2 m entre dos cercas diferentes, alimentadas con fuentes independientes.

- La cerca eléctrica debe estar mínimo a 2 m de distancia horizontal de la proyección en tierra del conductor exterior de una línea ≤ 1 kV y a mínimo 15 m de una línea > 1 kV (tensiones nominales).

- La altura de las cercas eléctricas en inmediaciones de líneas aéreas de energía no debe sobrepasar los 2 metros sobre el suelo.

- Toda cerca paralela a una vía pública deberá ser claramente identificada, mediante una placa de 10 cm x 20 cm con el anuncio "CUIDADO – CERCA ELÉCTRICA" con impresión indeleble, inscrita a ambos lados, las letras serán de al menos 2,5 cm, en color negro sobre fondo amarillo.

TENSION DE LA RED (kV)	DISTANCIA DE SEGURIDAD (m)
≤ 1	3
> 1 y ≤ 33	4
> 33	8

Tabla 35. Distancias mínimas de seguridad de cercas eléctricas a circuitos de distribución

3.3. Rotulado

Los controladores deben ser marcados con:

- Tensión nominal
- Aviso de prevención para no conectarse a la red eléctrica, en los que operan con baterías.
- Duración de cada pulso.
- Energía máxima
- Resistencia tomada como estándar.
- Tiempo entre pulsos.
- Razón social o marca registrda del fabricante.

4. Cintas aislantes

Para efectos del presente Reglamento, las cintas termoplásticas ya sean de PVC (policloruro de vinilo, copolimero de policloruro de vinilo y acetato de vinilo) o de polietileno, usadas como aislamiento eléctrico sobre empalmes de alambres y cables cuya temperatura no sea mayor de 80°C, para uso en instalaciones eléctricas hasta un nivel de tensión de 600 V, deben cumplir los siguientes requisitos adoptados de la norma NTC-1023 y comprobados a partir del examen comparativo del producto contra los requisitos aplicables establecidos:

4.1. Condiciones generales

- Cada uno de los rollos de cinta aislante debe estar exento de un efecto telescópico y de distorsión; los bordes de la cinta aislante deben ser rectos y continuos.

- Cuando sean desenrolladas, la superficie de la cinta debe conservarse lisa, uniforme, estar exenta de pegotes y de lugares desprovistos de adhesivos.

- Las cintas aislantes usadas en instalaciones eléctricas exteriores deben ser de color negro y las cintas aislantes usadas en instalaciones interiores, pueden ser de cualquier color.

- La rigidez dieléctrica mínima debe ser de 7000 V para cintas de 0,18 mm de espesor y de 9000 V para cintas de 0,25 mm de espesor.

- El ancho de la cinta debe ser de 12 mm, 18 mm, 24 mm con tolerancias de 1 mm por encima y 0,1 mm por debajo.

4.2. Rotulado

Cada uno de los rollos de la cinta aislante o su empaque deben ir marcados de una manera clara e indeleble con la siguiente información:

- Razón social o la marca registrada del fabricante.

- Clase de cinta. PVC o PE y la leyenda "Aislante eléctrico".

- Largo y ancho nominales.

- La temperatura máxima de servicio (80°C).

- Cada embalaje debe llevar impresa la identificación del lote de producción o la fecha de fabricación.

5. Clavijas y Tomacorrientes

Para efectos del presente Reglamento, las clavijas y tomacorrientes de uso general deben cumplir los siguientes requisitos adoptados de las normas NTC-1650, IEC- 60884-1, IEC 60309 – parte 1 y parte 2, comprobados a partir del examen comparativo del producto contra los requisitos aplicables establecidos. Estos requisitos no son aplicables a clavijas y tomacorrientes para aplicaciones especiales, las cuales deberán certificar que son aptas para tales usos.

- Los tomacorrientes instalados en lugares húmedos deben tener un grado de encerramiento IP (o su equivalente NEMA), adecuado para la aplicación y condiciones ambientales que se esperan. Los tomacorrientes instalados en lugares sujetos a la lluvia o salpicadura de agua deben tener una cubierta protectora o encerramiento a prueba de intemperie.

- Para uso en intemperie, las clavijas y tomacorrientes deben tener un grado de encerramiento IP (o su equivalente NEMA), adecuado para la aplicación y condiciones ambientales que se esperan.

- Los contactos macho (clavija) y hembra (tomacorriente) deben ser diseñados y fabricados de tal forma que garanticen una correcta conexión eléctrica. La construcción debe ser tal que en condiciones de servicio no haya partes energizadas expuestas.

- Los tomacorrientes deben ser construidos de tal manera que no acepten una clavija con valores de tensión o capacidad de corriente mayor a aquellas para las cuales fueron diseñados, pero a la vez pueden aceptar clavijas de capacidades menores.

- Los tomacorrientes deben ser construidos con materiales que garanticen la permanencia de las características mecánicas, dieléctricas, térmicas y de flamabilidad del producto, sus componentes y accesorios, de modo que no exista la posibilidad de que como resultado del envejecimiento natural o del uso normal se altere su desempeño y se afecte la seguridad.

- Los tomacorrientes deben suministrarse e instalarse con su respectiva placa, tapa o cubierta destinada a evitar el contacto directo con partes energizadas; estos materiales deben ser de alta resistencia al impacto.

- Los tomacorrientes polarizados con polo a tierra deben tener claramente identificados mediante letras, colores o símbolos los terminales de neutro y tierra y si son trifásicos los terminales donde se conectan las fases también se deben marcar con letras. En los tomacorrientes monofásicos el terminal plano más corto debe ser el de la fase.

- Los tomacorrientes deben poder realizar un número adecuado de ciclos de acuerdo con lo establecido en la norma técnica que le aplique, de modo que resistan sin desgaste excesivo u otro efecto perjudicial las tensiones mecánicas dieléctricas, térmicas y de flamabilidad que se presenten en la utilización normal esperada.

- Los tomacorrientes para uso general se deben especificar para capacidades nominales de 10, 15, 20, 30, 50 y 60, 63 y 125 A, a tensiones de 125, 150 ó 250 V, con 2,3 ó 4 polos y conexión de puesta a tierra.

- Las partes destinadas a la conducción de corriente deben ser fabricadas en cobre o sus aleaciones, pero nunca en materiales ferrosos. Se exceptúan de este requisito los tornillos, remaches o similares destinados solamente a la fijación mecánica de componentes o apriete de cables.

- La resistencia de aislamiento no debe ser menor de 5 MΩ tanto para el tomacorriente como para la clavija, valor medido entre puntos eléctricos de diferente polaridad y entre estos y cualquier punto en el cuerpo del dispositivo.

- La conexión de los conductores eléctricos a los terminales de los tomacorrientes y clavijas debe ser lo suficientemente segura para evitar recalentamientos de los contactos.

- Para el rotulado las clavijas y tomacorrientes deben marcarse con las siguientes características:

  - Razón social o marca registrada del fabricante.
  - Corriente nominal en amperios (A).
  - Tensión nominal.
  - Identificación de las polaridades respectivas si les aplica.
  - Los tomacorrientes deben identificar el uso mediante colores y marcaciones respectivas en el cuerpo del tomacorriente.

    - Los tomacorrientes con tierra aislada para conexión a equipo sensible no conectados a pacientes, deben identificarse con un triángulo de color naranja.
    - Los tomacorrientes "Grado Hospitalario" deben tener como identificación un punto verde en su exterior, y debe ser certificada para tal uso.

Los dispositivo diseñados para interrumpir un circuito eléctrico o parte del mismo en un periodo de tiempo establecido cuando una corriente de fuga a tierra excede un valor determinado, conocidos como interruptores de falla a tierra(GFCI, RCCB o RCBO). deben indicar cumplir los siguientes requisitos, adoptados de UL 943, IEC 61008 –1, IEC 61008 – 2-1, IEC 61008 – 2-2, IEC 61009 –1 e IEC 61009 –2:

- Ser certificados para tal uso.
- Poseer una señal que indique su funcionamiento y mecanismo que verifique su adecuada operación.
- Prevención de disparos en falso en caso de ser expuesto a condiciones de radio frecuencia.
- Los dispositivos deben indicar claramente en su acabado exterior esta función y la de sus controles.
- Indicar la corriente nominal de disparo o de fuga.

6. Dispositivos de Protección contra Sobretensiones (DPS)

Se establecen los siguientes requisitos para instalación de DPS, adaptados de normas como IEC 61643-12, IEC 60664, IEC 60071, IEC 60099, IEC 60364-4-443, IEC 60364-5-534, IEC 61000-5-6, IEC 61312, IEEE 141, IEEE 142 y NTC 4552:

- Toda subestación y toda transición de línea aérea a cable aislado de media, alta o extra alta tensión, deben disponer de DPS. En los demás equipos de media, alta o extra alta tensión o en redes de baja tensión o uso final, la necesidad de DPS dependerá de una evaluación técnica objetiva del nivel de riesgo por sobretensiones transitorias a que pueda ser sometido dicho equipo o instalación. Tal evaluación técnica, deberá tener en cuenta entre otros factores, el uso de la instalación, la coordinación de aislamiento, la densidad de rayos a tierra, las condiciones topográficas de la zona, las personas que podrían someterse a una sobretensión y los equipos a proteger.

- Para la instalación de un DPS se debe tener en cuenta que la distancia entre los bornes del mismo y los del equipo a proteger debe ser lo más corta posible, de tal manera que la inductancia sea mínima. En baja tensión los conductores de conexión a la red y a tierra no deben ser de calibre inferior a 14 AWG en cobre. En media, alta y extra alta tensión los conductores de conexión a la red y a tierra no deben ser de calibre inferior a 6 AWG.

- El DPS debe estar instalado como lo indica la figura 18. Se debe tener como objetivo que la tensión residual del DPS sea casi igual a la aplicada al equipo.

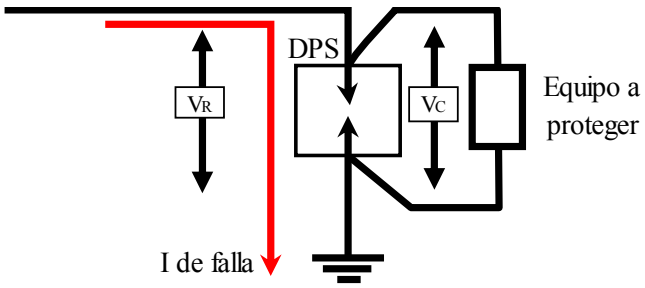


Figura 18. Montaje de los DPS

- La instalación de los DPS debe ser en modo común, es decir, entre conductores activos y tierra.

- Ubicación. Cuando se requieran DPS, se debe dar preferencia a la instalación en el origen de la red interna. Se permite instalar DPS en interiores o exteriores, pero deben ser inaccesibles para personas no calificadas. Se permite que un bloque o juego de DPS proteja varios circuitos. Cuando se instalen varias etapas de DPS, debe aplicarse una metodología de zonificación y deben coordinarse por energía y no sólo por corriente.

- No se deben instalar en redes eléctricas de potencia DPS construidos únicamente con tecnología de conmutación de la tensión.

- La capacidad de cortocircuito del DPS debe estar coordinada con la capacidad defalla en el nodo donde va a quedar instalado.

- En caso de explosión del DPS, el material aislante no debe lanzar fragmentos capaces de hacer daño a las personas o equipos adyacentes. En baja tensión, este requisito se puede reemplazar por un encerramiento a prueba de impacto, el cual será demostrado con la instalación ya construida.

Requisitos de producto: De acuerdo con las normas, IEC 61643-1, IEC 60099-1, IEC60099-4, UL 1449, IEEE C62.41-1, IEEE C62.41-2, IEEE C62.45 los requisitos que deben ser respaldados con una certificación, son:

- Los DPS utilizados en media, alta y extra alta tensión deben contar con algún dispositivo de alivio de sobrepresión automático que ayude a prevenir la explosión del equipo.
- Bajo ninguna condición los materiales constitutivos del DPS deben entrar en ignición.
- Los parámetros básicos que debe cumplir un DPS de baja tensión y que deben estar a disposición del usuario, en el equipo o en catálogo, son:
    - Corriente nominal de descarga, que en ningún caso será menor a 5 kA por módulo, para DPS instalados en el inicio de la red interna.
    - Tensión nominal, según la red eléctrica en que se instalará.
    - Máxima tensión de operación continua, que debe ser mayor o igual a 1,1 veces la tensión máxima del sistema en régimen permanente.
    - La tensión de reacción, que debe ser menor que el nivel básico de aislamiento.

7. Interruptores de baja tensión

7.1. Interruptores manuales

Esta sección del Reglamento aplica a interruptores para propósitos generales, operados manualmente y con una tensión nominal no superior a 260 V (entre fases), una corriente nominal que no exceda los 63 A, destinados a instalaciones eléctricas fijas domésticas y similares tanto interiores como exteriores. No aplica esta sección a interruptores destinados a aplicaciones electrónicas, tampoco aplica a interruptores de potencia con capacidad de corte menor a 10 A destinados a usos diferentes de las instalaciones domiciliarias.

Para efectos del presente Reglamento Técnico, los interruptores deben cumplir las siguientes prescripciones, adoptadas de las normas NTC 1337, IEC.60669-1 e IEC 60947-5, comprobables a partir del examen comparativo del producto contra los requisitos aplicables establecidos en el presente Reglamento:

- Los interruptores para control de aparatos deben especificarse a la corriente y tensión nominales del equipo.
- Los interruptores deben instalarse en serie con los conductores de fase.
- No debe conectarse un interruptor de uso general en el conductor neutro.
- En ambientes especiales clasificados (peligrosos) deben usarse interruptores a prueba de explosión.
- La caja metálica que alberga al interruptor debe conectarse sólidamente a tierra.
- Las posiciones de encendido y apagado deben estar claramente indicadas en el cuerpo del interruptor. Este requisito no es exigible a interruptores para uso domiciliario (instalaciones residenciales y comerciales).
- Los interruptores deben estar diseñados en forma tal que al ser instalados y cableados en su uso normal, las partes energizadas no sean accesibles a las personas.
- Las cubiertas o tapas metálicas se deben proteger mediante aislamiento adicional hecho por revestimientos o barreras aislantes.

- Para uso a la intemperie, los interruptores deben estar protegidos mediante encerramiento a prueba de intemperie.

- Los interruptores se deben diseñar y construir de manera que, en su utilización normal, su funcionamiento sea confiable y libre de peligro para el usuario y para su entorno.

- Los interruptores deben ser construidos con materiales que garanticen la permanencia de las características mecánicas, dieléctricas, térmicas y de flamabilidad del producto, sus componentes y accesorios, de modo que no exista la posibilidad que como resultado del envejecimiento natural o del uso normal se presenten alteraciones en su desempeño.

- Las distancias de aislamiento en aire no deben ser menores que los valores mostrados en la siguiente tabla. El cumplimiento de este requisito debe además garantizarse en el tiempo como resultado del uso normal del producto.

DESCRIPCIÓN	DISTANCIA MÍNIMA (mm)
1. Entre partes bajo tensión que están separadas cuando los contactos están abiertos.	3
2. Entre partes bajo tensión de polaridad diferente.	3
3. Entre partes bajo tensión y partes de material aislante accesibles, partes metálicas puestas a tierra, marcos metálicos que soportan la base de los interruptores del tipo de incrustar, tornillos o dispositivos para ajustes de bases, cubiertas o placas de recubrimiento, partes metálicas del mecanismo (si se requiere que estén aisladas de las partes bajo tensión).	3

Tabla 36. Distancias de aislamiento para interruptores manuales para tensión = 260 V.

- Las partes aislantes de los interruptores, deben tener una resistencia de aislamiento mínima de 5 MΩ entre los polos y la carcasa con el interruptor en posición de encendido. No deben ser susceptibles de inflamarse y propagar el fuego, cuando las partes conductoras en condiciones de falla o sobrecarga alcancen temperaturas elevadas.

- Los interruptores deben realizar un número adecuado de ciclos definido por la norma técnica, bajo la corriente y tensión nominal de modo que resistan sin desgaste excesivo u otro efecto perjudicial las tensiones mecánicas, dieléctricas y térmicas que se presenten en la utilización esperada.

- Cada interruptor debe llevar en forma indeleble los siguientes datos:

  - Razón social o marca registrada del fabricante.
  - Tensión nominal de operación.
  - Corriente nominal a interrumpir.

7.2. Interruptores automáticos

Para efectos del presente Reglamento Técnico, los interruptores automáticos deben cumplir las siguientes prescripciones, adoptadas de las normas NTC 2116, NTC-IEC 947-2 y UL 489, comprobables a partir del examen comparativo del producto contra los requisitos aplicables en tales normas:

7.2.1. Requisitos generales

- Un interruptor automático debe fijarse en una posición tal que al conectarse el circuito alimentador llegue al terminal de línea y la salida se conecte a los terminales de carga.

- Un interruptor automático debe tener unas especificaciones de corriente y tensión no menores a los valores nominales de los circuitos que controla.

- La distancia entre contactos debe ser mayor a 3 mm cuando está abierto el interruptor y debe tener alguna señalización que permita conocer el estado real de los contactos.

- El interruptor general de una instalación debe tener tanto protección térmica con un elemento bimetálico o dispositivo electrónico equivalente para la verificación del nivel de corriente, como protección magnética mediante la apertura de un contacto al superar un límite de corriente.

- El fabricante debe prever las curvas de disparo del interruptor para la selección del dispositivo y para la coordinación de protecciones con otros equipos automáticos de respaldo, ubicados estos siempre aguas arriba en la instalación.

- Los dispositivos de interrupción de corriente por fuga a tierra para protección de las personas contra contacto directo, deberán tener una corriente nominal diferencial menor o igual a 30 mA y su tiempo de operación deberá estar en concordancia con la Figura 1 del presente Reglamento.

- Los interruptores diferenciales contra riesgo de incendio, deberán tener una corriente nominal diferencial menor o igual a 300 mA, estos podrán ser de actuación instantánea o retardada.

- Los dispositivos de interrupción de corriente por fuga a tierra para protección de las personas contra electrocución y contra incendio, pueden ir incorporados en los interruptores automáticos o ubicados al lado del mismo formando un conjunto dentro del panel o tablero que los contiene.

- Debe instalarse protección contra falla a tierra de equipos, en acometidas eléctricas en estrella puestas a tierra sólidamente, con una tensión a tierra superior a 150 V, pero que no supere los 600 V entre fase. Para cada dispositivo de desconexión de la acometida de 1000 A nominales o más.

- Cada circuito ramal de un panel de distribución debe estar provisto de protección contra sobrecorriente.

- No se debe conectar permanentemente en el neutro de cualquier circuito, un dispositivo contra sobrecorriente, a menos que la apertura del dispositivo abra simultáneamente todos los conductores de ese circuito.

- Las bombas contra incendio deben llevar protección contra cortocircuitos, pero no contra sobrecarga.

- Los dispositivos de protección contra sobrecorriente deben estar fácilmente accesibles.

7.2.2. Diseño mecánico

- Los contactos móviles de todos los polos de los interruptores multipolares deben estar acoplados mecánicamente de tal modo que todos los polos abran y cierren conjuntamente, bien sea manual o automáticamente, incluso si la sobrecarga se presenta solamente en un polo protegido.

- Los interruptores deben tener un mecanismo de disparo libre.

- Los interruptores deben estar construidos de tal manera que las partes móviles sólo puedan descansar en la posición cerrada o en la posición abierta, incluso cuando el elemento de maniobra se libere en una posición intermedia.

- Los interruptores deben estar provistos de elementos que indiquen la posición cerrada y la posición abierta; tales elementos deben ser fácilmente visibles desde el frente del interruptor cuando este último tenga su placa o tapa de recubrimiento, si la hubiese.

Para los interruptores cuyo elemento de maniobra se libere en una posición intermedia, tal posición deberá marcarse claramente para indicar que el interruptor se ha disparado.

- Las partes exteriores de los interruptores automáticos, hechas en material aislante, no deben ser susceptibles de inflamarse y propagar el fuego, cuando las partes conductores en condiciones de falla o sobrecarga alcancen temperaturas elevadas.

- Los interruptores automáticos deben realizar un número adecuado de ciclos definido por la norma técnica, bajo la corriente y tensión nominal de modo que resistan sin desgaste excesivo y otro efecto perjudicial las tensiones mecánicas, dieléctricas y térmicas que se presenten en la utilización esperada.

- Los interruptores automáticos deben ser construidos con materiales que garanticen la permanencia de las características mecánicas, dieléctricas, térmicas y de flamabilidad del producto, sus componentes y accesorios, de modo que no exista la posibilidad de que como resultado del envejecimiento natural o del uso normal se altere su desempeño y se afecte la seguridad.

7.2.3. Rotulado

La siguiente información debe estar disponible para el usuario bien sea mediante el rotulado del dispositivo, en el empaque o en el catálogo:

a) El interruptor automático debe ser marcado sobre el mismo dispositivo de manera permanente y legible con los siguientes datos:

- Razón social o marca registrada del fabricante.
- Corriente nominal.
- Indicación de las posiciones de abierto y cerrado.
- Tensión de operación nominal.
- Capacidad de interrupción de cortocircuito, para cada valor de tensión nominal
- Terminales de línea y carga.

b) La información que debe estar disponible para el usuario en el catálogo es:

- Apropiado como seccionador, si es aplicable.
- Designación del tipo o número serial.
- Frecuencia nominal, si el interruptor se ha diseñado para una sola frecuencia.
- Especificar instrucciones para instalación, operación y mantenimiento.
- Temperatura de referencia para dispositivos no compensados, si aquella es diferente a 30 °C.
- Número de polos
- Tensión nominal del aislamiento.
- Indicar la corriente de cortocircuito. Es expresada como la máxima corriente pico esperada.

8. Motores y Generadores

En esta sección del Reglamento se especifican los requisitos que deben cumplir las máquinas rotativas, nuevas, reparadas o reconstruidas con el objeto de evitar los accidentes que se pueden ocasionar y las prácticas que pueden inducir a error. Estos criterios fueron adoptados de la NTC 2805:

- En lugares clasificados como peligrosos se deben utilizar motores aprobados para uso en estos ambientes.

- Se debe conservar la posición de trabajo de la máquina (horizontal o vertical) indicada por el fabricante.

- En el caso de generadores, se debe contar con protección contra sobrevelocidad y protección contra sobrecorrientes.

- Las carcasas de las máquinas eléctricas rotativas deben ser sólidamente conectadas a tierra.

- Queda totalmente prohibida la utilización de motores abiertos en puntos accesibles a personas o animales.

- Se debe derratear la capacidad de la máquina por altura sobre el nivel del mar.

- El fabricante debe dar al usuario las indicaciones y recomendaciones mínimas de montaje y mantenimiento de la máquina, además de la información del tipo de motor (estándar, de alto rendimiento, etc.).

8.1. Rotulado

Todo motor o generador eléctrico deben estar provistos de una o varias placas de características. Las placas se deben elaborar en un material durable, legible, con letras indelebles, se deben instalar en un sitio visible y de manera que no sea removible y debe contener como mínimo la siguiente información:

- Razón social o marca registrada del fabricante
- Tensión nominal o intervalo de tensiones nominales.
- Corriente nominal
- Potencia nominal.
- Velocidad nominal o intervalo de velocidades nominales.
- Para las máquinas de corriente alterna, el número de fases.

Si la máquina eléctrica está incorporada en un equipo, que no permita la libre observación de la placa, el fabricante debe suministrar una segunda placa para ser fijada en un lugar visible.

Adicionalmente, el fabricante debe poner a disposición del usuario, las indicaciones de la siguiente lista, siempre que ellas sean aplicables:

- Para las máquinas de corriente alterna, la frecuencia nominal o intervalo de frecuencias nominales.
- Corriente de arranque.
- Rendimiento de la máquina.
- Número de serie del fabricante o marca de identificación.
- Información que permita identificar el año de fabricación.
- Código de la maquina del fabricante.
- Referencia numérica de las normas aplicadas y de características de funcionamiento que sean aplicables.
- Grado o clase de protección de los encerramientos.
- Clasificación térmica o calentamiento admisible (Temperatura exterior máxima nominal).
- Clase de régimen nominal de tensión. Si es un intervalo entre tensión A y tensión B, debe marcarse A-B. Si es para doble tensión debe marcarse como A/B.
- Para las máquinas de corriente alterna trifásica con más de tres puntos de conexión, instrucciones de conexión por medio de un esquema.
- Sobrevelocidad admisible.
- Para las máquinas de corriente continua con excitación independiente o con excitación en derivación y para las máquinas sincrónicas, la tensión de excitación nominal y la corriente de excitación nominal.
- Para las máquinas de corriente alterna, el factor de potencia nominal.
- Para las máquinas de inducción con rotor bobinado, la tensión entre anillos de circuito abierto y corriente nominal del rotor.

- Para los motores de corriente continua cuyo inducido esté previsto para tener suministro mediante convertidores estáticos de potencia, el código de identificación del convertidor estático de potencia.
- Para motores que no sobrepasen los 5 kW, el factor de forma nominal y tensión alterna nominal en los bornes de entrada del convertidor estático de potencia, si ésta es superior a la tensión directa nominal del circuito de inducido del motor.
- Temperatura ambiente máxima admisible.
- Temperatura ambiente mínima admisible.
- Altura sobre el nivel del mar para la cual está diseñada la máquina.
- Para las máquinas enfriadas por hidrógeno, presión del hidrógeno a la potencia nominal.
- Masa total de la máquina en kg.
- Sentido de rotación indicado por una flecha.
- Torque de operación y torque de arranque.
- Posición de trabajo (Vertical u horizontal).

El Certificado de Conformidad para maquinas destinadas a proyectos de generación, podrá sustituirse por la declaración del fabricante donde se especifiquen las normas técnicas aplicadas, las cuales serán aceptadas o rechazadas por el contratante a juicio del interventor del proyecto donde se instalen.

Si una persona distinta del fabricante repara o modifica parcial o totalmente el devanado de una máquina o cualquier otro de sus componentes, se debe suministrar una placa adicional para indicar el nombre del reparador, el año de reparación y las modificaciones efectuadas.

9. Tableros Eléctricos

Los requisitos establecidos para tableros eléctricos, adoptados de las normas NTC 3475, NTC 3278, NTC-IEC 60439-3 y NTC 2050, sólo son aplicables a los de baja tensión principales y de distribución y su cumplimiento será comprobado mediante Certificado de Conformidad.

Los compuestos químicos utilizados para la elaboración de las pinturas a emplearse en los tableros no deben contener TGIC (triglicidilisocianurato).

Un tablero general de acometidas autosoportado (tipo armario), tanto el cofre como su tapa, debe ser construido en lámina de acero, cuyo espesor y acabado deben resistir los esfuerzos mecánicos, eléctricos y térmicos, así como los efectos de la humedad y la corrosión. Puede tener instrumentos de medida de corriente para cada una de las fases, de tensión entre fases o entre fase y neutro (con o sin selector), así como lámparas de indicación de funcionamiento del sistema (normal o emergencia).

El tablero de distribución, es decir, el gabinete o panel de empotrar o sobreponer, accesible sólo desde el frente; debe construirse en lámina de acero de espesor mínimo 0,9 mm para tableros hasta de 12 circuitos y en lámina de acero de espesor mínimo 1,2 mm para tableros desde 13 hasta 42 circuitos. Se admite la construcción de encerramientos plásticos o una combinación metal-plástico para los tableros de distribución, siempre que sean autoextinguibles (soportar 650°C durante 30 segundos), resistentes al impacto contra choques mecánicos mínimo grado IK 05 y tengan un grado de protección contra sólidos, líquidos y contacto directo, mínimo IP 2XC.

Se permiten conexiones en tableros mediante el sistema de peine, tanto para la parte de potencia como para la de control, siempre y cuando los conductores y aislamientos cumplan con los requisitos establecidos en el numeral 9.1. del presente Artículo.

Se podrán instalar tableros de producción única, sin Certificado de Conformidad de producto, siempre y cuando el fabricante demuestre mediante documento suscrito por él y avalado por un ingeniero electricista o electromecánico, con matricula profesional vigente, que el producto cumple los requisitos establecidos en el RETIE; el inspector de la instalación verificará el cumplimiento de este requisito y su incumplimiento será considerado una no conformidad con el Reglamento.

9.1. Partes conductoras de corriente

Toda parte conductora de corriente debe ser rígida y construida en plata, una aleación de plata, cobre, aleación de cobre, aluminio, u otro metal que se haya comprobado útil para esta aplicación. No se debe utilizar el hierro o el acero en una parte que debe conducir corriente.

Para asegurar los conectores a presión y los barrajes se deben utilizar tornillos de acero, tuercas y clavijas de conexión. El cobre y el latón no son aceptables para recubrir tornillos de soporte, tuercas y terminales de clavija de conexión, pero se acepta un revestimiento de cadmio, cinc, estaño o plata. Todo terminal debe llevar tornillos de soporte de acero en conexión con una placa terminal no ferrosa.

La capacidad de corriente de los barrajes de fase no debe ser menor que la de los conductores del alimentador del tablero, debidamente proyectada. Todos los barrajes, incluido el del neutro se deben montar sobre aisladores.

La disposición de las fases de los barrajes en los tableros trifásicos, debe ser A, B, C, tomada desde el frente hasta la parte posterior; de la parte superior a la inferior, o de izquierda a derecha, vista desde el frente del tablero.

Todas las partes externas del panel deben ser puestas sólidamente a tierra mediante conductores de protección y sus terminales se deben identificar con el símbolo de puesta a tierra.

Todos los elementos internos que soportan equipos eléctricos deben estar en condiciones de resistir los esfuerzos electrodinámicos producidos por las corrientes de falla del sistema. Las dimensiones, encerramientos y barreras deben permitir espacio suficiente para alojamiento de los terminales y curvaturas de los cables.

Las partes fabricadas con materiales aislantes serán resistentes al calor, al fuego y a la aparición de caminos de fuga. La puerta o barrera que cubre los interruptores automáticos debe permitir su desmonte dejando puntos eléctricos al alcance (contacto directo) solamente mediante el uso de una herramienta.

9.2. Terminales de alambrado

Un terminal, tal como un conector de alambre a presión o un tornillo de sujeción, debe encargarse de la conexión de cada conductor diseñado para instalarse en el tablero en campo y debe ser del mismo tipo como el usado durante los ensayos de cortocircuito.

Cada circuito de derivación debe disponer de un terminal de salida para la conexión de los conductores de neutro o tierra requeridos.

El fabricante debe indicar las características físicas, eléctricas y mecánicas correspondientes del tablero de acuerdo con el uso recomendado.

Debe indicarse la tensión de trabajo del tablero y la capacidad de corriente de los barrajes de las fases, el neutro y la tierra.

Debe proveerse un barraje aislado para los conductores neutros del circuito alimentador y los circuitos derivados.

La capacidad de interrupción del totalizador del tablero, debe ser al menos del mismo valor que la capacidad de los interruptores que protegen los circuitos derivados.

No se permite la unión de varios terminales eléctricos mediante cable o alambres para simular barrajes en aplicaciones tanto de fuerza como de control. Sin embargo, para el caso de circuitos de control estas conexiones equipotenciales se podrán lograr mediante barrajes del tipo "peine".

El tablero debe conectarse a tierra mediante un barraje terminal para el cable del alimentador. Dicho barraje deberá tener suficientes terminales de salida para los circuitos derivados.

9.3. Rotulado e Instructivos.

Un tablero de distribución debe tener adherida de manera clara, permanente y visible, por lo menos la siguiente información:

- Tensión(es) nominal(es) de operación.
- Corriente nominal de operación.
- Número de fases.
- Número de hilos (incluyendo tierras y neutros).
- Razón social o marca registrada del fabricante
- El símbolo de riesgo eléctrico.
- Cuadro para identificar los circuitos.

El fabricante debe poner a disposición del usuario, la siguiente información:

- Grado de protección o tipo de encerramiento.
- Diagrama unifilar del tablero.
- El tipo de ambiente para el que fue diseñado en caso de ser especial (corrosivo, intemperie o áreas explosivas).
- Rotulado para la identificación de los circuitos individuales.
- Instrucciones para instalación, operación y mantenimiento.

Todo tablero debe indicar la posición que deben tener las palancas de accionamiento de los interruptores, al cerrar o abrir el circuito.

10.Transformadores de distribución y de potencia

Para los efectos del presente Reglamento Técnico, los transformadores mayores o iguales a 5 kVA, nuevos, reparados o reconstruidos, deben cumplir con los siguientes requisitos:

- Los transformadores sumergidos en aceite deben tener un dispositivo de puesta a tierra para conectar solidamente el tanque, el gabinete, el neutro y el núcleo, acorde con la Tabla 37. Para transformadores de mayor potencia, el fabricante debe proveer dicho dispositivo con las características que requiera la operación del transformador.

Potencia del transformador	Dispositivo de Puesta a Tierra requerido
Monofásicos entre 5 kVA y 167 kVA y Trifásicos entre 15 kVA y 150 kVA	Un tornillo de acero inoxidable roscado M12 x 50 con paso 1,75 mm con mordaza de 100 A con guasa y tuerca según norma NTC 1490, NTC 1656.
Monofásicos entre 168 kVA y 500 kVA y Trifásicos entre 151 kVA y 800 kVA	Dos tornillos de acero inoxidable roscado M12 x 50 con paso 1,75 mm con mordaza de 100 A con guasa y tuerca según normas NTC 1490, NTC 1656 y NTC 4907.

Tabla 37. Dispositivos de Puesta a Tierra para Transformadores.

- Todos los transformadores entre 5 kVA y 10.000 kVA sumergidos en líquido refrigerante que tengan cambiador o conmutador de derivación de operación exterior sin tensión, deben tener un aviso: "manióbrese sin tensión" según criterio adoptado de la NTC1490.

- Todos los transformadores sumergidos en liquido refrigerante deben tener un dispositivo de alivio de sobrepresión automático fácilmente reemplazable, el cual debe operar a una presión inferior a la máxima soportada por el tanque según criterio adoptado de la NTC 1490, NTC 1656, NTC 3607, NTC 3997, NTC 4907.

- Los transformadores de distribución con bobinados sumergidos en líquido refrigerante, deben poseer un dispositivo para levantarlos o izarlos, el cual debe ser diseñado para proveer un factor de seguridad mínimo de 5, definido como la relación del esfuerzo último con el esfuerzo de trabajo del material usado. El esfuerzo de trabajo es el máximo esfuerzo combinado, desarrollado en los dispositivos del levantamiento por la carga estática del transformador completamente ensamblado, según criterio tomado de la NTC – 3609.

- Los dispositivos de soporte para colgar en poste, deben ser diseñados para proveer un factor de seguridad de 5, cuando el transformador es soportado en un plano vertical únicamente desde el dispositivo superior, según criterio tomado de la NTC - 3609.

- En las subestaciones tipo pedestal, cuando en condiciones normales de operación se prevea que la temperatura exterior del cubículo supere en 45°C la temperatura ambiente, debe instalarse una barrera de protección para evitar quemaduras y colocar avisos que indiquen la existencia de una "superficie caliente". Si el transformador posee una protección que garantice el corte o desenergización cuando exista una sobretemperatura, quedará eximido de dicha barrera.

- El local para las subestaciones dentro de edificaciones, se debe ubicar en un sitio de fácil acceso desde el exterior con el fin de facilitar tanto al personal calificado las labores de mantenimiento, revisión e inspección, como a los vehículos que transportan los equipos.

- Los locales ubicados en semisótanos y sótanos, con el techo debajo de antejardines y paredes que limiten con muros de contención, deben ser debidamente impermeabilizados para evitar humedad y oxidación.

- En las zonas adyacentes a la subestación no deben almacenarse combustibles.

- En las subestaciones está prohibido que crucen canalizaciones de agua, gas natural, aire comprimido, gases industriales o combustibles, excepto las tuberías de extinción de incendios y de refrigeración de los equipos de la subestación.

- Las subestaciones a nivel de piso, deben tener una placa en la entrada con el símbolo de "Peligro Alta Tensión" y con puerta de acceso hacia la calle, preferiblemente.

- Los transformadores refrigerados en aceite no deben ser instalados en niveles o pisos que estén por encima de sitios de habitación, oficinas y en general lugares destinados a ocupación permanente de personas.

- Cuando un transformador requiera instalación en bóveda, esta debe construirse con materiales que ofrezcan una resistencia al fuego de mínimo tres horas.

- El fabricante debe entregar al usuario las indicaciones y recomendaciones mínimas de montaje y mantenimiento del transformador.

- Todo transformador debe estar provisto de una placa de características, fabricada de material resistente a la corrosión, fijada en lugar visible que contenga la información de la siguiente lista, según criterio adoptado de la NTC -618:

    - Marca o razón social del fabricante.
    - Número de serie dado por el fabricante.
    - Año de fabricación.
    - Clase de transformador.
    - Número de fases.
    - Diagrama fasorial.
    - Frecuencia nominal.
    - Tensiones nominales, número de derivaciones.
    - Corrientes nominales.
    - Impedancia de cortocircuito

- Peso total en kilogramos
- Grupo de conexión
- Diagrama de conexiones

La siguiente información podrá ser suministrada al usuario en catálogo.

- Corriente de cortocircuito simétrica.
- Duración del cortocircuito simétrico máximo permisible.
- Métodos de refrigeración.
- Potencia nominal para cada método de refrigeración.
- Clase de aislamiento.
- Líquido aislante.
- Volumen del líquido aislante.
- Nivel básico de asilamiento de cada devanado, BIL.

– Las inscripciones sobre la placa de características deben ser indelebles y legibles.

– Si una persona distinta del fabricante repara o modifica parcial o totalmente el devanado de un transformador o cualquier otro de sus componentes, se debe suministrar una placa adicional para indicar el nombre del reparador, el año de reparación y las modificaciones efectuadas según criterio adoptado de la NTC 1954.

11. Tubería, canaletas y canalizaciones para instalaciones eléctricas

Las tuberías, canaletas y canalizaciones para instalaciones eléctricas, deberán cumplir los requisitos establecidos el Capítulo 3 de la NTC 2050 Primera actualización. Adicionalmente deben cumplir los siguientes requisitos:

En ambientes corrosivos, con humedad permanente o bajo tierra, no se aceptan tuberías eléctricas metálicas que no estén apropiadamente protegidas contra la corrosión.

En edificaciones de más de tres pisos, las tuberías eléctricas no metálicas deben ir ocultas dentro de cielorrasos, pisos, muros o techos, siempre y cuando los materiales constructivos usados tengan una resistencia al fuego de mínimo 15 minutos, excepto si se tiene un sistema contra incendio de regaderas automáticas en toda la edificación.

No se permite el uso de tubería eléctrica no metálica como soporte de aparatos, enterrada directamente en el piso, ni para tensiones mayores de 300 V, a no ser que estén certificados para mayor tensión.

No debe instalarse tubería eléctrica no metálica en lugares expuestos a daños físicos severos que la fracturen o a la luz solar directa, si ésta no está certificada para ser utilizada en tales condiciones y tipo de aplicación.

No se permite el uso de canaletas no metálicas en instalaciones ocultas (excepto cuando atraviesan muros o paredes), donde estén sujetas a severo daño físico, en los espacios vacíos de ascensores, en ambientes con temperaturas superiores a las certificadas para la canalización o para conductores cuyos límites de temperatura del aislamiento excedan aquellos para los cuales se certifica la canaleta.

12. Cajas y Conduletas

Las cajas, conduletas y demás accesorios metálicos usados para encerramientos, conexión de tuberías o instalación de tomacorrientes, interruptores y otros aparatos, deben ser resistentes a la corrosión. El galvanizado, esmalte o recubrimiento anticorrosivo debe aplicarse por dentro y por fuera después de realizado el maquinado.

Las cajas de lámina de acero de volumen inferior a 1640 cm^3, deben estar fabricadas en acero de no menos de 0,9 mm de espesor. Las paredes de cajas o conduletas de hierro maleable y de aluminio, latón, bronce o zinc fundido o estampado permanente, no deben

tener menos de 2,4 mm de espesor. Las cajas o conduletas de otros metales deben tener paredes de espesor igual o mayor a 3,2 mm.

Las cajas no metálicas deberán ser de material autoextinguible (soportar 650º C durante 30 segundos) y que no expidan gases o vapores tóxicos.

Las cajas y conduletas deben instalarse de conformidad con los lineamientos del Capítulo 3 de la NTC 2050 Primera Actualización.

Las pestañas usadas para asegurar los aparatos deben ser perforadas y roscadas de tal forma que la rosca tenga una profundidad igual o mayor a 1,5 mm y el tipo de rosca debe ser el 6-32 o su equivalente (diámetro 6 y 32 hilos por pulgada).

Las dimensiones mínimas de las cajas rectangulares serán de 53,9 mm de ancho por 101 mm de largo y 47,6 mm de profundidad.

Las cajas utilizadas en las salidas para artefactos de alumbrado deben estar diseñadas para ese fin y no se permite la instalación de cajas rectangulares.

13. Extensiones y Multitomas para Baja Tensión

Teniendo en cuenta que el uso de estos productos los convierte en parte integral de la instalación, se aceptará su utilización, siempre y cuando se cumplan los siguientes requisitos:

A) Que la extensión o la multitoma sea conectada a un circuito ramal cuyos conductores y tomacorrientes tengan la suficiente capacidad de soportar la corriente de todas las cargas conectadas.

B) Que la extensión o multitoma cumpla los siguientes requisitos, comprobables mediante el Certificado de Conformidad de producto:

- Los contactos macho (clavija) y hembra (tomacorriente) deben ser diseñados y fabricados de tal forma que garanticen una correcta conexión eléctrica, la construcción debe ser tal que en condiciones de servicio no haya partes expuestas al contacto con cualquier parte del cuerpo.
- La resistencia del aislamiento no debe ser menor de 5 MΩ, tanto para el tomacorriente como para la clavija, valor medido entre puntos eléctricos de diferente polaridad y entre estos y cualquier punto en el cuerpo del dispositivo.
- Los accesorios (clavija y tomacorriente) deben ser a prueba de la humedad que pueda ocurrir durante el uso normal.
- Las partes conductoras de la clavija, el cable y el tomacorriente, deben tener la capacidad de transportar la corriente eléctrica especificada y estar conectadas de tal manera que en la clavija no se produzca sobrecalentamiento por encima de 30ºC, cuando la extensión se usa continuamente a su máxima capacidad de corriente.
- Todos los tomacorrientes de una multitoma deben tener el mismo rango de corriente y un terminal de polo a tierra. La capacidad de corriente de cada tomacorriente no debe ser inferior a 15 A.
- Las extensiones polarizadas deben indicar esta característica, no se deben usar en tomacorrientes no polarizados y deben ser conectadas de una sola manera (encajando la cuchilla ancha en la ranura ancha).
- Los dispositivos de corte y protección de la multitoma, si los tiene, deben ser dimensionados como los de un circuito ramal.
- El tipo de conductor (cable o cordón flexible) debe ser el adecuado para el uso. El fabricante indicará los usos permitidos.
- El cable o cordón flexible usado en la extensión o multitomas debe estar marcado en sobrerrelieve, bajorrelieve o tinta indeleble permanente, como mínimo con la siguiente información: número de conductores, calibre del conductor y tipo de aislamiento.

- No se permitirá el uso de extensiones y multitomas con cables de sección menor a las de calibre 18 AWG.
- La marcación de la multitoma debe ser permanente, claramente visible, legible e impresa en el exterior del cuerpo de la multitoma. Debe contener como mínimo la siguiente información: Razón social o marca registrada del fabricante, valores nominales en voltios (V) y amperios (A).
- Las extensiones además de la marcación permanente en el cable deben llevar un brazalete o etiqueta con la siguiente información: Razón social o marca registrada del fabricante, valores nominales en voltios (V), amperios (A) y vatios (W).

Adicionalmente el fabricante o comercializador de la extensión deberá suministrar información que permita al usuario conocer la longitud, los usos permitidos y sus prohibiciones o limitaciones.

Los accesorios que se comercialicen por separado e incorporan cable, clavija y tomacorriente, usados como cables alimentadores de aparatos y equipos, se deberán considerar como extensiones eléctricas y por ende deben cumplir los requisitos establecidos para estas.

14. Aisladores

Los aisladores utilizados en las líneas de transmisión y redes de distribución, podrán ser de porcelana, vidrio, resina epóxica, esteatita y otros materiales aislantes equivalentes que resistan las acciones de la intemperie, especialmente las variaciones de temperatura y la corrosión, debiendo ofrecer una resistencia suficiente a los esfuerzos mecánicos a que estén sometidos, comprobables a partir del examen comparativo del producto contra los requisitos aplicables establecidos en las normas técnicas.

El criterio para determinar la pérdida de su función, será la rotura o pérdida de sus cualidades aislantes, al ser sometidos simultáneamente a tensión eléctrica y esfuerzo mecánico.

El aislador debe estar marcado con: La razón social o marca registrada del fabricante, tensión de rotura máxima permisible y nivel de aislamiento.

El fabricante debe poner a disposición del usuario la siguiente información:

- Dimensiones (diámetro y altura efectiva)
- Distancia de fuga
- Tensión disruptiva a 60Hz en seco y bajo lluvia.
- Tensión disruptiva para onda tipo rayo (1,2 x 50 microsegundos)
- Resistencia al esfuerzo electromecánica (kg)
- Peso neto
- Rigidez dieléctrica
- Norma técnica que cumple
- Año de fabricación.

CAPÍTULO III

REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA EL PROCESO DE GENERACIÓN

Central o planta de generación es el conjunto de instalaciones que contienen máquinas, generadores, motores, aparatos de control, maniobra, protección y medida, que sirven para la producción de energía eléctrica, distintas a las consideradas como plantas de emergencia.

Para efectos del presente Reglamento una central de generación por tener implícitos los procesos de transmisión, transformación, distribución y utilización, debe cumplir con los requisitos de cada proceso en los que les sea aplicable. Por tal razón las edificaciones de las Centrales de Generación deberán cumplir los requisitos establecidos en la NTC 2050 Primera Actualización. Los requisitos de este Capítulo son de obligatorio cumplimiento y deben ser tomados como complementarios de los contenidos en los demás Capítulos del Reglamento Técnico.

Las disposiciones que aparecen a continuación, son de obligatoria aplicación en todo el territorio colombiano y deben ser cumplidas por los generadores que operen en el país.

Artículo 18º. EDIFICACIONES

El edificio de la central de generación eléctrica deberá ser independiente de toda construcción no relacionada con el proceso de generación. Se exceptúan las instalaciones en industrias que tengan procesos de cogeneración.

Queda terminantemente prohibido el empleo de materiales combustibles en las proximidades de las canalizaciones y de las máquinas o equipos bajo tensión, permitiéndose su utilización siempre y cuando estén alejados de la parte en tensión o debidamente protegidos (por ejemplo en instalaciones con plantas diesel).

En el centro de control de la planta debe disponerse de un mímico que represente el diagrama unifilar de la central que cubra los sistemas de media y alta tensión y de sus líneas de transmisión asociadas con conexión física directa a la central, el cual debe ir sobre paneles o en pantallas de computador y cerca de los centros de mando.

Los puentegrúas que se tengan para maniobrar los elementos en las centrales deberán estar provistos de limitadores de recorrido, tanto en el sentido de traslación como de elevación y deberá señalizarse la altura disponible de elevación y el peso máximo. Además, deberá disponer de un indicador sonoro con el fin de avisar al personal de operación cuando éste se encuentre en movimiento de translación.

Las compuertas de captación de la central hidráulica deberán tener un sistema de control automático y además un control manual mecánico para la apertura o cierre según sea el caso. En las plantas térmicas que poseen chimeneas de alturas mayores de 25 m, éstas deben pintarse con los requerimientos de la señalización aeronáutica. En las proximidades de partes bajo tensión o de máquinas en movimiento, se prohíbe el uso de pavimentos excesivamente pulidos y el montaje de escaleras estrechas. Se debe evitar la construcción de depósitos de agua sin confinar en el interior de las centrales en las zonas próximas a las instalaciones de alta tensión, que puedan poner en riesgo la seguridad de las personas o la instalación.

En los cuartos de baterías no deben existir vapores de alcohol, amoniaco, ácido acético, clorhídrico, nítrico o residuos volátiles y dichos cuartos no deben tener comunicación directa con el centro de control. Estos cuartos deben ser secos, bien ventilados y sin estar sujetos a vibraciones perjudiciales que puedan originar desprendimientos de gases y desgastes prematuros, se debe disponer además de un dispositivo para lavado de ojos y manos en caso de emergencia.

Para edificaciones en caverna se deben utilizar transformadores tipo seco para los sistemas de servicios auxiliares y en general sistemas de baja tensión. Los pasillos de gran longitud y en general donde exista la posibilidad de producirse arcos eléctricos, deben tener dos accesos como mínimo. Los cables y pasatapas deben ser de materiales retardantes a la llama. Los sistemas de protección contra incendios deben operar mínimo a las señales de temperatura y humo.

Todos los circuitos de baja tensión situados en las proximidades de máquinas, aparatos u otros circuitos de alta tensión que no estén protegidos en forma que sea prácticamente imposible un contacto entre ellos, serán considerados como pertenecientes a instalaciones de alta tensión.

Las canalizaciones eléctricas no se deben instalar en las proximidades de tuberías de calefacción, de conducciones de vapor y en general de lugares de temperatura elevada y de ventilación defectuosa. El cableado deberá estar ordenado, amarrado y con sus circuitos debidamente identificados en todas las canaletas. Los cables deben tener un aislamiento en material auto extinguible o con retardante de llama.

La iluminación en la central y en las subestaciones debe ser uniforme, evitando en especial el deslumbramiento en las zonas de lectura de tableros, los valores de iluminancia deben ser tomados de la Tabla 25, Art. 16, Capítulo II. No deberán usarse luminarias de sodio de alta presión en zonas donde sea necesario realizar trabajos en los cuales se requiera identificar colores de cables.

En las centrales que exijan personal operando permanentemente, debe disponerse de un alumbrado de emergencia que provenga de una fuente diferente al alumbrado normal. Cada lámpara de este sistema debe tener una autonomía mínima de 60 minutos.

Todos los lugares de circulación de personas, tales como accesos, salas, pasillos, etc., deben estar libres de objetos que puedan dar lugar a accidentes o interrumpan visiblemente la salida en casos de emergencia. Las rutas de evacuación deberán estar debidamente demarcadas con avisos y señales de salida que sean luminosas, con pintura fotoluminicente y con luces conectadas al circuito de emergencia de la central.

Toda central de generación debe tener un sistema automático de extinción de incendios y un plan de emergencias. Para evitar los peligros que pudieran originar el incendio del aceite de un transformador de más de 100 kVA o un interruptor de alto volumen de aceite, se debe construir un foso o sumidero en el que se colocarán varias capas de gravilla que servirán como filtro y para ahogar la combustión del aceite.

Los transformadores con potencia igual o mayor 100 kVA, ubicados al interior de la casa de máquinas deberán ser instalados en celdas diseñadas con muros y puertas antiexplosión. Cada celda deberá tener un sistema automático de extinción de incendio y además un sistema de renovación de aire por medio de una unidad manejadora. Los transformadores con potencia igual o mayor 100 kVA, ubicados en subestaciones deberán ser instalados en espacios protegidos por muros y puertas cortafuego.

Las conducciones de gas deben ir siempre alejadas de las canalizaciones eléctricas.
Queda prohibido la colocación de ambas conducciones en un mismo ducto o banco de ductos. En áreas que se comuniquen con tuberías donde se presente acumulación de gas metano es obligatorio el uso de equipos a prueba de explosión.

Las centrales de generación deben cumplir con los límites de emisiones establecidos por las autoridades ambientales.

Artículo 19º. DISTANCIAS DE SEGURIDAD

Para los efectos del presente Reglamento Técnico las centrales de generación deben cumplir las distancias de seguridad establecidas en el Capítulo II.

Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

Artículo 20º. PUESTAS A TIERRA

Para los efectos del presente Reglamento Técnico y con el fin garantizar la seguridad del personal en las centrales de generación, se deben cumplir los criterios establecidos en el Capítulo II, Artículo 15°.

CAPÍTULO IV

REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA EL PROCESO DE TRANSMISIÓN

Para los efectos de seguridad que se buscan con el presente Reglamento, se considera transmisión a la transferencia de energía eléctrica en tensiones iguales o mayores a 57,5 kV y no se debe relacionar con aspectos de tipo comercial o de calidad del servicio. Las disposiciones contenidas en el presente capítulo se refieren a las prescripciones técnicas que deben cumplir las líneas eléctricas aéreas de alta tensión de corriente alterna trifásica a 60 Hz de frecuencia nominal.

Los sistemas de transmisión entregan la energía desde las plantas generadoras a las subestaciones y a grandes instalaciones industriales desde las cuales los sistemas de distribución proporcionan el servicio a las zonas residenciales y comerciales. Los sistemas de transmisión también sirven para interconectar plantas de generación, permitiendo el intercambio de energía, cuando las plantas generadoras están fuera de servicio por haber sufrido un daño o por reparaciones de rutina.

Los requisitos de este capítulo son de obligatorio cumplimiento y deben ser tomados como complementarios de los contenidos en los otros capítulos del presente Reglamento Técnico.

Las disposiciones que aparecen a continuación, son de aplicación en todo el territorio Colombiano y deben ser cumplidas por las empresas de transmisión de energía que operen en el País.

Las disposiciones contenidas en el presente Reglamento se refieren a las prescripciones técnicas mínimas que deben cumplir las líneas eléctricas aéreas de alta tensión. Aquellas líneas en las que se prevea utilizar otros sistemas de transmisión de energía (corriente continua o cables subterráneos o corriente alterna monofásica o polifásica) deben ser objeto de una justificación especial ante el Ministerio de Minas y Energía o la entidad que éste determine y se deben adaptar a las prescripciones y principios básicos del presente Reglamento y a las particulares para cada caso.

Artículo 21º. DISTANCIAS DE SEGURIDAD

Para los efectos del presente Reglamento Técnico las líneas aéreas de transmisión deben cumplir las distancias de seguridad establecidas en el Capítulo II.

Artículo 22º. ZONAS DE SERVIDUMBRE

Toda línea de transmisión con tensión nominal igual o mayor a 57,5 kV, debe tener una zona de servidumbre, también conocida como zona de seguridad o derecho de vía.

Dentro de la zona de servidumbre se debe impedir la siembra de árboles o arbustos que con el transcurrir del tiempo alcancen a las líneas y se constituyan en un peligro para ellas.

Debido a que se genera un riesgo para la edificación y para quienes la ocupan, no se deben construir edificaciones o estructuras en la zona de servidumbre y menos debajo de los conductores de la línea. En los planes de ordenamiento territorial se deben tener en cuenta las limitaciones en el uso del suelo. Las autoridades encargadas de su vigilancia, deben denunciar las violaciones a estas prohibiciones.

Una empresa distribuidora local debe negar el servicio público domiciliario de energía eléctrica a una construcción que invada la zona de servidumbre, por el riesgo que a la salud o la vida de las personas ocasionaría dicha construcción.

Para efectos del presente Reglamento y de acuerdo con las tensiones normalizadas en el país, en la Tabla 38 se fijan los valores mínimos requeridos en el ancho de la zona de servidumbre, cuyo centro es el eje de la línea.

TIPO DE ESTRUCTURA	TENSIÓN (kV)	ANCHO MÍNIMO (m)
TORRES	500	60
TORRES	220/230 (2 ctos)	32
	220/230 (1 cto)	30
POSTES	220/230 (2 ctos)	30
	220/230 (1 cto)	28
TORRES	110/115 (2 ctos)	20
	110/115 (1 cto)	20
POSTES	110/115 (2 ctos)	15
	110/115 (1 cto)	15
Torres/postes	57,5/66	15

Tabla 37. Ancho de la zona de servidumbre.

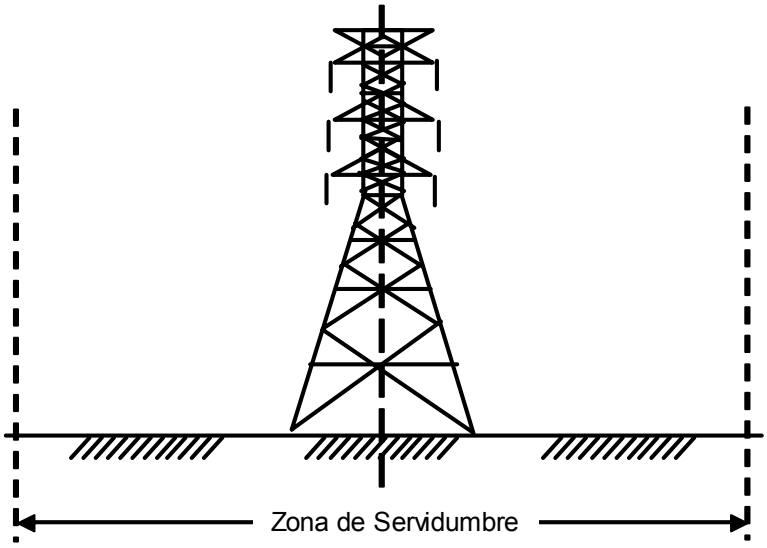


Figura 19. Ancho de la zona de servidumbre.

Para líneas de transmisión con tensión nominal menor o igual a 230 kV, que crucen zonas urbanas o áreas industriales y para las cuales no es posible dejar la zona de servidumbre, se acepta construir la línea, siempre que se efectúe un estudio de aislamiento del caso, que demuestre que no hay efectos de campo eléctrico o radio interferencia y se cumplan distancias de seguridad horizontales de por lo menos 4 m para 115 kV y 6 m para 230 KV, teniendo en cuenta los máximos movimientos de acercamiento a la edificación que pueda tener el conductor. En ningún caso la línea podrá ser construida sobre edificaciones."

Artículo 23º. AISLAMIENTO

Para el aislamiento, se deben cumplir los siguientes criterios, adoptados de la Resolución 098/2000 de la CREG:

- El dimensionamiento eléctrico de las estructuras se debe definir mediante combinación de las distancias mínimas correspondientes a las sobretensiones debidas a descargas atmosféricas, a las sobretensiones de maniobra y a las de frecuencia industrial. Adicionalmente, debe tener en cuenta los niveles de contaminación, la altura sobre el nivel del mar y las distancias mínimas para mantenimiento en tensión.

- Para evaluar el comportamiento ante descargas eléctricas atmosféricas, se debe considerar como parámetro de diseño un total de tres salidas por cada 100 km de línea por año.

- El comportamiento de la línea ante sobretensiones de maniobra se debe realizar evaluando el riesgo de falla de aislamiento, permitiéndose una (1) falla por cada cien (100) operaciones de maniobra de la línea.

Artículo 24º. SEÑALES DE AERONAVEGACIÓN

En los conos de aproximación a aeropuertos, deben instalarse balizas sobre los conductores de las fases o sobre los cables de guarda.

Para efectos del presente reglamento, las balizas de señalización diurna a instalar, deben cumplir con los requisitos mínimos presentados a continuación:

- Deben ser fabricadas de algún material aislante, resistente a la intemperie y en general que aporte las características mecánicas para que permanezca durante largo tiempo.

- Los diámetros exteriores mínimos son los presentados en la siguiente tabla.

NIVEL DE TENSIÓN	DIÁMETRO MÍNIMO (mm)
Menor o igual 66 kV	250
Mayor de 66 kV y menor o igual a 500 kV	600

Tabla 38. Diámetro mínimo de las balizas según nivel de tensión.

- Para la fijación de las balizas se deben utilizar mordazas en material galvanicamente compatible con el material del cable donde se instale y ajustable a diferentes calibres.

- El color de las balizas debe ser "Rojo Aviación" o "Naranja Aeronáutica Internacional".

Si se requieren balizas de señalización nocturna, pueden ser lámparas estroboscópicas o de encendido por inducción de la línea.

Artículo 25º. PUESTAS A TIERRA

Para los efectos del presente Reglamento Técnico y con el fin garantizar la seguridad tanto del personal que trabaja en las líneas como de los usuarios, se deben cumplir los criterios establecidos en el Capítulo II, Artículo 15°.

Artículo 26º. HERRAJES

Se consideran bajo esta denominación todos los elementos utilizados para la fijación de los aisladores a la estructura y al conductor, los de fijación de cable de guarda a la estructura, los elementos de protección eléctrica de los aisladores y los accesorios del conductor, como separadores, amortiguadores, etc.

Los herrajes deben ser de diseño adecuado a su función mecánica y eléctrica y apropiadamente protegidos contra la acción corrosiva y elementos contaminantes; para estos efectos se tendrán en cuenta las características predominantes del ambiente en la zona donde se requiera instalar. Los herrajes deben estar protegidos contra el efecto corona y no deben propiciar dicho efecto, para lo cual no deben presentar cambios bruscos de curvaturas, ni puntos de concentración de esfuerzos mecánicos o de gradiente eléctrico, deben tener superficies lisas y estar libres de bordes agudos, protuberancias, rebabas,

escorias o escamas, de tal manera que el acople sea fácil. Los herrajes deberán suministrarse completos e instalarse con todas sus partes.

Los herrajes sometidos a tensión mecánica por los conductores y cables de guarda o por los aisladores deben tener un coeficiente de seguridad mecánica no inferior a tres respecto a su carga de trabajo nominal.

Las grapas de retención del conductor deben soportar una tensión mecánica en el cable del 90% de la carga de rotura del mismo, sin que se produzca deslizamiento".

Artículo 27º. AISLADORES

Para la determinación de la carga de rotura en los aisladores usados en líneas de transmisión debe diferenciar las estructuras en suspensión y retención, con base en las cargas mecánicas a condición normal, aplicando los factores de seguridad calculados con base en el numeral 7.3.6 "Insulator String Design Criteria" de la norma IEC 60826 "Design Criteria of Overhead Transmission Lines", así:

1. Para estructuras en suspensión:

La carga de rotura mínima es igual a la sumatoria vectorial de las cargas verticales y transversales (máximo absoluto en la cadena) por el factor de seguridad.

2. Para estructuras en retención:

Carga de rotura mínima = Máxima carga longitudinal x Factor de seguridad.

La resistencia mecánica correspondiente a una cadena múltiple puede tomarse igual al producto del número de cadenas que la forman por la resistencia de cada cadena simple, siempre que tanto en estado normal como con alguna cadena rota, la carga se reparta por igual entre todas las cadenas intactas.

Los aisladores deben someterse a mantenimiento para conservar sus cualidades aislantes. El criterio para determinar la pérdida de la función de un aislador, será la rotura o pérdida de sus cualidades aislantes, al ser sometidos simultáneamente a tensión eléctrica y esfuerzo mecánico."

Artículo 28º. APOYOS O ESTRUCTURAS

La empresa del sector eléctrico propietaria de una estructura o apoyo, debe asegurarse que las mismas cumplan los siguientes requisitos:

- Los materiales empleados en la fabricación de las estructuras deben presentar una resistencia elevada a la corrosión, y en el caso de no presentarla por sí mismos, deben recibir los tratamientos protectores para tal fin.

- Las estructuras pueden ser de diversos tipos de acuerdo con su función, sin embargo, en su diseño constructivo siempre se debe tener en cuenta la accesibilidad a todas sus partes por el personal calificado, de modo que pueda ser realizada fácilmente la inspección y conservación de la misma. Así mismo, siempre deben cumplir las condiciones de resistencia y estabilidad necesarias al empleo a que se destinen. Se deben considerar los siguientes criterios adoptados de las Resoluciones CREG 025/95 y 098/2000, para definir condiciones normales y anormales.

- Deberán considerarse las condiciones sísmicas de la zona donde se instalarán las estructuras o apoyos.

Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

1. Estructuras de Suspensión

1.1. Condición normal

Todos los conductores y cable(s) de guarda sanos. Viento máximo de diseño y temperatura coincidente.

1.2. Condición anormal

Para líneas con conductores en haz, se consideran las siguientes condiciones:

a. El 50% de los subconductores rotos en cualquier fase; los demás subconductores, fases y cables de guarda sanos. Viento máximo promedio y temperatura coincidente.

b. Un cable de guarda roto y las fases y el cable de guarda restante (si existe) sanos. Viento máximo promedio y temperatura coincidente.

Para líneas con un solo conductor por fase, se consideran dos condiciones:

a. Un conductor roto en cualquier fase. Las demás fases y el (los) cable (s) de guarda sanos. Viento máximo promedio y temperatura coincidente.

b. Un cable de guarda roto y las fases y el cable de guarda restante (si existe) sanos. Viento máximo promedio y temperatura coincidente.

2. Estructuras de Retención

2.1. Condición normal

Todos los conductores y cables de guarda sanos. Viento máximo de diseño y temperatura coincidente.

2.2. Condición anormal

Para líneas con conductores en haz, se considera la siguiente condición:

Todos los subconductores en cualquier fase y un cable de guarda rotos simultáneamente. Las demás fases y el cable de guarda restante (si existen), sanos. Viento máximo promedio y temperatura coincidente.

Para líneas con un solo conductor por haz, se consideran las siguientes condiciones:

a. Cualquier fase y un cable de guarda rotos simultáneamente. Las demás fases y el cable de guarda restante (si existe), sanos. Viento máximo promedio y temperatura coincidente.

b. Dos fases diferentes rotas. La fase restante y el (los) cable (s) de guarda, sanos. Viento máximo promedio y temperatura coincidente.

3. Estructuras Terminales

3.1. Condición normal

Todos los conductores y cables de guarda sanos. Viento máximo de diseño y temperatura coincidente.

3.2. Condición anormal

Para las líneas con conductores en haz, se consideran las siguientes condiciones:

a. Todos los subconductores en cualquier fase y un cable de guarda rotos simultáneamente. Las demás fases y el cable de guarda restante (si existe), sanos. Viento máximo promedio y temperatura coincidente.

b. Todos los subconductores rotos en dos fases diferentes. La fase restante y el (los) cable(s) de guarda, sano(s). Viento máximo promedio y temperatura coincidente.

Para línea con un solo conductor por haz, se consideran las siguientes condiciones:

a. Cualquier fase y un cable de guarda rotos simultáneamente. Las demás fases y el cable de guarda restante (si existe), sanos. Viento máximo promedio y temperatura coincidente.

b. Dos fases diferentes rotas. La fase restante y el (los) cable (s) de guarda, sanos. Viento máximo promedio y temperatura coincidente".

Artículo 29º. MÉTODOS DE TRABAJO EN TENSIÓN

Los métodos de trabajo más comunes, según los medios utilizados para proteger al operario y evitar los cortocircuitos son:

- Trabajo a distancia: En este método, el operario ejecuta el trabajo con la ayuda de herramientas montadas en el extremo de pértigas aislantes.

- Trabajo a potencial: En este método, el operario está al potencial del elemento de la instalación en la cual trabaja. Su aislamiento con relación a tierra está asegurado por un dispositivo aislante apropiado al nivel de tensión.

Por ser una técnica de trabajo muy especializada y muy exigente en cuanto a seguridad, para efectos del presente Reglamento, los trabajos en tensión, en línea viva o línea energizada, deben cumplir los siguientes requerimientos:

1. Verificación en el lugar de trabajo.

Antes de todo trabajo el Jefe de grupo debe realizar una observación visual de acuerdo con los protocolos establecidos por la empresa para verificar el estado de las instalaciones, los materiales y herramientas colectivas destinadas a la ejecución del mismo. Además, debe vigilar que los operarios bajo sus órdenes verifiquen el buen estado de su dotación individual: Cinturón o arnés de seguridad, guantes, casco de protección, herramientas y otros.

Los defectos comprobados supondrán la indisponibilidad o reparación del elemento, retirándolo y poniendo sobre él una marca visible que prohiba su uso hasta que sea reparado.

Todo material debe disponer de una ficha técnica particular que indique las siguientes precauciones, entre otras, que con él deben observarse:

- Límite de utilización eléctrico y mecánico.
- Condiciones de conservación y mantenimiento.
- Controles periódicos y ensayos.

2. Procedimientos de ejecución

La ejecución de todo trabajo en tensión está subordinada a la aplicación de su procedimiento de ejecución, previamente estudiado. Todo procedimiento de ejecución debe comprender:

1. Un título que indique:

- La naturaleza de la instalación intervenida.
- La descripción precisa del trabajo.
- El método de trabajo.

2. Medios físicos (materiales y equipos de protección personal y colectiva) y recurso humano.

3. Descripción ordenada de las diferentes fases del trabajo, a nivel de operaciones elementales.

4. Croquis, dibujos o esquemas necesarios.

Toda persona que deba intervenir en trabajos en tensión, debe poseer una certificación que lo habilite para la ejecución de dichos trabajos, además debe estar afiliado a una empresa de seguridad social y riesgos profesionales. No se admite la posibilidad de actuación de personal que no haya recibido formación especial y no esté habilitado para la realización de trabajos en tensión.

El jefe del trabajo, una vez recibida la confirmación de haberse tomado las medidas precisas y antes de comenzar o reanudar el trabajo, debe reunir y exponer a los linieros el procedimiento de ejecución que se va a realizar, cerciorándose que ha sido perfectamente comprendido, que cada trabajador conoce su cometido y que cada uno se hace cargo de cómo se integra en la operación conjunta.

El jefe del trabajo dirigirá y vigilará los trabajos, siendo responsable de las medidas de cualquier orden que afecten a la seguridad y al terminar los trabajos, se asegurará de su buena ejecución y comunicará al centro de control el fin de los mismos.

Todo liniero de línea viva, es decir, capacitado para trabajos en tensión, debe practicarse exámenes para calificar su estructura ósea, ya que fracturas en cualquier parte del cuerpo o lesiones a la columna vertebral, lo inhabilitan definitivamente y para detectar deficiencias pulmonares o cardíacas, que lo exponen a ataques de extrema gravedad. Enfermedades como la epilepsia, consumo de drogas y alcoholismo también deben ser detectadas por el médico.

Ningún operario podrá participar en un trabajo en tensión si no dispone en la zona de trabajo de su dotación personal, que comprende, los siguientes elementos:

1. En todos los casos: Casco aislante de protección y guantes de protección.

2. En cada caso particular, los equipos previstos en los procedimientos de ejecución a utilizar serán, entre otros: Botas dieléctricas o calzado especial con suela conductora para los trabajos a potencial, dos pares de guantes aislantes del modelo apropiado a los trabajos a realizar, gafas de protección contra rayos ultravioleta, manguitos aislantes, herramientas aislantes.

Cada operario debe cuidar de la conservación de su dotación personal, de acuerdo con las fichas técnicas. Estos materiales y herramientas deben conservarse en seco, al abrigo de la intemperie y transportarse en fundas, estuches o compartimientos previstos para este uso. No deben sacarse de los mismos hasta el momento de su empleo.

En el caso de presentarse lluvia o niebla, se pueden realizar los trabajos cuando la corriente de fuga por los elementos aislantes esté controlada y se mantenga por debajo de 1μA por cada kV nominal de la instalación.

En instalaciones de tensión inferior o igual a 34,5 kV, cuando se presente lluvias fuertes o niebla, no se comenzará el trabajo, pero los que estén en curso de realización pueden terminarse. En caso de no realizar control de la corriente de fuga y si la tensión es superior a 36 kV, estos trabajos deben ser interrumpidos inmediatamente.

En caso de tormentas eléctricas, los trabajos no deben comenzarse y de haberse iniciado se interrumpirán. Cuando las condiciones atmosféricas impliquen la interrupción del trabajo, se

debe retirar al personal y se podrán dejar los dispositivos aislantes colocados hasta que las condiciones vuelvan a ser favorables.

En **trabajos a distancia, c**uando no se coloquen dispositivos de protección que impidan todo riesgo de contacto o arco eléctrico con un conductor desnudo en tensión, la distancia mínima de aproximación que deben mantener los operarios se fijará de acuerdo con lo indicado en la siguiente tabla.

Longitud de las cadenas de aisladores (m)	Distancia mínima de aproximación* (m)	OBSERVACIONES
$L \geq 0{,}80$	L	
$L < 0{,}80$	0,80	Esta distancia puede reducirse a 0,60 m para la colocación de dispositivos aislantes cerca de los puntos de fijación de las cadenas de aisladores y de los aisladores en sus soportes.
* Se entiende por distancia mínima de aproximación la distancia entre un conductor y una parte cualquiera del cuerpo del operario estando éste situado en la posición de trabajo más desfavorable.		

Tabla 39. Distancias de aproximación en trabajos a distancia.

Nota: La presente tabla no aplica a líneas con tensiones mayores o iguales a 220 kV.

Antes de trabajar en un conductor bajo tensión, el operario debe unirse eléctricamente al mismo para asegurar su equipotencialidad con el conductor. Todo operario que trabaje a potencial debe llevar una protección tipo jaula de Faraday completa.

Cuando se emplee el método de trabajo a contacto, los operarios llevarán guantes aislantes revestidos con guantes de protección y se situarán sobre un elemento aislante adecuado.

Toda persona que pueda tocar a un operario, bien directamente o por medio de herramientas u otros objetos, deberá llevar botas y guantes aislantes.

Todo equipo de trabajo en tensión debe ser sometido a ensayos periódicos de acuerdo con las normas técnicas o recomendaciones del fabricante. A cada elemento de trabajo debe abrírsele y llenar una hoja de vida.

Los guantes aislantes deben ser sometidos a una prueba de porosidad por inyección de aire, antes de cada jornada de trabajo y debe hacerseles un ensayo de rigidez dieléctrica en laboratorio, por lo menos dos veces al año.

Para las mangas, cubridores, protectores, mantas, pértigas, tensores, escaleras y demás equipo, se debe hacer por lo menos un ensayo de aislamiento al año.

Los vehículos deben ser sometidos a una inspección general y ensayos de aislamiento a las partes no conductoras, por lo menos una vez al año.

CAPÍTULO V

REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA EL PROCESO DE TRANSFORMACIÓN

Una subestación eléctrica es un conjunto de equipos utilizados para transferir el flujo de energía en un sistema de potencia, garantizar la seguridad del sistema por medio de dispositivos automáticos de protección y para redistribuir el flujo de energía a través de rutas alternas durante contingencias. Una subestación puede estar asociada con una central de generación, controlando directamente el flujo de potencia al sistema, con transformadores de potencia convirtiendo la tensión de suministro a niveles más altos o más bajos, o puede conectar diferentes rutas de flujo al mismo nivel de tensión.

Los requisitos de este capítulo son de obligatorio cumplimiento y deben ser tomados como complementarios de los contenidos en los otros capítulos del presente Reglamento Técnico.

Las disposiciones contenidas en este Reglamento son de aplicación en todo el territorio Colombiano y deben ser cumplidas por las empresas que involucren el proceso de transformación de energía y que operen en el país; aplican a las subestaciones con tensiones nominales mayores a 1000 V y hasta 500 kV. No se incluyen requisitos para instalaciones con SF6.

Artículo 30º. DISPOSICIONES GENERALES

El tiempo máximo de despeje de falla de la protección principal en el sistema eléctrico de los distribuidores, grandes consumidores y transportador, desde el inicio de la falla hasta la extinción del arco en el interruptor de potencia, no debe ser mayor que 150 milisegundos.

En los espacios en los cuales se encuentran instalados los equipos de transformación, deben colocarse cercas, pantallas, tabiques o paredes, de tal modo que se forme un recinto que limite la posibilidad de acceso a personal no autorizado.

En cada entrada de una subestación de transformación, debe exhibirse una señal de riesgo eléctrico y en las estaciones con malla eslabonada se deben instalar señales de seguridad en el perímetro que sea accesible a personas.

Los muros metálicos que son utilizados para encerrar las subestaciones, deben tener una altura mínima de 2,50 metros y deben estar debidamente conectados a tierra, de acuerdo con el Capítulo II.

Artículo 31º. SALAS DE OPERACIONES, MANDO Y CONTROL

Todas las salas y espacios en donde haya instalado equipo eléctrico, deben cumplir con los siguientes requerimientos:

- Construcción: Debe ser en materiales con alto punto de ignición.

- Uso: Las instalaciones deben estar libres de materiales combustibles, polvo y humo, y no serán utilizadas para reparación, fabricación o almacenamiento, excepto para partes menores esenciales en el mantenimiento del equipo instalado.

- Ventilación: Deben estar suficientemente ventilados con el fin de mantener las temperaturas de operación dentro de los rangos debidos, regulados para minimizar la acumulación de contaminantes transportados por el aire, bajo cualquier condición de operación.
- Humedad e intemperie: Las instalaciones deben estar secas. En las estaciones externas o ubicadas en túneles mojados, pasos subterráneos u otros lugares húmedos o de alto

grado de humedad, el equipo eléctrico debe ser diseñado para soportar las condiciones atmosféricas imperantes.

- Equipo eléctrico: Todo el equipo fijo debe ser soportado y asegurado de una manera consistente con las condiciones de servicio. Se debe prestar consideración al hecho de que algunos equipos pesados, tal como transformadores, puedan ser asegurado en el lugar; sin embargo, el equipo que genere fuerzas dinámicas durante su operación, podrá requerir medidas adicionales.

Artículo 32º. DISTANCIAS DE SEGURIDAD

Las distancias de seguridad aplicadas en subestaciones deben cumplir los lineamientos expresados en las siguientes figuras y tablas, los cuales son adaptados de la norma IEC 60071-2 y del comité 23 del CICRE.

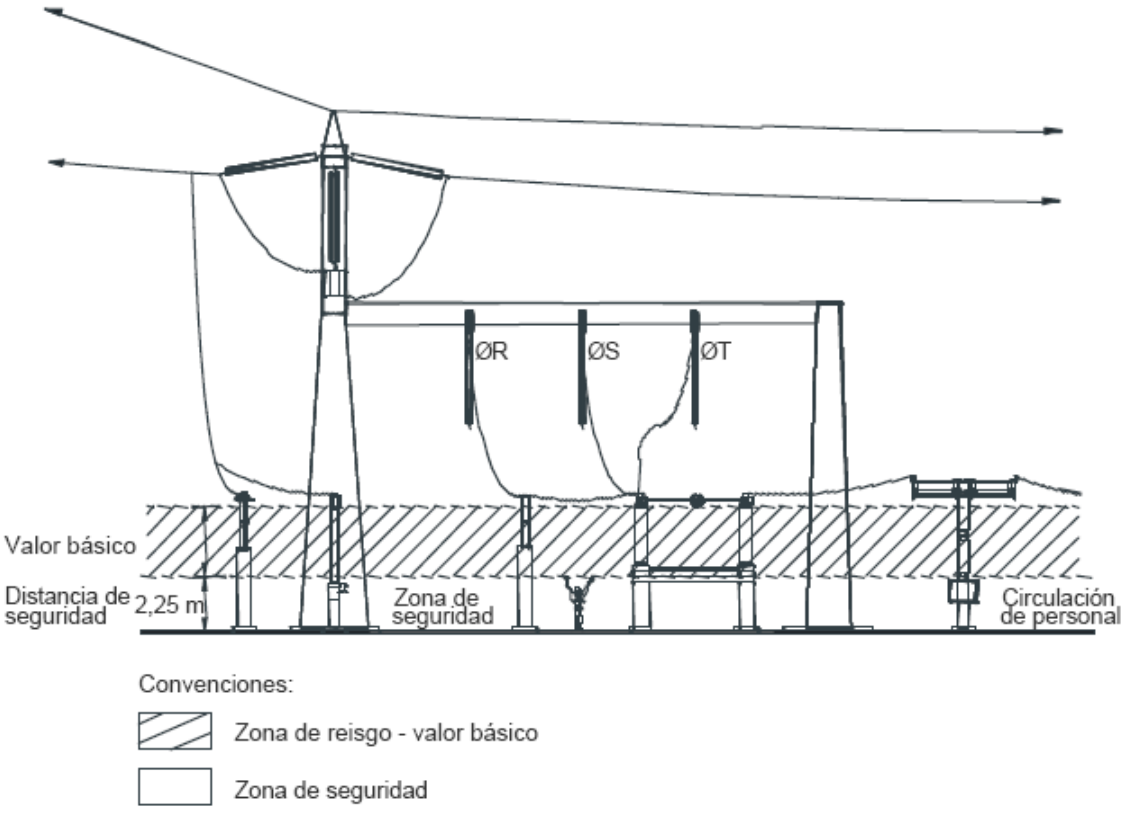


Figura 20. Zona de seguridad Circulación de personal.

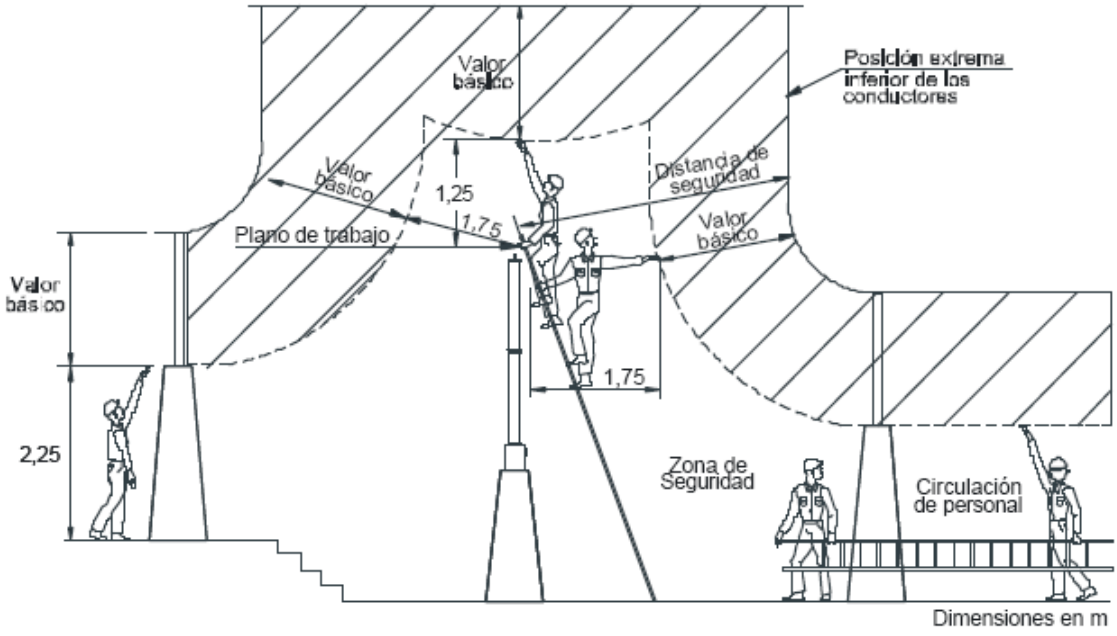


Figura 20 A. Zonas de seguridad.

		Distancias de seguridad												
		Valor básico			Circulación de personal		Zona de trabajo en ausencia de maquinaria pesada					Circulación de vehículos		
		Cantidad que se adiciona		Valor básico	Bajo conexiones		Horizontal			Vertical		Zona de seguridad		Valor total [m]
U_p [kV] (valor pico)	Distancia mínima según IEC [m]	%	[m]	[m]	Zona de seguridad [m]	Valor total [m]	[m]	Zona de seguridad [m]	Valor total [m]	Zona de seguridad [m]	Valor total [m]	Gálibo [m]	Tolerancia [m]	Valor total [m]
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)=(2)+(4)	(6)	(7)=(5)+(6)	(8)	(9)	(10)=(5)+(9)	(11)	(12)=(5)+(11)	(13)	(14)	(15)=(5)+(13)+(14)
60	0,09	10	0,01	0,10	2,25	(*)	2,25	1,75	(*)	1,25	(*)	(**)	0,70	(**)
75	0,12	10	0,01	0,13	2,25	(*)	2,25	1,75	(*)	1,25	(*)	(**)	0,70	(**)
95	0,16	10	0,02	0,18	2,25	(*)	2,25	1,75	(*)	1,25	(*)	(**)	0,70	(**)
125	0,22	10	0,02	0,24	2,25	(*)	2,25	1,75	(*)	1,25	(*)	(**)	0,70	(**)
170	0,32	10	0,03	0,35	2,25	(*)	2,25	1,75	(*)	1,25	(*)	(**)	0,70	(**)
200	0,38	10	0,04	0,42	2,25	(*)	2,25	1,75	(*)	1,25	(*)	(**)	0,70	(**)
250	0,48	10	0,05	0,53	2,25	(*)	2,25	1,75	(*)	1,25	(*)	(**)	0,70	(**)
325	0,63	10	0,07	0,70	2,25	(*)	2,25	1,75	(*)	1,25	(*)	(**)	0,70	(**)
380	0,75	10	0,08	0,83	2,25	3,08	2,25	1,75	(*)	1,25	(*)	(**)	0,70	(**)
450	0,90	10	0,10	1,00	2,25	3,25	2,25	1,75	(*)	1,25	(*)	(**)	0,70	(**)
550	1,10	10	0,11	1,21	2,25	3,46	2,25	1,75	2,96	1,25	(*)	(**)	0,70	(**)
650	1,30	10	0,13	1,43	2,25	3,68	2,25	1,75	3,18	1,25	(*)	(**)	0,70	(**)
750	1,50	10	0,15	1,65	2,25	3,90	2,25	1,75	3,40	1,25	2,90	(**)	0,70	(**)
850	1,70	10	0,17	1,87	2,25	4,12	2,25	1,75	3,62	1,25	3,12	(**)	0,70	(**)
950	1,90	10	0,19	2,09	2,25	4,34	2,25	1,75	3,84	1,25	3,34	(**)	0,70	(**)
1050	2,10	10	0,21	2,31	2,25	4,56	2,25	1,75	4,06	1,25	3,56	(**)	0,70	(**)
1175	2,35	10	0,24	2,59	2,25	4,84	2,25	1,75	4,34	1,25	3,84	(**)	0,70	(**)
1300	2,60	10	0,26	2,86	2,25	5,11	2,25	1,75	4,61	1,25	4,11	(**)	0,70	(**)
1425	2,85	6	0,17	3,02	2,25	5,27	2,25	1,75	4,77	1,25	4,27	(**)	0,70	(**)
1550	3,10	6	0,19	3,29	2,25	5,54	2,25	1,75	5,04	1,25	4,54	(**)	0,70	(**)

Tabla 41. Distancias de seguridad en el aire, para las figuras 20 y 20 A.

Notas:

(*) El valor mínimo recomendado es 3 m, pero puede ser menor según las condiciones locales, procedimientos estandarizados de trabajo.

(**) Se determina en cada caso.

Los cercos o paredes que son instalados como barreras para el personal no autorizado, deben colocarse de tal manera que las partes expuestas energizadas queden por fuera de la zona de distancia de seguridad, tal como se ilustra en la Figura 21 y en la tabla 41 A.

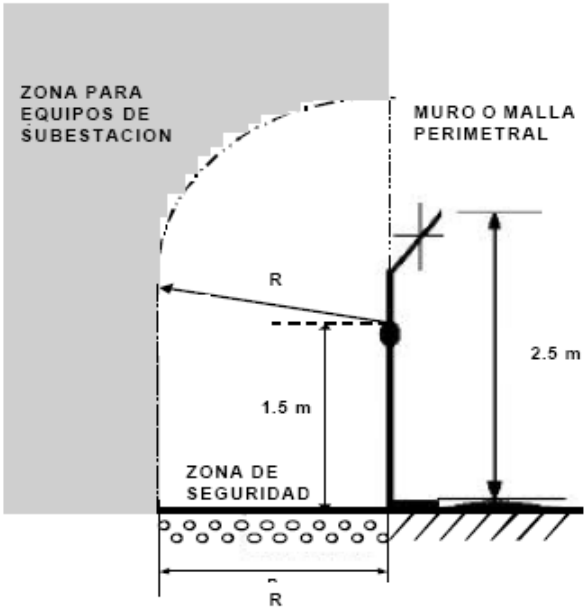


Figura 21. Distancias de seguridad contra contactos directos.

Tensión Nominal entre Fases (kV)	Dimensión "R"(m)
0,151-7.2	3
13,8/13,2/11,4	3,1
34,5	3,2
66/57,5	3,5
115/110	4
230/220	4,5
230/220	4,7
500	5,3

Tabla 41 A. Distancias de seguridad para la figura 21.

Artículo 33º. PUESTAS A TIERRA

Para los efectos del presente Reglamento Técnico y con el fin garantizar la seguridad tanto del personal que trabaja en las subestaciones como del público en general, se deben cumplir los criterios establecidos en el Capítulo II, Artículo 15°.

CAPÍTULO VI

REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA EL PROCESO DE DISTRIBUCIÓN

Para los efectos del presente Reglamento se calificará como instalación eléctrica de distribución todo conjunto de aparatos y de circuitos asociados para transporte y transformación de la energía eléctrica, cuyas tensiones nominales sean iguales o superiores a 110 V y menores a 57,5 kV.

Los requisitos de este Capítulo son de obligatorio cumplimiento y deben ser tomados como complementarios de los contenidos en los demás Capítulos del presente Reglamento Técnico.

Las disposiciones que aparecen a continuación, son de aplicación en todo el territorio Colombiano y deben ser cumplidas por las empresas de distribución de energía que operen en el país y demás propietario de redes eléctricas comprendidas dentro de esta categoría.

Un sistema típico de distribución consta de:

- Subestaciones de distribución que llevan la energía localmente y que por lo común incluyen instalaciones para la regulación en media tensión.

- Circuitos primarios o "alimentadores", que suelen operar en el rango de 7,6 kV a 44 kV y que alimentan a la carga en una zona geográfica bien definida.

- Transformadores de distribución, en las capacidades nominales desde 5 kVA hasta 10.000 kVA, los cuales pueden instalarse en postes, sobre emplazamientos a nivel del suelo o en bóvedas, en la cercanía de los consumidores y que llevan la media tensión hasta el consumidor.

- Celdas de maniobra, medida y protección para los transformadores de distribución secundaria en el caso de subestaciones de potencia.

- Circuitos de baja tensión, que llevan la energía desde el transformador de distribución, a lo largo de las vías, espacios públicos o terrenos de particulares.

- Ramales de acometida que entregan la energía al equipo de entrada de servicio del usuario.

Adicional a lo establecido en la Resolución CREG 070 de 1998 en lo referente a operación y mantenimiento de las redes de distribución el operador de red deberá dejar un registro técnico de las pruebas técnicas y rutinas de mantenimiento, tanto de la instalación como de los equipos que permitan hacer la trazabilidad del mantenimiento.

La empresa que opere las redes debe proporcionar capacitación a cada uno de los profesionales que laboren en las instalaciones energizadas o en las proximidades de esta. La capacitación incluirá información sobre los riesgos eléctricos, y debe asegurarse que cada uno de los profesionales que trabajan en dichas instalaciones estén calificados y autorizados para atender las exigencias de rutina del trabajo.

Toda persona calificada, debe estar capacitada sobre los procedimientos que deben seguirse en caso de que ocurra alguna emergencia de tipo eléctrico, así como de las reglas de primeros auxilios, incluyendo los métodos probados de reanimación. Copias de dichas reglas y procedimientos deben mantenerse en sitios visibles tanto en vehículos como en lugares donde el número de trabajadores o la naturaleza del trabajo lo justifiquen.

El responsable de la construcción, operación y mantenimiento debe proveer los elementos de protección, en cantidad suficiente para que los profesionales puedan cumplir con los

requerimientos de la labor que se va a emprender, deben estar disponibles en lugares fácilmente accesibles y visibles.

Las personas calificadas deben conocer perfectamente las normas de seguridad y pueden ser evaluados en cualquier momento – por la autoridad o la empresa- para demostrar sus conocimientos sobre las mismas. Así mismo, si sus deberes requieren el desempeño de su labor en las proximidades de equipos o líneas energizadas, deben ejecutar sólo aquellas tareas para las cuales han sido capacitados, equipados y autorizados. Aquellos que no tengan la suficiente experiencia, deben trabajar bajo la dirección de personal experimentado y calificado en el lugar de la obra y ejecutar sólo tareas dirigidas".

Artículo 34º. DISTANCIAS DE SEGURIDAD

Para los efectos del presente Reglamento Técnico los conductores de los circuitos de distribución deben cumplir las distancias de seguridad establecidas en el Capítulo II.

Los proyectos de construcción de edificaciones que se presenten a las oficinas de planeación municipal, curadurías o demás autoridades que expidan las licencias o permiso de construcción deberán dar estricto cumplimiento al RETIE en lo referente a distancias mínimas de seguridad y servidumbres.

En los planes de ordenamiento territorial se tendrá en cuenta lo dispuesto en la Ley 388 de 1997 o en las normas que la modifiquen o sustituyan en lo que respecta a limitaciones en el uso del suelo.

Artículo 35º. PUESTAS A TIERRA

Para los efectos del presente Reglamento Técnico y con el fin garantizar la seguridad tanto del personal que trabaja en los conductores de los circuitos de distribución como del público en general, se deben cumplir los criterios establecidos en el Capítulo II, Artículo 15°.

El operador de red debe entregar a los diseñadores de un proyecto, el valor de la máxima corriente de falla a tierra esperada en el sitio del proyecto respectivo.

Los trabajadores deben considerar todas las partes metálicas no puestas a tierra, como energizadas con la tensión más alta a la cual están expuestos, a menos que se verifique mediante pruebas que estas partes están sin dicha tensión.

Artículo 36º. HERRAJES

Se consideran bajo esta denominación todos los elementos utilizados para la fijación de los aisladores a la estructura y al conductor, los de fijación de cable de tierra a la estructura, los elementos de protección eléctrica de los aisladores y los accesorios del conductor, como separadores, amortiguadores, etc.
Los herrajes empleados en los circuitos de media tensión serán de diseño adecuado a su función mecánica y eléctrica y deben resistir la acción corrosiva durante su vida útil, para estos efectos se tendrá en cuenta las características predominantes del ambiente en la zona donde se requiera instalar. Los herrajes sometidos a tensión mecánica por los conductores y cables de guarda o por los aisladores, deben tener un coeficiente de seguridad mecánica no inferior a tres respecto a su carga de trabajo. Cuando la carga mínima de rotura se compruebe mediante ensayos, el coeficiente de seguridad podrá reducirse a 2,5.

Las grapas de retención del conductor deben soportar una tensión mecánica en el cable del 80% de la carga de rotura del mismo, sin que se produzca deslizamiento.

Artículo 37º. AISLADORES

Los aisladores de suspensión tipo disco usados en redes de distribución debe tener una carga de rotura de por lo menos el 80% de la tensión de rotura del conductor utilizado. Los aisladores tipo carrete deben tener una carga de rotura mínima equivalente al 50% de la carga de rotura del conductor utilizado. Los aisladores tipo espigo (o los equivalentes a Line Post) deben tener una carga de rotura mínima equivalente al 25% de la carga de rotura del conductor utilizado. En los aisladores tipo tensor deberá verificarse que la carga de rotura sea superior a los esfuerzos mecánicos a que será sometido por parte de la estructura y del templete en las condiciones ambientales más desfavorables.

Los aisladores deben someterse a mantenimiento. El criterio para determinar la pérdida de su función, será la rotura o pérdida de sus cualidades aislantes, al ser sometidos simultáneamente a tensión eléctrica y esfuerzo mecánico del tipo al que vaya a encontrarse sometido".

Artículo 38º. REGLAS BÁSICAS DE TRABAJO

Los siguientes preceptos o reglas de trabajo, deben cumplirse dependiendo del tipo de labor:

- Un operario solo, no deberá trabajar en un sistema energizado por encima de 1000 voltios fase a fase.

- Antes de entrar a una cámara subterránea, la atmósfera deberá ser sometida a prueba de gases empleando la técnica y equipos o instrumentos requeridos para ver si existen gases tóxicos, combustibles o inflamables, con niveles por encima de los límites permisibles.

- Una vez destapada la caja de inspección o subestación de sótano, el personal debe permanecer por fuera de ella, por lo menos durante 10 minutos, mientras las condiciones de ventilación son las adecuadas para iniciar el trabajo.

Para quienes trabajan en tensión, se deben acatar las siguientes distancias mínimas de acercamiento:

Se consideran distancias mínimas de seguridad para los trabajos en tensión a efectuar en la proximidad de las instalaciones no protegidas de AT y MT, (medidas entre el punto más próximo en tensión y cualquier parte externa del operario, herramientas o elementos que pueda manipular en movimientos voluntarios o accidentales), las siguientes:

Tensión Nominal (kV) entre fases	Distancia Mínima (m)
Hasta 1	0,80
7,6/11,4/13,2/13,8	0,95
33/34,5	1,10
44	1,20
57,5/66	1,40
110/115	1,80
220/230	3,00
500	5,00

Tabla 40. Distancias mínimas de seguridad para trabajar con líneas energizadas.

Para personal no calificado o que desconozca las instalaciones eléctricas, estas distancias serán:

0,4 m en instalaciones menores a 1 kV
3 m en instalaciones entre 1 y 66 kV
5 m en instalaciones superiores a 57,5 y hasta 230 kV.
8 m en instalaciones superiores a 230 kV

Tabla 41. Distancias mínimas de seguridad para personal no especialista

Nota: La distancia de seguridad de tres metros establecida en la Tabla 43, es para instalaciones entre 1 y 57,5 kV.

Esta tabla indica el máximo acercamiento permitido a una red sin que la persona esté realizando labores sobre ella u otra red energizada cercana.

No se deben interpolar distancias para tensiones intermedias a las indicadas.

Las distancias mínimas de seguridad indicadas pueden reducirse si se protegen adecuadamente las instalaciones eléctricas y la zona de trabajo, con aislantes o barreras.

1. Maniobras

Por la seguridad de los trabajadores y del sistema, se debe disponer de un procedimiento que sea lógico, claro y preciso para la adecuada programación, ejecución, reporte y control de maniobras, esto con el fin de asegurar que las líneas y los equipos no sean energizados o desenergizados ya sea por error o de manera inadvertida, ocasionando situaciones de riesgo o accidentes.

Se prohíbe la apertura o cierre de cortacircuitos con carga, salvo que se emplee un equipo que extinga el arco.

2. Verificación en el lugar de trabajo.

El jefe de grupo debe realizar una inspección detenida de lo siguiente:

- Que el equipo sea de la clase de tensión de la red.
- Que los operarios tengan puesto su equipo de protección.
- Que los operarios se despojen de todos los objetos metálicos.
- Que se verifique el correcto funcionamiento tanto de los controles en la canasta como los inferiores de operación.
- Que se efectúe una detenida inspección de los guantes.
- Que los operarios se encuentren en perfectas condiciones técnicas, físicas y síquicas para el desempeño de la labor encomendada.

3. Señalización del área de trabajo.

El área de trabajo debe ser delimitada por vallas, manilas o bandas reflectivas. En los trabajos nocturnos se utilizarán conos o vallas fluorescentes y además señales luminosas a ambos lados del sitio de trabajo.

Cuando se trabaje sobre vías que no permitan el bloqueo del tránsito, se deberá parquear el vehículo de la cuadrilla antes del área de trabajo.

4. Escalamiento de postes y protección contra caídas.

Todos los postes y estructuras deben ser inspeccionados cuidadosamente antes de subir a ellos, para comprobar que están en condiciones seguras para desarrollar el trabajo y que puedan sostener pesos y esfuerzos adicionales. También deben revisarse los postes contiguos que se vayan a someter a esfuerzos.

Todo trabajador que se halle en ubicaciones superiores a 2,50 m en el lugar del trabajo, bien sea en los apoyos, escaleras, cables aéreos, helicópteros, carros portabobinas o en la

canastilla del camión debe estar sujetado permanentemente al equipo o estructuras, mediante un sistema de protección contra caídas (cinturón o arnés).

5. Reglas de oro de la seguridad.

Al trabajar en línea muerta, es decir, sobre circuitos desenergizados, siempre se debe conectar a tierra y en cortocircuito como requisito previo a la iniciación del trabajo.

En tanto no estén efectivamente puestos a tierra, todos los conductores o partes del circuito se consideran como si estuvieran energizados a su tensión nominal.

Siempre que se trabaje en líneas desenergizadas o líneas sin tensión, se deben cumplir las siguientes "reglas de oro":

① Efectuar el corte visible de todas las fuentes de tensión, mediante interruptores y seccionadores, de forma que se asegure la imposibilidad de su cierre intempestivo. En aquellos aparatos en que el corte no pueda ser visible, debe existir un dispositivo que garantice que el corte sea efectivo.

② Condenación o bloqueo, si es posible, de los aparatos de corte. Señalización en el mando de los aparatos indicando "No energizar" o "prohibido maniobrar" y retirar los portafusibles de los cortacircuitos.

Se llama "condenación o bloqueo" de un aparato de maniobra al conjunto de operaciones destinadas a impedir la maniobra de dicho aparato, manteniéndolo en una posición determinada.

③ Verificar ausencia de tensión en cada una de las fases, con el detector de tensión, el cual debe probarse antes y después de cada utilización.

④ Puesta a tierra y en cortocircuito de todas las posibles fuentes de tensión que incidan en la zona de trabajo. Es la operación de unir entre sí todas las fases de una instalación, mediante un puente equipotencial de sección adecuada, que previamente ha sido conectado a tierra.

⑤ Señalizar y delimitar la zona de trabajo. Es la operación de indicar mediante carteles con frases o símbolos el mensaje que debe cumplirse para prevenir el riesgo de accidente.

Los equipos de puesta a tierra se deben manejar con pértigas aisladas, conservando las distancias de seguridad respecto a los conductores, en tanto no se complete la instalación.

Para su instalación, el equipo se conecta primero a tierra y después a los conductores que van a ser puestos a tierra, para su desconexión se procede a la inversa.

Los conectores se deben colocar firmemente, evitando que puedan desprenderse o aflojarse durante el desarrollo del trabajo.

Los equipos de puesta a tierra se conectarán a todos los conductores, equipos o puntos que puedan adquirir potencial durante el trabajo.

Cuando la estructura o apoyo tenga su propia puesta a tierra, se conecta a ésta. Cuando vaya a "abrirse" un conductor o circuito, se colocarán tierras en ambos lados.

Cuando dos o más trabajadores o cuadrillas laboren en lugares distintos de las mismas líneas o equipo, serán responsables de la colocación y retiro de los equipos de puesta a tierra en sus lugares de trabajo correspondientes.

6. Trabajos cerca de circuitos aéreos energizados

Cuando se instalen, trasladen o retiren postes en o cerca de líneas energizadas, se deben tomar precauciones a fin de evitar el contacto directo de los postes con los conductores energizados. Los trabajadores que ejecuten dicha labor deben evitar poner en contacto partes no aisladas de su cuerpo con el poste.

Los trabajadores ubicados en tierra o que estén en contacto con objetos puestos a tierra, deben evitar el contacto con camiones u otro equipo que no esté puesto a tierra de manera efectiva, y que estén siendo utilizados para colocar, mover o retirar postes en o cerca de líneas energizadas, a no ser que estén utilizando equipo de protección aprobado.

7. Subestaciones de media tensión tipo interior.

Para la seguridad de las personas y de los animales, se establecen los siguientes requisitos, adoptados de la norma IEC 60298, para las subestaciones de distribución tipo interior:

- En todo proyecto de subestación para un edificio, debe apropiarse el espacio disponible para dicha subestación.

- La continuidad e integridad del sistema de puesta a tierra deberán ser aseguradas teniendo en cuenta el esfuerzo térmico y mecánico causado por la corriente que este va a transportar en caso de falla.

- El encerramiento de cada unidad funcional deberá ser conectado al conductor de tierra de protección. Todas las partes metálicas puestas a tierra y que no pertenezcan a los circuitos principales o auxiliares, también deberán ser conectadas al conductor de tierra directamente o a través de la estructura metálica.

- Con el fin de realizar las labores de mantenimiento en las subestaciones con plena seguridad para el personal encargado, es imprescindible que el sistema permita poner a tierra las partes vivas con el fin de ejecutar una maniobra plenamente confiable.

- Al realizar labores de mantenimiento y con el fin de que el operario de la subestación tenga plena seguridad de la maniobra que se esta ejecutando, la posición de los elementos que realicen la puesta a tierra de la celda deben estar claramente identificados a través de un elemento que indique visualmente la maniobra de puesta a tierra de equipo.

- Las subestaciones de distribución secundaria deben asegurar que una persona no pueda acceder a las partes vivas del sistema evitando que sobrepasen las distancias de seguridad propias de los niveles de tensión de cada aplicación en particular. La persona no puede acceder al contacto de la zona energizada ni tocándola de manera directa ni introduciendo objetos que lo puedan colocar en contacto con la línea.

- Para prevenir accidentes por arcos internos, se deben cumplir los siguientes criterios:

    1. Las celdas deben permitir controlar los efectos de un arco (sobrepresión, esfuerzos mecánicos y térmicos), evacuando los gases hacia arriba, hacia los costados, hacia atrás o 2 metros por encima del frente.

    2. Las puertas y tapas deben tener un seguro para permanecer cerradas.

    3. Las piezas susceptibles de desprenderse (ej.: chapas, aislantes, etc.), deben estar firmemente aseguradas.

    4. Cuando se presente un arco, no debe perforar partes externas accesibles, ni debe presentarse quemadura de los indicadores por gases calientes.

    5. Conexiones efectivas en el sistema de puesta a tierra.

- Los encerramientos utilizados por los equipos que conforman las subestaciones deben alojar en su interior los equipos de corte y seccionamiento; por esta razón deben ser metálicos y los límites del encerramiento no deben incluir las paredes del cuarto dedicado al alojamiento de la subestación. Las ventanas de inspección deben garantizar el mismo grado de protección del encerramiento y el mismo nivel de aislamiento.

- Las cubiertas y puertas no deben permitir el acceso a personal no calificado, al lugar donde se alojan los barrajes energizados; en el caso en el que sean removibles se debe garantizar que no se puedan retirar mientras el sistema opere en condiciones normales mediante la implementación de cerraduras o enclavamientos, en el caso en que sean fijas, no se puedan retirar sin la ayuda de herramientas manejadas por personal calificado que conoce el funcionamiento de las subestaciones.

- Los enclavamientos entre los diferentes elementos de corte y seccionamiento en una subestación son indispensables por razones de seguridad de las personas y conveniencia operativa de la instalación para no permitir que se realicen accionamientos indebidos por errores humanos.

- Para el caso de equipos del tipo extraíble, los enclavamientos deben asegurar que las siguientes operaciones no sean posibles de realizar:

  * Extracción del interruptor de protección a menos que esté en posición abierto.
  * Operación del interruptor, a menos que éste se encuentre en servicio, desconectado, extraído o puesto a tierra.
  * Cerrar el interruptor, a menos que esté conectado al circuito auxiliar o diseñado para abrir automáticamente sin el uso de un circuito auxiliar.

- Para el caso de equipos fijos estos deben poseer los enclavamientos necesarios para evitar maniobras erróneas.

- Debe haber una indicación ligada directamente a la posición de los contactos de los elementos de interrupción y seccionamiento. Pueden ser mímicos que muestren el estado real de la operación que se está ejecutando con el fin de entender la operación y garantizar el estado del sistema por alguna persona ajena a la subestación.

8. Cables subterráneos

Los siguientes requisitos que se aplicarán para el tendido de cables subterráneos fueron adaptados de la Reglamentación para la Ejecución de Instalaciones Eléctricas en Inmuebles de la Asociación Electrotécnica Argentina:

- Las canalizaciones o ductos deben ser de material sintético, metálico u otros, que reúnan las siguientes condiciones:

  * No higroscópicos.
  * Un grado de protección adecuado al uso

Se acepta el uso de tubo corrugado de polietileno alta densidad para la protección mecánica térmica de cables de redes de media y baja tensión

- Deberá mantenerse una distancia útil mínima de 0,20 m entre el borde externo del conductor y cualquier otro servicio (gas, agua, calefacción, vapor, aire comprimido, etc.). Si ésta distancia no puede ser mantenida se deben separar en forma efectiva las instalaciones a través de una hilera cerrada de ladrillos u otros materiales dieléctricos, resistentes al fuego y al arco eléctrico y malos conductores de calor de por lo menos 5 cm de espesor.

- La disposición de los conductores dentro del ducto debe conservar su posición y adecuación a lo largo de su recorrido, asegurando que se mantenga la separación de los circuitos.

- Los empalmes y derivaciones de los conductores deben ser accesibles.

- No se admite la instalación de canalizaciones (con excepción de las construidas específicamente para tal fin) o cables sobre el nivel del suelo terminado, Se entiende por "suelo terminado" el que habitualmente es pisado por las personas como resultado de su actividad habitual.

- Para cables de enterramiento directo, el fondo de la zanja será una superficie firme, lisa, libre de discontinuidades y sin obstáculos. El cable se dispondrá a una profundidad mínima de 0,7 m respecto de la superficie del terreno. Como protección contra el deterioro mecánico, se utilizarán ladrillos o cubiertas y a una distancia entre 20 y 30 cm por encima del cable debe instalarse cintas de identificación o señalización no degradables en un tiempo menor a la vida útil del cable enterrado.

- Los ductos se colocarán, con pendiente mínima del 1% hacia las cámaras de inspección, en una zanja de profundidad suficiente que permita un recubrimiento mínimo de 0,7 m de relleno sobre el ducto.

- Las uniones entre conductores deben asegurar la máxima hermeticidad posible, yno deben alterar su sección transversal interna. Cuando se utilicen ductos metálicos, estos deben ser galvanizados en caliente y estar conectados eléctricamente a tierra. Se instalarán dentro de ellos líneas completas, monofásicas o polifásicas con su conductor de puesta a tierra de protección. No se admitirá el tendido de los conductores de fase, neutro o de tierra separados del resto del circuito o formando grupos incompletos de fases, fase y neutro o fase y tierra por ductos metálicos.

- Los cables subterráneos instalados debajo de construcciones deberán estar alojados en un ducto que salga como mínimo 0,30 m del perímetro de la construcción.

- Todas las transiciones entre tipos de cables, las conexiones a las cargas, o las derivaciones, deben realizarse en cámaras o cajas de inspección que permitan mantener las condiciones y grados de protección aplicables. Las dimensiones internas útiles de las cajas o cámaras de paso, derivación, conexión o salida serán adecuadas a las funciones específicas y permitirán el tendido en función de la sección de los conductores.

- Las canalizaciones subterráneas en ductos, deben tener cámaras de inspección que cumplan los requerimientos antes dichos, debiéndose instalar, en tramos rectos, a distancias no mayores a 40 metros, salvo cuando existan causas debidamente justificadas que exijan una distancia mayor, (por ejemplo, cruce de grandes avenidas), en cuyo caso deberá quedar asentado en la memoria o especificación técnica del proyecto.

9. Trabajos en condiciones de alto riesgo

La siguiente lista de verificación es un requisito que debe ser diligenciado por un vigía de salud ocupacional, por el jefe del grupo de trabajo, por un funcionario del área de salud ocupacional o un delegado del comité paritario de la empresa dueña de la obra y procesada en todos los casos donde se deba trabajar en condiciones de alto riesgo.

- Se tiene autorización escrita o grabada para hacer el trabajo?	SI	NO
- Se encuentra informado el ingeniero o supervisor?	SI	NO
- Se han identificado y reportado los factores de riesgo que no pueden obviarse?.	SI	NO
- Se intentó modificar el trabajo para obviar los riesgos?	SI	NO
- Se instruyó a todo el personal la condición especial de trabajo?	SI	NO
- Se designó un responsable de informar al área de salud ocupacional, al Comité Paritario o al jefe de área?	SI	NO
- Se cumplen rigurosamente las reglas de oro?	SI	NO
- Se tiene un medio de comunicaciones?	SI	NO
- Se disponen y utilizan los elementos de protección personal?	SI	NO

Tabla 42. Lista de verificación, trabajos en condiciones de alto riesgo.

*NOTA: Si falta algún **SI**, el trabajo **NO** debe realizarse, hasta efectuarse la correspondiente corrección.*

10.Apertura de transformadores de corriente

El secundario de un transformador de corriente no debe ser abierto mientras se encuentre energizado. En caso que todo el circuito no pueda desenergizarse adecuadamente, antes de empezar a trabajar con un instrumento, un relé, u otra sección de un circuito secundario de un transformador de corriente, el trabajador deberá conectar el circuito secundario en derivación con puentes, para que bajo ninguna condición se abra el secundario del transformador de corriente.

Artículo 39º. CARTILLA DE SEGURIDAD PARA EL USUARIO.

El Distribuidor Local debe producir una cartilla dirigida a los usuarios residenciales, comerciales e industriales, la cual fijará las condiciones de seguridad y correcta utilización de la energía eléctrica, teniendo en cuenta por lo menos las siguientes consideraciones:

- Estar escrita de manera práctica, sencilla y concisa, en lo posible con ilustraciones al texto de referencia.

- Estar dirigida al usuario final y al potencial, ser entregada a todos y cada uno de ellos el día en que se certifica y se pone en servicio cualquier instalación eléctrica y podrá ser consultada por cualquier persona o entidad que tenga interés en conectarse a la red de distribución de energía eléctrica.

- Debe indicar los procedimientos a seguir para adquirir información e ilustración relativa al servicio de energía eléctrica, incluidos los procedimientos relativos a las solicitudes de ampliación del servicio, identificación y comunicación con la empresa prestadora del servicio.

- Debe informar cómo y dónde reportar emergencias en el interior o en el exterior del domicilio, de una manera resaltada.

- Debe reunir las principales acciones de primeros auxilios en caso de electrocución.

- Debe contener recomendaciones prácticas relacionadas con el manejo de los artefactos eléctricos.

CAPÍTULO VII

REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA EL PROCESO DE UTILIZACIÓN

Este capítulo del Reglamento Técnico es aplicable a las instalaciones eléctricas destinadas al uso final de la electricidad y los equipos instalados en ellas, en todo tipo de construcciones, ya sean de carácter público o privado. Como los otros apartes del reglamento, los requisitos establecidos se aplican a condiciones normales y nominales. En general, cuando se habla de "utilización" se incluyen los sistemas eléctricos que van desde la acometida de servicio a los consumidores, hacia el interior de la edificación.

Artículo 40º. REQUISITOS PARA INSTALACIONES DOMICILIARIAS

Las instalaciones para uso final de la electricidad, denominadas comúnmente como instalaciones interiores, o instalaciones domiciliarias o receptoras, son las que están alimentadas por una red de distribución o por una fuente de energía propia y tienen como finalidad permitir la entrega de la energía eléctrica para la utilización final. Dentro de este concepto hay que incluir cualquier instalación receptora aunque toda ella o alguna de sus partes esté situada a la intemperie.

Si en una instalación eléctrica de baja tensión están integrados circuitos o elementos en los que las tensiones empleadas son superiores al límite establecido para la baja tensión y para los cuales este Capítulo no señala un requisito específico, se deben cumplir en ella las prescripciones técnicas y de seguridad de los apartes de media o alta tensión.

Para efectos del presente Reglamento los requisitos contenidos en este Capítulo, deben ser tomados como complementarios de los requisitos de los demás Capítulos.

Debido a que el contenido de la NTC 2050 Primera Actualización, (Código Eléctrico Colombiano), del 25 de noviembre de 1998, que está basada en la norma técnica NFPA 70, encaja dentro del enfoque que debe tener un reglamento técnico y considerando que tiene plena aplicación en el proceso de utilización de la energía eléctrica, se declaran de obligatorio cumplimiento los primeros siete capítulos, que en forma resumida comprenden:

Cap. 1. Definiciones y requisitos generales para instalaciones eléctricas.
Cap. 2. Los requisitos de alambrado y protecciones
Cap. 3. Los métodos y materiales de las instalaciones
Cap. 4. Los requisitos de instalación para equipos y elementos de uso general
Cap. 5. Los requisitos para ambientes especiales.
Cap. 6. Los requisitos para equipos especiales.
Cap. 7. Las condiciones especiales de las instalaciones.

Para la adecuada aplicación de estos Capítulos deberán tenerse en cuenta las consideraciones establecidas en la Sección 90 (Introducción); el personal calificado que utilice la norma deberá tener en cuenta todas las consideraciones y excepciones aplicables a cada caso.

En el evento que se presenten diferencias entre el Anexo General y La NTC 2050 Primera Actualización, para efectos del RETIE primará lo establecido en el Anexo General, la autoridad para dirimirlas es el Ministerio de Minas y Energía.

Para efecto del presente Reglamento las instalaciones para uso final de la electricidad se clasificarán en:

INSTALACIONES ELÉCTRICAS ESPECIALES: Aquellas instalaciones que por estar localizadas en ambientes clasificados como peligrosos o alimentar equipos o sistemas complejos, presentan mayor probabilidad de riesgo que una instalación básica y por tanto

requieren de medidas especiales, para mitigar o eliminar tales riesgos. Para efectos del RETIE se consideran instalaciones especiales las siguientes:

a) Instalaciones hospitalarias o de asistencia médica a que hace referencia la sección 517 del Código Eléctrico Colombiano (NTC 2050, Primera Actualización).

b) Sistemas de emergencia y sistemas de alarma contra incendio.

c) Instalaciones de ambientes especiales, contempladas en el Capítulo 5 del Código Eléctrico Colombiano (NTC 2050, Primera Actualización) clasificadas como peligrosas por el alto riesgo de explosión debida a la presencia de gases, vapores o líquidos inflamables; polvos, fibras o partículas combustibles.

d) Instalaciones eléctricas para sistemas de transporte de personal como ascensores, grúas, escaleras eléctricas, montacargas o teleféricos.

e) Instalaciones eléctricas en sitios con concentración de alto número de personas, que hace referencia la sección 518, 520 y 525 del Código Eléctrico Colombiano (NTC 2050, Primera Actualización).

En general aquellas que requieran construirse y mantenerse en circunstancias distintas a las que pueden estimarse como de riesgo normal, tales como las de la sección 530, 540, 547, 555, 645, 660,680, 690 y 695 del Código Eléctrico Colombiano (NTC 2050, Primera Actualización).

INSTALACIONES ELÉCTRICAS BÁSICAS: Las instalaciones que se ciñen a los cuatro primeros capítulos de la NTC 2050 primera actualización y redes de baja tensión para uso particular o destinadas a la prestación del servicio público de electricidad.

INSTALACIONES PROVISIONALES: Para efectos del RETIE, se entenderá como instalación provisional aquella que se hace para suministrar el servicio de energía a un proyecto en construcción, o que tendrá una utilización no mayor a seis meses, prorrogables según el criterio del OR que preste el servicio, deberán cumplir con lo especificado en la sección 305 del Código Eléctrico Colombiano (NTC 2050 Primera Actualización).

El servicio de energía a instalaciones provisionales, quedará condicionado a que una persona calificada establezca y que se cumpla un procedimiento escrito de control de los riesgos eléctricos de esta instalación, el cual debe estar a disposición de la autoridad competente.

Lineamientos generales aplicables a instalaciones eléctricas para uso final.

Los sistemas de protección de las instalaciones para baja tensión, impedirán los efectos de las sobrecorrientes y sobretensiones y resguardarán a sus usuarios de los contactos directos y anularán los efectos de los indirectos. Los sistemas de prevención y protección contra contactos directos e indirectos que deben implementarse son:

- Alejamiento de las partes bajo tensión.
- Colocación de obstáculos que impidan el acceso a las zonas energizadas.
- Equipos de protección contra corrientes de fuga.
- Empleo de Muy Baja Tensión. ($\leq$ 50 V en locales secos, $\leq$ 24 V en locales húmedos).
- Dispositivos de corte automático de la alimentación.
- Empleo de circuitos aislados galvánicamente, con transformadores de seguridad.
- Conexiones equipotenciales.
- Sistemas de puesta a tierra.
- Regímenes de conexión a tierra, que protejan a las personas frente a las corrientes de fuga.

Se acepta la protección contra contactos directos empleando al menos dos de los anteriores sistemas de protección.

Los circuitos pueden estar protegidos por un interruptor diferencial de fuga con una curva de sensibilidad que supere la exigencia de la curva C1 de la Figura 1 del Capítulo I del RETIE. La utilización de estos dispositivos no está reconocida como una medida de protección completa contra los contactos directos, sino que está destinada a aumentar o complementar otras medidas de protección contra contactos directos o indirectos en servicio normal; por lo tanto, no exime en modo alguno el empleo del resto de las medidas de seguridad enunciadas.

Con las excepciones establecidas en la NTC 2050 Primera Actualización, en las demás instalaciones eléctricas, sólo se aceptan como regímenes de conexión a tierra en baja tensión, el de conexión sólida o el de impedancia limitadora. Queda expresamente prohibido el régimen en el cual las funciones de neutro y de protección las cumple el mismo conductor.

En toda instalación de uso final, el conductor neutro y el conductor de puesta a tierra de un circuito deben ir aislados entre sí, sólo deben unirse con un puente equipotencial en el origen de la instalación y antes de los dispositivos de corte, dicho puente equipotencial principal debe ubicarse lo más cerca posible de la acometida o del transformador.

En la utilización de la energía eléctrica para viviendas se adoptarán las medidas de seguridad, tanto para la protección de los usuarios como para la de las redes, especificadas según las características y potencia de los aparatos receptores. Las mismas medidas de seguridad, en la medida que pueda afectarles, se aplicarán también a las instalaciones de locales comerciales, oficinas y de usos similares.

Las instalaciones eléctricas de las unidades de vivienda deberán ser construidas para contener por lo menos los siguientes circuitos:

- Un circuito para pequeños artefactos de cocina, despensa y comedor.
- Un circuito para conexión de plancha y lavadora de ropa.
- Un circuito para iluminación y fuerza.

En unidades de vivienda menor o igual a 3,5 kVA instalados, se permite que los tomacorrientes con interruptor de circuito por falla a tierra, puedan hacer parte de un circuito para pequeños artefactos de cocina, iluminación y fuerza de baños, siempre y cuando, tanto en el mesón de la cocina como en el baño, no se tengan más de dos salidas sencillas o una salida doble. Esta consideración no es aplicable al circuito destinado a las duchas eléctricas.

En virtud del mayor riesgo que implica el funcionamiento defectuoso de una instalación eléctrica especial, de condiciones especiales o para equipos especiales y en general las instalaciones eléctricas comprendidas en los Capítulos 5, 6 y 7 de la NTC 2050 Primera Actualización, además de cumplir los preceptos que en virtud de éste Reglamento sean de aplicación, deben cumplir las medidas y previsiones dadas a continuación, siempre que les sea aplicable.

- Los productos eléctricos usados en instalaciones especiales, para los cuales la NTC 2050 Primera Actualización exija certificación, deben ser certificados para ese uso y sus dimensiones y características de seguridad cumplir las especificaciones señaladas en las normas técnicas internacionales, de reconocimiento internacional o NTC que les aplique a cada uno de ellos.

- En todos los edificios de servicio al público, con alta concentración de personas, es decir, con más de 100 personas por cada piso o nivel, debe proveerse de un sistema de potencia de emergencia. Estos sistemas están destinados a suministrar energía eléctrica automáticamente dentro de los 10 segundos siguientes al corte, a los sistemas de alumbrado y fuerza para áreas y equipos previamente definidos, y en caso de falla del sistema destinado a alimentar circuitos esenciales para la seguridad y la vida humana. Los sistemas de emergencia deben suministrar energía a las señales de salida, sistemas de ventilación, detección y alarma de sistemas contra incendio, bombas contra incendio, ascensores, sistemas de comunicación, procesos industriales y demás sistemas en los

que la interrupción del suministro eléctrico puede producir serios peligros para la seguridad de la vida humana.

- Los grupos de baterías de acumuladores deben proveerse con un cargador automático en los sitios donde se requiera respaldo adicional de energía. Este sistema debe proveer autonomía por 60 minutos a plena carga sin que la tensión baje del 87,5% de su valor nominal. Adicionalmente, cuando aplique, en el cuarto de la planta de emergencia debe disponerse de tomacorrientes para el precalentado y para cualquier otro uso necesario.

Debido a la importancia de las bombas contra incendio como medio efectivo de seguridad de la vida en las edificaciones, se deben cumplir los siguientes requerimientos:

- Cuando requieran alimentación eléctrica externa esta debe proveerse independiente de la acometida eléctrica general, es decir, desde otra acometida o desde un grupo electrógeno de emergencia, evitándose que un incendio producido en la acometida o en la subestación afecte las instalaciones de la bomba contra incendio. Para ello pueden instalarse barreras cortafuego en el cableado.

- El control de la bomba debe efectuarse mediante un controlador certificado para bombas contra incendio.

- La fuente de energía debe ser confiable y tener la capacidad adecuada para transportar las corrientes de rotor bloqueado de la motobomba y de los equipos accesorios.

- Donde no se exijan o no se puedan montar bombas contra incendio, se pueden instalar sistemas automáticos de extinción por regaderas (instalaciones pequeñas).

Para evitar quemaduras y lograr una protección contra incendios, los materiales conectados de manera estable, susceptibles de producir arcos o chispas en servicio normal, deben de cumplir por lo menos una de las siguientes condiciones:

- Estar completamente encerrados en materiales resistentes a los arcos. Los materiales de las carcasas dispuestas alrededor de los materiales eléctricos, deben soportar las temperaturas más altas susceptibles de ser producidas por el material eléctrico.

- Estar separados de los elementos de la construcción por pantallas resistentes a los arcos.

- Estar instalados a una distancia suficiente de los elementos de la construcción, sobre los cuales los arcos y chispas podrían tener efectos perjudiciales, permitiendo una extinción segura de los mismos.

- Las partes accesibles de los equipos eléctricos, no deben alcanzar temperaturas susceptibles de provocar quemaduras a las personas y deben satisfacer los límites recogidos en la siguiente tabla.

Partes accesibles	Materiales de las partes accesibles	Temperatura máxima (°C)
Elementos de control manual	Metálicos No metálicos	55 65
Previstas para ser tocadas pero no destinadas a ser tomadas con la mano.	Metálicos No metálicos	70 80
No destinadas a ser tocadas en servicio normal.	Metálicos No metálicos	80 90

Tabla 43. Límites de temperatura – Equipo eléctrico.

En los cuartos de baño que contienen bañeras, duchas o lavamanos y las zonas circundantes, el riesgo de shock aumenta en razón de la reducción de la resistencia eléctrica del cuerpo humano y de la del contacto del cuerpo con el potencial de tierra, por ello debe cumplirse lo siguiente:

- Para locales con bañeras o duchas para tratamiento médico se deben aplicar los requisitos especiales, referidos en el Art. 517 de la NTC 2050 del 25 de noviembre de 1998. Dentro de la zona donde está ubicada la bañera o ducha, se admite como protección, el uso de muy baja tensión de seguridad con tensiones nominales no superiores a 12 V c.a., siempre y cuando la fuente de tensión de seguridad esté ubicada fuera de la zona.

- Ningún aparato eléctrico, como interruptores o tomacorrientes debe estar ubicado a menos de 60 cm de la puerta abierta de una cabina prefabricada para ducha.

Las instalaciones eléctricas para piscinas, pueden alimentarse desde un transformador de aislamiento de 12 V de salida no puesto a tierra y con pantalla electrostática entre los devanados, el cual debe estar certificado para este uso particular y su primario deberá trabajar a una tensión menor o igual a 150 V, o directamente desde un ramal protegido por un interruptor diferencial de falla a tierra para luminarias que operan a más de 15 V pero no más de 150 V.

El propietario o poseedor de una instalación eléctrica donde se presente un accidente de origen eléctrico que genere una lesión grave o la muerte deberá reportarlo al operador de red correspondiente, informando nombre del accidentado, tipo de accidente, lugar y fecha del acontecimiento.

Artículo 41º. REQUISITOS PARA INSTALACIONES HOSPITALARIAS

El objetivo primordial de este apartado es la protección de los pacientes y demás personas que laboren o visiten dichos inmuebles, reduciendo al mínimo los riesgos eléctricos que puedan producir electrocución o quemaduras en las personas e incendios y explosiones en las áreas médicas.

Las siguientes disposiciones se aplicarán tanto a los inmuebles dedicados exclusivamente a la asistencia médica de pacientes como a los inmuebles dedicados a otros propósitos pero en cuyo interior funcione al menos un área para el diagnóstico y cuidado de la salud, sea de manera permanente o ambulatoria. Convencionalmente se han tenido tres niveles de atención médica, dependiendo del grado de especialización; por tanto, este capítulo aplica a los niveles I (centros de salud con medicina general) y niveles II y III (hospitales y clínicas con diferentes grados de especialización).

La mayor importancia de este tipo de instalación, radica en que los pacientes en áreas críticas pueden experimentar electrocución con corrientes del orden de microamperios, que pueden no ser detectadas ni medidas, especialmente cuando se conecta un conductor eléctrico directamente al músculo cardíaco del paciente, por lo que es necesario extremar las medidas de seguridad.

Para efectos del presente Reglamento, en las instalaciones hospitalarias se debe cumplir lo establecido en la norma NTC 2050 del 25 de noviembre de 1998 y particularmente su sección 517, además de los requisitos que se dan a continuación:

- El adecuado diseño, construcción, pruebas de puesta en servicio, funcionamiento y mantenimiento, debe encargarse a profesionales especializados y deben seguirse las normas exclusivas para dichas instalaciones.

- Debe haber suficiente ventilación en los laboratorios para la extracción de los gases y mezclas gaseosas para análisis químicos, producción de llamas y otros usos. Igualmente para los sistemas de esterilización por óxido de etileno ya que por ser inflamable y tóxico, debe tener sistema de extracción de gases.

- Se debe efectuar una adecuada coordinación de las protecciones eléctricas para garantizar la selectividad necesaria, conservando así al máximo la continuidad del servicio.

- Las clínicas y hospitales que cuenten con acometida eléctrica de media tensión, preferiblemente deben disponer de una transferencia automática en media tensión que se conecte a dos alimentadores.

- En todo centro de atención hospitalaria de niveles I, II y III, debe instalarse una fuente alterna de suministro de energía eléctrica (una o más plantas de emergencia) que entren en operación dentro de los 10 segundos siguientes al corte de energía del sistema normal. Además, debe proveerse un sistema de transferencia automática con interruptor de conmutador de red (by pass) que permita, en caso de falla, la conmutación de la carga eléctrica al sistema normal.

- En las áreas médicas críticas, donde la ***continuidad*** del servicio de energía es esencial para la seguridad de la vida, debe instalarse un sistema ininterrumpido de potencia (UPS) para los equipos eléctricos de asistencia vital, de control de gases medicinales y de comunicaciones.

- Debe proveerse un sistema de potencia aislado no puesto a tierra, aprobado para uso especial en áreas médicas críticas, en las áreas húmedas donde la interrupción de corriente bajo condiciones de falla no pueda ser admitida (algunas salas de cirugía), en las áreas donde se manejen anestésicos inflamables (áreas peligrosas), donde el paciente esté conectado a equipos que puedan introducir corrientes de fuga en su cuerpo y en otras áreas críticas donde se estime conveniente.

- El sistema de potencia aislado debe incluir un transformador de aislamiento para área crítica de hospital, un monitor de aislamiento de línea para 5 miliamperios y los conductores de circuito no conectados a tierra, todas estas partes deben ser perfectamente compatibles, si no son ensambladas por un mismo fabricante. Dicho sistema de potencia aislado debe conectarse a los circuitos derivados exclusivos del área crítica, los cuales deben ser construidos con conductores eléctricos de muy bajas fugas de corriente (microamperios).

- En las áreas mojadas donde la interrupción de corriente eléctrica bajo condiciones de falla pueda ser admitida, como en piscinas, baños y tinas terapéuticas, debe instalarse un interruptor diferencial de falla a tierra para la protección de las personas contra electrocución, así como junto a los lavamanos, independientemente de que estos se encuentren o no dentro de un baño.

- Con el fin de prevenir que la electricidad estática produzca chispas que generen explosión, en las áreas médicas donde se utilicen anestésicos inflamables y en las cámaras hiperbáricas, donde aplique, debe instalarse un piso conductivo. Los equipos eléctricos no podrán fijarse a menos de 1,53 m. sobre el piso terminado (a no ser que sean a prueba de explosión) y el personal médico debe usar zapatos conductivos.

- Igualmente se debe instalar piso conductivo en los lugares donde se almacenen anestésicos inflamables o desinfectantes inflamables. En estos lugares, cualquier equipo eléctrico a usarse a cualquier altura debe ser a prueba de explosión.

- Para eliminar la electricidad estática en los hospitales, debe cumplirse lo siguiente:

  * Regular la humedad tal que no descienda del 50%.
  * Mantener un potencial eléctrico constante en el piso de los quirófanos y adyacentes por medio de pisos conductivos.
  * El personal médico que usa el quirófano debe llevar calzado conductor.
  * El equipo a usarse en ambientes con anestésicos inflamables debe tener las carcasas y ruedas de material conductor.
  * Los camisones de los pacientes deben ser de material antiestático.

- En todas las áreas de cuidado de pacientes, para dar protección contra electrocución, los tomacorrientes y equipos eléctricos fijos deben estar conectados a un sistema de puesta a tierra redundante, conformado por:

  * Un conductor de cobre aislado debidamente calculado, instalado junto con los conductores de suministro del circuito derivado correspondiente y conectado tanto al terminal de tierra del tomacorriente como al punto de tierra del panel de distribución.

  * Una canalización metálica que aloje en su interior al circuito derivado mencionado y conectada en ambos extremos al terminal de tierra.

- Los tableros o paneles de distribución de los sistemas normal y emergencia que alimenten la misma cama de paciente deben conectarse equipotencialmente entre sí mediante un conductor de cobre aislado de calibre no menor al No. 10 AWG.

- Los tomacorrientes que alimenten áreas de pacientes generales o críticos deben diseñarse para alimentar el máximo número de equipos que necesiten operar simultáneamente y deben derivarse desde al menos dos diferentes fuentes de energía o desde la fuente de energía de suplencia (planta de emergencia) mediante dos transferencias automáticas. Dichos tomacorrientes deben ser dobles con polo a tierra del tipo grado hospitalario. En áreas de pacientes generales debe instalarse un mínimo de 4 tomacorrientes y en áreas de pacientes críticos un mínimo de 6 tomacorrientes, todos conectados a tierra mediante un conductor de cobre aislado.

- En áreas de seguridad de pacientes siquiátricos no debe haber tomacorrientes. Para protección contra electrocución en áreas pediátricas, los tomacorrientes de 125 V y 10 ó 20 A deben ser del tipo a prueba de abuso, o estar protegidos por una cubierta de este tipo. (No se aceptarán otros tomacorrientes o cubiertas en estas áreas).

- Todos los tomacorrientes del sistema de emergencia deben ser de color rojo y estar plenamente identificados con el número del circuito derivado y el nombre del tablero de distribución correspondiente. Todos los circuitos de la red de emergencia deben ser protegidos mecánicamente mediante canalización metálica no flexible.

- No se deben utilizar los interruptores automáticos, como control de encendido y apagado de la iluminación en un centro de atención hospitalaria.

- En áreas donde se utilicen duchas eléctricas, estas deben alimentarse mediante un circuito exclusivo, protegerse mediante interruptores de protección del circuito de falla a tierra y su conexión deberá ser a prueba de agua.

- Los conductores de los sistemas normal, de emergencia y aislado no puesto a tierra, no podrán compartir las mismas canalizaciones.

- Deberá proveerse el necesario número de salidas eléctricas de iluminación que garanticen el acceso seguro tanto a los pacientes, equipos y suministros como a las salidas correspondientes de cada área. Deben proveerse unidades de iluminación de emergencia por baterías donde sea conveniente para la seguridad de las personas y donde su instalación no cause riesgos.

Artículo 42º. REQUISITOS DE PROTECCIÓN CONTRA RAYOS

El rayo es un fenómeno meteorológico de origen natural, cuyos parámetros son variables espacial y temporalmente. La mayor incidencia de rayos en el mundo, se da en las tres zonas de mayor convección profunda: América tropical, África central y norte de Australia. Colombia, por estar situada en la Zona de Confluencia Intertropical, presenta una de las mayores actividades de rayos del planeta; de allí la importancia de la protección contra dicho fenómeno, pues si bien los métodos desarrollados a nivel mundial se pueden aplicar, algunos parámetros del rayo son particulares para esta zona.

Por lo anterior, a partir de la entrada en vigencia del presente Reglamento Técnico, en instalaciones donde se tenga concentración de personas, tales como, viviendas multifamilares, oficinas, hoteles, hospitales, centros educativos, centros comerciales, supermercados, parques de diversión, industrias, prisiones o aeropuertos, deben cumplirse los requisitos aquí establecidos, para la protección contra rayos, adoptados de la NTC 4552, siempre y cuando la evaluación del nivel de riesgo así lo determine.

La protección se debe basar en la aplicación de un Sistema Integral de Protección, conducente a mitigar los riesgos asociados con la exposición directa e indirecta a los rayos. En general, una protección contra rayos totalmente efectiva no es técnica ni económicamente viable.

Evaluación del nivel de riesgo. Todo diseño de protección contra rayos debe realizarse con base en la evaluación del nivel de riesgo, para el sitio en particular donde se ubique la instalación.

El **diseño** debe realizarse aplicando el método electrogeométrico. La persona calificada, encargada de un proyecto debe incluir unas buenas prácticas de ingeniería de protección contra rayos, con el fin disminuir sus efectos, que pueden ser de tipo electromagnético, mecánico o térmico. En todos los casos se deben realizar los análisis de tensión de paso, de contacto y transferidas para garantizar que una persona con resistencia de 1000 Ω no vaya a soportar más de 30 J.

Los **componentes** del sistema de protección contra rayos deben cumplir con los siguientes requisitos:

- **Terminales de captación o pararrayos.** Cualquier elemento metálico de la edificación que se encuentre expuesto al impacto del rayo, como antenas de televisión, chimeneas, torres de comunicación, y cualquier antena o tubería que sobresalga debe ser tratado como un terminal de captación.

  No se debe utilizar terminales de captación o pararrayos con elementos radiactivos.

  En la siguiente tabla se presentan las características que deben cumplir los terminales de captación construidos especialmente para este fin.

TIPO Y MATERIAL DEL TERMINAL		Diámetro mínimo (mm)	Espesor mínimo (mm)	Calibre mínimo (AWG)	Ancho (mm)
VARILLA	Cobre	9,6	no aplica	no aplica	no aplica
	Bronce	8	no aplica	no aplica	no aplica
	Acero	8	no aplica	no aplica	no aplica
CABLE	Cobre	7,2	no aplica	2	no aplica
	Acero	8	no aplica	no aplica	no aplica
TUBO	Cobre	15,9	4	no aplica	no aplica
	Bronce	15,9	4	no aplica	no aplica
LÁMINAS	Cobre	no aplica	4	no aplica	12,7
	Acero	no aplica	4	no aplica	12,7
	Hierro	no aplica	5	no aplica	12,7

Tabla 44. Características de los terminales de captación.

- **Bajantes.** Las bajantes del sistema de protección contra rayos debe cumplir los requisitos de la Tabla 47. Se admite el uso de acero inoxidable y acero galvanizado en caliente para bajantes. En el caso de usar alambre de acero, la sección no debe ser menor a 50 mm² y su diámetro no debe ser menor a 8 mm. Para el caso de cable de acero inoxidable la sección no debe ser menor a 70 mm² y cada alambre no menor de 1,7 mm de diámetro. Para el caso cable de acero galvanizado en caliente, la sección no debe ser menor a 50 mm² y cada alambre no menor a 1,7 mm de diámetro. Estos requisitos fueron adoptados de la IEC 62305-3.

Altura de la estructura	Número mínimo de bajantes	Calibre mínimo del conductor de acuerdo con el material de este	
		Cobre	**Aluminio**
Menor que 25 m	2	2 AWG	1/0 AWG
Mayor que 25 m	4	1/0 AWG	2/0 AWG

Tabla 45. Requerimientos para las bajantes.

Cada una de las bajantes debe terminar en un electrodo de puesta a tierra, estar separadas un mínimo de 10 m y siempre buscando que se localicen en las partes externas de la edificación.

- La puesta a tierra de protección contra rayos, debe cumplir con lo establecido en el Artículo 15°, Capítulo II del presente Reglamento.

Artículo 43º. MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES

Corresponde al propietario o poseedor de la instalación eléctrica de uso final, mantenerla y conservarla en buen estado, de tal forma que no presente alto riesgo para la salud o la vida de las personas, el medio ambiente o la misma instalación y su entorno y por tal razón los trabajos de mantenimiento y conservación de las instalaciones debe ser realizado por personal calificado.

CAPÍTULO VIII

PROHIBICIONES

Artículo 44º. RESIDUOS NUCLEARES Y DESECHOS TÓXICOS

En consideración a que el Artículo 81 de la Constitución Nacional, prohíbe la introducción al territorio nacional de residuos nucleares y de desechos tóxicos y que según la resolución No. 189 del 15 de julio de 1994 del Ministerio de Medio Ambiente, por la cual se dictaron regulaciones para impedir la introducción al territorio nacional de residuos peligrosos, como los compuestos halogenados, incluyendo los Bifenilos y Terfenilos Policlorados y Polibromados (PCB y PCT), además de los Asbestos en todas sus formas, incluyendo el Amianto; por ser materiales que se han empleado en equipos eléctricos, el presente Reglamento Técnico avala expresamente estas prohibiciones.

Para mayor claridad, en la siguiente tabla se presentan los nombres comerciales más comunes para las mezclas de PCB (*Askarel es el término más conocido):

Aceclor	Clophen	Geksol	P-926
Arubren	Chlorinol	Hivar	Phenoclor
ALC	Clorphen	Hydol	Pydraul
Apirolio	Chlorofen	Hyvol	Pyralene
Arochlor	Disconon	Inclor	Pyranol
Asbestol	Diaclor	Inerteen	Pyroclor
ASK	DK	Kanechlor	Polychlorinated Biphenyl
Askarel*	Dykanol	Kennechlor	Santotherm
Adkarel	EEC-18	Magvar	Saf-T-Kuhl
Capacitor 21	Dialor	MCS 1489	Santovac 1 and 2
Bakola	Delor	Montar	Sovtol
Biclor	Eucarel	Monter	Solvol
Chlorinated Biphenyl	Elemex	Nepolin	S-42
Chlorobiphenyl	Fenchlor	Nitrosovol	Sovol
Chlorextol	Geksol	No-Flamol	Therminol FR
Chlorinated Diphenyl	Hivar	Líquido inflamable	Trichlorodiphenyl
Duconol		P-53	Turbinol
		PCB	Siclonyl

Tabla 46. Nombres comerciales de PCB

A partir de la entrada en vigencia del presente Reglamento Técnico, queda prohibida la instalación, fabricación e importación de pararrayos o terminales de captación con material radiactivo.

CAPÍTULO IX

DISPOSICIONES TRANSITORIAS

Artículo 45º. DISPOSICIONES TRANSITORIAS.

1. El Certificado de Conformidad de los productos establecidos en el presente Reglamento se exigirá seis (6) meses después de la entrada en vigencia del RETIE.

No obstante lo anterior, durante este periodo de transitoriedad se requerirá declaración del fabricante, importador, proveedor o comercializador en la cual conste que el producto cumple los requisitos establecidos en el presente Reglamento. Esta condición no se aplica a Multitomas y Extensiones, productos a los cuales se les exigirá el cumplimiento del Reglamento seis meses después de la entrada en vigencia del Reglamento.

2. El Certificado de Conformidad de instalaciones eléctricas a las cuales se les aplica el presente Reglamento Técnico, se hará exigible cuando existan mínimo cinco (5) Organismos de Certificación de instalaciones eléctricas acreditados ante la Superintendencia de Industria y Comercio, con presencia en al menos 10 departamentos. No obstante lo anterior, durante este periodo de transitoriedad será válido lo siguiente:

    a) Cuando se trate de instalaciones destinadas a la prestación del servicio público de energía, de uso o propiedad de los Operadores de Red, Transmisores o Generadores, será válida una declaración suscrita por el Propietario y la persona calificada responsable de la Interventoría de la obra eléctrica, en la cual conste que se cumplió el RETIE.

    b) Cuando se trate de instalaciones eléctricas para uso final clasificadas como especiales o de instalaciones básicas mayores o iguales a 15 kVA instalados o instalaciones en edificios con 10 o más suscriptores potenciales o en edificios con 10 o más sistemas de medida individual, será válido para demostrar el cumplimiento del Reglamento, una declaración extrajudicial suscrita tanto por la persona calificada responsable de la construcción de la instalación eléctrica, como por el propietario de la misma; así mismo se requerirá que para la conexión, el Operador de Red cumpla con lo dispuesto en la Resolución CREG 070 de 1998 o en las normas que la aclaren, modifiquen o sustituyan en lo relacionado con la puesta en servicio de la conexión.

3. Cuando se trate de Instalaciones básicas para uso final de capacidad instalada menores a 15 KVA y que no se encuentren en edificios con 10 o más suscriptores potenciales o en edificios con 10 o más sistemas de medida individual, el periodo de transitoriedad para el Certificado de Conformidad será de treinta y seis (36) meses contados a partir de la entrada en vigencia del presente Reglamento Técnico; sin embargo durante este periodo se demostrará el cumplimento del RETIE con una declaración extrajudicial suscrita tanto por la persona calificada responsable de la construcción de la instalación eléctrica, como por el propietario de la misma; así mismo se requerirá que para la conexión, el Operador de Red cumpla con lo dispuesto en la Resolución CREG 070 de 1998 o en las normas que la aclaren, modifiquen o sustituyan en lo relacionado con la puesta en servicio de la conexión.

Dependiendo de los resultados de este mecanismo transitorio, se determinará la necesidad de exigir el certificado de conformidad en forma obligatoria para estas instalaciones; en tal caso dicha exigencia sería en forma gradual.

4. En el evento que durante este periodo de transitoriedad existan Organismos de Certificación acreditados ante la SIC para instalaciones eléctricas, se aceptará el Certificado de Conformidad expedido por dichos Organismos.

PARÁGRAFO: Quienes teniendo instalados pararrayos o terminales de captación radiactivos a la entrada en vigencia del RETIE y carezcan de autorización expedida por la autoridad competente para ello, deberán tramitar dicha autorización dentro del año siguiente a la entrada en vigencia del RETIE. Quienes no tramiten la autorización en mención, en el mismo plazo de un año deben contratar la gestión para que sean dispuestos como desechos radiactivos, de conformidad con las normas legales y reglamentarias vigentes.

CAPÍTULO X

VIGILANCIA Y CONTROL

Artículo 46º. ENTIDADES DE VIGILANCIA

La Vigilancia y control del cumplimiento del presente Reglamento Técnico, corresponde a las Superintendencias de Servicios Públicos Domiciliarios y de Industria y Comercio, de conformidad con las competencias otorgadas a cada una de estas entidades por la normatividad vigente.

De conformidad con lo dispuesto en la Ley 142 de 1994, a la Superintendencia de Servicios Públicos le corresponde entre otras funciones, vigilar y controlar el cumplimiento de las leyes y actos administrativos a los que estén sujetos quienes presten servicios públicos, en cuanto el cumplimiento afecte en forma directa e inmediata a usuarios determinados y sancionar sus violaciones, siempre y cuando esta función no sea competencia de otra autoridad.

De conformidad con lo dispuesto en los Decretos 2152 de 1992 y 2269 de 1993 y demás normas aplicables, a la Superintendencia de Industria y Comercio le corresponde entre otras funciones, velar por el cumplimiento de las disposiciones sobre protección al consumidor, realizar las actividades de verificación de cumplimiento de Reglamentos Técnicos sometidos a su control, supervisar a los organismos de certificación, inspección, laboratorios de pruebas y ensayos y de metrología.

La vigilancia del ejercicio profesional de las personas que intervienen en las instalaciones eléctricas es competencia de los Consejos Profesionales correspondientes.

Artículo 47º. EVALUACION DE CONFORMIDAD

El esquema de demostración de la conformidad estará basado en el Sistema Nacional de Normalización, Certificación y Metrología.

1. Certificación de conformidad de productos

Los materiales, aparatos, máquinas, conjuntos y subconjuntos, a ser utilizados en las instalaciones eléctricas en Colombia, a los que se refiere este Reglamento Técnico, deben cumplir los requisitos del presente Reglamento que les sean de aplicación y demostrarlo a través del certificado de conformidad de que trata el presente Capítulo, previo a su comercialización. No se podrá prohibir, limitar, ni obstaculizar la comercialización, ni la puesta en funcionamiento de los productos que cumplan con las disposiciones del presente Reglamento Técnico.

La elección de los materiales eléctricos y su instalación estará en función de la seguridad, su uso y empleo e influencia del entorno electromagnético. Los criterios básicos de selección son:

- Tensión: La nominal de la instalación.
- Corriente: Que trabaje con la corriente de operación normal.
- Frecuencia: Se debe tomar en cuenta la frecuencia de servicio cuando influya en las características de los materiales.
- Potencia: Que no supere la potencia de servicio.
- Corriente de cortocircuito: Los equipos deben soportar las corrientes de cortocircuito previstas
- Compatibilidad de materiales: No deben causar deterioro en otros materiales, en el medio ambiente ni en las instalaciones eléctricas adyacentes.

- Tensión de ensayo dieléctrico: Tensión asignada mayor o igual a las sobretensiones previstas.
- Otras características: Otros posibles parámetros eléctricos a tener en cuenta (por ejemplo el factor de potencia, tipo de servicio, etc.)
- Características de los materiales en función de las influencias externas (medio ambiente, condiciones climáticas, corrosión, altitud, etc.)

Previamente a su comercialización, los fabricantes, importadores o comercializadores de los productos sometidos a este Reglamento Técnico, deben demostrar su cumplimiento a través de un Certificado de Conformidad expedido por un Organismo de Certificación de Producto acreditado por la Superintendencia de Industria y Comercio, de acuerdo con los procedimientos establecidos en los artículos 7° y 8º del Decreto 2269 de Noviembre 16 de 1993.

La Certificación de Conformidad de productos se puede realizar bajo cualquiera de los siguientes sistemas de certificación:

- Ensayos de tipo y evaluación del sistema de calidad de la fábrica y su aceptación, seguidos de un control que tiene en cuenta a la vez, la auditoría del sistema de calidad de la fábrica y los ensayos de verificación de muestras tomadas en el comercio y en la fábrica. En este sistema el fabricante posee sello de conformidad y puede comercializar libremente el producto.

- Ensayo de tipo seguido de un control que consiste en ensayos de verificación de muestras tomadas en el comercio y en la fábrica. En este sistema se deben tomar muestras por lo menos una vez al año, según la producción anual promedio o la importación anual promedio.

Los ensayos de tipo, deberán ajustarse a los requisitos establecidos pora la certificación de productos y deberán ser validados por el organismo de certificación.

El ensayo de tipo seguido de un control que consiste en ensayos de verificación de muestras tomadas en el comercio, se aplicará por determinación de la Superintendencia de Industria y Comercio o el Ministerio de Minas y Energía.

La certificación de conformidad debe ser expedida por organismos de certificación de productos acreditados por la Superintendencia de Industria y Comercio, sin perjuicio de las disposiciones transitorias del presente Reglamento.

2. Certificación de conformidad para importación de productos de uso directo y exclusivo del importador

Los certificados de conformidad se emiten de acuerdo con la Resolución 6050 de 1999 y sus modificaciones descritas en la Circular Única de la Superintendencia de Industria y Comercio, a personas naturales o jurídicas para que puedan importar productos sujetos a Reglamentos Técnicos, cuyo control y vigilancia corresponde a la Superintendencia de Industria y Comercio, los cuales serán única y exclusivamente para uso directo del solicitante.

El usuario solicita por escrito la certificación dando los datos exactos sobre el bien que importa y cuyo control esta a cargo de la Superintendencia de Industria y Comercio. La entidad evalúa, verifica y emite el certificado correspondiente.

3. Principales regulaciones para el trámite

Para efectos del presente Reglamento Técnico, se deben cumplir, entre otras, las siguientes disposiciones legales, emitidas por las autoridades Colombianas, en lo que se relaciona con el certificado de conformidad de productos:

- Circular Única de la Superintendencia de Industria y Comercio, publicada en el diario oficial 44511 del 06 de agosto de 2001, que es un solo cuerpo normativo de la SIC.

- Decreto 2269 de 1993, por el cual se organiza el Sistema Nacional de Normalización, Certificación y Metrología.

- Decreto 300 de 1995, por el cual se establece el procedimiento para verificar el cumplimiento de las normas técnicas colombianas oficiales obligatorias y los reglamentos técnicos en los productos importados.

- Decisión 506 de 2001, de la Comunidad Andina de Naciones, sobre certificados de conformidad de producto.

- Decisión 562 de 2003, de la Comunidad Andina de Naciones.

4. Acreditación

Los Organismos de Certificación e Inspección Acreditados, los Laboratorios de Pruebas y Ensayos Acreditados y la Calibración para productos e instalaciones eléctricas de que trata el presente Reglamento, deben cumplir las normas de la Superintendencia de Industria y Comercio y demás normatividad aplicable sobre la materia.

Los anteriores Organismos sólo podrán hacer referencia a esta condición para las certificaciones, inspecciones, ensayos o mediciones para las cuales hayan sido acreditados, de conformidad con el acto administrativo que les concede tal condición.

La certificación de conformidad de las instalaciones eléctricas con este Reglamento, deberá ser expedida por una tercera parte acreditada por la Superintendencia de Industria y Comercio.

Los Organismos de inspección acreditados para instalaciones eléctricas deberán ser Tipo A.

5. Organismos de certificación

De acuerdo con lo establecido por la Superintendencia de Industria y Comercio, en el título cuarto de la Circular Única, las entidades facultadas para expedir certificados de conformidad con reglamentos técnicos, son:

- Superintendencia de Industria y Comercio, únicamente en los casos de importaciones de bienes para uso personal.
- Organismos de Certificación acreditados por la Superintendencia de Industria y Comercio.
- Organismos de Certificación reconocidos por tratados internacionales.

6. Laboratorios de pruebas y ensayos

Atendiendo a lo dispuesto en la resolución 6050 de 1999 de la SIC en su Art.4 y demás normas que aclaren, complementen o modifiquen, cuando los ensayos requeridos para la expedición de los certificados de conformidad se efectúen en Colombia, deben ser realizados en laboratorios acreditados por la SIC. En caso de no existir laboratorio acreditado para la realización de estos ensayos, se podrán efectuar en laboratorios evaluados previamente por los organismos de certificación; dicho laboratorio deberá iniciar su proceso de acreditación dentro del año siguiente a la prestación del primer servicio bajo ésta condición. Si vencido el plazo de dos años contados a partir del primer servicio prestado en este supuesto, este laboratorio no ha obtenido su acreditación respectiva, el Organismo de Certificación no podrá seguir utilizando sus servicios.

> *"Resolución 15657 de 1999 de la SIC en su Art.2- Para los efectos previstos en el artículo 2 de la resolución 6050 de 1999 de la SIC, cuando no exista en Colombia laboratorio de pruebas acreditado para la realización de un ensayo específico, serán válidos los certificados de conformidad emitidos por organismos de certificación acreditados por entidades respecto de los cuales se haya demostrado previamente ante esta Superintendencia, que son parte de acuerdos multilaterales de reconocimiento mutuo de la acreditación."*

Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

7. Rotulado.

Los materiales y elementos utilizados en la construcción, montaje, reparación o reformas de las instalaciones eléctricas relacionados en el Artículo 17 de este Reglamento, deben estar rotulados con la información allí establecida.

Los materiales, aparatos y equipos receptores utilizados en las instalaciones eléctricas, cumplirán en lo que se refiere a condiciones de seguridad técnica y dimensiones, lo determinado en los preceptos de este Reglamento.

Todo material, aparato o equipo receptor usado en la construcción de una instalación eléctrica, deberá estar rotulado de un **modo indeleble y perdurable** con la información sobre sus características técnicas, el nombre y la marca del fabricante.

Los fabricantes e importadores de bienes y servicios sujetos al cumplimiento de reglamentos técnicos cuyo control corresponde a la Superintendencia de Industria y Comercio, deben estar inscritos en el registro obligatorio de dicha entidad, a que hace referencia el capítulo primero del título cuarto de la Circular Única de la SIC.

8. Certificación de conformidad de Instalaciones Eléctricas

Una vez transcurrido el periodo de transitoriedad dispuesto en el artículo 45º "DISPOSICIONES TRANSITORIAS", toda instalación eléctrica nueva, ampliación o remodelación según lo dispuesto en el Artículo 2º "CAMPO DE APLICACIÓN", debe tener su "Certificado de Conformidad" con el presente Reglamento, expedido por un Organismo acreditado por la Superintendencia de Industria y Comercio.

Se exceptúan del anterior requisito, las siguientes instalaciones:

1. Instalaciones eléctricas de guarniciones militares o de policía y en general aquellas que demanden reserva por aspectos de Seguridad Nacional; sin embargo se exigirá una declaración suscrita por el comandante o director de la guarnición y por la persona calificada responsable de la interventoría o supervisión de la construcción de la instalación eléctrica, en la cual conste que se cumplió el RETIE.

2. Instalaciones provisionales cuya permanencia sea menor aun año, las cuales deben ser ejecutadas por personal calificado.

En la inspección con fines de certificación se buscará la trazabilidad de las diferentes etapas de la instalación eléctrica, para lo cual se debe tener en cuenta lo actuado y documentado por las personas calificadas que participaron en el diseño, dirección de la construcción e interventoría; en todos los casos se dejará consignado en el formato de inspección, la matrícula profesional del responsable de cada etapa. Igualmente, se verificarán las certificaciones de la conformidad de los productos utilizados en la instalación eléctrica, que según el RETIE requieran cumplir tal requisito. Para garantizar que la instalación eléctrica es segura y apta para el uso previsto, se deberá realizar el examen visual y ejecutar las pruebas pertinentes.

El informe de resultado de la inspección y pruebas de la instalación eléctrica destinada al uso final de la electricidad, deberá determinar el cumplimiento o incumplimiento de los requisitos que apliquen, relacionados en el formato denominado **"INFORME DE INSPECCIÓN Y VERIFICACIÓN DE INSTALACIONES ELECTRICAS".**

Para la inspección con fines de certificación de aquellas instalaciones de procesos diferentes al de uso final de la energía eléctrica, el organismo de inspección deberá diseñar los formatos pertinentes, los cuales deben contener los parámetros fundamentales donde se compruebe el cumplimiento de los requisitos establecidos en el RETIE. Los formatos de verificación deben reflejar y cumplir estrictamente los procedimientos, métodos y equipos de medición presentados y aprobados por la SIC en el trámite de acreditación.

Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA
REGLAMENTO TÉCNICO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS (RETIE)

INFORME DE INSPECCIÓN Y VERIFICACIÓN DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS

No. _____

Lugar y fecha _____

Propietario de la Obra: _____

Tipo de proceso: Generación ☐ Transmisión ☐ Transformación ☐ Distribución ☐ Utilización ☐

Tipo de uso de la instalación: Residencial ☐ Comercial ☐ Industrial ☐ Oficial ☐ Hospitalaria ☐

Capacidad instalada (kVA): _____ Tensión (V) _____ Año construcción instalación _____

Persona responsable del diseño: _____ Mat. Prof. _____

Persona responsable de la construcción: _____ Mat. Prof. _____

Persona responsable de la interventoría (si la hay): _____ Mat. Prof. _____

ITEM	ASPECTO A EVALUAR	APLICA	CUMPLE	NO CUMPLE
1	Accesibilidad a todos los dispositivos de control y protección.			
2	Bomba contra incendio.			
3	Continuidad de los conductores de tierras y conexiones equipotenciales.			
4	Corrientes en el sistema de puesta a tierra.			
5	Dispositivos de seccionamiento y mando.			
6	Distancias de seguridad			
7	Ejecución de las conexiones.			
8	Ensayo de polaridad.			
9	Ensayo dieléctrico específico.			
10	Ensayos funcionales.			
11	Existencia de memorias de cálculo			
12	Existencia de planos, esquemas, avisos y señales.			
13	Funcionamiento del corte automático de la alimentación.			
14	Identificación de conductores de neutro y de tierras.			
15	Identificación de los circuitos y de tuberías.			
16	Materiales acordes con las condiciones ambientales.			
17	Niveles de iluminación			
18	Protección contra efectos térmicos.			
19	Protección contra electrocución por contacto directo.			
20	Protección contra electrocución por contacto indirecto			
21	Resistencia de puesta a tierra.			
22	Resistencias de aislamiento.			
23	Revisiones de certificaciones de producto			
24	Selección de conductores.			
25	Selección de dispositivos de protección contra sobrecorrientes.			
26	Selección de dispositivos de protección contra sobretensiones			
27	Sistema de protección contra rayos.			
28	Sistemas de emergencia			
29	Valores de campos Electromagnéticos			

NOTA: En instalaciones de viviendas y pequeños comercios, los items a verificar son: 1, 3, 5, 6, 7, 8, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 19, 20, 21, 23 y 24

OBSERVACIONES, MODIFICACIONES Y ADVERTENCIAS ESPECIALES (si las hay)

RESULTADO: APROBADA ☐ CONDICIONADA ☐ NO APROBADA ☐

Persona calificada responsable de la inspección: Nombre _____

Firma _____ Documento de identidad _____ Mat. Prof. _____

Acreditación o habilitación _____

En todos los casos se consignará en los formatos e informes el tipo de instalación, la identidad del propietario, los nombres y matrículas profesionales de las personas calificadas que actuaron en las diferentes etapas de la instalación, (diseñador, director de la construcción e interventor), el nombre y matrícula profesional del inspector y el nombre, dirección y teléfono del Organismo acreditado responsable de la inspección.

El inspector deberá dejar constancia del alcance y estado real de la instalación al momento de la inspección, con mecanismos tales como registros fotográficos, diagrama unifilar y planos eléctricos.

El propietario o administrador de una instalación eléctrica de una edificación de uso comercial, industrial, oficial o residencial multifamiliar, deben mantener disponible una copia del Informe de Inspección y Verificación de Instalaciones Eléctricas, a fin de facilitar su consulta cuando sea del caso.

9. Revisión de las instalaciones.

Se verificará el cumplimiento del presente Reglamento durante la vida útil de la instalación, mediante inspecciones técnicas periódicas adelantadas por Organismos de Inspección Acreditados por la Superintendencia de Industria y Comercio para instalaciones eléctricas. La periodicidad de la revisión de las instalaciones de uso final, cubiertas por el Presente Reglamento será de máximo 10 años. Este periodo se reducirá a cinco (5) años para instalaciones hospitalarias y para las de zonas clasificadas como peligrosas.

En caso de que por deficiencias de la instalación eléctrica se presente alto riesgo para la salud o la vida, se deberá dar aviso inmediato al operador de red con el propósito de que se desenergice la instalación comprometida, salvo en el caso en que esta desconexión pueda producir una situación de mayor riesgo para las personas, que la que se quiere corregir o evitar. Antes y durante la desenergización se deben tomar las medidas necesarias para evitar un accidente.

Si el propietario de cualquier instalación eléctrica no corrige la condición de alto riesgo, quienes se consideren afectados podrán adelantar las acciones judiciales que sean del caso y/o comunicarán del hecho a las autoridades judiciales y administrativas competentes.

Cuando se realicen modificaciones a las instalaciones eléctricas destinadas al uso final de la electricidad, el propietario o administrador de las mismas debe velar por que los trabajos sean realizados por personas calificadas. De las modificaciones se debe dejar constancia documentada disponible, a fin de facilitar su consulta cuando sea necesario.

Las modificaciones a la red ejecutadas directamente por personal del Operador de Red o por personal calificado de terceros bajo la supervisión de personal del OR, deben ser adaptadas a las condiciones de seguridad establecidas en el presente Reglamento. Tales modificaciones deben documentarse y estar disponibles en una dependencia del Operador de Red de manera que sea fácil su consulta en el evento que sea necesario.

CAPÍTULO XI

REVISIÓN Y ACTUALIZACIÓN

Artículo 48º. REVISIÓN Y ACTUALIZACIÓN.

El contenido del presente Reglamento Técnico, expedido por el Ministerio de Minas y Energía siguió los procedimientos y metodologías aceptados por el acuerdo sobre Obstáculos Técnicos al Comercio. La revisión y actualización del Reglamento se efectuará de conformidad con lo dispuesto en el artículo tercero de la presente Resolución.

En este sentido será el Ministerio de Minas y Energía, el órgano competente, para su interpretación y modificación. Lo podrá hacer de oficio o por solicitud de terceros. No obstante, en aquellos casos relacionados con procedimientos de certificación, donde se trate de productos utilizados en el sector eléctrico, la Superintendencia de Industria y Comercio podrá convocar un Comité Técnico Sectorial constituido por autoridades públicas y expertos, para analizar, interpretar y revisar asuntos relacionados con el presente Reglamento, de acuerdo con la Resolución 8728 de 2001 de la Superintendencia de Industria y Comercio.

Es entendido que los generadores, transmisores, distribuidores, instaladores y usuarios de las instalaciones, así como los fabricantes, distribuidores o importadores de productos, se deben regir por lo establecido en el presente Reglamento, sin perjuicio de lo establecido por otras autoridades Colombianas.

En atención al desarrollo técnico y en casos excepcionales o situaciones objetivas suficientemente justificadas, el Ministerio de Minas y Energía, autorizará requisitos técnicos diferentes de los incluidos en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas. Por su carácter menos permanente y de evolución constante, el Ministerio de Minas y Energía podrá revisarlas discrecionalmente a fin de que los citados requisitos estén perfectamente adaptados al nivel de desarrollo tecnológico, en cada circunstancia.

Aplicación de nuevas técnicas**.** Cuando el diseñador de una instalación prevea la utilización o aplicación de nuevas técnicas o se planteen circunstancias no previstas en el presente Reglamento, podrá justificar la introducción de innovaciones técnicas señalando los objetivos, así como las normas internacionales y prescripciones que aplica. El Ministerio de Minas y Energía podrá aceptar o rechazar el proyecto en razón a que resulten o no justificadas las innovaciones que contenga, de acuerdo con los objetivos legítimos.

Las empresas del sector eléctrico, podrán proponer preceptos complementarios, señalando las condiciones técnicas de carácter concreto que sean esenciales para conseguir mayor seguridad en las instalaciones eléctricas. Estas normas deben ajustarse a los preceptos de este Reglamento y serán planteadas ante la Dirección de Energía del Ministerio de Minas y Energía.

CAPÍTULO XII

RÉGIMEN SANCIONATORIO

Artículo 49º. REGIMEN SANCIONATORIO.

Sin perjuicio de la responsabilidad civil o penal a que haya lugar, el incumplimiento de los requisitos establecidos en el presente Reglamento Técnico se sancionará según lo establecido en la Legislación Colombiana vigente, así:

- Las Empresas de Servicios Públicos por el Régimen establecido en la Ley 142 de 1994, demás normas que la modifiquen, aclaren, o sustituyan y demás disposiciones legales aplicables.

- Las personas calificadas, por las leyes que reglamentan el ejercicio de las profesiones relacionadas con la electrotecnia y demás disposiciones legales aplicables.

- Los usuarios de conformidad con lo establecido en el Decreto 1842 de 1992 "Estatuto Nacional de Usuarios de los servicios públicos domiciliarios", Ley 142 de 1994, Resolución CREG 108 de 1997 y demás normatividad aplicable.

- Los productores, comercializadores, proveedores e importadores, por el Decreto 3466 de 1982, Ley 446 de 1998 y demás disposiciones legales aplicables.

- Los Organismos Acreditados por lo dispuesto en los Decretos 2152 de 1992 y 2269 de 1993 y demás disposiciones legales aplicables y normas que lo modifiquen, adicionen o sustituyan.

ARTÍCULO CUADRAGÉSIMO (Resolución 18 0498). La presente Resolución requiere para su vigencia la publicación en el Diario Oficial y modifica en lo pertinente el Anexo General de la Resolución 18 0398 del 7 de abril de 2004.

ARTÍCULO CUADRAGÉSIMOPRIMERO (Resolución 18 0498). De conformidad con la resolución 18 0372 de 2005 el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE modificado por la presente Resolución, inicia su vigencia el 1 de mayo del año 2005.

PUBLÍQUESE Y CÚMPLASE
Dada en Bogotá D.C., a los

LUIS ERNESTO MEJÍA CASTRO
Ministro de Minas y Energía

LEVC-DAG-CESR-SPZG