FUERZAS MILITARES DE COLOMBIA
FUERZA AEROESPACIAL COLOMBIANA

MANTENIMIENTO Y ADECUACIÓN DE REDES Y CIRCUITOS ALIMENTADORES DEL CACOM-2, DE ACUERDO A ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

COMANDO AÉREO DE COMBATE No 2

2026

GENERALIDADES

A. IDENTIFICACIÓN

Las siguientes especificaciones determinan las características mínimas, tipo y calidad de los materiales a usarse en la obra, estipulan condiciones, características constructivas, pero no constituyen en ningún momento un manual de construcción.
Nota: Los planos con las especificaciones técnicas, cantidades de obra y el presupuesto se complementan mutuamente, de tal forma que cualquier detalle que muestren los planos, pero no las especificaciones o en el presupuesto o viceversa, se asumirá como especificado en uno u otro caso.

B. PLANOS Y DOCUMENTOS

Para la ejecución de los trabajos el contratista se ceñirá a los siguientes documentos:

- Planos que se anexan a estas especificaciones prioritariamente.
- Estas especificaciones.
- Norma ICONTEC 1500
- Código Colombiano de Fontanería
- Norma ICONTEC 813
- Agua potable
- Código Colombiano de Sismo Resistencia
- NTC 6320
- NTC 6321
- NTC 6047 Accesibilidad al medio físico, espacios de servicio al ciudadano en la administración pública, requisitos. Si aplica.

C. PLANOS

Los planos, especificaciones y A.P.U's se complementan mutuamente, de forma que cualquier detalle que muestren los planos, pero no las especificaciones y A.P.U's o viceversa, se asimilarán como especificado en cualquiera de los casos.
La Fuerza Aeroespacial Colombiana – CACOM-2, se reserva el derecho de disminuir las cantidades de obra y/o cambiar las especificaciones, para ajustarlas a la disponibilidad presupuestal.

D. ESPECIFICACIONES DE MATERIALES

Todos los elementos y materiales suministrados deben ser nuevos, sin uso, de primera calidad, de fácil montaje, reemplazo y libre de defectos e imperfectos.
La interventoría y/o supervisión de obra está autorizada para rechazar cualquier material o elemento que presente mala calidad, o que no se cumpla con los requisitos exigidos o establecidos en las normas y especificaciones. Igualmente podrá rechazar la dotación ya ejecutada que no cumpla con las condiciones indicadas en las especificaciones técnicas o que no esté realizada correctamente, sin que esto genere sobrecostos y demoras en la ejecución del contrato.
El contratista deberá prever con el tiempo suficiente el alquiler, compra, o adquisición de todos los materiales, herramientas, equipos o cualquier otro elemento requerido para la ejecución de los trabajos.
El contratista debe planear y estudiar todos los suministros, para que los materiales se encuentren en el sitio de la obra en el momento necesario. La responsabilidad por el suministro oportuno de los materiales es del contratista, por consiguiente, este no

podrá solicitar ampliación del plazo, ni justificar o alegar demoras en la fecha de entrega por causa del suministro deficiente o inoportuno de los materiales.
El contratista debe prever todas las medidas de seguridad necesarias tanto para el personal de obreros comprometidos en la construcción, como para los transeúntes del sector. Deberá colocar elementos tales como: cintas de prevención, avisos de seguridad, dotación personal de acuerdo a lo normatizado para las diferentes actividades que se desarrollan en el proceso constructivo, etc. Cualquier accidente que esté comprometido con la construcción del proyecto será responsabilidad del contratista.
Cualquier cambio en las especificaciones que proponga el contratista, deberá ser aprobado por la Fuerza Aeroespacial Colombiana - CACOM-2, en forma escrita, previo concepto del Supervisor. Cualquier omisión en las presentes especificaciones, no exime de responsabilidad al Contratista, ni podrá tomarse como base para futuras reclamaciones.
La forma de pago será de acuerdo con las cantidades de obra ejecutadas totalmente y recibidas a satisfacción por el supervisor, su medición será de acuerdo con las Unidades especificadas para cada ítem o capítulo en el cuadro de Cantidades de Obra, anexas al Pliego.
En algunos casos se especifica la marca de accesorios y equipos, pero el contratista podrá utilizar marcas similares previa autorización del supervisor.

E. CAMBIO DE ESPECIFICACIONES

Todas las especificaciones técnicas suministradas se complementan con lo indicado en los planos, diagramas y detalles entregados; en caso de presentarse contradicción entre la información aquí especificada y los demás documentos que hacen parte del pliego de condiciones, el oferente deberá solicitar las aclaraciones por escrito a la Dependencia que encabeza el proceso de contratación.
NOTA IMPORTANTE: Todas las referencias y marcas enunciadas en accesorios, materiales y equipos, son exclusivamente una guía elaborada por los diseñadores, con el fin de dar pautas sobre la calidad de la obra que se pretende ejecutar. Sin embargo, el proponente está en libertad de presentar las referencias y marcas que considere, siempre y cuando se ajusten o superen la calidad exigida, lo cual deberá ser certificado por la supervisión.
Cualquier cambio en las especificaciones que proponga el contratista, deberá ser aprobado por la Fuerza Aeroespacial Colombiana - CACOM-2, en forma escrita, previo concepto del supervisor del contrato. Cualquier omisión en las presentes especificaciones, no exime de responsabilidad al Contratista, ni podrá tomarse como base para futuras reclamaciones.
No se medirán ni se pagarán obras ejecutadas para conveniencia del Contratista y los costos no se tendrán en cuenta en ningún acta parcial o total.
La forma de pago será de acuerdo a las cantidades de obra ejecutadas totalmente y recibidas a satisfacción por el supervisor, su medición será de acuerdo a las Unidades especificadas para cada ítem o Capítulo en el cuadro de Cantidades de Obra, anexas al Pliego.

F. FUENTES DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

El contratista será responsable de realizar por su cuenta y costo la inspección que considere necesaria para determinar las fuentes de consecución de los materiales requeridos para la ejecución de la obra con el fin de que pueda contemplar en su propuesta lo relacionado con la logística necesaria para la obtención de los mismos.
Con la debida anterioridad y especialmente en la visita de obra para iniciar los trabajos en los cuales se necesitan utilizar materiales como arenas y agregados propios de la región, el contratista deberá realizar las coordinaciones necesarias para la adquisición y transporte o en su debido caso la explotación de los mismos, colocando toda la infraestructura necesaria, previendo no sólo la explotación bajo todas las normas técnicas y seguridad que existen para el efecto, sino a la vez tendrá en cuenta e indicará la forma como se solucionará el transporte, explotación y demás datos técnicos que se consideren de importancia para ejecutar la obra de la presente oferta.
En caso de que, a juicio del Proponente, la información anterior sea insuficiente para su propuesta, debe a su propio costo y riesgo hacer las investigaciones complementarias que sean convenientes para la correcta presentación de la oferta.

G. NORMAS GENERALES

Los pliegos y especificaciones técnicas estipulan las condiciones y detalles constructivos, pero no constituyen en ningún caso un manual de construcción es decir que cualquier detalle que muestren los planos, pero no las especificaciones o viceversa se asumirá, como especificado en uno y otro caso.
Este documento es una guía de las especificaciones mínimas para el proyecto. Durante el proceso constructivo se podrá hacer los ajustes necesarios para garantizar que el proyecto cumpla con los estándares requeridos en la Fuerza Aeroespacial Colombiana, con la normatividad vigente y con los precios del mercado, ajustándose al presupuesto disponible y cumpliendo con el objeto contractual previsto.
Los cambios que se puedan hacer a las especificaciones iníciales dadas por la Fuerza Aeroespacial Colombiana, deberán ser aprobadas por el diseñador en forma escrita con el visto bueno del Supervisor de obra, cualquier omisión en las especificaciones no exime de responsabilidad al contratista, ni podrá tomarse como base para futuras reclamaciones.
Los oferentes deberán acreditar la idoneidad y experiencia necesaria en este tipo de obras, así como la disponibilidad de maquinaria y equipo necesario, para el correcto desarrollo de la obra.
El tránsito de vehículos y equipo necesario para las obras dentro de esta Unidad Militar deberá regirse por las normas que imponga el Comandante de la Unidad Militar Aérea y cualquier violación será responsabilidad única y exclusiva del contratista.

H. MEDIDAS Y FORMA DE PAGO

Se refiere a la unidad de medida que se utilizará para cuantificar y pagar las obras ejecutadas de acuerdo con los ítems del listado de cantidades de obra y presupuesto así:

- Global GLB
- Metro lineal ML
- Unidad UN

- Metro cuadrado M2
- Metro cúbico M3
- Kilogramo KG

Toda forma y medida de pago en cada ítem incluye el suministro de la totalidad de materiales, desperdicios, transporte, mano de obra, equipo y herramientas necesarias para una buena ejecución instalación, acabado, pruebas y puesta en servicio de la obra descrita en el ítem. No se efectuará pago parcial o fraccionado de la unidad de medida en cada ítem. Tampoco se cancelarán al contratista valores que no se hayan tenido en cuenta en la presentación de la oferta.
El valor o costo directo de cada ítem del listado de cantidades de obra, debe soportarse mediante el Análisis detallado de Precios Unitarios (A.P.U.) respectivo. Estos análisis no serán exigidos para la presentación de la oferta, pero serán un requisito indispensable a cumplir previamente a la suscripción del acta de inicio del contrato. Los A.P.U. deberán contar con el visto bueno de la Supervisión. En complemento al A.P.U. el contratista deberá anexar el listado en orden alfabético del valor unitario de la totalidad de materiales e insumos que utilizará en obra.

I. VÍAS DE COMUNICACIÓN

En general, el oferente debe estudiar por su cuenta y costo las vías de comunicación para el desplazamiento de los elementos y personal en la región y la Unidad Militar Aérea.

J. VARIOS

Los Contratistas deberán acreditar la idoneidad y experiencia necesaria en este tipo de obras, así como la disponibilidad de maquinaria y equipo necesario, para el correcto desarrollo de la obra. En el sitio deberá permanecer un Ingeniero debidamente matriculado y con la experiencia de obras similares, lo cual acreditará ante la supervision.
El tránsito de vehículos y equipo necesario para esta obra dentro de esta Unidad Militar deberá regirse por las normas que imponga la Unidad Militar y cualquier violación será responsabilidad única y exclusiva del Contratista.
Una vez terminados los trabajos y antes de efectuar el acta de recibo final de obra el contratista deberá entregar los planos y diagramas definitivos de la instalación efectuada.
La propuesta deberá incluir la totalidad del valor de la obra y no se reconocerá al proponente que resulte favorecido, costos omitidos en la presentación de la propuesta económica.
Cualquier modificación en los diseños y especificaciones y aumento de cantidades de obra deberá llevar el visto bueno del contratista y supervisor de la obra.
El contratista debe prever todas las medidas de seguridad necesarias tanto para el personal operativo comprometido en la construcción, como para los transeúntes del sector. Deberá colocar elementos tales como: cintas de prevención, avisos de seguridad, etc. Cualquier accidente que esté comprometido con la construcción de la obra será responsabilidad del contratista.
Así mismo, para la protección del personal, deberá tener en cuenta los requisitos mínimos contemplados en la Resolución No. 2400 del 22 de mayo de 1979; Resolución No. 1409 de 2012 y Resolución 1072 de 2015 y cualquier otra que

derogue, adicione o modifique la normatividad vigente correspondiente en Seguridad Industrial y Salud en el Trabajo.
Cualquier gasto de ensayos y pruebas de laboratorio, permisos, u otro que se genere una vez contratada la ejecución de la obra, correrán por cuenta del contratista. El contratista deberá prever la vigilancia de la obra durante el tiempo de ejecución de la misma, considerando para ello todos los costos que se generen. El contratista debe prever con el tiempo suficiente el alquiler, compra, o adquisición de todos los materiales, herramientas, equipos o cualquier otro elemento requerido para la ejecución de la obra, no se aceptarán retardos en la terminación del proyecto por ninguna de estas causas.
Nota: Los Análisis de Precios Unitarios presentados por el contratista deberán contemplar los costos de suministro de materiales, mano de obra (considerando todo gasto por concepto de sueldos, prestaciones sociales, servicio médico, etc.), herramientas, formaletas, equipo, transporte, trasiego, cargue y descargue, aseo, limpieza, retiros y cualquier costo directo o indirecto que genere la realización de la obra.
Es de suma importancia que el contratista verifique personalmente las distancias reales al proyecto, el estado de las vías de acceso, los lugares de suministro de materiales y cualquier otra determinante que afecte directa o indirectamente la construcción, y por ende el presupuesto final. Todas las referencias y marcas enunciadas en accesorios, materiales y equipos son exclusivamente una guía elaborada por el diseñador, con el fin de dar pautas sobre la calidad mínima de la obra que se pretende ejecutar, sin embargo, el proponente está en libertad de presentar las referencias y marcas que considere, siempre y cuando se ajusten o superen la calidad exigida y a un costo equivalente, lo cual deberá ser certificado por la supervisión de la obra.

K. MANEJO DEL CONCRETO

Esta sección cubre el suministro de mano de obra, materiales, equipo y la ejecución de todo el trabajo relativo a formaletería, transporte, colocación, curado y descimbrado de todas las obras de concreto requeridas en el contrato.
Comprenden: muros, columnas, vigas, dinteles, placas aligeradas, placas macizas, escaleras, alfarjías, tanques de concreto, zapatas, pedestales, etc.
Todas las estructuras de concreto reforzados deben ser construidas de conformidad con las especificaciones de acuerdo con las líneas y dimensiones mostradas en los planos estructurales y arquitectónicos.
La localización de juntas de construcción no indicadas en los planos estará sujeta a la aprobación del Supervisor del Contrato. El Contratista debe suministrar a su costa todos los accesorios mostrados en los planos, cuando no se especifique por separado en los formularios oficiales.

L. MATERIALES

I. Cemento.

El cemento que se usará para concretos, morteros y lechadas deberá cumplir con lo estipulado en la NSR-10, Capitulo C.3 literal C.3.2. Sólo se aceptará cemento de

calidad y características uniformes que no pierda resistencia por almacenamiento en condiciones normales y en caso de que se suministre en sacos, estos deberán ser lo suficientemente herméticos, fuertes e impermeables para que el cemento no sufra alteraciones durante el transporte, manejo y almacenamiento.

II. Almacenamiento de Cemento.

El cemento en sacos deberá almacenarse en sitios secos, libres de humedad, bien ventilados y aislados del suelo o de cualquier ambiente húmedo. No deberán colocarse más de 14 sacos sobre otro, para periodos más largos hasta sesenta (60) días como máximo.

Cuando el cemento haya sido almacenado en la obra durante un periodo mayor de dos meses, no podrá ser utilizado a menos que los cilindros ejecutados con este material y los ensayos especiales sobre el mismo, demuestren que el cemento está en condiciones satisfactorias.

III. Agregados.

Los agregados gruesos y finos para la fabricación de concreto, deberá cumplir con lo especificado en la NSR-10, Capitulo C.3 literal C.3.3.

El Contratista deberá controlar que los despachos de materiales que se hagan de determinada fuente, sean de calidad uniforme y vengan libre de lodo y material orgánico.

IV. Almacenamiento.

El almacenamiento de agregados finos y gruesos deberá hacerse especialmente preparados para este fin, permitiendo que el material se conserve libre de tierra o de elementos extraños. Cada agregado se almacenará separadamente en forma tal que se evite la separación o segregación de tamaños. No se permitirá la operación de equipo de tracción con oruga, sobre pilas de agregado grueso. La extracción de los materiales de las pilas de agregado se hará de forma que se elimine hasta el máximo la separación de los materiales. El Contratista debe obtener del Supervisor del Contrato la aprobación de los agregados antes de utilizarlos.

Las pilas de los agregados deberán proveerse con facilidades de drenaje con anterioridad a sus usos. El Contratista deberá mantener durante todo el tiempo un almacenamiento suficiente de agregados que le permita el vaciado continuo de concreto según el flujo necesario.

V. Agua.

El agua para la mezcla del concreto deberá cumplir con lo especificado en la NSR-10, Capitulo C.3 literal C.3.4.

VI. Aditivos.

No está previsto el uso de aditivos para el concreto a menos que en casos especiales se avise expresamente otra cosa, previa autorización escrita del Supervisor del Contrato, con base en ensayos de laboratorio. El suministro o incorporación de aditivos usados por el Contratista en su provecho, será suyo.

M. CLASES DE CONCRETOS

I. Concreto simple.

Consiste en una mezcla de cemento tipo Portland, agua, agregados finos y gruesos, combinados en las proporciones adecuadas según la clase de concreto requeridos.

II. Concreto reforzado.

Consiste en una mezcla de cemento Tipo Pórtland, agua, agregados finos y gruesos especificados en los planos estructurales, y acero de refuerzo.

III. Concreto ciclópeo.

Consistente en una mezcla de concreto Simple con piedra fuerte, sólida y limpia, de forma angular y superficie áspera, que garantice la adherencia del concreto. El volumen total de la piedra deberá quedar rodeado de una capa no inferior a 5 cm de espesor. La proporción de mezcla será 60% en concreto simple y 40% en piedra. Al retirar las formaletas se tendrá especial cuidado en no desportillar las superficies ni las aristas.

IV. Acero de Refuerzo.

El acero para refuerzo debe ser de primera calidad producida por Acerías Paz de Río o cualquier otra fábrica que cumpla con los requisitos ICONTEC con un límite de fluencia mínima de 4200 Kg/cm2 o en su defecto el que cumpla con las especificaciones de la NSR-10.

V. Almacenamiento y Limpieza:

Las varillas de refuerzo deben estar almacenadas bajo techo y apoyadas sobre soportes cuya separación y altura sean calculadas para evitar el contacto con el suelo. Los arrumes de varillas deben permanecer cubiertos con lonas para proteger el material del depósito de polvo. Los atados serán arrumados por grupos de la misma dimensión y calidad con marcas indicadoras de calidad y pesos. Las varillas figuradas deberán depositarse en construcciones cubiertas aisladas del suelo y protegidas con lonas. Igualmente deben estar marcadas en tal forma que puedan identificar la obra y la estructura donde irán colocadas. Antes de colocarse en la obra se limpiarán completamente de grasa y oxidación y todo elemento que menoscabe su adherencia con el concreto.

VI. Enderezado y redoblado:

Las varillas de refuerzo deberán ser colocadas con exactitud y aseguradas firmemente para evitar su desplazamiento antes y durante el vaciado del concreto. Si se adopta el sistema de amarrar con alambres deben ser lo suficientemente rígidos para resistir sin desplazamientos el trabajo de los vibradores mecánicos y de los otros esfuerzos que soportan las armaduras durante la ejecución del vaciado. Deben colocarse separadores eficaces para garantizar que las armaduras conservan las distancias prescritas en los planos tanto entre varillas como entre estas y las formaletas, y dicho requerimiento se entiende incluido en los respectivos ítems que contienen acero de refuerzo.

VII. Empalmes o Traslapos:

Las uniones de las varillas de refuerzo no deben localizarse en los puntos de esfuerzo máximo si trabajan a la tracción. Pueden hacerlo soldadas al tope o traslapadas. En todo caso se debe tener en cuenta las recomendaciones de la NSR-10.

En caso de tener un concreto a la vista, se deberán tener en cuenta todas las medidas necesarias para que este tenga un acabado adecuado, mediante un adecuado manejo de las formaletas.

N. CERRAMIENTO

Consiste en un cerramiento perimetral en polisombra y postes de madera a distancias de 2 mt, la distancia de la edificación al cerramiento será mínimo de 1.50 mt y se ubicarán las puertas necesarias para la entrada y salida del personal, así como de las volquetas o camiones de transporte de material.
La interventoría y/o supervisión siempre verificará que este cerramiento se encuentre en condiciones aceptables y templada, se cambiarán secciones deterioradas y dañadas. La altura será de 1.80 mt. a 2.00 mt.
La ubicación del cerramiento será de acuerdo al área donde se esté trabajando, es posible que los parales del cerramiento no se hinquen a nivel de terreno sino sobre unos dados en concreto móviles para permitir su reubicación.

O. LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO CON TOPOGRAFIA Y/O ELEMENTOS DE PRECISIÓN

Se refieren a los trabajos que deben realizarse para definir la ubicación exacta de las obras de infraestructura y redes hidrosanitarias para el desarrollo y ejecución de acuerdo con los planos suministrados al contratista, en el caso de mantenimiento se ceñirá a la estructura existente con las modificaciones determinadas por los planos.
El contratista realizará la respectiva localización ciñéndose estrictamente a lo planteado en los planos eléctricos del proyecto relacionados con los planos topográficos para lo cual empleará sistemas de precisión que le permitan fijar adecuadamente los puntos auxiliares que serán verificados por la supervisión del contrato. La localización se hará basándose en los puntos de control vertical y horizontal que sirvieran de base para el levantamiento del lote mediante los equipos topográficos necesarios.
El contratista lo ejecutara ciñéndose a los planos suministrados por el contratante, de acuerdo con las siguientes recomendaciones técnicas:

- El replanteo estará a cargo de un topógrafo matriculado debiendo certificar este requisito al interventor del contrato de la obra.
- La referenciación planimetría del edificio se hará a partir de un mojón de coordenadas correspondientes al sistema empleado para el levantamiento del terreno.
- La referenciación altimétrica se hará a partir de un b. M. De los empleados para el levantamiento del terreno donde sea posible deberá verificarse sobre otro B.M.
- Las longitudes se medirán con cinta metálica.
- Los ángulos se determinarán con transito que lea por lo menos con una precisión de 20".
- El estacado y punteo que referenciará los ejes y parámetros se ejecutará en forma adecuada para garantizar firmeza y estabilidad utilizando materiales de primera calidad, (madera, puntillas, etcétera). Para los trabajos menos importantes, se empleará sistema denominado 3-4-5.
- Nivel de precisión deberá emplearse para las obras de alcantarillado, y para los trabajos de albañilería se aceptará el nivel de manguera.

7. INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Generalidades Capitulo Eléctrico

I. Objeto

Estas especificaciones técnicas y normas mencionadas son una guía elaborada por el diseñador, las cuales cubren las condiciones técnicas particulares para el suministro, instalación y puesta en servicio (SIPS) de un sistema eléctrico de acuerdo al cuadro de cantidades y planos anexos.

II. Alcance de los trabajos

Sin que se pueda considerar la siguiente descripción como de carácter exhaustivo, el alcance del proyecto objeto del contrato incluye en forma general las siguientes actividades:

- Suministro, instalación y puesta en servicio de canalización subterránea.
- Suministro, instalación y puesta en servicio de Redes de Media y Baja tensión aéreas y subterráneas
- Suministro, instalación y puesta en servicio de equipos de corte y maniobra en media tensión.
- Suministro, instalación y puesta en servicio de estructuras de media tensión
- Diseño de subestación capsulada (serie 3) y redes de media tensión (serie 1).
- Suministro, instalación y puesta en servicio de sistema de apantallamiento y puesta a tierra.
- Tramites de aprobación ante el operador de Red y dictamen pleno.

III. Normas, Planos y Documentos

Para la ejecución de los trabajos el contratista se ceñirá a los siguientes documentos los cuales deben considerarse complementarios entre sí:

- Listado de Cantidades de Obra.
- Este Capítulo de Especificaciones Técnicas, las cuales no constituyen un manual de construcción.
- Manual de instalación del fabricante de Equipos Eléctricos y Electrónicos.
- Memorias de cálculo.
- Planos de Diseño.

Notas:

- Además, se mantendrán como referencia las normas vigentes establecidas, para la construcción y fabricación de materiales y equipos.
- De igual manera se tendrán como referencia las Normas de construcción establecidas por la Empresa Operadora de Red. Como también las normas establecidas por el Gobierno Nacional, Ministerio de Minas y Energía como son el RETIE y el RETILAP vigentes.

- En caso de conflicto entre las normas referenciadas y la documentación anexa, prevalecerá lo establecido en el siguiente orden: RETIE, NTC 2050, Norma del Operador de red local y Norma ENEL.
- En caso de existir vacíos en lo referente a aspectos particulares en las Normas locales, se procederá a consultar normas internacionalmente estandarizadas y/o reconocidas (NEMA, NEC, UL).
- La construcción de la instalación eléctrica del proyecto referido debe ser dirigida o supervisada por una persona calificada, con matrícula profesional, certificado de inscripción profesional o certificado de matrícula vigente, que según la Ley le faculte para ese tipo de construcción y debe cumplir con el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas.
- El constructor debe verificar el diseño y si está acorde con el RETIE debe aplicarlo. Si por razones debidamente justificadas considera que no es apropiado, debe informar al diseñador y documentar técnicamente las causas de la desviación.
- La persona calificada responsable de la construcción debe emitir la declaración de cumplimiento en conformidad con el RETIE, en los términos y formatos establecidos en el reglamento y será responsable de los efectos que se deriven de la construcción de la instalación.

IV. Prevención de las Redes Existentes

El Contratista tomará todos los cuidados para que no se presenten daños ni interrupciones al servicio de energía eléctrica prestado a los usuarios existentes, en el evento de la construcción del proyecto.

En los puntos obligados en que se requiera hacer cortes o desconexiones de circuitos y se prevea suspensiones de servicio, el contratista solicitará a la supervisión según aplique las fechas en que se realizará dichas maniobras, y dará aviso por escrito con diez (10) días calendario de anticipación.

V. Cartillas de Conservación e Instrucciones de Operación

Al terminar la obra debidamente aprobada y recibida por la Fuerza Aeroespacial y previa a la firma del Acta Final de Recibo de Obra, el contratista deberá entregar al Grupo de Apoyo Logístico de la Unidad, incluyendo para cada sistema y/o equipo instalado lo siguiente:

a. Original digital y una (01) copia impresa de planos con ubicación y disposición definitiva de instalaciones eléctricas internas (circuitos alimentadores, sub alimentadores, ramales y aparatos), así como su infraestructura, (localización de cajas subterráneas, postes y tendido de las redes eléctricas), sistema de apantallamiento y puestas a tierra del proyecto, diagramas unifilares y sus respectivos cuadros de carga de cada uno de los tableros.

b. Original digital y una (01) copia impresa de las cartillas y manuales de operación y mantenimiento del total de equipos suministrados y puestos en servicio, anexando:

- Listado de procedimientos para operar el equipo de acuerdo con las indicaciones del fabricante.
- Listado de advertencias o procedimientos que no se deben ejecutar para evitar daños o mala operación en el equipo.
- Indicar los repuestos y elementos que deben usarse para realizar la labor de mantenimiento.
- Cronograma del listado de actividades y procedimientos para efectuar el mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos y en general del sistema instalado.

VI. Identificación y Organización

En todos los tableros, gabinetes metálicos, cajas distribuidoras y/o de paso y elementos instalados, se deberán identificar cada uno de los aparatos instalados, borneras y terminales de conductores, etc., dentro del mismo, según normatividad vigente, con el fin de garantizar su fácil identificación.

Todos los tableros deberán ser identificados por medio de etiquetas en acrílico y/o aluminio de mínimo 2cms de ancho remachadas y/o pegadas en la tapa del tablero, con fondo negro (Red Normal) y letras en bajo relieve tipo imprenta en color amarilla de 8mms de alto para las iníciales de tres a cuatro caracteres (Ejemplo: TRN1) y de 5mm de alto para la descripción completa del área que atiende en cada caso (Ejemplo: "Tablero de Red Normal Primer Piso").

Todos los tomacorrientes e interruptores llevaran en el wallplate respectivo una etiqueta autoadhesiva plastificada de 1cm de ancho (fondo amarillo y letras tipo imprenta en color negro de 6mms de alto) el (los) numero(s) de circuito(s) y la inicial del tablero del cual se derivan.

Cuando se trate de salidas de fuerza de sistemas en canaleta, estas marcas se ubicarán en el troquel respectivo.

Dentro de los diferentes tableros, cofres, strips, panel, cajas distribuidoras, etc. donde se instalen o conecten varios conductores, se deberán agrupar por circuitos o alimentadores parciales, amarrándolos con correas plásticas e identificándolos de acuerdo a planos, colocándolos ordenadamente con trayectoria paralela a los perfiles del tablero o caja respectiva.

Nota:

La identificación y organización estará incluida dentro de los costos de los ítems respectivos.

VII. Pruebas

A cada instalación una vez terminada se realizarán las siguientes pruebas en presencia de la supervisión según aplique y se entregarán los catálogos con las especificaciones técnicas de los equipos y/o elementos:

a. Medida de la resistencia entre fases y tierra en cada uno de los circuitos.

b. Medida de la resistencia de puestas a tierra del sistema.

c. Verificación de balance, funcionamiento y distribución de circuitos según el diagrama unifilar y cuadro de cargas record.

d. Verificación funcionamiento, calidad y coordinación de las protecciones.

e. Verificación de la identificación de borneras, regletas y bornes de conductores instalados en los diferentes sistemas.

f. Medida de impedancia y equipotencialidad entre puntos de puesta a tierra (entre otros, pruebas establecidas en NFPA 99, Sec.333).

g. Medida de niveles de iluminación en todos los espacios afectados, de acuerdo a parámetros exigidos en RETILAP.

h. Protocolo de Prueba laboratorio de equipos suministrados (transformadores, UPS, generadores, celdas de maniobra, etc.).

Nota:

El contratista suministrará sin costo adicional para la Fuerza Aeroespacial los elementos (equipos de medida con precisión según lo establezcan las normas referenciadas y capacidad según lo demande cada instalación a ser revisada, materiales menores y demás) y personal requerido para adelantar las mencionadas pruebas.

VIII. Características Generales de los Materiales y Equipos.

El contratista deberá verificar las condiciones ambientales que se relacionan a continuación, con el fin de que se garantice por parte de este, el correcto funcionamiento y vida útil de todos los materiales y equipos a suministrar.

- Altura de operación
- Humedad relativa
- Temperatura mínima
- Temperatura máxima
- Temperatura promedio

- Entre otros

Notas:

- Todos los materiales y equipos utilizados deben cumplir las exigencias de construcción y funcionamiento establecidas en la normatividad vigente.

- Se deberá informar al supervisor con suficiente anticipación acerca de la disponibilidad de los materiales y equipos para su inspección y aprobación antes de su instalación, para lo cual, el contratista deberá presentar las respectivas muestras y catálogos (Diagramas, características técnicas, modelo, año de construcción, características para instalación y mantenimiento).

- La Fuerza Aeroespacial puede rechazar los materiales, equipos y/o elementos presentados por el contratista si no los encuentra de acuerdo con lo establecido en las normas y especificaciones, o su decoración, color, etc. no armoniza con la obra. En tal caso, el Contratista debe reemplazar el material o elementos rechazados, sin costo adicional para la Fuerza Aeroespacial y dentro de los plazos fijados en el contrato.

- Los materiales, equipos y elementos a instalar, deberán ser nuevos y de la mejor calidad, resistente a la corrosión, a la temperatura y a los demás agentes atmosféricos tales como: polvo, lluvia, humedad y elementos básicos ácidos. El desmontaje y montaje de estos en general deberá ser en lo posible sin necesidad de herramientas especiales, fácil reemplazo y libres de defectos e imperfecciones.

- Todos los elementos que presenten la misma función deben ser idénticos en diseño y manufactura, de tal forma que pueden ser intercambiables sin necesidad de ninguna adaptación.

Nota Importante:

Todas las referencias y marcas enunciadas en accesorios, materiales y equipos son exclusivamente una guía elaborada por el diseñador, con el fin de dar pautas sobre la calidad de la obra que se pretende ejecutar, sin embargo, el contratista está en libertad de presentar las referencias y marcas que considere, siempre y cuando se ajusten a la calidad exigida y a un costo equivalente, lo cual deberá ser certificado por la supervisión

IX. Responsabilidad de los constructores

El responsable de la construcción, ampliación o remodelación de cualquier obra civil, estructura o edificación donde se incorpore algún tipo de instalación eléctrica objeto del RETIE y la persona competente responsable de la dirección o la construcción directa de la instalación eléctrica deben cumplir los siguientes requisitos:

a. Contratar personas técnica y legalmente competentes para ejecutar las actividades de diseño, construcción, remodelación o ampliación de la instalación eléctrica.

b. Utilizar productos y materiales que cumplan los requisitos establecidos en la reglamentación y cuenten con el certificado del producto expedido por organismo de certificación acreditado o por el mecanismo establecido en la reglamentación técnica del producto.

c. Los responsables de la construcción de la instalación eléctrica que emiten las declaraciones de cumplimiento deben estar inscritos y mantener vigente la inscripción en el "Registro de Productores e Importadores y Prestadores de Servicio" de la SIC.

d. Desde el inicio de la obra, el responsable de la instalación eléctrica debe revisar los diseños eléctricos y asegurar que al aplicarlos la instalación eléctrica resultante cumple con todos los requisitos del RETIE para el tipo de instalación; si el constructor encuentra que los diseños no cumplen todos los requisitos establecidos en RETIE deberá informar de ello al diseñador y al propietario de la obra con el fin de garantizar que los diseños se ajusten a lo establecido en el Reglamento.

e. La persona competente responsable de la dirección o construcción directa de la instalación debe actualizar y suscribir con su nombre legible y firma los planos finales y memorias de cálculo conforme con la instalación construida. Adicionalmente, debe presentar un manual de operación y mantenimiento donde se señalen las recomendaciones al usuario para no generar condiciones de alto riesgo de origen eléctrico.

f. La persona competente responsable de la dirección o construcción directa de la instalación eléctrica, o de su ampliación o remodelación debe asegurarse que la instalación cumple con todos los requisitos del presente Reglamento que le apliquen y demostrarlo mediante el diligenciamiento y suscripción de la Declaración de Cumplimiento con el Reglamento, en los términos del Libro 4 del RETIE. La persona competente que suscriba la declaración es responsable de los efectos que se deriven de la construcción, ampliación o remodelación de la instalación, durante la operación de la misma.

g. El constructor debe dejar evidencia verificable de todos los productos que siendo objeto del reglamento hayan sido utilizados en cada una de las fases de la etapa constructiva. Estas evidencias deberán estar anexas a la declaración de cumplimiento del constructor y deberá ser validada durante la inspección en los casos que aplique.

X. Documentación de Conformidad

El contratista deberá entregar la siguiente documentación debidamente diligenciada al término de la obra:

1. Declaración de Cumplimiento RETIE

Teniendo en cuenta que el Artículo 4.3.5. Excepciones del dictamen de inspección, exeptua la exigencia del dictamen de inspección las siguientes instalaciones eléctricas de guarniciones militares o de policía y en general aquellas que demanden reserva por aspectos de Seguridad Nacional, sin embargo, no se excluyen de la certificación mediante la Declaración de Cumplimiento suscrita por la persona competente responsable de la construcción y supervisión de la construcción de la instalación eléctrica, se deberá expedir la declaración de cumplimiento por parte de la responsable de la construcción, ampliación o remodelación de la instalación eléctrica de acuerdo al Artículo 3.2.1. Competencia de personas naturales y asesor de interventoría responsable de la supervisión de la la instalación eléctrica.

Dicha declaración se deberá realizarse de acuerdo al formato indicado en el Artículo 4.3.6.2. Declaración de cumplimiento de la construcción del RETIE.

REPÚBLICA DE COLOMBIA
MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA

DECLARACIÓN DE CUMPLIMIENTO DE CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS BAJO EL REGLAMENTO TÉCNICO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS – RETIE
DECLARACIÓN No. _____

Yo _____, identificado(a) con la cédula de ciudadanía No. _____de _____ en el ejercicio de mi profesión como _____ y titular de la matricula profesional No. _____, expedida por el Consejo Profesional _____declaro bajo gravedad de juramento que, la instalación eléctrica con alcance _____ ubicada en la dirección _____del municipio _____ del departamento _____, con fecha de inicio de etapa constructiva _____ (adjunto soportes que demuestran la fecha de inicio de construcción, ampliación y/o remodelación), de la cual figura como propietario _____ con tipo y número de identificación _____, cumple con todos y cada uno de los requisitos que le aplican establecidos en el RETIE de acuerdo con la Resolución No. _____ de fecha _____ y de la misma forma declaro que los productos utilizados en la construcción de la instalación cumplen con el RETIE y lo soportan a través del certificado de conformidad del producto emitido por un organismo de certificación de producto acreditado, el cual verifiqué y contrasté contra el producto instalado.

Así mismo, declaro que la instalación eléctrica requirió un diseño, del cual anexo Declaración de cumplimiento del diseño realizado por _____ en el ejercicio de su profesión como _____ identificado con la cédula de ciudadanía No. _____de _____ y titular de la matricula profesional No. _____, expedida por el Consejo Profesional _____.
diseño que hace parte de la memoria de la instalación y sirvió de base para la construcción, se refleja en la misma y en los planos finales que suscribo y hacen parte integral de la presente declaración.

La presente declaración se firma el día _____ del mes _____ del año _____ en la ciudad de _____.

Información de notificación del constructor:
Dirección: _____
Teléfono: _____
Correo electrónico: _____

Anexos: _____
_____
_____
_____

_____
Firma

Asimismo, de acuerdo al Artículo 4.3.8.2. del RETIE la La evaluación de la conformidad involucra la certificación de la construcción particular de una instalación

a través de declaración de cumplimiento, con base en un diseño previo, acorde con lo siguiente:

Estar acompañada como mínimo de la siguiente documentación:

a. Declaración de cumplimiento para el diseño particular de la instalación objeto de la inspección expedido por el diseñador.

b. Planos finales en los que se incluya la información del alcance de la instalación, su ubicación y propietario.

c. Memorias de cálculo.

d. Documentación soporte de inicio de etapa constructiva (actas de inicio o contratos).

e. Documentación legal del constructor (Matricula profesional).

f. Documento de especificación y justificación de cambios en el diseño.

g. Manuales de operación y mantenimiento.

h. Verificar las especificaciones constructivas para los productos y equipos instalados de acuerdo con el diseño.

i. Verificar la implementación de equipos y productos con las especificaciones definidas para la mitigación de riesgos de acuerdo con el diseño.

j. Elaboración de manuales particulares de la instalación ajustados a la construcción realizada.

2. **Declaración de Cumplimiento RETILAP**

Teniendo en cuenta que el Artículo 4.3.6. Excepciones del dictamen de inspección, exceptúa la exigencia del dictamen de inspección las instalaciones de guarniciones militares o de policía y en general aquellas que demanden reserva por aspectos de Seguridad Nacional, sin embargo, no se excluyen de la certificación mediante la Declaración de Cumplimiento suscrita por la persona competente responsable de la construcción y supervisión de la construcción de la instalación de iluminación o de alumbrado público, se deberá expedir la respectiva declaración de cumplimiento.

Dicha declaración se deberá realizarse de acuerdo al formato indicado en el Artículo 4.3.7.b. Declaración de cumplimiento de la construcción del RETILAP.

Formato 4.3.7. b. Declaración de cumplimiento del constructor.

REPÚBLICA DE COLOMBIA
MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA

DECLARACIÓN DE CUMPLIMIENTO DE CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE SISTEMAS DE ILUMINACIÓN BAJO EL REGLAMENTO TÉCNICO DE ILUMINACIÓN Y ALUMBRADO PÚBLICO – RETILAP

DECLARACIÓN No. _____

Yo _____, identificado(a) con la cédula de ciudadanía No. _____ de _____, en el ejercicio de mi profesión como _____ y titular de la matrícula profesional No. _____, expedida por el Consejo Profesional _____, declaro bajo gravedad de juramento que, la instalación del(os) sistema(s) de iluminación con alcance _____, ubicado(s) en la dirección _____ del municipio _____ del departamento _____,con fecha de inicio de obra _____(adjunto soportes que demuestran la fecha de inicio de construcción , expansión y/o modernización), de la cual figura como propietario _____ con tipo y número de identificación _____, cumple con todos y cada uno de los requisitos establecidos que le aplican en el RETILAP, de acuerdo con la Resolución No._____ de fecha _____ los cuales fueron comprobados a través de mediciones realizadas en cada uno de los espacios intervenidos y de las cuales se adjuntan los respectivos registros. De la misma forma, declaro que los productos utilizados en la construcción de la instalación cumplen con el RETILAP y lo soportan a través del certificado de conformidad del producto emitido por un organismo de certificación de producto acreditado, el cual verifiqué y contrasté contra el producto instalado.

Así mismo, declaro que la instalación de iluminación requirió un diseño, del cual anexo Declaración de cumplimiento del RETILAP del diseño realizado por _____ en el ejercicio de su profesión como _____ identificado con la cédula de ciudadanía No. _____ de _____ y titular de la matricula profesional No. _____, expedida por el Consejo Profesional _____, diseño que hace parte de la memoria de la instalación y sirvió de base para la construcción, se refleja en la misma y en los planos finales que suscribo y hacen parte integral de la presente declaración.

La presente declaración se firma el día _____ del mes _____ del año _____ en la ciudad de _____.

Información de notificación del constructor:
Dirección: _____
Teléfono: _____
Correo electrónico: _____

Anexos:
- Certificado de formación académica en materia de iluminación, según los requisitos generales para las personas que intervienen en las instalaciones establecidos en el Libro 4 del RETILAP.

_____
_____

_____
Firma

7.1 PRELIMINARES Y OBRAS CIVILES

7.1.1 DESINSTALACIÓN Y RETIRO DE RED ELÉCTRICA DE MEDIA Ó BAJA TENSIÓN, AÉREA Ó SUBTERRANEA EXISTENTE, INCLUYENDO TRES FASES, NEUTRO Y TIERRA Y TODOS LOS ELEMENTOS QUE LO COMPONEN Y DISPOSICIÓN FINAL.

Unidad de medida y pago: La indicada en el cuadro de cantidades.

La actividad comprende el retiro integral de conductores de tres (3) fases, neutro y conductor de protección (tierra), así como todos los elementos asociados a la red eléctrica, garantizando condiciones de seguridad, continuidad del servicio en redes adyacentes, cumplimiento normativo y manejo ambiental adecuado.

Nota de medición: Para efectos de pago y control de cantidades, cada metro lineal (m) de red retirada contempla la totalidad de los conductores: tres fases + neutro + tierra, independientemente del tipo de instalación (aérea o subterránea).

El ítem incluye, sin limitarse a, las siguientes actividades:

- Identificación, señalización y verificación de desenergización de la red existente.
- Coordinación con el operador de red o entidad competente, cuando aplique.
- Desmontaje y retiro de conductores eléctricos (fases, neutro y tierra).
- Cargue, transporte y disposición final de los materiales retirados, conforme a la normatividad ambiental vigente.
- Limpieza final del área intervenida y restitución de superficies afectadas.

CONDICIONES TÉCNICAS DE EJECUCIÓN

Seguridad eléctrica

- Todas las actividades deberán ejecutarse con la red totalmente desenergizada, debidamente bloqueada y señalizada.
- Se deberán aplicar procedimientos de bloqueo y etiquetado (LOTO).
- El personal deberá contar con certificación vigente para trabajos eléctricos y trabajo en alturas, cuando aplique.

Redes aéreas

- El desmontaje se realizará de forma controlada, evitando caídas libres de conductores o elementos estructurales.
- Los conductores deberán bajarse de manera progresiva y segura.
- Deban retirarse sin afectar redes o estructuras vecinas.

Redes subterráneas

- Se realizarán excavaciones manuales o mecánicas según el entorno, respetando redes de otros servicios.

- Los conductores y ductos retirados deberán extraerse completamente.
- El relleno se efectuará con material seleccionado y compactación adecuada.

La ejecución de los trabajos deberá cumplir, como mínimo, con:

- RETIE – Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (Colombia).
- NTC 2050 – Código Eléctrico Colombiano.
- Normas del operador de red local, cuando aplique.
- Resoluciones ambientales vigentes para manejo y disposición de residuos.
- Normas de seguridad y salud en el trabajo (SG-SST).

DISPOSICIÓN FINAL

- Los materiales retirados (conductores, aislantes, estructuras metálicas, concreto, PVC, entre otros) deberán clasificarse.
- Los residuos deberán disponerse en sitios autorizados, donde lo defina el supervisor.

El precio unitario incluye suministro de mano de obra, herramientas, equipos, elementos de protección personal, transporte, cargue, descargue, disposición final de residuos, señalización, medidas de seguridad y limpieza final del área.

Los trabajos se considerarán aceptados una vez:

- Se haya retirado completamente la red eléctrica indicada.
- El área intervenida se encuentre limpia y en condiciones seguras.
- Se entregue soporte de disposición final de los materiales, cuando aplique.
- El interventor o supervisor certifique la correcta ejecución conforme a esta especificación.

7.1.2 DESINSTALACIÓN Y RETIRO DE POSTE EN CONCRETO ENTRE 8M Y 14M, ENTRE 510KGF Y 1350KGF, INCLUYENDO LA CIMENTACIÓN Y TODOS LOS ELEMENTOS QUE LO COMPONEN Y DISPOSICIÓN FINAL.

Unidad de medida y pago: La indicada en el cuadro de cantidades.

El trabajo comprende el desmontaje completo del poste, incluyendo su cimentación, así como todos los elementos eléctricos, estructurales y de anclaje asociados, garantizando condiciones de seguridad, control ambiental y cumplimiento de la normatividad vigente.

El ítem incluye, sin limitarse a, las siguientes actividades:

- Identificación del poste a retirar y verificación de condiciones de estabilidad y entorno.
- Coordinación con el operador de red para la desenergización y autorización de trabajos, cuando aplique.

- Señalización y aislamiento del área de trabajo.
- Desmontaje previo de redes eléctricas, luminarias, herrajes y accesorios instalados en el poste.
- Excavación manual o mecánica para liberación de la cimentación.
- Corte, fractura o extracción completa del bloque de concreto de cimentación.
- Izaje controlado y retiro del poste mediante grúa, pluma o equipo mecánico adecuado.
- Cargue, transporte y disposición final del poste, concreto de cimentación y demás materiales retirados.
- Relleno del hueco resultante con material seleccionado y compactación por capas.
- Limpieza final y restitución del área intervenida.

CONDICIONES TÉCNICAS DE EJECUCIÓN

Seguridad industrial y eléctrica

- Todos los trabajos deberán ejecutarse con las redes asociadas totalmente desenergizadas.
- Aplicación obligatoria de procedimientos de bloqueo y etiquetado (LOTO).
- El personal deberá contar con certificación para trabajos eléctricos y trabajo en alturas.
- Uso obligatorio de elementos de protección personal (EPP) certificados.

Procedimiento de retiro

- El desmontaje del poste se realizará únicamente después de retirar la totalidad de los elementos eléctricos y estructurales adheridos.
- El izaje deberá ejecutarse de manera controlada, evitando esfuerzos no previstos y afectación a estructuras, vías o redes cercanas.
- En zonas urbanas o de alto tránsito, se deberán implementar planes de manejo de tráfico y peatones.

Excavación y relleno

- La excavación deberá realizarse evitando afectaciones a otras redes de servicios públicos.
- El relleno se efectuará con material seleccionado, compactado en capas, garantizando estabilidad del terreno.

Los trabajos deberán cumplir, como mínimo, con:

- RETIE – Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (Colombia).
- NTC 2050 – Código Eléctrico Colombiano.
- Normas técnicas del operador de red correspondiente.
- Normas de seguridad y salud en el trabajo (SG-SST).
- Normativa ambiental vigente para manejo y disposición de residuos de construcción y demolición (RCD).

DISPOSICIÓN FINAL

- El poste en concreto, el material de la cimentación y los residuos asociados se clasificarán como RCD.
- Los residuos aprovechables podrán reciclarse o reutilizarse conforme a la normatividad vigente y autorización del contratante.
- Los residuos no aprovechables deberán disponerse en sitios autorizados.
- Se deberán adoptar medidas para el control de polvo, ruido y manejo adecuado del material excavado.

ACEPTACIÓN DE LOS TRABAJOS

Los trabajos serán aceptados cuando:

- El poste y su cimentación hayan sido retirados en su totalidad.
- El área intervenida se encuentre debidamente rellenada, compactada y limpia.
- Se entregue soporte de disposición final de los residuos, cuando aplique.
- El interventor o supervisor certifique la correcta ejecución conforme a la presente especificación.

7.1.3 DESINSTALACIÓN Y RETIRO DE ESTRUCTURA DE MEDIA Ó BAJA TENSIÓN, INCLUYENDO ELEMENTOS COMO CRUCETAS, RIENDAS, HERRAJES, AISLADORES, PROTECCIÓN CUT-OUT, PARARRAYOS, SECCIONADORES, PUESTA A TIERRA, VARILLA, BAJANTE, CONECTORES Y TODOS LOS ELEMENTOS QUE LO COMPONEN Y DISPOSICIÓN FINAL.

Unidad de medida y pago: La indicada en el cuadro de cantidades.

La actividad comprende el retiro integral de la estructura eléctrica y de todos los elementos mecánicos y eléctricos asociados, tales como crucetas, riendas, herrajes, aisladores, protecciones, equipos de seccionamiento, sistemas de puesta a tierra y accesorios, garantizando condiciones de seguridad, control ambiental y cumplimiento normativo.

El ítem incluye, sin limitarse a, las siguientes actividades:

- Identificación y verificación de la estructura a retirar.
- Coordinación con el operador de red para desenergización y autorización de trabajos, cuando aplique.
- Señalización, aislamiento y aseguramiento del área de trabajo.
- Desmontaje de crucetas, brazos metálicos o de concreto.
- Retiro de riendas, anclajes y tensores.
- Desmontaje de herrajes, pernos, grapas, abrazaderas y accesorios.
- Retiro de aisladores tipo pin, suspensión, anclaje o poliméricos.
- Desinstalación de equipos de protección y maniobra tales como:
    - Cortacircuitos tipo cut-out.
    - Pararrayos o descargadores de sobretensión.
    - Seccionadores y equipos asociados.

- Desmontaje del sistema de puesta a tierra, incluyendo:
  - Varilla de puesta a tierra.
  - Conductor bajante.
  - Conectores y abrazaderas.
- Cargue, transporte y disposición final de todos los elementos retirados.
- Limpieza final y restitución del área intervenida.

CONDICIONES TÉCNICAS DE EJECUCIÓN

Seguridad eléctrica

- Los trabajos deberán ejecutarse con las redes asociadas totalmente desenergizadas.
- Aplicación obligatoria de procedimientos de bloqueo y etiquetado (LOTO).
- El personal deberá estar certificado para trabajos eléctricos y trabajo en alturas.
- Uso obligatorio de elementos de protección personal (EPP) certificados.

Procedimiento de desmontaje

- El retiro de los elementos se realizará de forma secuencial y controlada, evitando caídas libres de equipos o materiales.
- Los equipos de protección y maniobra deberán bajarse mediante cuerdas, poleas o equipos de izaje adecuados.
- Se deberá evitar cualquier daño a estructuras, redes o instalaciones adyacentes que permanezcan en servicio.

Los trabajos deberán cumplir, como mínimo, con:

- RETIE – Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (Colombia).
- NTC 2050 – Código Eléctrico Colombiano.
- Normas técnicas del operador de red correspondiente.
- Normativa de seguridad y salud en el trabajo (SG-SST).
- Normativa ambiental vigente para manejo de residuos.

DISPOSICIÓN FINAL

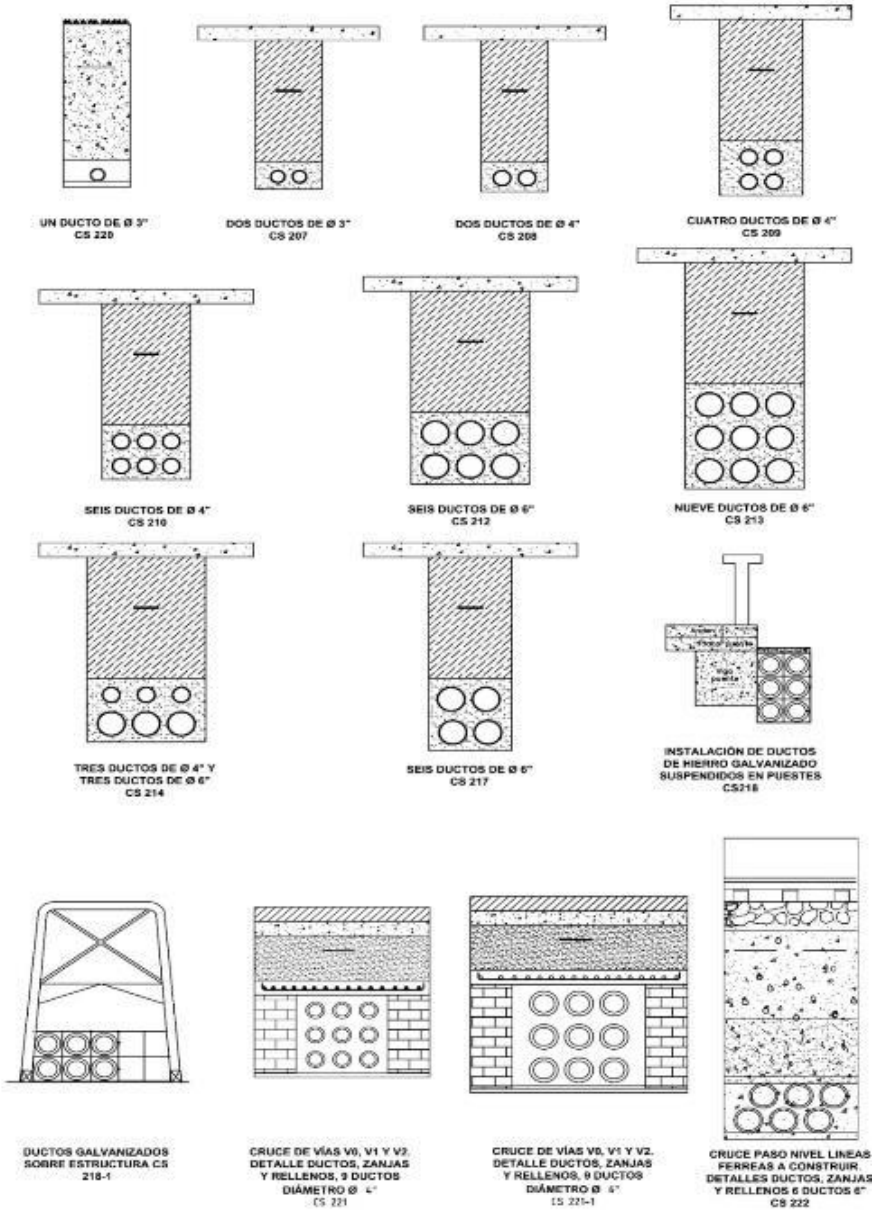
- Los materiales retirados deberán clasificarse según su naturaleza (metálicos, poliméricos, cerámicos, eléctricos).
- Los elementos aprovechables podrán ser reutilizados o reciclados previa autorización del supervisor.
- Los residuos no aprovechables deberán disponerse en sitios autorizados, conforme a la legislación ambiental vigente.
- Se deberán implementar medidas para minimizar polvo, ruido y afectaciones al entorno.

ACEPTACIÓN DE LOS TRABAJOS

Los trabajos serán aceptados cuando:

- La estructura eléctrica y todos sus componentes hayan sido retirados en su totalidad.
- El área intervenida se encuentre limpia y en condiciones seguras.
- Se entregue soporte de disposición final de residuos, cuando aplique.
- El interventor o supervisor certifique la correcta ejecución conforme a la presente especificación.

GENERALIDADES EXCAVACIONES



Para las excavaciones y rellenos se considerará lo establecido en las Normas ENEL CODENSA CS 207, CS 208 y detalles constructivos en planos. El relleno incluye además la correspondiente recuperación del área afectada con la excavación (bases, sub-bases, rasantes, concretos, ladrillo, baldosa, relleno de la propia excavación etc.). Ver Norma CS-203.

El ancho de las zanjas donde se instalan ductos debe estar de acuerdo con la disposición, diámetros y número de ductos según se indican en las Normas CS 207, CS 208 y CS 209.

La profundidad de las zanjas tiene en cuenta los requerimientos de esfuerzos a que puedan estar sometidos los ductos según el sitio donde estén instalados. Ver Normas CS 207, CS 208 y CS 209.

Generalidades para las Excavaciones

Las canalizaciones utilizadas para el tendido de cables de circuitos de distribución subterránea son ductos de PVC corrugados con los accesorios respectivos (Norma CS 202).

Para las excavaciones y rellenos se considerará lo establecido en las Norma CS 203 y detalles constructivos en planos. El relleno incluye además la correspondiente recuperación del área afectada con la excavación (bases, sub-bases, rasantes, concretos, ladrillo, baldosa, relleno de la propia excavación etc.).

El recebo debe cumplir con las propiedades indicadas en el numeral 4 de la norma CS 203.

Si al hacer la excavación de la zanja se encuentra en el fondo, material de mala calidad como arcillas expansivas, por ejemplo, se debe extraer y rellenar con recebo compactado en una profundidad de sobre excavación de 30 cm.

La profundidad de las zanjas tiene en cuenta los requerimientos de esfuerzos a que puedan estar sometidos los ductos según el sitio donde estén instalados. El fondo de la zanja debe ser uniforme y debe compactarse para evitar posibles pandeos de la canalización.

Los ductos más profundos deben descansar uniformemente sobre lechos nivelados y compactados. Se debe colocar una capa de arena de peña con un espesor mínimo de 4 cm en el fondo de la zanja.

Las uniones de ductos dentro del tendido de la ductería deben quedar traslapadas, nunca deben quedar una sobre otra. Los espacios entre ductos deben ser llenados exclusivamente con arena de peña compactada, libre de piedras.

Para mantener la separación entre ductos, se deben colocar estacas o guías de madera de mínimo 4 cm de espesor, a lado y lado de cada tramo de ducto y rellenar con arena de peña cada una de las filas de ductos instalados horizontalmente, para luego retirar las estacas.

Después de haber colocado una capa de 20 cm de material de relleno sobre la primera fila de ductos (la más superficial), se debe compactar el material con "vibro compactador manual" o "pisón" y así sucesivamente en capas de 15 cm hasta la superficie, donde aplique.

El relleno de las zanjas por encima de la arena que cubre los ductos se hará según el caso en capas de materiales de la misma excavación o de materiales seleccionados y compactados.

La excavación se debe entibar cuando exista la posibilidad de derrumbes. Los entibados serán retirados cuando la excavación haya sido rellenada y compactada.

El tendido de los ductos se ha de efectuar lo más recto posible. En caso de cambio de dirección se debe construir una caja para tal efecto.

Al llegar a una de las cajas, los ductos deberán estar provistos de campanas para Ductos de PVC-TDP, o de boquillas terminales para ductos de acero galvanizado, ver Norma CS 205.

Los ductos de reserva deben taponarse a fin de mantenerlos libres de basura, tierra, etc. Ver tapones en Normas CS 201 y CS 201-1.

Como señal preventiva de presencia de ductos eléctricos instalados, se debe colocar a lo largo de la zanja a una profundidad de 50 cm de la superficie del relleno, la banda plástica especificada en la Norma CS273.

En terrenos planos los ductos se deben instalar con una pendiente del 3% entre cajas. En terrenos escarpados la ductería no debe tener una pendiente superior al 30%, ver Norma CS 282.

Se deben construir desagües en las cajas de inspección para acometidas de MT y BT, en la parte más baja de cada proyecto y donde se requiera. Los desagües deben construirse en tubería de 1½" a 2½" de diámetro y conectarse a la red de aguas lluvias de la vía.

Cuando la red de aguas lluvias se encuentre a nivel superior al piso de la cámara de inspección, se debe construir una cámara sencilla intermedia, en la cual la ductería y el drenaje tengan un nivel superior a la red de aguas lluvias.

La selección del diámetro de los ductos debe estar de acuerdo con la norma CS 204 y respecto al número de ductos, generalmente se instalan bancos de 6 ductos de 4 pulgadas ó 6 ductos de 6 pulgadas y donde se requiera capacidad de reserva, como es a la salida de las subestaciones de potencia, se instalan bancos de 9 ductos de 4 o 6 pulgadas.

En casos excepcionales cuando se necesitan más de 9 ductos, éstos se deben construir en bancos separados con cámaras de inspección independientes.

En los circuitos de media tensión el número de ductos de un banco debe ser superior al número de circuitos, en razón que deben dejarse ductos de reserva para trabajos de mantenimiento de los cables y para refrigeración de los cables de acuerdo al número de circuitos en el banco (Norma CS 311) para dos ductos ocupados debe existir un ducto de reserva, lo que implica que en los bancos de 6 ductos se podrán instalar hasta 4 circuitos, en bancos de 9 ductos se podrán instalar hasta 6 circuitos.

En el caso de los circuitos de baja tensión, debe dejarse como mínimo un ducto de reserva por banco. El número máximo de ductos está dado en la Norma CS 204, la reducción de la capacidad ampérica debido al número de conductores por banco de ductos está dada en la Norma CS 314.

Para el recibo final de ductería de PVC, ésta deberá permitir el paso de un mandril de 60 cm de longitud, con un diámetro del 5% menos que el diámetro del ducto.

En las transiciones de red aérea a subterránea y viceversa se instalarán ductos metálicos galvanizados con sus respectivos accesorios para los circuitos de Media y Baja tensión, como se muestra en la norma CS 400.

Recuperación Zonas Afectadas

Las zonas verdes que se afecten con la obra se podrán rellenar con el mismo material procedente de la excavación, seleccionándolo. Sobre este se colocará una capa de 10 cm de tierra negra y sobre este se colocará el césped debidamente podado y cortado.

Para las zonas duras se debe realizar la reparación del andén o de la vía intervenida, dejándola con un acabado similar al que tenía anteriormente a su intervención.

Calzada en asfalto:

Por encima del nivel superior de la ductería y hasta el nivel inferior de la base granular tipo BG-2 o B- 0600, se debe colocar una sub-base granular tipo SBG- 4.

El relleno superior de las canalizaciones efectuadas en vías vehiculares, se debe hacer conbase granular tipo BG- 2 o B- 0600 de 0.40 m de espesor.

El pavimento asfáltico para todas las vías será de espesor igual al encontrado en el sitio de la obra pero nunca podría ser inferior a 15 cm de espesor, compuesto de base asfáltica tipo MCD-1 con espesor de 10 cm y la rodadura asfáltica tipo MCD-3 con espesor de 5 cm. La mezcla debe llegar a la obra para ser extendida a una temperatura no inferior de 125°C y ser compactada a una temperatura adecuada.

RELLENO CLASIFICADO BG- 2

Relleno clasificado BG- 2, deberá estar libre de terrones de arcilla, material orgánico, basuras, escombros u otros elementos objetables.

- El desgaste del material determinado mediante la Máquina de los Ángeles, no podrá ser superior al 45%

- La fracción del material de relleno clasificado tipo BG- 2 deberá presentar un límite liquido menor del 25% y un índice de plasticidad menor de 3%

Compactación:

El material se colocará y extenderá en capas no mayores de 0.15 m de espesor, medido antes de la compactación. El material se humedecerá si esto fuere necesario, hasta obtener un contenido de humedad cercano al óptimo y se compactará a un mínimo del 100% de la densidad máxima obtenida en el ensayo Proctor modificado.

RELLENO BASE GRANULAR TIPO B-0600:

La base granular B-600 deberá estar libre de terrones de arcilla, materia orgánica, basuras, escombros u otros elementos objetables.

El desgaste del material determinado mediante la Máquina de los Ángeles, no podrá ser superior al 45% El agregado triturado no deberá mostrar señales de desintegración ni pérdida mayor de 12% o de 18%, al someterlo a 5 ciclos en la prueba de solidez en el sulfato de Sodio o Magnesio, respectivamente.

Compactación:

El material se colocará y extenderá en capas no mayores de 0.15 m de espesor, medido antes de la compactación. El material se humedecerá si esto fuere necesario, hasta obtener un contenido de humedad cercano al óptimo y se compactará a un mínimo del 98% de la densidad máxima obtenida en el ensayo Proctor modificado.

SUB BASE GRANULAR SBG- 4:

Características físicas:

Relleno clasificado SBG- 4, deberá estar libre de terrones de arcilla, material orgánico, basuras, escombros u otros elementos objetables.

El desgaste del material determinado mediante la Máquina de los Ángeles, no podrá ser superior al 50%

El contenido de la materia orgánica debe ser inferior al dos por ciento 2%

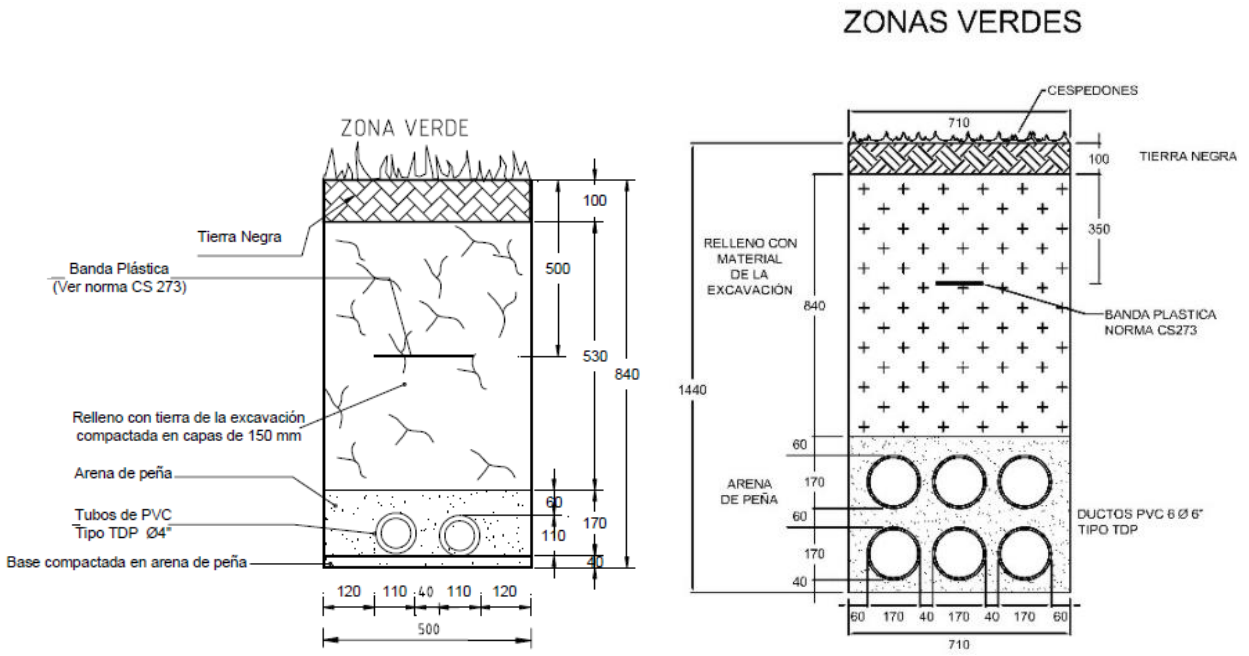
La fracción del material de relleno clasificado tipo SBG-4 deberá presentar un límite liquido menor del 25% y un índice de plasticidad menor de 6%

Compactación:

El material se colocará y extenderá en capas no mayores de 0.20 m de espesor, medido antes de la compactación. El material se humedecerá si esto fuere necesario, hasta obtener un contenido de humedad cercano al óptimo y se compactará a un mínimo de 95% de la densidad máxima obtenida en el ensayo de Proctor modificado.

7.1.4 EXCAVACIÓN, RELLENO Y COMPACTACIÓN EN ZONA VERDE, SEGUN NORMAS OPERADOR DE RED QUE APLIQUE, INCLUYE RELLENO CON EL MISMO MATERIAL DE LA EXCAVACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA ZONA VERDE.

Unidad de medida y pago: La indicada en el cuadro de cantidades.



Para las excavaciones y rellenos se considerará lo establecido en las Normas CODENSA CS 208 y detalles constructivos en planos. El relleno incluye además la correspondiente recuperación del área afectada con la excavación (bases, sub-bases, rasantes, concretos, ladrillo, baldosa, relleno de la propia excavación etc.). Ver Norma CODENSA CS-203.

El ancho de las zanjas donde se instalan ductos debe estar de acuerdo con la disposición, diámetros y número de ductos según se indican en las Normas CS 208.

La profundidad de las zanjas tiene en cuenta los requerimientos de esfuerzos a que puedan estar sometidos los ductos según el sitio donde estén instalados. Ver Normas CS 208.

Recuperación Zonas Verdes

Las zonas verdes que se afecten con la obra se podrán rellenar con el mismo material procedente de la excavación, seleccionándolo. Sobre este se colocará una capa de 10 cm de tierra negra y sobre este se colocara el césped debidamente podado y cortado.

Notas:
- Tener en cuenta las recomendaciones de construcción de la Norma CS 203
- Dimensiones en mm.

GENERALIDADES CAJAS DE INSPECCIÓN

- Para las cajas de inspección se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Los materiales, especificaciones y condiciones constructivas de las cajas de inspección cumplirán con lo establecido en las normas CODENSA anteriormente referenciadas.

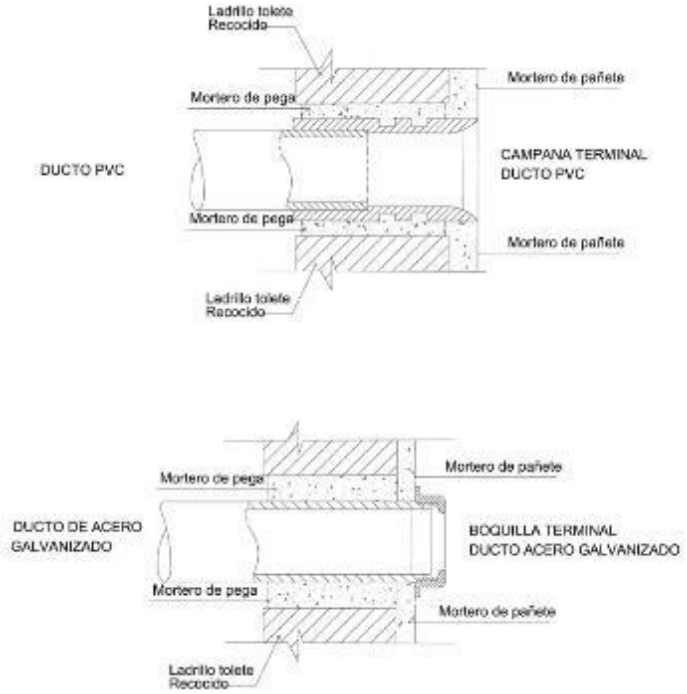
- Las tapas de las cámaras deben presentar un acabado en lo posible igual a la calzada o andén en que fueron construidas. Para lo anterior las tapas deberán quedar por debajo de la rasante del nivel del piso o pavimento, previendo que cuando se aplique a la tapa el acabado similar al piso existente, esta quede al mismo nivel de la rasante del piso respectivo.

- Se debe contemplar en el valor unitario la ejecución de todos los trabajos relacionados con la construcción, replanteo, excavaciones, demoliciones, rellenos y demás obras para la puesta en servicio de cada caja.

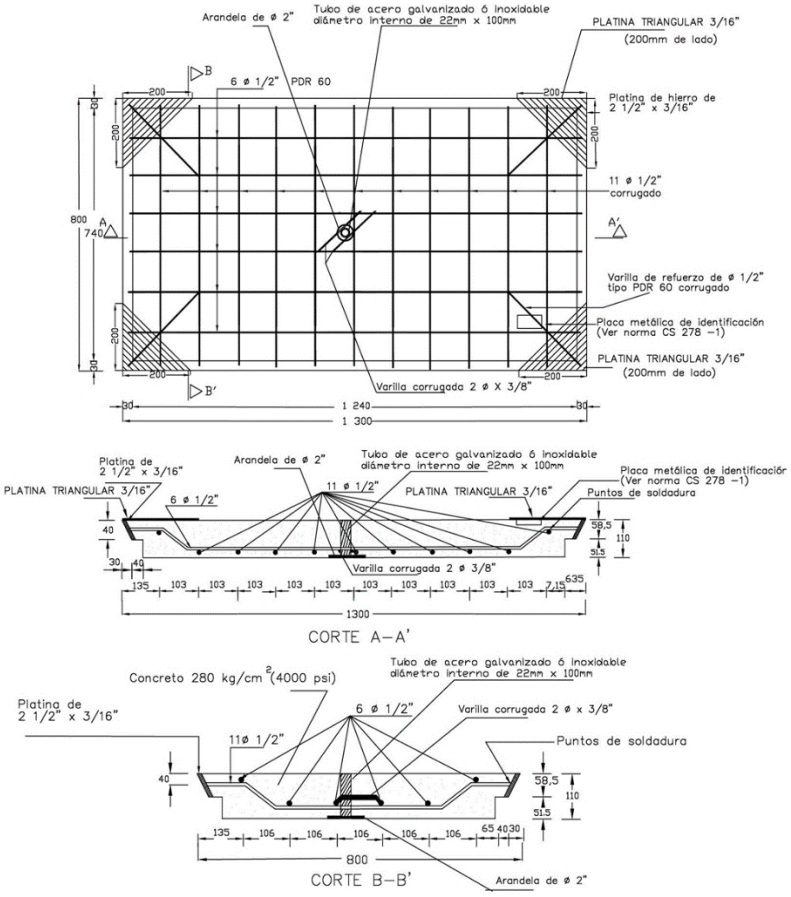
- Se podrán construir en fibrocemento plástico denso, (cefiplas denso) reforzado y endurecido, que cuenten con su respectivo certificado RETIE.

Llegada de ductos a cajas

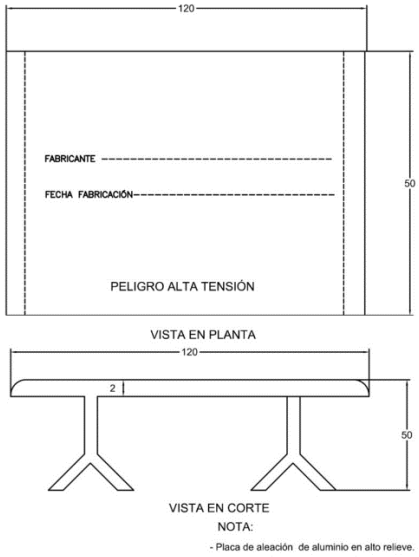
La tubería debe instalada perfectamente perpendicular a la pared de la caja de la cual se desprende.



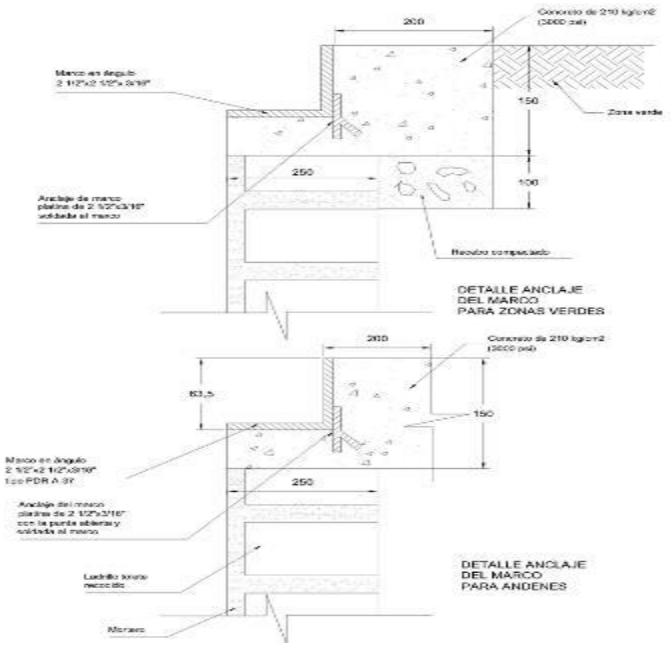
Tapa para cajas de inspección CS275 y CS276



Placa para identificación en tapas

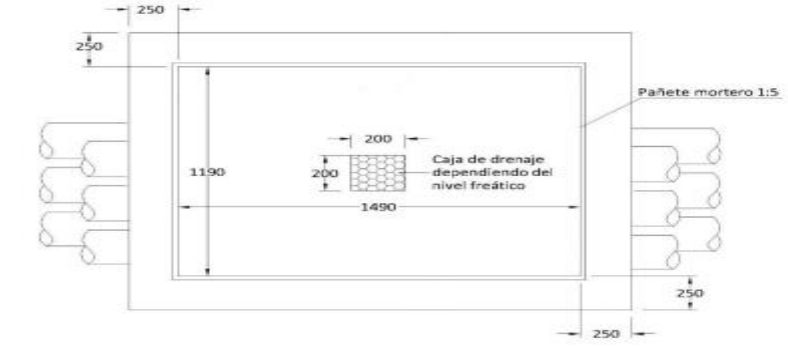


Detalle de anclaje de marco en cajas de inspección



7.1.5 SUMINISTRO INSTALACIÓN Y PUESTA EN SERVICIO DE CAJA DE INSPECCIÓN DOBLE PARA MEDIA Y BAJA TENSIÓN, SEGÚN NORMA CODENSA CS276 O DEL OPERADOR DE RED QUE APLIQUE.

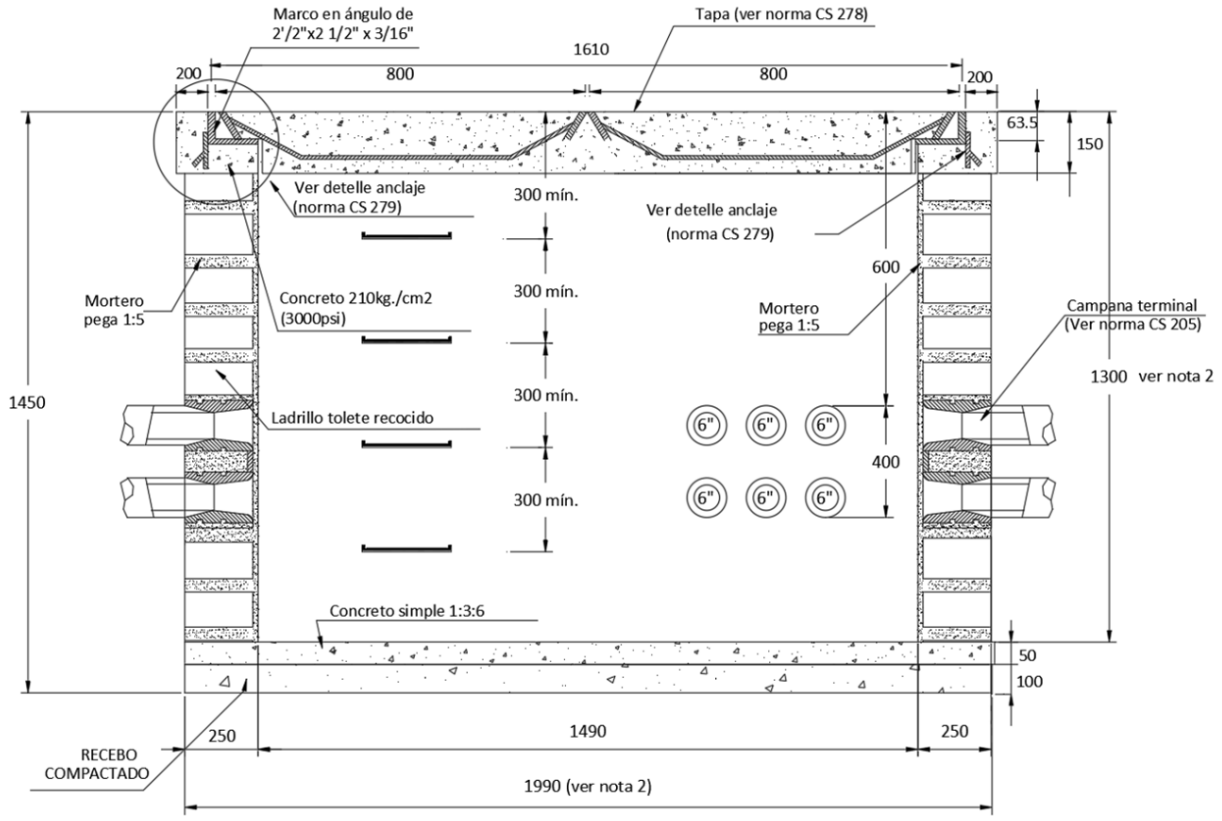
Unidad de medida y pago: La indicada en el cuadro de cantidades.



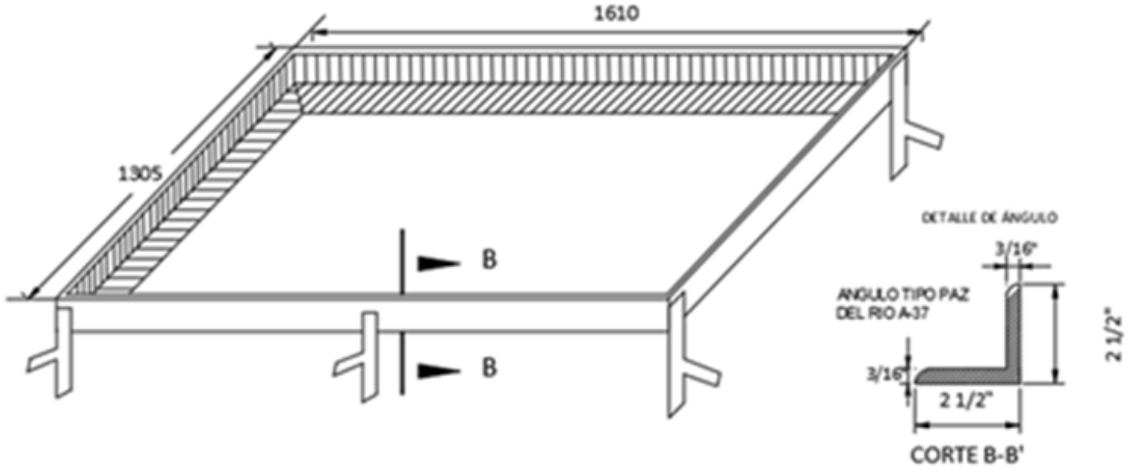
PLANTA CAJA DOBLE CON MUROS

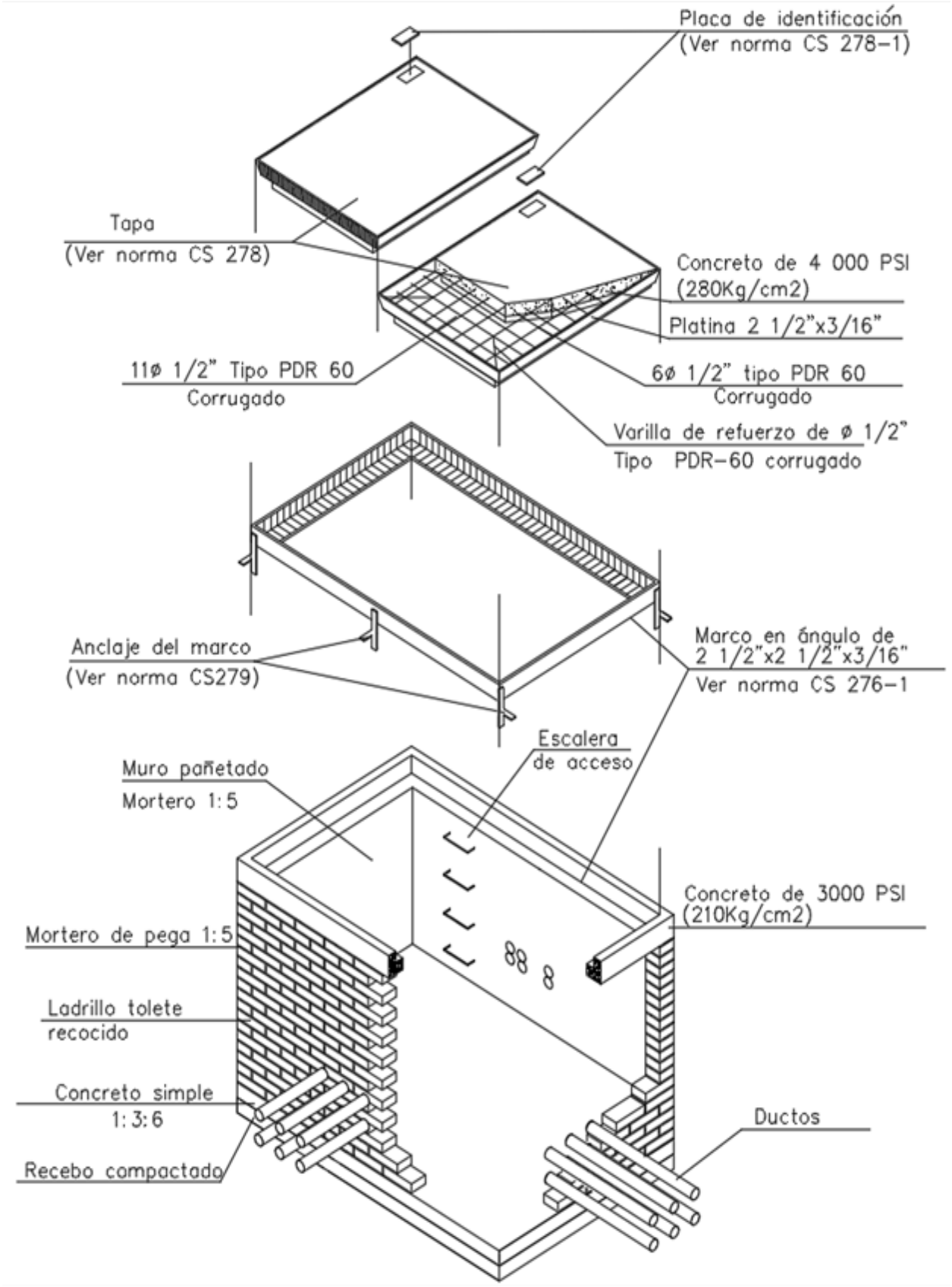


PLANTA CAJA DOBLE CON MARCO



CORTE A - A' (Ver norma CS 276)




Placa de identificación
(Ver norma CS 278-1)
Tapa
(Ver norma CS 278)
Concreto de 4 000 PSI
(280Kg/cm2)
Platina 2 1/2"x3/16"
11ø 1/2" Tipo PDR 60
Corrugado
6ø 1/2" tipo PDR 60
Corrugado
Varilla de refuerzo de ø 1/2"
Tipo PDR-60 corrugado
Anclaje del marco
(Ver norma CS279)
Marco en ángulo de
2 1/2"x2 1/2"x3/16"
Ver norma CS 276-1
Escalera
de acceso
Muro pañetado
Mortero 1:5
Concreto de 3000 PSI
(210Kg/cm2)
Mortero de pega 1:5
Ladrillo tolete
recocido
Concreto simple
1:3:6
Ductos
Recebo compactado

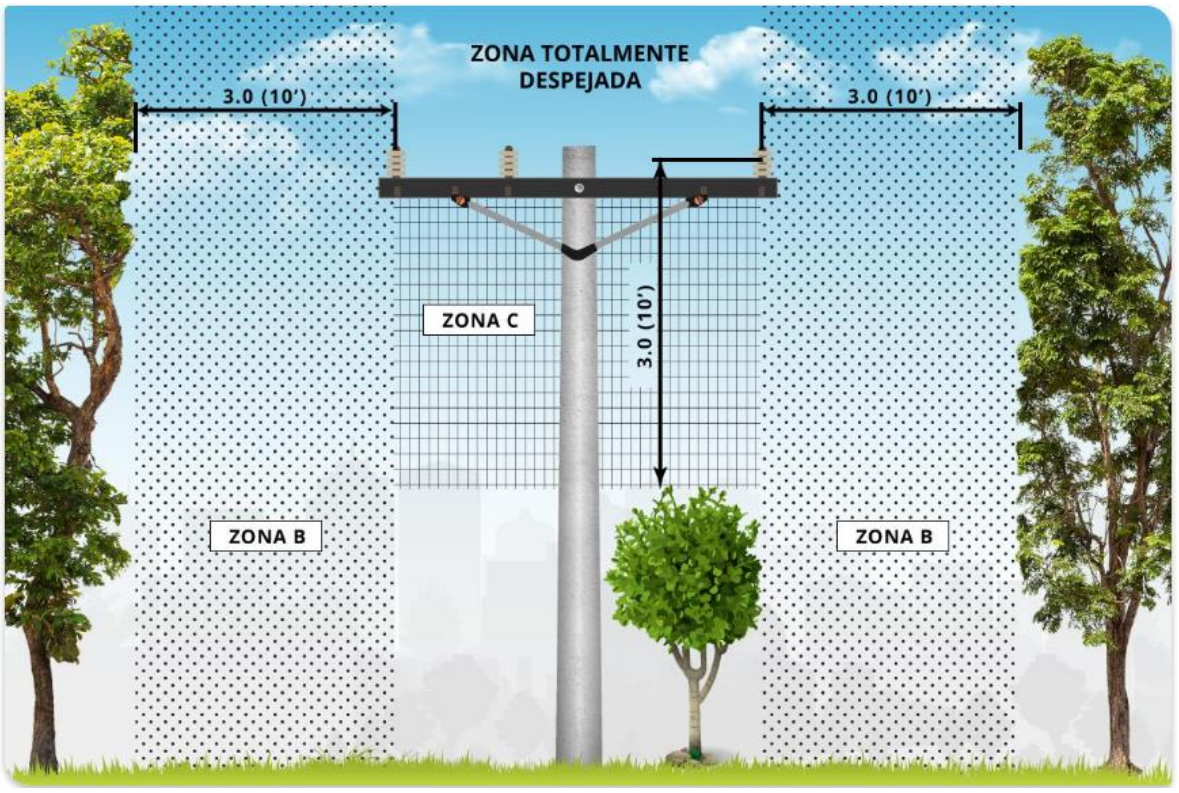
NOTAS:

1. Dimensiones en milímetros.
2. Para uso de ductos de 6" y 4" la profundidad de la caja es de 1.30 m y el espesor de las paredes de 250 mm.
3. La resistencia al concreto a la compresión será de 210 kg/cm2 (3000 psi).
4. Ver CS290-5 Escalera de gato recubierta para ingreso a cajas de inspección. No se admite escalera de gato sin recubrimiento como se especifica en CS290-5.
5. El elemento deberá ejecutarse con concreto de baja permeabilidad. Se recomienda el uso de aditivo Plastocrete o productos con propiedades equivalentes que garanticen una adecuada impermeabilidad. En el caso de la estructura en mampostería, se deberá utilizar mortero de baja permeabilidad, para lo cual se recomienda el empleo de Sika-1 o un aditivo con características técnicas similares. Estas condiciones buscan garantizar la durabilidad de la estructura y prevenir el ingreso de humedad o agentes agresivos, y deberán cumplirse conforme a la normativa vigente y a las exigencias técnicas del proyecto.
6. Se deberá dejar al interior en el piso de la caja una perforación que atraviese la base de mínimo 5/8" de diámetro y la misma forrada con ducto PVC o similar y con tapón plástico de PVC o similar en alguno de los vértices separado mínimo 10 cm de la pared con el objetivo de poder instalar la varilla de acero y/o Cu de 15 mm de diámetro para realizar la puesta a tierra, en los casos que se requiera. EL Tapón tiene como objetivo evitar el ingreso de agua por lo cual debe quedar ajustado en la perforación.

7.1.6 PODA DE RAMAS DE FORMACIÓN DE ÁRBOLES ENTRE 10 Y 20 METROS DE ALTURA, UBICADOS EN EL AREA DE LA RED DE MEDIA TENSION PARA ADECUACIÓN DE SU SERVIDUMBRE, INCLUYE LA DISPOSICIÓN FINAL DEL MATERIAL VEGETAL CORTADO.

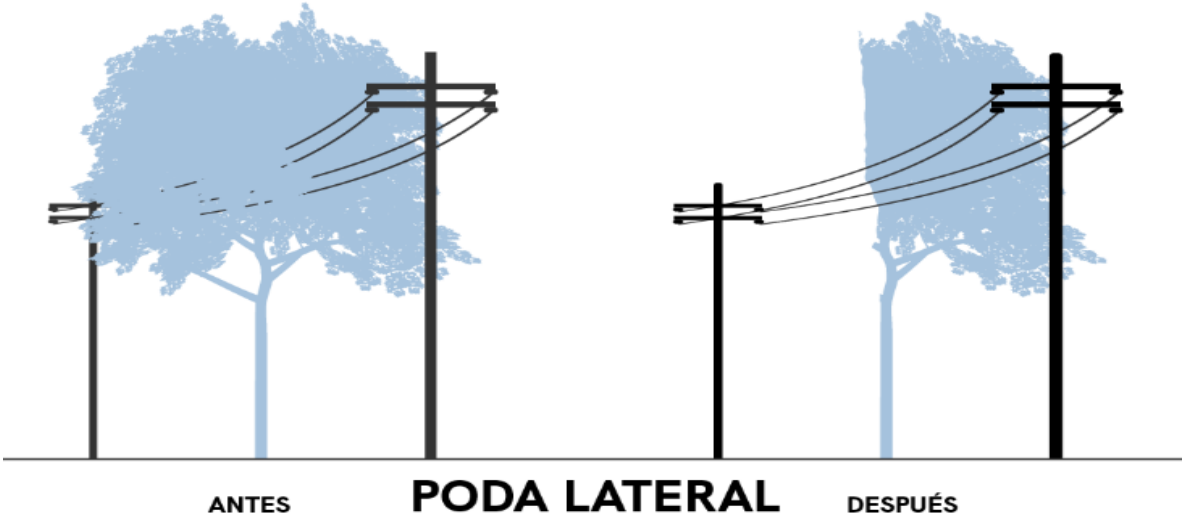
Unidad de medida y pago: La indicada en el cuadro de cantidades.

El contratista realizará la poda de árboles en el sitio a intervenir, con el fin de facilitar la instalación del tendido de la red aérea de media tensión, y hará disposición final del material vegetal extraído. Para la realización de esta actividad se recomienda utilizar carro canasta, a fin de hacer más eficiente el trabajo y mitigar el riesgo del operario.



Criterios para realizar una poda alrededor de las líneas de distribución:

- La parte superior del conductor eléctrico debe estar libre de ramas.
- Debe existir una distancia horizontal de 3 m (10') a ambos extremos del conductor eléctrico y la rama más próxima.
- Debe existir una distancia vertical de 3 m (10') entre la parte inferior del conductor secundario más próximo al suelo y la rama más próxima.





7.2 BANCO DE DUCTERÍAS INTERNAS-EXTERNAS TIPO CONDUIT PVC, EMT, IMC, CAJAS DE PASO Y CANALETA

Generalidades

Los bancos de ductos, canalestas y bandejas portacables adicional de cumplir con lo indicado en el subcapítulo de BANCO DE DUCTERÍAS INTERNAS-EXTERNAS TIPO CONDUIT PVC, EMT, IMC, CAJAS DE PASO Y CANALETA, de acuerdo al RETIE se debe dar cumplimiento a lo siguiente:

Artículo 2.3.29. Sistemas de bandejas portacables y Sistemas de canalizaciones con sus accesorios y soportes

Los sistemas de bandejas portacables; las canalizaciones, así como sus accesorios y en general cualquier elemento usado para alojar los conductores de las instalaciones objeto del presente Reglamento, deben cumplir los siguientes requisitos adaptados de normas técnicas tales como: IEC 60364-5-52, IEC 61534, IEC 61084-1, IEC 60423, IEC 61537, IEC 61386-1, IEC 61386-21, IEC 61386-22, IEC 61386-23, IEC 61386-24, IEC 61439-6, IEC 61534-1, IEC 61534-21, IEC 61534-22, IEC 50085, IEC 50085-1, IEC 50085-2-1, IEC 50085-2-3, ANSI C80.1, UL 5A, UL 857, UL 870, NEMA TC 14, NTC 105, NTC 169, NTC 171, NTC 332, NTC 979, NTC 1630, NTC 3363, NEMA VE1, NEMA VE2, UL 568 y ANSI/UL568.

Tipos de bandejas portacables:

a. Sistema de Bandejas y Sistema de Bandeja Escalera.

Tipos de canalizaciones:

a. Sistema de Canales y Sistema de conductos cerrados de sección no circular.

b. Sistema de Tubos.

c. Sistema de canalización eléctrica prefabricada.

2.3.29.2. Sistemas de bandejas portacables

Sistema de Bandejas Portacables: Unidad o ensamble de unidades o secciones con sus accesorios asociados, que forman un sistema estructural utilizado para fijar, alojar o soportar y sujetar cables y/o canalizaciones. Las bandejas portacables, deben ser de fondo continuo, canal ventilado, de malla o escalera, de material metálico o no metálico; éstas tienen como finalidad servir de soporte, alojamiento de cables y, eventualmente otro tipo de material eléctrico en instalaciones eléctricas. Deben cumplir los siguientes requisitos de producto y ensayos mínimos requeridos, adoptados de normas técnicas tales como: IEC 61537, NEMA VE1, NEMA FG1 y UL 568.

2.3.29.2.1. Requisitos de producto

a. La resistencia a la corrosión para bandejas metálicas tipo escalera o fondo no ventilado con recubrimiento anticorrosión (electrozincados con pasivado, galvanizados en caliente o pintura) debe ser 450 h de cámara niebla salina (Clase 5) y 155 h (Clase 3) para bandejas tipo malla, las bandejas portacables en aluminio (no se clasifica) o acero inoxidable (se deberá declarar clase de material y si lleva o no pasivado posterior para clasificarse dentro de la Clase 9) no requieren ensayos de cámara salina, y deberá verificarse su resistencia innata a la corrosión mediante la composición química del material.

b. Para bandejas metálicas galvanizadas en caliente, el espesor de galvanizado (zinc) no debe ser menor a 70 micras (Clase 7).

c. El productor de bandejas portacables, debe especificar los máximos esfuerzos mecánicos permitidos que soportan, en ningún caso se aceptan bandejas construidas en lámina de acero de espesor inferior al calibre 22 o su equivalente en mm.

d. Las bandejas portacables no metálicas deben ser de materiales autoextinguibles. Las partes no portadoras de corriente deben probarse a 650 °C, y las partes portadoras de corriente deben probarse a 960 °C, conforme a IEC 60695-2-11, NTC 5283 o equivalente.

e. Las bandejas metálicas portacables no deben tener bordes ni puntas cortantes.

f. El productor de bandejas porta cables deberá especificar mediante fichas técnicas o catálogo: la capacidad de carga y la separación entre los soportes, los usos permitidos y las prohibiciones.

g. Marcación: Las bandejas portacables deben tener de manera clara y permanente como mínimo la siguiente información:

1. Nombre del productor o marca registrada.
2. Tipo de material.
3. Dimensiones.

2.3.29.2.2. Ensayos mínimos requeridos

a. Ensayo de carga mecánica.

b. Ensayo de resistencia a la corrosión usando cámara de niebla salina o espesor de zinc del recubrimiento.

c. Hilo incandescente a bandejas no metálicas.

d. Imborrabilidad del rótulo conforme a IEC 60950-1 o norma de fabricación.

e. Permanencia del rotulado conforme a UL 969 o norma de fabricación, cuando aplique.

2.3.29.3. Sistemas de canales y de ductos cerrados de sección no circular

Los canales y sistemas de ductos cerrados de sección no circular deben cumplir los siguientes requisitos de producto y ensayos mínimos requeridos adaptados de normas técnicas tales como: IEC 61084-1, IEC61084-2-1, IEC61084-2-2, IEC61084-2-4, UL870 y UL 5A.

2.3.29.3.1. Requisitos de producto

a. Los sistemas de canales y de ducto cerrados metálicos de sección no circular deben ser resistentes a la corrosión y verificados mediante pruebas bajo condiciones de rayado en cámara de ambiente salino durante 450 h sin que la progresión de la corrosión en la raya sea mayor a 2 mm, o según el método indicado en la norma de fabricación si este fuera más exigente en la cantidad de horas indicadas anteriormente. El certificado de producto debe indicar para que tipo de ambiente se realizó la prueba.

b. En ningún caso se aceptarán canales y sistemas de sección no circular metálicas en lámina de acero de espesor inferior al calibre 22 o su equivalente a 0,75 mm.

c. Los sistemas de canales y de ducto cerrado de sección no circular no metálicos deben ser materiales auto extinguibles, conforme a las normas de ensayos relativos a los riesgos del fuego. Las partes no portadoras de corriente deben probarse a 650 °C, y las partes portadoras de corriente deben probarse a 850 °C, conforme a IEC 60695-2-11 o NTC 5283.

d. Los sistemas de canales y de ducto cerrado de sección no circular metálicos no deben tener bordes ni puntas cortantes.

e. Marcación: La marcación debe ser legible, duradera y visible en el ducto, debe ser indeleble y contener como mínimo la siguiente información:

    1. Nombre del productor o marca registrada.

    2. Referencia o tipo.

    3. Área efectiva de la canaleta.

2.3.29.3.2. Ensayos mínimos requeridos

a. Verificación del espesor del galvanizado en sistemas de canales y de ducto cerrado de sección no circular metálicas, de acuerdo con norma de fabricación.

b. Verificación de la continuidad eléctrica de las conexiones en sistemas de canales y de ducto cerrado de sección no circular metálicas.

c. Deben ser resistentes al impacto, de acuerdo con norma de fabricación.

d. Verificación de la distorsión por calentamiento.

e. Deformación lineal.

f. Hilo incandescente en sistemas de canales y de ducto cerrado de sección no circular no metálicas.

g. Ensayo de inflamabilidad, de acuerdo con norma de fabricación.

h. Cámara en ambiente salino.

i. Imborrabilidad del rótulo conforme a IEC 60950-1 o norma de fabricación.

j. Permanencia del rotulado conforme a UL 969 o norma de fabricación, cuando aplique.

Artículo 2.3.29.4. Sistemas de tubos

…El término tubería se debe entender como un conjunto de tubos y sus accesorios (tales como: uniones, curvas). Tubo (Conduit, tubing), se entenderá como el tubo metálico, no metálico, o de material compuesto (metálico y no metálico).

Los tubos, tuberías y accesorios deben cumplir los siguientes requisitos de producto y ensayos mínimos requeridos adaptados de normas técnicas tales como: IEC 61386-1, IEC 61386-21, IEC 61386-22, IEC 61386-23, IEC 61386-24, EN 61386-1, EN 61386-21, EN 61386-22, EN 61386-23, EN 50626-1, ANSI B1.20.1, NTC 105, NTC 169, NTC 171, NTC 332, NTC 979, NTC 1630, NTC 3363, NTC 5320, NTC 5442, UL 6, UL 6A, UL 514B, UL 651, UL 797, UL 797A, UL 1242, UL 1653 y para tuberías de materiales plásticos termoestable reforzadas con fibra de vidrio normas técnicas tal como: NEMA TC 14.

2.3.29.4.1. Requisitos de producto

a. Los sistemas de tubos no metálicos deben ser de materiales no inflamables y no propagadores de la llama, conforme a las normas de ensayos relativos a los riesgos del fuego: IEC 60695-2-11 o NTC 5283 (Método de ensayo de hilo incandescente a 650°) e inflamabilidad V0 conforme a UL 94, IEC 60695-11-10 o NTC 5533.

b. En la información técnica disponible al usuario se debe advertir si el producto es fabricado con materiales halogenados.

c. Los espesores mínimos de las paredes de tuberías metálicas y no metálicas deben cumplir con lo establecido en la Tabla 2.3.29.4.1. a. Las demás tuberías que no se encuentren incluidos en la Tabla en mención, deberán dar cumplimiento a los espesores establecidos en la norma de fabricación del producto. El incumplimiento de este requisito coloca la instalación en alto riesgo.

Tabla 2.3.29.4.1. a. Espesores minimos de tubos no metálicos y metálicos

Tubos no metálicos				Tubos metálicos			
Diámetro nominal pulgadas	Rígido SCH80 Tipo pesado	Rígido SCH40 Tipo intermedio	Rígido Tipo liviano (1)	Diámetro nominal Pulgadas	Tipo pesado	Tipo intermedio	Tipo Liviano o EMT
½	3,73	2,77	1,52	½	2,64	1,79-2,16	1,07
¾	3,91	2,87	1,52	¾	2,72	1,9 – 2,29	1,24
1	4,55	3,38	1,52	1	3,2	2,16-2,54	1,45
1 ¼	4,85	3,56	1,78	1 ¼	3,38	2,16-2,67	1,65
1 ½	5,08	3,68	2,03	1 ½	3,51	2,29-2,79	1,65
2	5,54	3,91	2,54	2	3,71	2,41-2,92	1,65
2 ½	7,01	5,16	2,80	2 ½	4,9	3,56-4,06	1,83
3	7,62	5,49	3,18	3	5,21	3,56-4,06	1,83
3 ½	8,08	5,74	3,68	3 ½	5,46	3,56-4,06	2,11
4	8,56	6,02	3,80	4	5,72	3,56-4,06	2,11
5	9,52	6,55	6,55	5	6,22	NA	NA
6	10,97	7,11	7,11	6	6,76	NA	NA

Fuente: Adaptada de la Resolución 90708 del 2013.

Nota: Las demás tuberías que no se encuentren incluidas en la tabla en mención o que sean construidas con normas diferentes a UL o NTC, deberán dar cumplimiento a los espesores o propiedades mecánicas establecidas en la norma de fabricación de producto.

d. En el interior del sistema de tubos, incluidos los accesorios, no debe existir aspereza, rebabas o defectos de superficie susceptible de dañar los conductores o cables aislados o lesionar al instalador o usuario.

e. El proceso de galvanizado en tubería metálica se debe hacer mediante inmersión en caliente, de acuerdo con la norma ANSI C 80.1 o norma de fabricación.

f. Marcación. Los tubos deben ser marcados en bajo relieve o de manera permanente o imborrable con mínimo la siguiente información:

    1. Nombre del productor o marca registrada.
    2. Calibre o diámetro del tubo.
    3. Marca o referencia del producto.
    4. Tipo de tubería.

2.3.29.4.2. Ensayos mínimos requeridos

a. Verificación del espesor de recubrimiento de zinc conforme a ASTM E386, NTC 3981 o norma de fabricación, aplica sólo a la tubería metálica.

b. El sistema de tubos metálicos y de material compuesto y sus accesorios deben ser resistentes a la corrosión de acuerdo con norma de fabricación.

c. Verificación de la resistencia al Impacto, conforme a norma de fabricación.

d. Verificación de la distorsión por calentamiento conforme a norma de fabricación.

e. Inflamabilidad, aplica sólo a la tubería no metálica.

f. Resistencia a la compresión, de acuerdo con norma de fabricación.

g. Resistencia al curvado, de acuerdo con norma de fabricación.

h. Hilo incandescente, aplica sólo a la tubería no metálica.

i. Imborrabilidad del rótulo conforme a IEC 60950-1 o norma de fabricación.

j. Permanencia del rotulado conforme a UL 969 o norma de fabricación, cuando aplique.

Artículo 3.17.6. Canalizaciones y bandejas portacables

3.17.6.1. Requisitos generales para la instalación de canalizaciones

Las canalizaciones según su tipo y aplicación deben cumplir los siguientes requisitos generales:

a. Las partes de canalizaciones que estén expuestas o a la vista, deben marcarse en franjas de color naranja de al menos 10 cm de anchas para distinguirlas de otros usos.

b. En ambientes corrosivos, con humedad permanente o bajo tierra, no se aceptan elementos metálicos para alojamiento de conductores, que no estén apropiadamente protegidos contra la corrosión y que no cumplan con la resistencia al impacto y al aplastamiento requeridas.

c. En las juntas de dilatación se debe instalar canalización flexible conforme los requisitos del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente.

d. Cuando en una misma canalización se instalen conductores eléctricos con cableados o tuberías para otros usos, debe existir una separación física entre ellos.

e. Cuando las condiciones específicas de la instalación lo requieran, las canalizaciones y accesorios deben cumplir los requisitos establecidos para esa condición.

f. En la selección e instalación del tipo de canalización, se deben evaluar las condiciones particulares de la instalación y su ambiente y aplicar los elementos más apropiados teniendo en cuenta los usos permitidos y las prohibiciones, de los elementos disponibles en el mercado.

g. Igualmente deben cumplir los requisitos de instalación de la NTC 2050 segunda actualización especialmente los siguientes artículos:

    1. Artículo 342 Tubo (conduit) metálico intermedio – NTC 169 (tipo IMC).

    2. Artículo 344 Tubo (conduit) metálico rígido - NTC 171 (tipo rigid).

    3. Artículo 348 Tubería metálica flexible tipo FMC – Flexible metal conduct.

    4. Artículo 350 Tubo (conduit) metálico flexible hermético a los líquidos tipo LFMC – Liquidtight Flexible Metal Conduit.

    5. Artículo 352 Tubo (conduit) rígido de cloruro de polivinilo tipo PVC – NTC 979.

    6. Artículo 353 Tubería (conduit) de polietileno de alta densidad tipo HDPE – High Density Polyethylene Conduit.

    7. Artículo 354 Tubería (conduit) subterránea no metálica con conductores tipo NUCC - Nonmetallic Underground Conduit with Conductors).

    8. Artículo 355 Tubo (conduit) de resina termofija reforzada RTRC – Reinforced Thermosetting Resin Conduit.

    9. Artículo 356 Tubo (conduit) no metálico flexible hermético a los líquidos tipo LFNC – Liquidtight Flexible Nonmetallic Conduit.

    10. Artículo 358 Tubería eléctrica metálica tipo EMT - NTC 105.

11. Artículo 360 Tubería metálica tipo flexible FMT – Flexible Metallic Tubing.
12. Artículo 362 Tubería (conduit) eléctrica no metálica tipo ENT – Electrical Nonmetallic Tubing).
13. Artículo 366 canales auxiliares (gutters).
14. Artículo 368 electrobarras.
15. Artículo 370 bus de cables.
16. Artículo 372 Canalizaciones en pisos celulares de concreto.
17. Artículo 374 Canalizaciones en pisos metálicos celulares.
18. Artículo 376 Canaletas metálicas (ducto).
19. Artículo 378 Canaletas no metálicas (ductos no metálicos).
20. Artículo 384 Canal tipo soporte (strut-type channel raceway).
21. Artículo 386 Canalizaciones superficiales metálicas.
22. Artículo 388 Canalizaciones superficiales no metálicas.
23. Artículo 390 Canalizaciones bajo el piso.

3.17.6.2. Bandejas portacables para instalaciones de uso final

En instalaciones de uso final se pueden instalar bandejas portacables de fondo continuo, canal ventilado de malla o escalera, de material metálico o no metálico, y puede soportar canalizaciones o directamente los conductores siempre y cuando estos estén certificados y rotulados para uso en bandejas, en la instalación se deben cumplir los siguientes requisitos:

a. Se debe asegurar la continuidad eléctrica y la equipotencialidad entre las distintas secciones de la bandeja metálica, ver normas tales como la IEC 61537 o norma equivalente.

b. Los conductores a instalar deben estar certificados y rotulados para usar en bandeja portacable. En las partes accesibles, deben estar identificados con el código de colores del presente Libro.

c. Se podrán adoptar los requisitos de montaje de instalación y las recomendaciones, de las normas IEC 60364-5-52, NTC 2431 y las IEEE 525/12.3.4, sobre bandejas portacables.

d. Debe permitirse el uso de bandejas portacables como sistema de soporte para conductores de acometida, alimentadores, circuitos ramales, circuitos de

comunicaciones, circuitos de control, circuitos de señalización; también se incluyen circuitos de iluminación de tensión nominal no mayor a 30 Vac o 60 Vcc, para los cuales se debe tener en cuenta las ampacidades de la tabla 725.144 de la NTC 2050 Segunda Actualización.

e. Las bandejas portacables ubicadas en sitios clasificados como peligrosos sólo deben contener los tipos de cables y canalizaciones permitidos para este uso.

f. Las bandejas portacables se deben instalar como un sistema completo. Si se hacen curvas o modificaciones durante la instalación, se deben hacer de manera que se mantenga la continuidad eléctrica del sistema de bandeja portacables y el soporte de los cables. Debe permitirse que los sistemas de bandejas portacables tengan segmentos mecánicamente discontinuos entre los tramos de las bandejas portacables o entre los tramos de bandejas portacables y los equipos.

g. Las bandejas portacables deben estar expuestas y accesibles, excepto en lo permitido por la sección 392.10 literal (D) de la NTC 2050 segunda actualización.

h. Las bandejas portacables que contengan conductores de un valor nominal de más de 600 V deben tener una notificación de advertencia permanente y legible, con el siguiente texto: "PELIGRO — RIESGO ELÉCTRICO — MANTÉNGASE ALEJADO", colocado en lugar fácilmente visible sobre todas las bandejas portacables y el espaciamiento de las notificaciones de advertencia no debe exceder de 3 m.

i. Debe permitirse que los cables multiconductores que funcionan a 1.000 V o menos sean instalados en la misma bandeja.

j. Los cables que funcionan a más de 1.000 V y los que funcionan a 1.000 V o menos, instalados en la misma bandeja portacables, deben cumplir cualquiera de los siguientes requisitos:

    1. Los cables que funcionan a más de 1.000 V son de tipo MC.

    2. Los cables que funcionan a más de 1.000 V están separados de los cables que funcionan a 1.000 V o menos mediante una barrera sólida fija de un material compatible con la bandeja portacables.

k. Cuando los cables de los conductores individuales que conforman cada fase, neutro o conductor puesto a tierra de un circuito de corriente alterna se conecten en paralelo, los conductores se deben instalar en grupos que consten máximo de un conductor por fase, neutro o conductor puesto a tierra, minimizando así los efectos de los campos electromagnéticos. Los circuitos deben ser marcados de tal forma que permita su identificación.

l. Cuando alguno de los conductores individuales instalados en una bandeja portacables de escalera o fondo ventilada sea de sección transversal de 53,5 mm2 (1/0 AWG) al 107,21 mm2 (4/0 AWG), se deben instalar en una sola capa todos los conductores individuales.

m. En una misma bandeja portacables no deben instalarse conductores eléctricos con tuberías para otros usos no eléctricos, tales como gases líquidos u otros fluidos.

n. Para el dimensionamiento de las bandejas deben usarse las tablas 3.17.6.2. a. y 3.17.6.2. b. del presente Libro, de acuerdo con el tipo de cables, bandeja e instalación. Se debe tener en cuenta lo contemplado en los numerales 392.22 (A) y (B) de la NTC 2050 Segunda Actualización para la correcta aplicación de las tablas.

Tabla 3.17.6.2. a. Área de ocupación permisible para cables multiconductores en bandejas portacables de tipo escalera, fondo ventilado o fondo sólido para cables de 2 000 V nominales o menos.

Ancho interior de la bandeja en mm	Área de llenado máxima permisible en mm² para cables multiconductores			
	Bandejas portacables tipo escalera o fondo ventilado, 392.22 (A)(1)		Bandejas portacables tipo fondo sólido, 392.22 (A)(3)	
	Columna 1 Aplicable sólo por 392.22 (A)(1)(b)	Columna 2* Aplicable sólo por 392.22(A)(1)(c)	Columna 3 Aplicable sólo por 392.22(A)(3)(b)	Columna 4* Aplicable sólo por 392.22(A)(3)(c)
50	1,5	1,5 - (30 Sd)**	1,2	1,2 - (25 Sd)**
100	3	3 - (30 Sd)**	2,3	2,3 - (25 Sd)
150	4,5	4,5 - (30 Sd)**	3,5	3,5 - (25 Sd)**
200	6	6 - (30 Sd)**	4,5	4,5 - (25 Sd)
225	6,8	6,8 - (30 Sd)	5,1	5,1 - (25 Sd)
300	9	9 - (30 Sd)	7,1	7,1 - (25 Sd)
400	12	12 - (30 Sd)	9,4	9,4 - (25 Sd)
450	13,5	13,5 - (30 Sd)	10,6	10,6 - (25 Sd)
500	15	15 - (30 Sd)	11,8	11,8 - (25 Sd)
600	18	18 - (30 Sd)	14,2	14,2 - (25 Sd)
750	22,5	22,5 - (30 Sd)	17,7	17,7 - (25 Sd)
900	27	27 - (30 Sd)	21,3	21,3 - (25 Sd)

Fuente: Adoptada de la norma NTC 2050 Segunda Actualización.

Tabla 3.17.6.2. b. Área de ocupación permisible para cables de un solo conductor en bandejas portacables tipo malla metálica, escalera o fondo ventilado, para cables de 2 000 V nominales o menos.

Anchura interior de la bandeja en mm	Área máxima admisible de ocupación para cables de conductor sencillo en mm^2	
	Columna 1 Aplicable sólo por 392.22(B)(1)(b)	Columna 2* Aplicable sólo por 392.22(B)(1)(c)
50	1,4	1,4 - (28 Sd)**
100	2,8	2,8 - (28 Sd)
150	4,2	4,2 - (28 Sd)**
200	5,6	5,6 - (28 Sd)
225	6,1	6,1 - (28 Sd)
300	8,4	8,4 - (28 Sd)
400	11,2	11,2 - (28 Sd)
450	12,6	12,6 - (28 Sd)
500	14	14 - (28 Sd)
600	16,8	16,8 - (28 Sd)
750	21	21 - (28 Sd)
900	25	25,2 - (28 Sd)

Fuente: Adoptada de la norma NTC 2050 Segunda Actualización.

o. Se deben tener en cuenta los máximos esfuerzos mecánicos permitidos que puede soportar la bandeja portacable a instalar.

p. Tanto los cables instalados como la bandeja portacables, expuestos a radiación ultravioleta deben ser resistentes a este tipo de radiación, como lo señala ANSI UL 568.

q. En instalaciones no industriales, se acepta el montaje de conductores monopolares de calibres menores o iguales a 1/0 en bandejas portacables, siempre que dichos cables se protejan de efectos mecánicos y térmicos ocasionados por los cables de calibres mayores, teniendo en cuenta el derrateo por temperatura conforme a NTC 2431, separándolos por una pared rígida de material compatible con el de la bandeja y realizándoles amarres que impidan los desplazamientos que puedan causarles esfuerzos perjudiciales al aislamiento, la separación entre travesaños o peldaños de la bandeja horizontal no debe superar 15 cm para conductores entre 1/0 y 8 AWG, y 10 cm para conductores entre 10 y 12 AWG.

r. La instalación no debe ser manipulada por personas no competentes.

s. No se permite el uso de bandejas portacables en instalaciones residenciales, fosos de ascensores, canales o buitrones de ventilación, sitios con alta concentración de personas y demás ubicaciones definidas en NTC 2050 segunda actualización para las que no se permita la utilización de bandejas portacables.

3.17.6.4. Sistemas de canales y de ductos cerrados de sección no circular

Deben cumplir lo siguientes requisitos generales de instalación:

a. En ambientes corrosivos, con humedad permanente o bajo tierra, no se aceptan elementos metálicos para alojamiento de conductores, que no estén

apropiadamente protegidos contra la corrosión que no cumplan con la resistencia al impacto y al aplastamiento requeridas.

b. Las tuberías eléctricas plegables (flexible) no metálicas deben ir ocultas dentro de cielorrasos, cielos falsos, pisos, muros o techos, siempre y cuando los materiales constructivos utilizados tengan una resistencia al fuego de mínimo 15 min, o menos de 15 min si se tiene un sistema contra incendio de rociadores automáticos en toda la edificación.

c. Los espacios entre elementos que soporten tuberías no metálicas no podrán ser mayores a 1,2 m para tubería hasta de 19 mm de diámetro; 1,5 m para tuberías entre 25 y 51 mm; 1,8 m para tuberías entre 63 y 76 mm y 2,1 m para tuberías entre 89 y 102 mm. Los soportes para tuberías metálicas deben asegurar que no se presenten deflexiones y las tuberías flexibles deben llevar amarres o grapas que aseguren su posición de forma permanente.

d. No se podrán usar tuberías no metálicas, en espacios donde por efectos de la carga eléctrica en los conductores u otra fuente de calor, se tengan temperaturas por encima de las tolerables por la tubería.

e. No se permite el uso de tubería eléctrica plegable no metálica, como soporte de aparatos ni para tensiones mayores de 600 V, a no ser que esté certificada para esos usos.

f. Tuberías no metálicas tipo livianas (Tipo A o Tipo L) no se deben instalar expuestas o a la vista, ni en cielos falsos o cielorrasos, y solo se permite su instalación siempre que esté embebida en concreto o en otro material resistente al fuego por lo menos 15 min; siempre que tal encerramiento la proteja contra daños y no le permita deflexiones con desplazamientos mayores al diámetro de la tubería.

g. En construcciones con tuberías embebidas en concreto, los instaladores deben tener especial cuidado en no deformarlas ni permitir la entrada de materiales que les ocasione taponamientos. Previo al vaciado del concreto se les debe colocar en los extremos tapones provisionales. Para tuberías no metálicas se recomienda calentar y comprimir las puntas expuestas para asegurar que no sean removidos los tapones hasta cuando se instalen las cajas de conexión o paso.

Parágrafo 1: Se permite el uso de tuberías no metálicas de material termoplástico reforzado con materiales como fibra de vidrio, siempre y cuando cumplan con la norma NEMA TC 14 o una norma equivalente.

3.17.6.6. Tubos, tuberías y accesorios

En toda instalación eléctrica la tubería debe cumplir la función de protección de los conductores contra daños, especialmente de sus cubiertas de aislamiento, por lo que en su instalación se deben cumplir los siguientes requisitos:

a. No deben instalarse tuberías no metálicas en lugares expuestos a daños físicos o a la luz solar directa, o directamente enterradas en el suelo si no están certificadas para ser utilizadas en tales condiciones.

b. Las tuberías eléctricas plegables (flexible) no metálicas deben ir ocultas dentro de cielorrasos, cielos falsos, pisos, muros o techos, siempre y cuando los materiales constructivos utilizados tengan una resistencia al fuego de mínimo 15 min, o menos de 15 min si se tiene un sistema contra incendio de rociadores automáticos en toda la edificación.

c. Los espacios entre elementos que soporten tuberías no metálicas no podrán ser mayores a 1,2 m para tubería hasta de 19 mm de diámetro; 1,5 m para tuberías entre 25 y 51 mm; 1,8 m para tuberías entre 63 y 76 mm y 2,1 m para tuberías entre 89 y 102 mm. Los soportes para tuberías metálicas deben asegurar que no se presenten deflexiones y las tuberías flexibles deben llevar amarres o grapas que aseguren su posición de forma permanente.

d. No se podrán usar tuberías no metálicas, en espacios donde por efectos de la carga eléctrica en los conductores u otra fuente de calor, se tengan temperaturas por encima de las tolerables por la tubería.

e. No se permite el uso de tubería eléctrica plegable no metálica, como soporte de aparatos ni para tensiones mayores de 600 V, a no ser que esté certificada para esos usos.

f. Tuberías no metálicas tipo livianas (Tipo A o Tipo L) no se deben instalar expuestas o a la vista, ni en cielos falsos o cielorrasos, y solo se permite su instalación siempre que esté embebida en concreto o en otro material resistente al fuego por lo menos 15 min; siempre que tal encerramiento la proteja contra daños y no le permita deflexiones con desplazamientos mayores al diámetro de la tubería.

g. En construcciones con tuberías embebidas en concreto, los instaladores deben tener especial cuidado en no deformarlas ni permitir la entrada de materiales que les ocasione taponamientos. Previo al vaciado del concreto se les debe colocar en los extremos tapones provisionales. Para tuberías no metálicas se recomienda calentar y comprimir las puntas expuestas para asegurar que no sean removidos los tapones hasta cuando se instalen las cajas de conexión o paso.

Parágrafo 1: Se permite el uso de tuberías no metálicas de material termoplástico reforzado con materiales como fibra de vidrio, siempre y cuando cumplan con la norma NEMA TC 14 o una norma equivalente.

7.2.1 SUMINISTRO INSTALACIÓN Y PUESTA EN SERVICIO DE BANCO DE DUCTOS SUBTERRÁNEO PVC - TDP DE 1XØ6". INCLUYE TERMINALES Y TODOS LOS ELEMENTOS NECESARIOS PARA SU CORRECTA INSTALACIÓN Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO

Unidad de medida y pago: La indicada en el cuadro de cantidades.

Con cargo a este ítem el pago se realizará por ml instalado y recibido a satisfacción

Estos ductos serán los demarcados en planos y deberá cumplir con las siguientes consideraciones:

Se utilizará tubería conduit Normas ICONTEC 979 de características similares a las fabricadas por PAVCO S.A. para todos los circuitos de alumbrado, tomacorrientes, acometidas, etc., identificados como áreas de servicios generales.

Estas tuberías serán de los diámetros mostrados en los planos; prioritariamente el mínimo diámetro de ductería a utilizar en la instalación eléctrica será de Ø ½ "; para las acometidas internas y externas será del indicado en los planos respectivos.

Un tramo de la tubería entre salida y accesorio, o accesorio y accesorio no tendrá más curvas que el equivalente a cuatro ángulos rectos (360 grados) para distancias de hasta 12 metros.

Estas curvas podrán ser hechas en la obra siempre y cuando el diámetro interior de cada tubo no sea apreciablemente reducido. Las curvas que se ejecuten en la obra serán hechas de tal forma que el radio mínimo de la curva corresponda mínimo a seis veces el diámetro nominal del tubo que se está figurando.

Para el manejo de tubería en la obra deberán seguirse cuidadosamente los catálogos de instrucciones del fabricante usando las herramientas y equipos señalados por él.

Toda la tubería que llegue a los tableros y a las cajas de salida debe llegar en forma perpendicular y en ningún caso llegará en forma diagonal, esta será prolongada exactamente lo necesario para instalar los elementos de fijación.

La tubería se fijará a las cajas por medio de adaptadores terminales con contratuerca de tal forma que garanticen una buena fijación mecánica, no se aceptará la deformación del extremo del ducto, para simular la boquilla terminal.

Deberá cumplir con las siguientes normas ICONTEC: 1630, 1125, 979, 369, 470 y la NEMA TC-6.

En el valor de metro lineal de tubería conduit empotrada o enterrada, se deben incluir las incidencias por codos, adaptadores, soportes, uniones, boquillas terminales, etc.

Para el recibo final de ductería enterrada PVC, ésta deberá permitir el paso de un mandril de 60 cm de longitud con un diámetro del 5 % menor que el diámetro interior del tubo.

Si la excavación de las zanjas se efectúa con equipo mecánico se deben dejar los últimos 20 cm para ejecutarlos manualmente. Si al hacer la excavación de la zanja sé encuentra en el fondo material de mala calidad como arcillas expansivas, por

ejemplo; se debe extraer rellenar con recebo compactado en una profundidad de sobre excavación de 30 cm.

Los ductos más profundos deben descansar uniformemente sobre los lechos nivelados, compactados y se debe tener una capa de arena del sitio con un espesor mínimo de 4 cm en el fondo de la zanja.

Las uniones de ductos dentro del tendido de la ductería deben quedar traslapadas, nunca deben quedar una sobre otra. Los espacios entre los ductos deben ser llenados con arena del sitio compactada. La arena al ser colocada entre los ductos debe ser cernida, libre de piedras.

Para mantener la separación entre ductos se debe colocar estacas o guías de madera de 4 cm de espesor (mínimo) a lado y lado de cada ducto cada 3 m y rellenar con arena del sitio de cada una de las filas de ductos instalados horizontalmente y luego retirar las estacas.

Después de tender cada fila de ducto se rellenará la zanja con arena hasta formar una capa de 5.0 cm sobre rasante de cada fila de ductos, para evitar el contacto directo entre ellos. Para garantizar tanto su espesor como su regularidad se debe utilizar temporalmente una reglilla horizontal la cual se retirará antes de colocar la siguiente capa de ductería.

Después de haber colocado una capa de 20 cm de material de relleno sobre la primera fila de ductos (la más superficial), se debe compactar el material con "rana" o "pisón neumático" y así sucesivamente en capas de 15 cm. hasta la superficie.

El relleno de las zanjas por encima de la arena que cubre los ductos se hará en capas de materiales de la misma excavación o de materiales seleccionado y compactados según el caso.

La excavación se debe entibar cuando exista la posibilidad de derrumbes si el interventor lo considera necesario. Los entibados serán retirados cuando la excavación haya sido rellenada y compactada.

Al llegar a una de las cajas, los ductos deberán estar provistos de campanas (ductos de PVC). Los ductos de reserva deben taponarse a fin de mantenerlos libres de basura, tierra etc.

En terrenos planos los ductos se deben instalar con una pendiente del 3% aproximadamente, entre cajas. En terrenos escarpados la ductería no debe tener una pendiente superior al 30%.

En caso de que la profundidad de instalación de los ductos no cumpla los requerimientos de las especificaciones expuestas se permite una reducción de 152 mm (6 pulgadas) en la profundidad de instalación por cada 50.8 mm (2 pulgadas) de espesor de concreto de 2500 PSI aplicado sobre la ductería.

Para el caso del ducto PVC enterrado, la rasante de las bocas de los ductos debe hacerse a 4 cm antes de la superficie vertical de las paredes de las caras de las cajas de inspección y desde el terminal de los ductos se emboquillará con cemento dándole forma de embudo.

Se podrá hacer uso de la flexibilidad del tubo de PVC en casos donde por la topografía o naturaleza del terreno se requiera hacer cambios de nivel o cambios de dirección en la canalización (omisión de cámaras intermedias o de paso) ó curvas previamente calculada en función del radio y del coeficiente de fricción.

Adicionalmente a lo especificado en el presente capitulo, se debe cumplir con lo establecido en la Norma NTC 2050-Sec. 343, 347, 348.

DUCTERÍA PVC

En valor de metro lineal de ductería PVC, en cuanto a materiales, debe incluir cantidad y diámetros de ductería, campanas terminales, uniones, codos y demás accesorios P.V.C., soldadura y limpiador etc.

La ductería a utilizar será tipo conduit PVC eléctrica aprobada por la Norma ICONTEC 1630 e ICONTEC 979 PAVCO o similar aprobada por la interventoría y la supervisión FAC. Esta se seleccionará de acuerdo con las siguientes características.

DIÁMETRO (pulgadas)	TIPO
½” a 2”	Conduit Pesado PVC
Mayor o igual a 3”	TDP
4” y 6”	TDP

CONSIDERACIONES TÉCNICAS PARA DUCTOS PVC-DB Y TDP

El ducto Tipo DB y el Ducto Corrugado de doble pared TDP se instalan directamente en el terreno en vías de tráfico pesado, sin recubrimiento en concreto.

Para el ducto colocado directamente en el terreno se debe tener en cuenta lo siguiente:

El fondo de la zanja debe estar liso con la pendiente correcta hacia una de las cámaras y libre de piedras. Preferiblemente colocar una cama de arena de 5 cm.

El relleno debe estar libre de piedras y apisonarse firmemente alrededor del Ducto para así desarrollar el máximo de soporte.

No se recomienda apisonar directamente sobre el ducto.

En suelos rocosos cuando es imposible obtener un fondo parejo de la zanja, debe nivelarse con una capa de recebo y usar también recebo como material de relleno, compactándolo en capas sucesivas de 10 cm. Máximo, hasta obtener la altura deseada.

Para la colocación de los Ductos tender una hilera a la vez, manteniendo una separación aproximada de 2.5 cm. Entre tubos y rellenar por capas de 10 cm. Hilada por hilada con material libre de piedras que puede ser del mismo extraído de la zanja o de recebo.

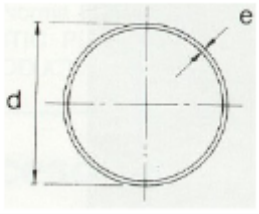
La profundidad mínima de instalación de los Ductos debe ser de 60 cm. Entre cota clave de la última hilera de Ductos y el nivel de rasante.

CURVATURAS

Con Ductos tipo PVC – DB y TDP con diámetros de 4" se pueden hacer curvaturas hasta de 90° con radios mínimos de 12 metros aprovechando la flexibilidad del Ducto, sin necesidad de utilizar accesorios adicionales.

La ductería a utilizar para la infraestructura de comunicaciones será tipo PVC DB eléctrica aprobada por la Norma ICONTEC 1630 e ICONTEC 979 PAVCO o similar. Las dimensiones serán las siguientes características

Tipo DB



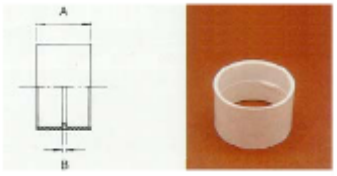
Diámetro Nominal		Referencia	Diámetro Exterior		Diámetro de Pared	
Mm.	Pulg.		Mm.	Pulg.	Mm.	Pulg.
60	2	0250701001	60.32	2.375	1.680	0.066
88	3	0250901001	88.90	3.500	2.570	0.101
114	4	0251001001	114.30	4.500	3.480	0.137
168	6	0251201001	168.28	6.625	4.620	0.182

Adaptadores Terminales Campana



Tipo DB y EB						
Diámetro Nominal		Referencia	A		B	
Mm.	Pulg.		Mm.	Pulg.	Mm.	Pulg.
60	2	1970711211	41.28	1.625	3.18	0.125
88	3	1970911207	107.95	4.250	6.35	0.250
114	4	1971011207	95.25	3.750	6.35	0.250
168	6	1971211205	185.00	7.283	25.00	0.984

Uniones



Tipo DB y EB						
Diámetro Nominal		Referencia	A		B	
Mm.	Pulg.		Mm.	Pulg.	Mm.	Pulg.
60	2	1970759211	41.28	1.625	3.18	0.125
88	3	1970959207	80.90	3.188	4.78	0.188
114	4	1971059207	95.25	3.750	6.35	0.250
168	6	1971259203	185.00	7.283	25.00	0.984

7.2.2 SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y PUESTA EN SERVICIO DE DUCTERÍA TIPO IMC DE 1XØ6" INCLUYE UNIÓN, CURVAS, TERMINALES, CAJAS DE

PASO Y TODOS LOS ELEMENTOS NECESARIOS PARA SU CORRECTA INSTALACIÓN Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO

Unidad de medida y pago: La indicada en el cuadro de cantidades.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA DUCTERÍA METÁLICA TIPO IMC

En el valor del metro lineal se debe incluir cantidad y diámetros de ductería, terminales, contratuercas, uniones, codos, conduletas, soportes, sellos y demás accesorios, etc.

El tubo conduit galvanizado de acero deberá ser diseñado para la protección de cables eléctricos en instalaciones industriales según los lineamientos de ISO 9001:00.

Para evitar filos cortantes que puedan romper o rasgar el aislamiento de los conductores eléctricos, los extremos de los tubos deberán ser desbarbados interiormente.

Los tubos deberán ser fabricados con acero al carbono según las normas AISI/SAE 1008, 1010, 1015; JIS SPHT 3132 o cualquier otro acero equivalente con la siguiente composición química:

- Carbono: 0.25% máximo.
- Manganeso: 0.95% máximo.
- Fosforo: 0.050% máximo.
- Azufre: 0.045% máximo.

Propiedades mecánicas del acero:

- Esfuerzo de fluencia: 25000 psi mínimo.
- Esfuerzo de tensión: 44000 psi mínimo.
- Porcentaje de elongación: 23% aproximadamente.

Pruebas:

- Abocardado: Según norma NTC- 103-
- Espesor de capa: Según norma ANSI C 80.1 (UL6).
- Dobles: Según norma ANSI C 80.1 (UL6), Según norma ANSI C.80 (uul1242)

7.3 REDES DE MEDIA TENSIÓN 34,5KV

7.3.1 SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y PUESTA EN SERVICIO DE RED COMPACTA MEDIA TENSIÓN EN CONDUCTOR 3 X NO. 2/0 ACSR (ALUMINIO CON NÚCLEO DE ACERO) CON PANTALLA SEMICONDUCTORA Y CUBIERTA EN POLIETILENO RETICULADO (XLPE) TERMOESTABLE 35 KV, INCLUYE ACCESORIOS PARA SU CORRECTA INSTALACIÓN Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO.

Unidad de medida y pago: La indicada en el cuadro de cantidades.

Esta especificación establece las características constructivas, dimensiones y demás requisitos que deben cumplir los conductores eléctricos de aluminio - acero protegidos, que se utilizarán en las líneas aéreas de 11,4, 13,2 kV y 34,5 kV a tenderse principalmente en las zonas arboladas, para evitar fallas a tierra cuando se presentan contactos temporales con ramas y uso en vías angostas ó donde se presentan acercamientos a las edificaciones además con posibilidad de contacto de fases.

Normas de Fabricación y Pruebas:

El cubrimiento y el cable terminado deben estar de acuerdo con la norma para cable tipo "tree wire" deben tener en cuenta los ensayos de las normas ASTM D: 2132, 257, 1693, 3389 y las recomendaciones de las normas UL-1072, NEMA WC-7 y WC-5, en su última edición y serán instalados de acuerdo con lo indicado en el artículo 310-6 del NEC.

De acuerdo con los diseños de los fabricantes pueden emplearse otras normas internacionalmente reconocidas equivalentes o superiores a las aquí señaladas siempre y cuando se ajuste a lo solicitado en las presentes especificaciones técnicas.

Conformación

Estarán formados por el conductor de aleación de aluminio AAAC con bloqueo de humedad, una pantalla semiconductora sobre el conductor y una cubierta de polietileno reticulado (XLPE-TK) termoestable, de color negro, especialmente resistente a la formación de caminos de descarga superficial y a los agentes atmosféricos. La protección del cable deberá incluir un compuesto que impida la filtración de humedad hacia su interior.

CABLES CUBIERTO SEMIAISLADO ECOLÓGICO 15 kV - AAC

Conductor			Diámetro Conductor	Espesor de Aislamiento	Diámetro Exterior Aproximado	Peso Total Aproximado	Ampacidad[1]
Sección	Resistencia DC a 20°C	Resistencia AC a 90°C					
mm²	Ω/km	Ω/km	mm	mm	mm	kg/km	A
35	0,843	1,081	6,90	3,0	14,28	178	210
50	0,622	0,799	7,97	3,0	15,35	262	248
70	0,430	0,552	9,58	3,0	16,96	339	312
120	0,245	0,316	12,81	3,0	20,19	520	443

CABLES CUBIERTO SEMIAISLADO ECOLÓGICO 35 kV - AAC

Conductor			Diámetro Conductor	Espesor de Aislamiento	Diámetro Exterior Aproximado	Peso Total Aproximado	Ampacidad[1]
Sección	Resistencia DC a 20°C	Resistencia AC a 90°C					
mm²	Ω/km	Ω/km	mm	mm	mm	kg/km	A
70	0,430	0,552	9,58	7,6	26,21	632	299
120	0,245	0,316	12,81	7,6	29,51	952	431

CABLE DE UNA CAPA



Conductor y Cable Terminado

El conductor y el cable terminado cumplirán con las siguientes características generales mostradas en la tabla 1. Las características físicas y dimensionales para los conductores de capa concéntrica redonda comprimida ó compacta de dicha tabla serán de acuerdo con lo establecido en las normas ASTM B-401 y IEC 61089:

Pantalla Semiconductora.

Sobre el conductor se debe aplicar una capa de Material semiconductor termofijo extruido de color negro, compatible con la cubierta y el conductor. Esta capa debe tener las mismas o mejores características térmicas de la cubierta, para el BLOQUEO DE HUMEDAD se deberá utilizar sobre el conductor una cinta semiconductora bloqueadora de humedad como refuerzo a los polvos bloqueadores utilizados.

Cubierta.

El material de la cubierta debe ser un compuesto extruido de polietileno de cadena cruzada (XLPE), resistente a las descargas superficiales (carbonización), abrasión e intemperie.

- Constante Dieléctrica (60Hz): 2.5
- Factor de Disipación (60 Hz): 0.002
- Resistividad Volumétrica >1016 Ohm-cm
- Resistividad tracking >300 horas Metodo de prueba según ASTM B 2303
- Densidad 0.93 g/cm3

- Resistencia a la tracción: 12,5 Mpa/ 1800 PSI
- Elongación 250%
- Contenido negro de humo = 0.5%
- Envejecimiento al horno: 7 días
- Deformación en caliente a 150°C<= 175%

Marcación del Cable Cubierto.

Los cables AAAC deben marcarse sobre la cubierta de XLPE y con una separación máxima de un (1) metro entre inicios de leyendas en forma legible e indeleble, en tinta blanca que garantice una alta adherencia, con la siguiente información:

- Nombre del fabricante
- Material y calibre del conductor
- Tipo y clase de la cubierta
- Año de fabricación.
- Nivel de aislamiento 15kV ó 35kV (según sea)

7.3.2 SUMINISTRO INSTALACIÓN Y PUESTA EN SERVICIO DE CABLE CU XLPE MV-90 35KV 90°C 3 X NO. 2/0 AWG 133%, INCLUYE ACCESORIOS PARA SU CORRECTA INSTALACIÓN Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO.

Unidad de medida y pago: La indicada en el cuadro de cantidades.

El calibre del conductor de media tensión será de acuerdo a lo indicado en cada uno de los ítems relacionados anteriormente, deberá tener aislamiento en polietileno reticulado al 133%, para los circuitos o tramos a 11,4kV se usara un conductor de 15kV y para los circuitos o tramos a 34,5kV se usara un conductor de 35kV a 90 °C, el conductor deberá ser construido en cobre suave, aislado en polietileno reticulado (XLPE), pantalla semiconductora en polietileno extruido, apantallamiento en hilos al 100% y chaqueta exterior de PVC.y debe cumplir las siguientes características:

Cable Monopolar MV-90 para 15kV 90°C, Nivel de Aislamiento 133%, Espesor de Aislamiento: 5,59mm

1. Conductor		3. Aislamiento	6. Chaqueta	Diámetro Exterior	Peso Total Aproximado	
Calibre	Diámetro	Diámetro	Espesor		Cobre	Aluminio
AWG/Kcmil	mm	mm	mm	mm	kg/km	kg/km
2	6,81	19,7	2,03	25,8	904	692
1/0	8,52	21,4	2,03	27,5	1143	806
2/0	9,57	22,5	2,03	28,5	1306	881
3/0	10,75	23,7	2,03	29,7	1507	971
4/0	12,07	25,0	2,03	31,0	1755	1079
250	13,25	26,2	2,03	32,8	2002	1203
350	15,68	28,6	2,03	35,2	2549	1431
500	18,74	31,7	2,03	38,2	3349	1751
750	23,10	36,0	2,79	44,2	4810	2412
1000	26,68	39,6	2,79	48,6	6170	2974

Cable Monopolar MV-90 para 35kV 90°C, Nivel de Aislamiento 133%, Espesor de Aislamiento: 10,67mm

1. Conductor		3. Aislamiento	6. Chaqueta	Diámetro Exterior	Peso Total Aproximado	
Calibre	Diámetro	Diámetro	Espesor		Cobre	Aluminio
AWG/Kcmil	mm	mm	mm	mm	kg/km	kg/km
1/0	8,52	31,0	2,03	37,7	1714	1376
2/0	9,57	32,1	2,03	38,7	1893	1468
3/0	10,75	33,3	2,03	39,9	2112	1576
4/0	12,07	34,6	2,03	41,2	2381	1704
250	13,25	35,8	2,79	44,0	2770	1971
350	15,68	38,2	2,79	47,3	3429	2310
500	18,74	41,3	2,79	50,3	4289	2691
750	23,10	45,6	2,79	54,7	5680	3283
1000	26,68	49,2	2,79	58,3	7029	3832

Nota: los valores arriba indicados son sujetos a las tolerancias de fabricación y pueden variar dependiendo del fabricante.

El contratista debe presentar las certificaciones del producto como se indica a continuación: RETIE, UL-1072, ICEA S-97-682, ICEA S-93-639, NTC 2186, según lo establecido en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas Capítulo VI, Articulo 34.

Se debe realizar pruebas VLF a los conductores de media tensión por cada tramo instalado superior a 10 metros.

Pruebas VLF

Very Low Frequency o prueba de muy baja frecuencia que generalmente es de 0.1HZ. Este es un examen que se realiza a los conductores con aislamiento en polímero (EPR Etileno propileno- o XLPE - Polietileno Reticulado), con el fin de verificar y establecer que el aislamiento de los cables no presentan inconvenientes como impurezas de fabricación, humedad, poros, burbujas de aire, entre otros, ya que al aplicar el voltaje empiezan a circular corrientes de fuga que al desplazarse transversalmente en el conductor lo va perforando hasta producir la falla del mismo. De igual manera se examinan los empalmes, acoples y terminales.

Esta prueba se debe realizar con los conductores tendidos y listos para energizar, aplicando una señal de tensión a baja frecuencia (0.1 Hz) durante una hora, con un voltaje igual al del conductor intervenido y no en el carrete o la bodega. Una vez se instala el servicio y según la recomendación de la norma IEEE 400 – 2001 se debe realizar un nuevo examen de verificación a los 3 años.

Tensión de Prueba (VLF)

Organismos como IEEE, EPRI, CEA y otros entes mundiales de ingeniería y normalización, recomiendan Nivel de tensión de prueba 2 a 3 veces la tensión Uo (V fase-neutro).

Para un cable de 15 KV, que normalmente tiene una tensión Uo de 7,2 KV a 8 KV, la prueba se realiza a 22 KV y para un sistema de 34,5 KV se prueba a 60 KV.

Al igual que en una prueba de aislación normal (tensión resistida), los ensayos conducidos con equipos VLF requieren que la muestra (cable monopolar en este caso), se encuentre aislado en su conductor central, y con su pantalla a tierra.

Se conectará la salida de alta tensión del VLF a dicho conductor; y la tierra del equipo, rígidamente unida a la tierra del sistema.

Luego se aplicará la tensión de prueba hasta el máximo requerido de ensayo, y durante un tiempo prefijado: ambas variables (tensión máxima/tiempo), se encuentran establecidas en las normas IEEE.400.2-2004.

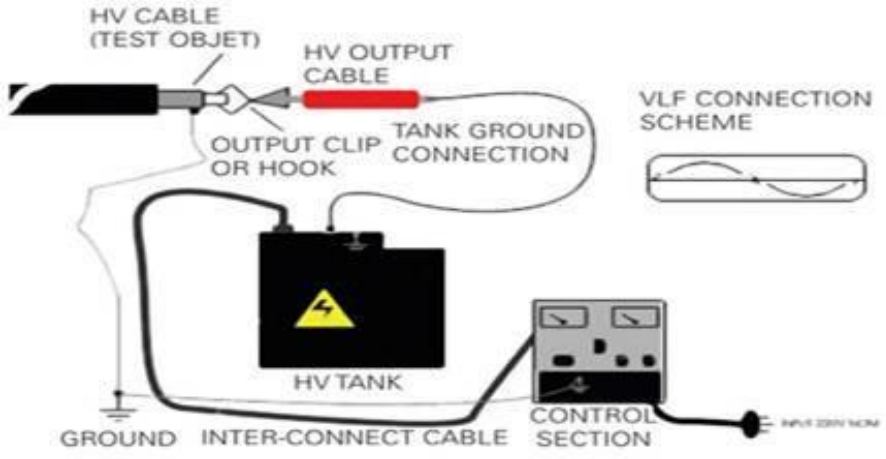
Como en todo ensayo de tensión resistida, los resultados serán expresados en términos simples de pasa/no pasa (ruptura o no ruptura).

Duración de la Prueba

La IEEE recomienda un intervalo de prueba que va de 15 min a 60 min, sugiriendo como promedio 30 minutos.

Como resultado de lo encontrado por la IEEE se ha adoptado un tiempo de prueba de 30 min por fase.

El estándar que se ha adoptado en nuestro país es de 60 minutos.



TENSION	INSTALACION	ACEPTACION	MANTENIMIENTO
rms voltage in kV	rms or (peak voltage)	rms or (peak voltage)	rms or (peak voltage)
5	9 (13)	10 (14)	7 (10)
8	11 (16)	13 (18)	10 (14)
15	18 (25)	20 (28)	16 (22)
25	27 (38)	31 (44)	23 (33)
35	39 (55)	44 (62)	33 (47)
IEEE Std 400.2–2004	30 minutos @ 0.1 Hz	30 minutos @ 0.1 Hz	15 minutos @ 0.1 Hz

Nota: Dentro de este cableado se contempla cable para ser usado como jumper donde el fin del mismo es brindar disponibilidad de energía, mientras se instalan las estructuras de media tensión, por lo cual este cableado es responsabilidad del contratista, su uso, movimientos e instalación a lo largo de la red las veces que sea requerida hasta terminar la conexión final de la red.

7.3.3 SUMINISTRO INSTALACIÓN Y PUESTA EN SERVICIO DE JUEGO DE 03 PREMOLDEADOS TIPO INTERIOR 35KV INCLUYE ACCESORIOS PARA SU CORRECTA INSTALACIÓN Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO.

Unidad de medida y pago: La indicada en el cuadro de cantidades.

La especificación de este ítem, se encuentra al finalizar los ítems de este tipo.

7.3.4 SUMINISTRO INSTALACIÓN Y PUESTA EN SERVICIO DE JUEGO DE 03 PREMOLDEADOS TIPO EXTERIOR 35KV INCLUYE ACCESORIOS PARA SU CORRECTA INSTALACIÓN Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO.

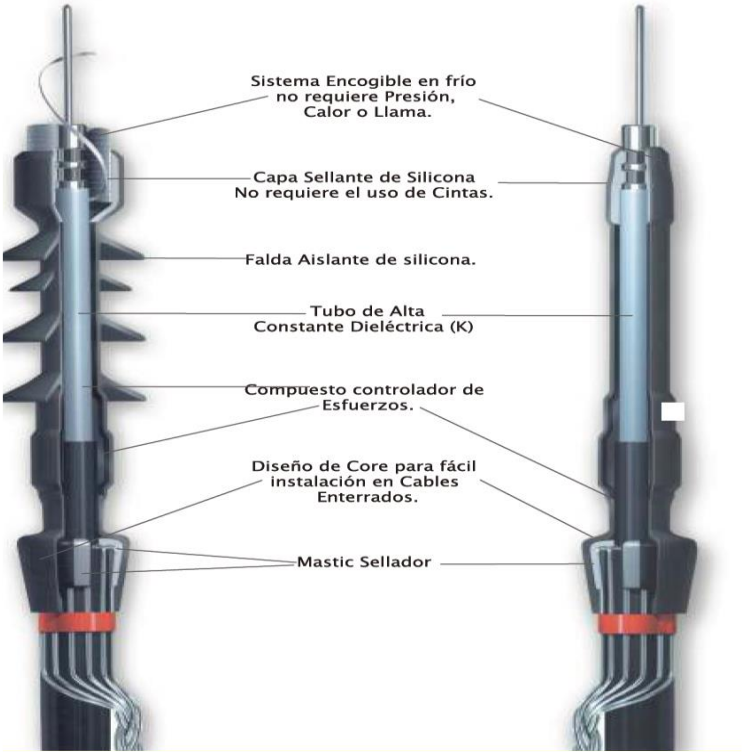
Unidad de medida y pago: La indicada en el cuadro de cantidades.

Características de los Terminales Premoldeados Tipo Interior y Exterior

Los terminales preformados tipo exterior e interior deberán cumplir con las siguientes características:
Cuerpo silicona mejorada.
Diseño "contraíble en frio": No requiere el uso de elementos externos como el calor para su instalación, sello dinámico, excelente presión en la interface.

TERMINAL PREMOLDEADO TIPO EXTERIOR

TERMINA PREMOLDEADO TIPO INTERIOR



Compuesto de trihidrato de aluminio (ATH) mejora la hidrofobicidad de la superficie, reduce la elasticidad y la resistencia al desgarre cuando se incrementa la tensión, suprime y extingue el arco eléctrico.

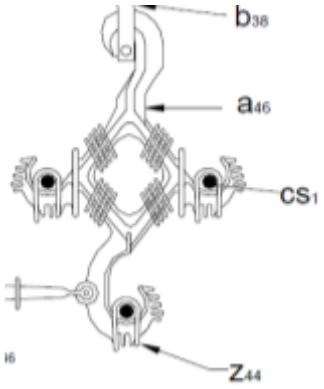
Los terminales preformados tipo exterior e interior poseen un tubo de alta constante dieléctrica tipo (K) que se encarga de realizar el control del esfuerzo eléctrico.

Adicionalmente los terminales preformados deberán cumplir con las caracterirsticas que se enumeran a continuacion:

- Estable ante rayos UV.
- Material no inflamable, no contiene aditivos retardantes.
- Resistente a ambientes extremadamente contaminados.
- Los terminales preformados tipo exterior deberán ser similar a la línea QT-III 3M Referencia: 7692-S4, en precio, calidad equivalente o superior.
- Los terminales preformados tipo interior deberán ser similar a la línea QT-III 3M Referencia: 7622-T-110, en precio, calidad equivalente o superior.

7.3.5 SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y PUESTA EN SERVICIO DE ESPACIADOR ANGULAR PARA RED COMPACTA DE 35 KV.

Unidad de medida y pago: La indicada en el cuadro de cantidades.



El espaciador angular para red compacta deberá cumplir lo siguiente:

- Deben ser instalados en sistemas de cable semiaislado.
- Después de colgarlos sobre el mensajero, estos dispositivos deberán brindar apoyo y separación entre los conductores de fase en una configuración romboidal.
- Deberán tener la fuerza mecánica y eléctrica necesaria para soportar tormentas meteorológicas severas, y para prevenir contactos fase - fase o fase – tierra.
- Los espaciadores serán diseñados con una fuerza mecánica suficiente para soportar el peso de los tres conductores de fase en intervalos de 10 metros.

Propiedades Eléctricas del Espaciador Angular	
Tensión nominal del sistema	34,5KV
Frecuencia del sistema	60Hz
Disposición del sistema	Trifásico trifilar

Propiedades Mecánicas

- Auto extinguible.
- No higroscópico.
- Alta resistencia al impacto.
- No deben presentar deformación ni cristalización por temperatura.
- Rigidez dieléctrica.
- Resistente a rayos UV.
- Fuerza y flexibilidad bajo carga dinámica.

Instalación de Espaciadores en Red Compacta

Separación del primer espaciador en vano desde la estructura:

Configuración Estructura	**Distancia**

Estructura tangencial	1 m
Estructura tangencial con brazo antibalanceo	7 a 10 m
Otras estructuras	12 m

Separación entre espaciadores en un vano: Normalmente debe estar entre 7 y 10 m, siendo 10 m el valor máximo.

GENERALIDADES ESTRUCTURAS DE MEDIA TENSIÓN

Las presentes generalidades establecen los criterios técnicos, normativos y constructivos que rigen el diseño, suministro, instalación, montaje, desinstalación, mantenimiento y/o retiro de estructuras de redes de media tensión (MT), destinadas a la distribución de energía eléctrica, garantizando condiciones adecuadas de seguridad, confiabilidad, durabilidad y cumplimiento normativo.

ALCANCE

Estas generalidades aplican a todo tipo de estructuras de soporte para redes de media tensión, ya sean aéreas o asociadas a sistemas subterráneos, incluyendo, pero sin limitarse a:

- Postes de concreto, metálicos o madera.
- Estructuras de suspensión, anclaje, retención y derivación.
- Crucetas, brazos y pórticos.
- Riendas, anclajes y sistemas de retención.
- Aisladores, herrajes y accesorios.
- Equipos de protección y maniobra (cut-out, seccionadores, pararrayos).
- Sistemas de puesta a tierra.

CONDICIONES GENERALES DE DISEÑO

- Las estructuras deberán operar en niveles de media tensión conforme al sistema del operador de red correspondiente.
- Se deberán considerar las cargas mecánicas por peso propio, conductores, viento, tensión mecánica, sismo y condiciones ambientales.
- Las configuraciones estructurales deberán garantizar las distancias mínimas de seguridad eléctricas.
- Todos los elementos deberán ser compatibles entre sí y con los estándares del operador de red.

MATERIALES Y COMPONENTES

- Los materiales utilizados deberán ser nuevos, certificados y de primera calidad.

- Los postes y estructuras deberán cumplir con las especificaciones mecánicas y dimensionales establecidas por normas técnicas vigentes.
- Los herrajes deberán ser galvanizados en caliente o con protección anticorrosiva equivalente.
- Los aisladores deberán ser aptos para el nivel de tensión y condiciones ambientales del sitio.

INSTALACIÓN Y MONTAJE

- La instalación de las estructuras deberá realizarse conforme a planos aprobados y especificaciones técnicas del proyecto.
- Se deberán aplicar procedimientos seguros para excavación, izaje, montaje y fijación de los elementos.
- Las estructuras deberán quedar alineadas, niveladas y firmemente ancladas**.**
- No se permitirá la instalación de elementos dañados, fisurados o fuera de especificación.

SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

- Todos los trabajos deberán cumplir con la normatividad vigente en Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST)**.**
- El personal deberá estar certificado para trabajos eléctricos y trabajo en alturas.
- Se deberán implementar planes de señalización, aislamiento y control de riesgos.
- Será obligatorio el uso de elementos de protección personal (EPP) certificados.

NORMATIVIDAD APLICABLE

Las estructuras de redes de media tensión deberán cumplir, como mínimo, con:

- RETIE – Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (Colombia)**.**
- NTC 2050 – Código Eléctrico Colombiano**.**
- Normas técnicas del operador de red correspondiente.
- Normas ambientales y de gestión de residuos vigentes.
- Normativa de seguridad industrial y trabajo en alturas.

MANEJO AMBIENTAL

- Se deberán implementar medidas para prevenir impactos negativos al ambiente.
- Los residuos generados deberán gestionarse conforme a la normativa ambiental vigente.
- Se deberá minimizar la afectación al suelo, vegetación, vías y estructuras existentes.

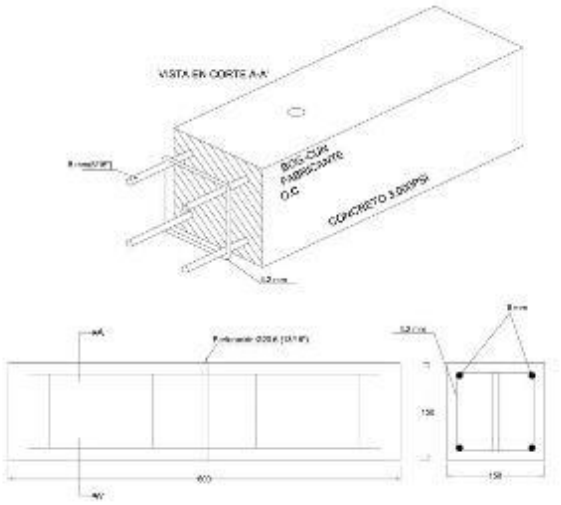
Vigueta de anclaje

Las viguetas de anclaje para templetes serán rígidas y no debe presentar desajustes durante su transporte e instalación.

Las viguetas de anclaje para templetes tendrán una sección rectangular de 150x150mm, una longitud de 600mm y un agujero central de 13/16".

La resistencia mínima a la compresión para el concreto debe ser de 210kg/cm² (3000psi).

Las varillas de acero estructural ó el cable pretensado, deben tener esfuerzo nominal de fluencia mínimo de 4218 kg/cm² (60000psi).



ESLABON (Según ET- 366 CODENSA)

CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES	
a. Altura sobre el nivel del mar	2,640 m
b. Ambiente	Tropical
c. Humedad	Mayor al 90 %
d. Temperatura máxima y mínima	45 °C y - 5 °C respectivamente.
e. Temperatura promedio	14 °C.

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS	
a. Tensión Nominal del sistema	34.5 kV –13.2 kV – 11.4 kV – 600V
b. Frecuencia del sistema	60 Hz
c. Disposición del sistema	Trifásico trifilar (3 Fases)

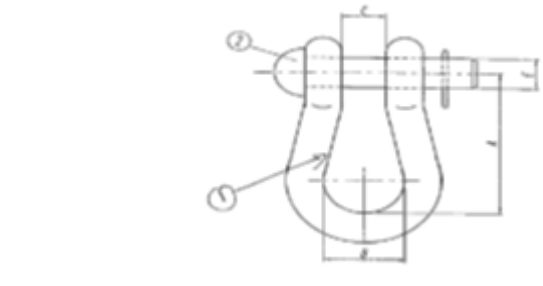
REQUISITOS

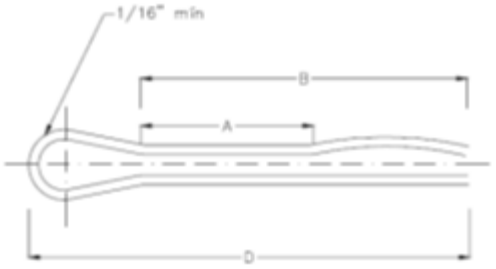
Son elementos de características geométricas y mecánicas tales que les permiten instalarse en soportes metálicos como elemento de apoyo horizontal o medio de fijación de otros elementos en las líneas de distribución aéreas de media y baja tensión, para servicio continuo.

Los eslabones en U deberán estar formadas por tres elementos: el eslabón, el pasador y el pin de seguridad.

El eslabón, en forma semicircunferencial con prolongaciones lisas y el pasador serán construidos en fundición de acero; la fundición debe ser de alta calidad y cumplir la norma NEMA PH5 o ASTM A339-55 Fundiciones; si el eslabón es doblado en frío, el acero debe ser de bajo silicio o sea menor de 0,05% (A34 - SAE1010 ó SAE1020) o en su defecto, deberá ser doblada en caliente.

El pin de seguridad será del tipo autoretensión y fabricado en latón, bronce o acero inoxidable.





DIÁMETRO DEL PIN	DIMENCIONES EN PULGADAS		
A	B	C	D
5/8"	1 1/5"	3/16"	1 1/2"

REQUISITOS QUÍMICOS DEL MATERIAL

REQUISITOS QUIMICOS DEL MATERIAL		
ELEMENTO	**SAE 1010**	**SAE 1020**
% Carbono	0,08 a 0,13	0,18 a 0,22
% Fósforo, máx.	0,05	0,05
% Azufre, máx	0,05	0,05
% Manganeso	0,3 a 0,6	0,3 a 0,6
% Silicio, máx	0,05	0,05

TORNILLO DE 5/8 x 38 mm (Según ET-457 CODENSA)

Servicio

Estos herrajes se usan para montar y/o fijar otros elementos; son de servicio continuo. Están formados por un cuerpo cilíndrico con cabeza y roscado (tornillo), arandelas planas, una arandela de presión y con otro elemento cilíndrico con una perforación central roscada (tuerca).

Son elementos de características geométricas y mecánicas tales que les permiten adaptarse a las limitaciones impuestas por otros elementos.

Los tornillos de acero galvanizado deberán ser fabricados según las especificaciones de las normas NTC 858 y ANSI/ASME B1.1 –1982, deberán ser galvanizadas según norma NTC 2076.

Las dimensiones y clases de roscas para tornillos y las tuercas roscadas internamente se fabricarán conforme con la tabla 1 y la norma NTC 858 y ANSI/ASME B1.1 – 1982.

ROSCA DEL TORNILLO

DIAMETRO NOMINAL	SERIE	CLASE DE AJUSTE	ERROR ADMISIBLE	DIAMETRO MAYOR		DIAMETRO MEDIO -PITCH			DIAMETRO MENOR
				MAX	MIN	MAX	MIN	TOLERANCIA	MAX
3/8" - 16	UNC	2A	0,0013	0,3737	0,3643	0,3331	0,3287	0,0044	0,2992
1/2" - 13	UNC	2A	0,0015	0,4985	0,4876	0,4485	0,4435	0,0050	0,4152
5/8" - 11	UNC	2A	0,0016	0,6234	0,6113	0,5644	0,5589	0,0055	0,5250

ROSCA DE LA TUERCA

DIAMETRO NOMINAL	SERIE	CLASE DE AJUSTE	ERROR ADMISIBLE	DIAMETRO MENOR		DIAMETRO MEDIO -PITCH			DIAMETRO MENOR
				MIN	MAX	MIN	MAN	TOLERANCIA	MIX
3/8" -16	UNC	2B		0,307	0,321	0,3344	0,3401	0,0057	0,3750
1/2" - 13	UNC	2B		0,417	0,434	0,4500	0,4565	0,0065	0,5000
5/8" - 11	UNC	2B		0,527	0,546	0,5660	0,5732	0,0072	0,6250

Las medidas de las tablas son en pulgadas.

Las roscas serán roscas unificas según normas ANSI/ASME B1.1 –1982. El perfil de rosca será según la misma norma, con ángulo de 60 grados.

Las tuercas serán galvanizadas en caliente y las roscas pueden ser repasadas en la rosca en dimensiones estándar. La rosca interna no queda necesariamente galvanizada. Las tuercas darán un ajuste clase 2B y entrarán libremente (manualmente) en el tornillo.

Químicos

Los tornillos, arandelas y las tuercas deben cumplir con los requisitos que se citan en la siguiente tabla:

REQUISITOS QUIMICOS			
ELEMENTO	ARANDELAS DE PRESIÓN	PERNOS	TUERCAS Y ARANDELAS
% Carbono, máx.	0,55	0,28	0,28
% Fósforo, máx.	0,048	0,048	0,048
% Azufre, máx	0,058	0,058	0,058
% Manganeso mín		-	-

Requisitos del Recubrimiento

Los tornillos de acero, arandelas y las tuercas serán totalmente galvanizadas por inmersión en caliente y deberán cumplir con las especificaciones técnicas de la norma NTC 2076 y deben estar libres de burbujas, áreas sin revestimiento, depósitos de escoria, manchas negras y cualquier otro tipo de inclusiones o imperfecciones.

Los tornillos de acero, arandelas y las tuercas cumplirán con clase C según Norma NTC 2076.

REQUISITOS DE GALVANIZADO				
ELEMENTO	PROMEDIO		MÍNIMO	
	gr/m^2	µmm	gr/m^2	µmm
Elementos Roscados	397	56,6	336	48

Requisitos del Acabado

Los pernos y las tuercas deben ser de una sola pieza, libres de soldaduras, libres de deformaciones, fisura, aristas cortantes, y defectos de laminación. El galvanizado debe estar libre de burbujas, depósitos de escorias, manchas negras, excoriaciones y/u otro tipo de inclusiones.

CONECTOR TIPO CUÑA (Según ET-356 CODENSA)

El conector tipo cuña debe cumplir las exigencias de la ET- 356 de CODENSA.



CONDICIONES DE UTILIZACIÓN

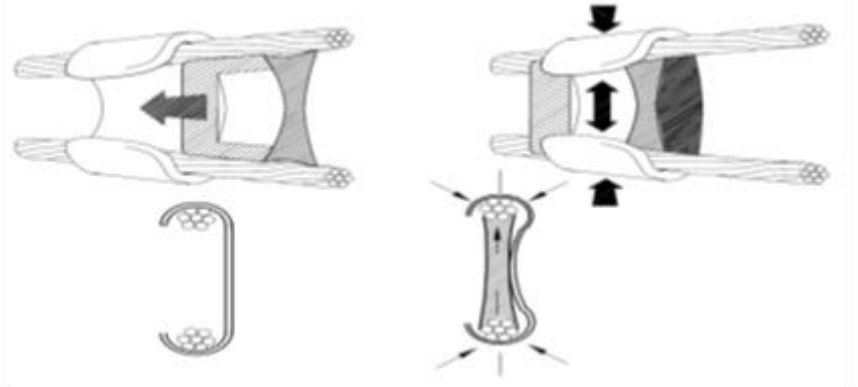
Este tipo de conector es adecuado para utilizarlo en conexiones que se encuentren sometidas a esfuerzos mecánicos o de vibración ya sea por efecto del viento o bien propios de la instalación, tales como: conexión entre redes aéreas y subterráneas y conexión a equipos.

Las redes aéreas, sobre las que se instalarán los conectores, están constituidas por cables o conductores que responden a los siguientes calibres:

Conductor desnudo de ACSR, 125, 100, 63 y 25 mm^2.

CONDICIONES AMBIENTALES

La zona de instalación, es generalmente de clima cálido y húmedo.
La temperatura podrá presentar cambios dentro de los límites de -5 °C a 40 °C.
La humedad relativa ambiente podrá alcanzar valores de saturación.



APLICACIONES

En pases y empalmes de media tensión.

CONDUCTOR PRINCIPAL		CONDUCTOR EN DERIVACIÓN		CODIGO SAP	SIMBOLO
mm^2	ø mm.	mm^2	ø mm.		
125	16.3	125	16.3		S68
125	16.3	100	13.40		S69
125	16.3	63	10.65		S70
125	16.3	25	5.88		S73
100	13.40	100	13.40	6762368/6762362	S74
100	13.40	63	10.65		S75
100	13.40	25	5.88	6762444	S78
63	10.65	63	10.65		S79
63	10.65	25	5.88	6762408	S82
25	5.88	25	5.88		S88

NORMAS	
ASTM	6201
NEMA	CC 3–1973
ANSI	C1194

GRAPA TERMINAL TIPO RECTO (Según ET-350 CODENSA)

La Grapa terminal tipo recto debe cumplir las exigencias de la ET- 350 de CODENSA.

SERVICIO

Las grapas son elementos mecánicos que trabajan a tracción y cuya única función es suspender el cable en las líneas aéreas de media tensión, estos elementos serán empleados a la intemperie, siendo ésta generalmente en climas que van desde el cálido al frío y desde el húmedo hasta el calido

La grapa debe permitir sujetar conductores para calibres (mm):

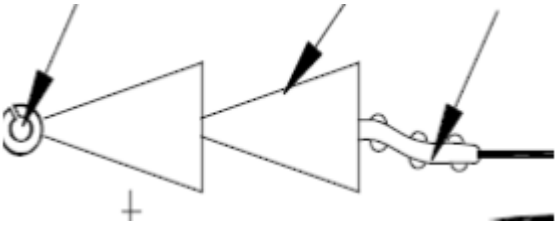
Cables ACSR de 25 mm^2 al 125 mm^2

REQUISITOS

Son elementos de características geométricas y mecánicas tales que les permiten adaptarse a las limitaciones impuestas por otros elementos.

Las grapas terminal metálica tipo recto para líneas aéreas de media tensión estarán construidos con materiales de la mejor calidad para ese fin, debiéndose descartar el empleo de materiales alterables por la humedad, radiación solar y otras condiciones ambientales desfavorables.

Grapa Terminal tipo recto



MATERIAL DEL CABLE	MATERIAL DE LA GRAPA
De aleación de aluminio ó aleación de aluminio con alma de acero	De aleación de aluminio 356 con tratamiento térmicoT6
De aleación de aluminio ó aleación de aluminio con alma de acero	De aleación de aluminio 355 con tratamiento térmico T5

QUÍMICOS

Las grapas de terminal metálicas para media tensión deben cumplir con los siguientes requisitos:

Las grapas se deben fabricar con el material de la tabla No.1, teniendo en cuenta el material del cable que está en contacto con la grapa, para minimizar el par galvánico y la pérdida de potencia debida la calentamiento por efecto magnético.

Deben fabricarse en cualquiera de los siguientes procesos: fundición en arena, fundición en moldes permanentes o semipermanentes y por forja.

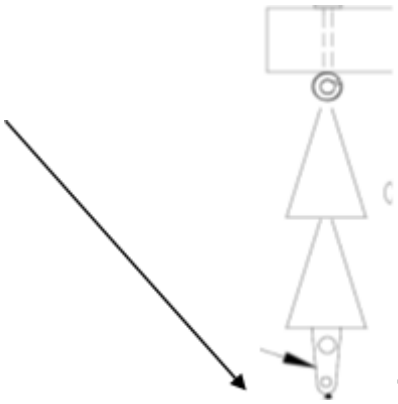
MATERIAL DEL CABLE	MATERIAL DE LA GRAPA
De aleación de aluminio ó aleación de aluminio con alma de acero	De aleación de aluminio 356 con tratamiento térmicoT6
De aleación de aluminio ó aleación de aluminio con alma de acero	De aleación de aluminio 355 con tratamiento térmico T5

El cuerpo de la grapa puede ser de cualquier material de los indicados en la anterior tabla y debe cumplir los siguientes requisitos químicos.

TIPO DE MATERIAL:	ALEACIÓN DE ALUMINIO 355	ALEACIÓN DE ALUMINIO A 356
% Silicio	4.5 a 5.5	6,50 a 7,50
% Magnesio	0,40-0,6	0,25 a 0,45
% Cobre	1.0 a 1.5	0,20 máx
% Hierro	0,60 máx	0,20 máx
% Zinc	0,35 máx	0,10 máx
% Titanio	0,25 máx	0,20 máx
% Manganeso	0,5 máx	0,10 máx
% Cromo	0,25 máx	-----
% otros cada uno máx	0,05 máx	0,05 máx
% otros máx total	0,15 máx	0,15 máx

TUERCA DE OJO ALARGADA (Según ET-454 CODENSA)

La Tuerca de ojo alargada debe cumplir las exigencias de la ET- 454 de CODENSA.



TUERCA DE OJO ALARGADA

SERVICIO

Estos herrajes se usan para montar y/o fijar sobre otros elementos como espárragos y tornillos; son de servicio continuo. Están formados por un cuerpo cilíndrico con una perforación central roscada y una argolla, formando una sola pieza.

REQUISITOS

Son elementos de características geométricas y mecánicas tales que les permiten adaptarse a las limitaciones impuestas por otros elementos.

Las tuercas de ojo alargado deberán ser fabricadas en fundición de acero o fundición nodular, cumpliendo con las especificaciones de la norma NEMA PH5 o ASTM A339-55 Fundiciones Nodulares, última revisión y deberán ser galvanizadas según norma NTC 2078.

Las dimensiones y clases de roscas para las tuercas roscadas internamente tendrán una rosca que esté de acuerdo con la Tabla 1 y la norma NTC 858, ANSI/ASME B1.1 –1982 y 1645; tanto en los requisitos geométricos como químicos y mecánicos.

DIMENSIONES DE LAS ROSCAS

DIAMETRO NOMINAL	SERIE	CLASE	DIAMETRO MENOR		DIAMETRO MEDIO			DIAMETRO MAYOR
			MÍN.	MAX.	MÍN	MAX	TOLERANCIA	MÍN
5/8	UNC	2B	0,527	0,546	0,5660	0,5732	0,0072	0,6250
3/4	UNC	2B	0,642	0,663	0,6850	0,6927	0,0077	0,7500

Las roscas serán roscas unificas según normas ANSI/ASME B1.1 – 1982. El perfil de rosca será según la misma norma, con ángulo de 60 grados.

Las tuercas serán galvanizadas en caliente y las roscas pueden ser repasadas en la rosca en dimensiones estándar. La rosca interna no queda necesariamente galvanizada. Las tuercas darán un ajuste clase 2B y entrarán libremente (manualmente) en el espárrago.

Las tuercas deben cumplir con los requisitos consignados en la siguiente tabla:

REQUISITOS QUIMICOS		
ELEMENTO	**FUNDICIÓN NODULAR**	**SAE 1020**
% Carbono	3,2 a 4,1	0,18 a 0,22
% Fósforo, máx.	0,1	0,05
% Azufre, máx	0,03	0,05
% Manganeso mín	0,8	0,3 a 0,6
% Silicio,	1,8 a 2,8	0,05

Asisladores

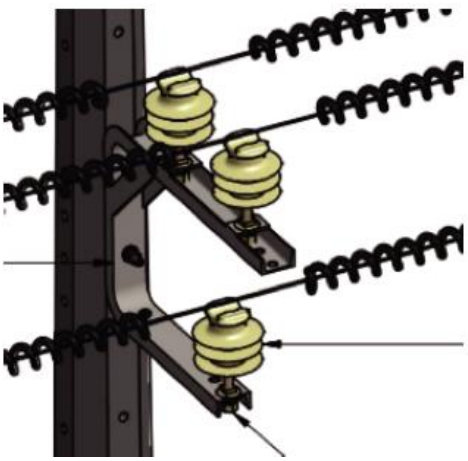
Denben ser fabricados en polietileno de alta densidad, con una permitividas adecuada que sea compatible con el aislamiento del cable, resisyebte a rayos UV, a la intemperie y al trackin eléctrico

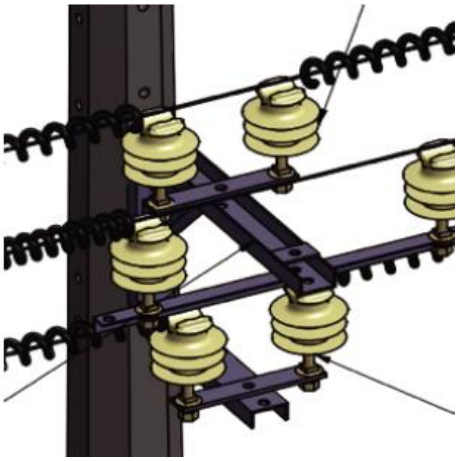


Brazos tipo L:



Brazos tipo C



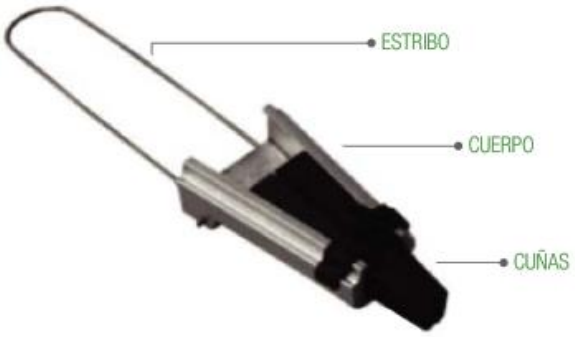


Brazo Antibalanceo



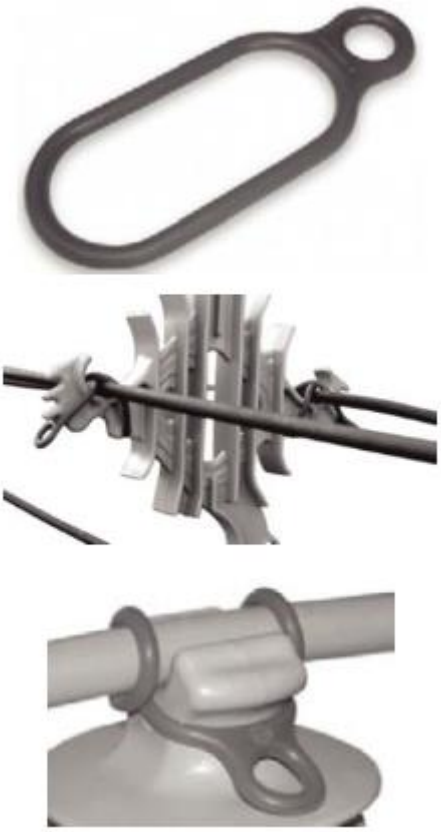


Retenciones





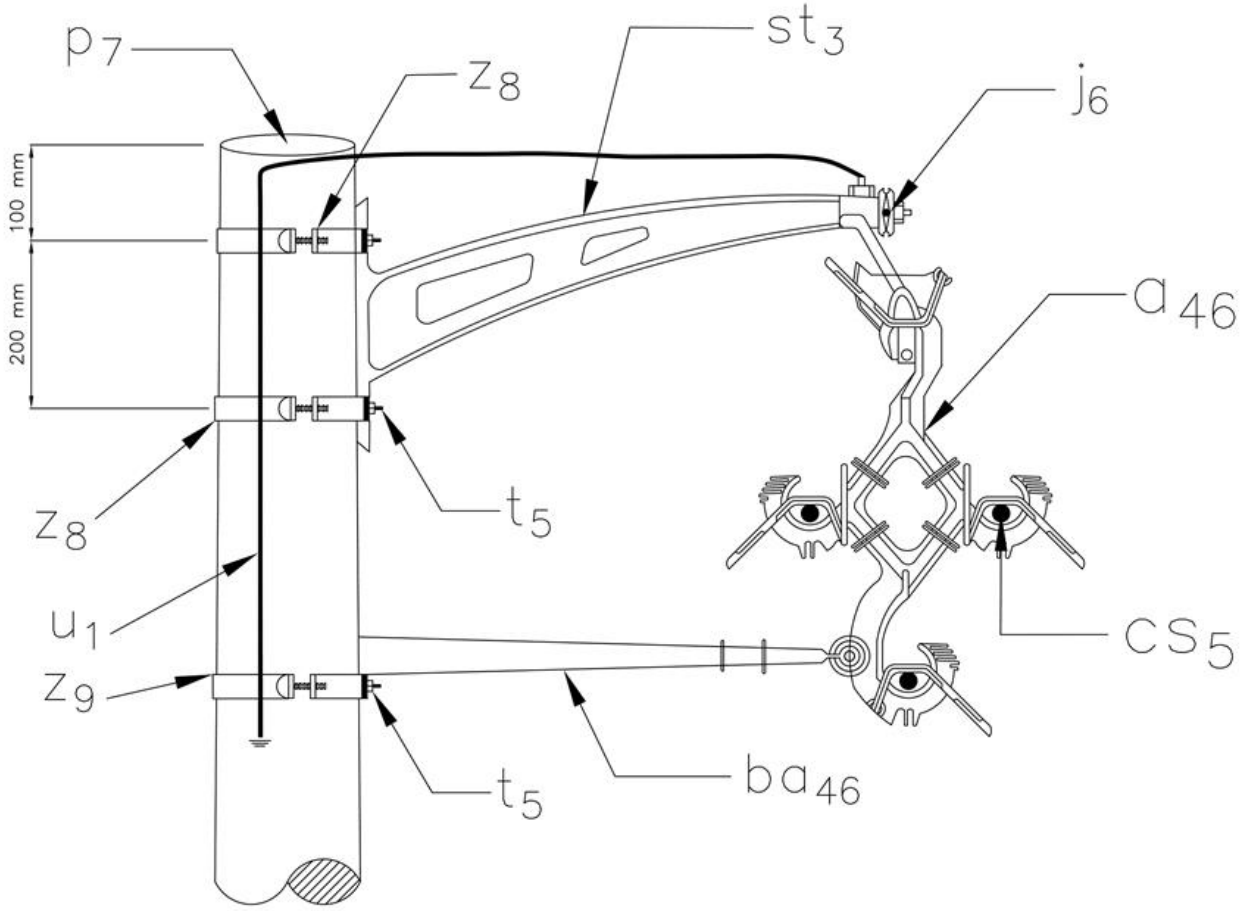
Atadura de caucho



7.3.6 SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y PUESTA EN SERVICIO DE ESTRUCTURA DE SUSPENSIÓN EN MEDIA TENSIÓN A 34,5 KV, PARA RED COMPACTA O ABIERTA, CONFORME A LAS NORMAS Y ESPECIFICACIONES DEL OPERADOR DE RED. INCLUYE LA GESTIÓN DE TRÁMITES Y LA OBTENCIÓN DE APROBACIONES ANTE EL OPERADOR DE RED, LA EJECUCIÓN DE MANIOBRAS DE DESENERGIZACIÓN CUANDO APLIQUE, EL MONTAJE Y VESTIDA DE LA ESTRUCTURA, ASÍ COMO TODOS LOS ACCESORIOS NECESARIOS, TALES COMO CRUCETAS, RETENIDAS, CABLE DE ACERO GALVANIZADO, SISTEMAS DE ANCLAJE AL SUELO, ÁNGULOS Y TERMINALES, HERRAJES, ABRAZADERAS DE POSTE, PERNOS PASANTES, GRAPAS, PLATINAS Y TORNILLERÍA GALVANIZADA. INCLUYE ADEMÁS EL SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE AISLADORES, CONECTORES Y, CUANDO LA FUNCIÓN DE LA ESTRUCTURA LO REQUIERA, EQUIPOS DE PROTECCIÓN Y MANIOBRA COMO CORTACIRCUITOS FUSIBLES, PARARRAYOS, SECCIONADORES O CUCHILLAS, ASÍ COMO TODAS LAS ACTIVIDADES, MATERIALES Y ELEMENTOS NECESARIOS PARA GARANTIZAR EL CORRECTO MONTAJE, OPERACIÓN Y FUNCIONAMIENTO DE LA ESTRUCTURA.

Unidad de medida y pago: La indicada en el cuadro de cantidades.

LA463 Red compacta para 34.5 kV circuito tangencial



SÍMB.	CANT.	CÓDIGO	ESP. TÉCNICA	DESCRIPCIÓN
a 46	1	163154	E-MT-027	Espaciador angular 35 kV con grapas
ba 46	1	163238	ET261	Brazo antibalanceo 35 kV
cs 5		330014	GSCC021	Cable semiaislado AAC 95 mm 2 35kV
j 6		310410	E-MT-028	Cable mensajero de acero 3/8''
st 3	1	251490	ET443	Soporte tangencial 35 kV con estribo y tornillo
t 5	3	251363	ET456	Tornillo carruaje 5/8" x 1 1/2"
u 1	1	201150	ET492	SPT Acero 6.3 Red compacta
z 8	2	274299	ET431	Abrazadera de una salida tipo 3, 180 mm (2)
z 9	1	274300	ET431	Abrazadera de una salida tipo 4, 200mm(2)

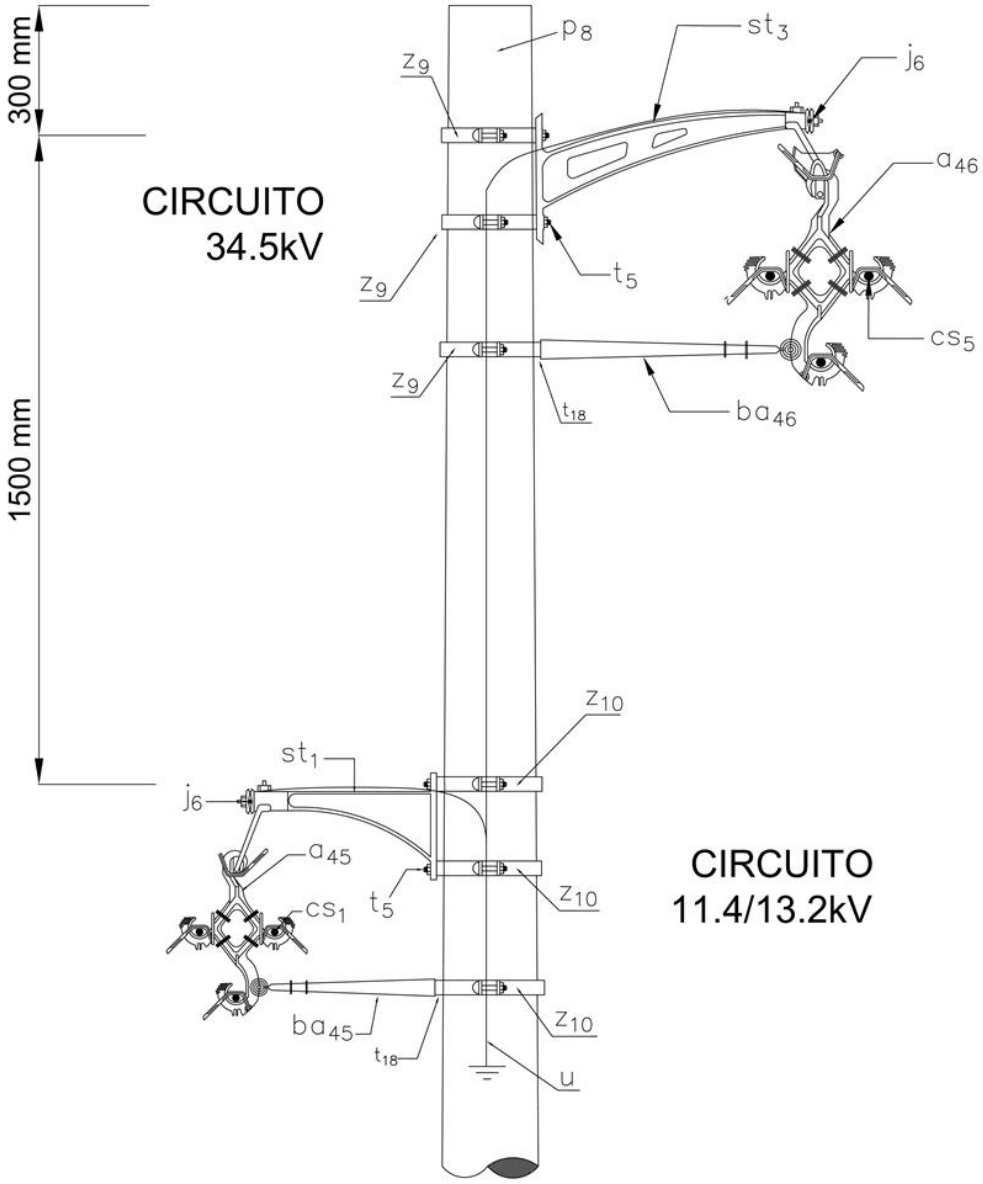
ALTERNATIVAS:

(1) Poste metálico (ET208) o Poste de Fibra (ET205) en zonas de difícil acceso. El poste que aparece en lista es una referencia. Consulte la Norma LA010-2 para su selección adecuada.

(2) La abrazadera que aparece en la lista es una referencia, consulte la ET431 para su selección adecuada

NOTAS
El mensajero se debe aterrizar aproximadamente cada 100 metros de red compacta.
Esta estructura se utiliza cada 200 de red aproximadamente, alternando con la estructura sin brazo antibalanceo.
Se deben ubicar espaciadores a una distancia de 7 a 10 m desde el poste.

LA472 Red compacta construcción tangencial de 2 ctos con brazo antibalanceo



SÍMB.	CANT.	CÓDIGO	ESP. TÉCNICA	DESCRIPCIÓN
a 45	1	163152	E-MT-027	Espaciador angular 15 kV con grapas
a 46	1	163154	E-MT-027	Espaciador angular 34,5 kV con grapas
ba 45	1	163237	ET261	Brazo antibalanceo 15 kV
ba 46	1	163238	ET261	Brazo antibalanceo 35 kV
cs 1		330015	GSCC021	Cable semiaislado AAC 95 mm 2 15 kV
cs 5		330014	GSCC021	Cable semiaislado AAC 95 mm 2 35 kV
j 6		310410	E-MT-028	Cable de acero galvanizado 3/8”
S 17	2	274273	ET303	Conector de compresión tipo H (1/0 a 4 AWG)(3)
st 1	1	251483	ET443	Soporte tangencial tipo 1-15 kV con estribo y tornillo (2)
st 3	1	251490	ET443	Soporte tangencial 35 kV con estribo y tornillo (2)
t 5	4	251363	ET456	Tornillo carruaje 5/8” x 1 1/2"
t 18	2	251370	ET457	Tornillo de acero galvanizado 1/2" x 3"
u	1	201150	ET492	SPT Acero 6.3 Red compacta
z 9	3	274300	ET431	Abrazadera de una salida tipo 4, 200 mm (3)
z 10	3		ET431	Abrazadera de una salida tipo 5, 250 mm (3)

ALTERNATIVAS:
(1) Poste de fibra (ET205) o metálico (ET208). El poste que aparece en la lista es una referencia, consulte la norma (LA 010-1) para su selección.
(2) La abrazadera que aparece en la lista es una referencia, consulte la ET431 para su selección adecuada.
(3) El conector que aparece en la lista es una referencia, consultar la ET303 para su selección adecuada y la Norma LA 011 de utilización de conectores en líneas Aéreas de 11,4 kV, 13,2 kV y 34,5 kV.

NOTAS:
- El mensajero se debe aterrizar cada 100 m de red aproximadamente
- Se deben ubicar espaciadores a una distancia de 7 a 10m desde el poste.

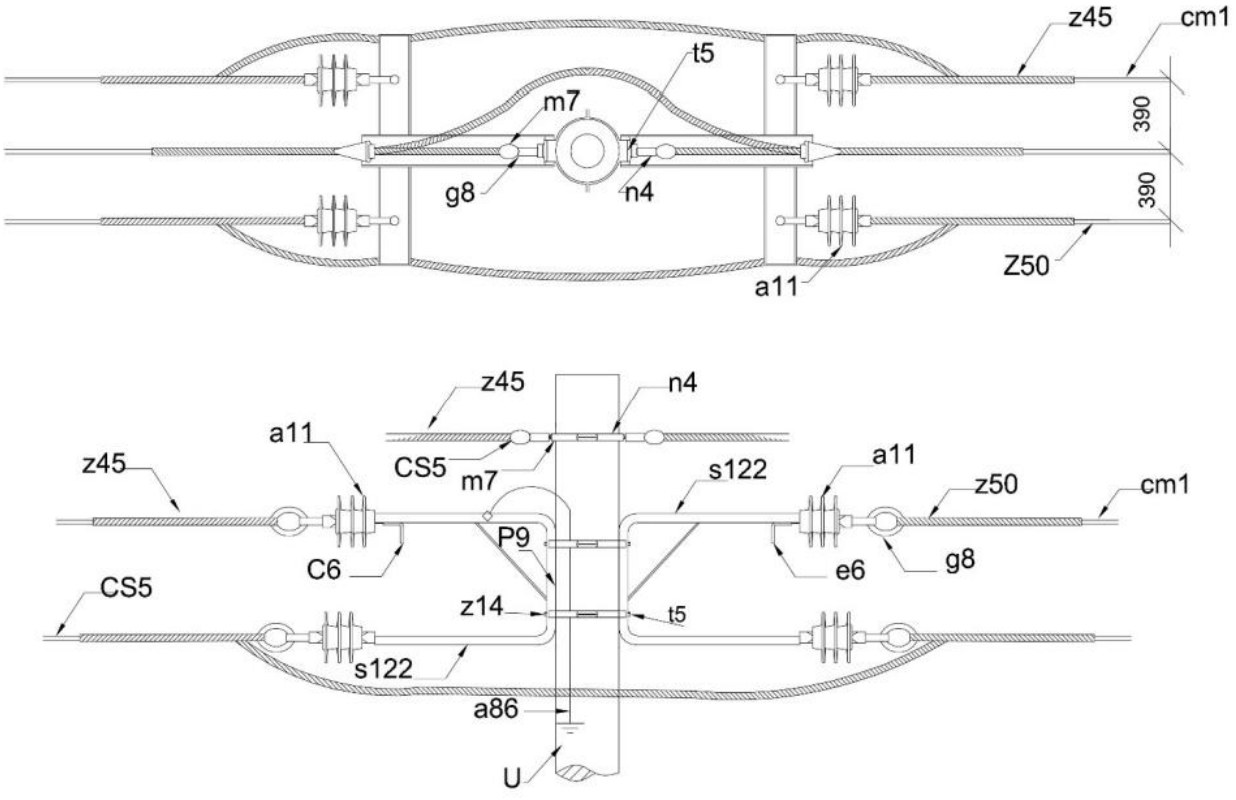
Nota: La estructura aquí propuesta es de carácter referencial y podrá ser ajustada de conformidad con los requisitos técnicos del Operador de Red. En todo caso, deberá incluir, sin costo adicional, la totalidad de los elementos, equipos y accesorios necesarios para su correcta instalación, operación y puesta en servicio.

7.3.7 SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y PUESTA EN SERVICIO DE ESTRUCTURA DE RETENCIÓN EN MEDIA TENSIÓN A 34,5 KV, PARA RED COMPACTA O

ABIERTA, CONFORME A LAS NORMAS Y ESPECIFICACIONES DEL OPERADOR DE RED. INCLUYE LA GESTIÓN DE TRÁMITES Y LA OBTENCIÓN DE APROBACIONES ANTE EL OPERADOR DE RED, LA EJECUCIÓN DE MANIOBRAS DE DESENERGIZACIÓN CUANDO APLIQUE, EL MONTAJE Y VESTIDA DE LA ESTRUCTURA, ASÍ COMO TODOS LOS ACCESORIOS NECESARIOS, TALES COMO CRUCETAS, RETENIDAS, CABLE DE ACERO GALVANIZADO, SISTEMAS DE ANCLAJE AL SUELO, ÁNGULOS Y TERMINALES, HERRAJES, ABRAZADERAS DE POSTE, PERNOS PASANTES, GRAPAS, PLATINAS Y TORNILLERÍA GALVANIZADA. INCLUYE ADEMÁS EL SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE AISLADORES, CONECTORES Y, CUANDO LA FUNCIÓN DE LA ESTRUCTURA LO REQUIERA, EQUIPOS DE PROTECCIÓN Y MANIOBRA COMO CORTACIRCUITOS FUSIBLES, PARARRAYOS, SECCIONADORES O CUCHILLAS, ASÍ COMO TODAS LAS ACTIVIDADES, MATERIALES Y ELEMENTOS NECESARIOS PARA GARANTIZAR EL CORRECTO MONTAJE, OPERACIÓN Y FUNCIONAMIENTO DE LA ESTRUCTURA.

Unidad de medida y pago: La indicada en el cuadro de cantidades.

LA481 Red compacta 34.5 kV. Retención doble triangular



SIMB	CANT	CODIGO	ESP. TECNICA	DESCRIPCIÓN
a 11	6	300538	GSCC010	Aislador de suspensión polimérico 36 kV
cs 5		330014	GSCC021	Cable semiaislado AAC 95 mm 2 35 kV
e 6	6	251492	ET-366	Eslabón en U de 5/8”

g 0	2	251378	ET-350	Grapa terminal tipo recta para cables entre 25-63mm 2
g 10	6	251487	ET-466	Guardacabos 5/8"
j 6		310410	E-MT-028	Cable de acero galvanizado 3/8”
m 7	2	251362	ET-454	Tuerca de ojo alargado 5/8”
s 121	2	251484	ET-444	Soporte para final de circuito tipo 5
s 17	2	274273	ET-303	Conector de compresión de ranuras paralelas tipo 1 (1)
t 5	4	251363	ET-456	Tornillo de carruaje 5/8"x1 1/2"
t 9	2	274482	ET-457	Tornillo de acero galvanizado 5/8" x 2"
u	1	201150	ET492	SPT Acero 6.3 Red compacta
z 14	3	274311	ET-432	Abrazadera de dos salidas tipo 4, 200 mm (3)
z 46	6		ET445	Amarre preformado para cable semiaislado 95mm 2

ALTERNATIVAS:

(1) El conector que aparece en la lista es una referencia, o consultar la ET-303 para su selección adecuada.
(2) Poste de fibra (ET205) o metálico (ET208). El poste que aparece en la lista es una referencia, consulte la norma (LA010-1) para su selección
(3) La abrazadera que aparece en la lista es una referencia, consulte la ET432 para su selección adecuada.

NOTA:
El mensajero sólo debe aterrizarse, cada 100 metros de red aproximadamente.
Deben ubicarse espaciadores a una distancia máxima de 12 metros medidos desde el poste en ambos sentidos.

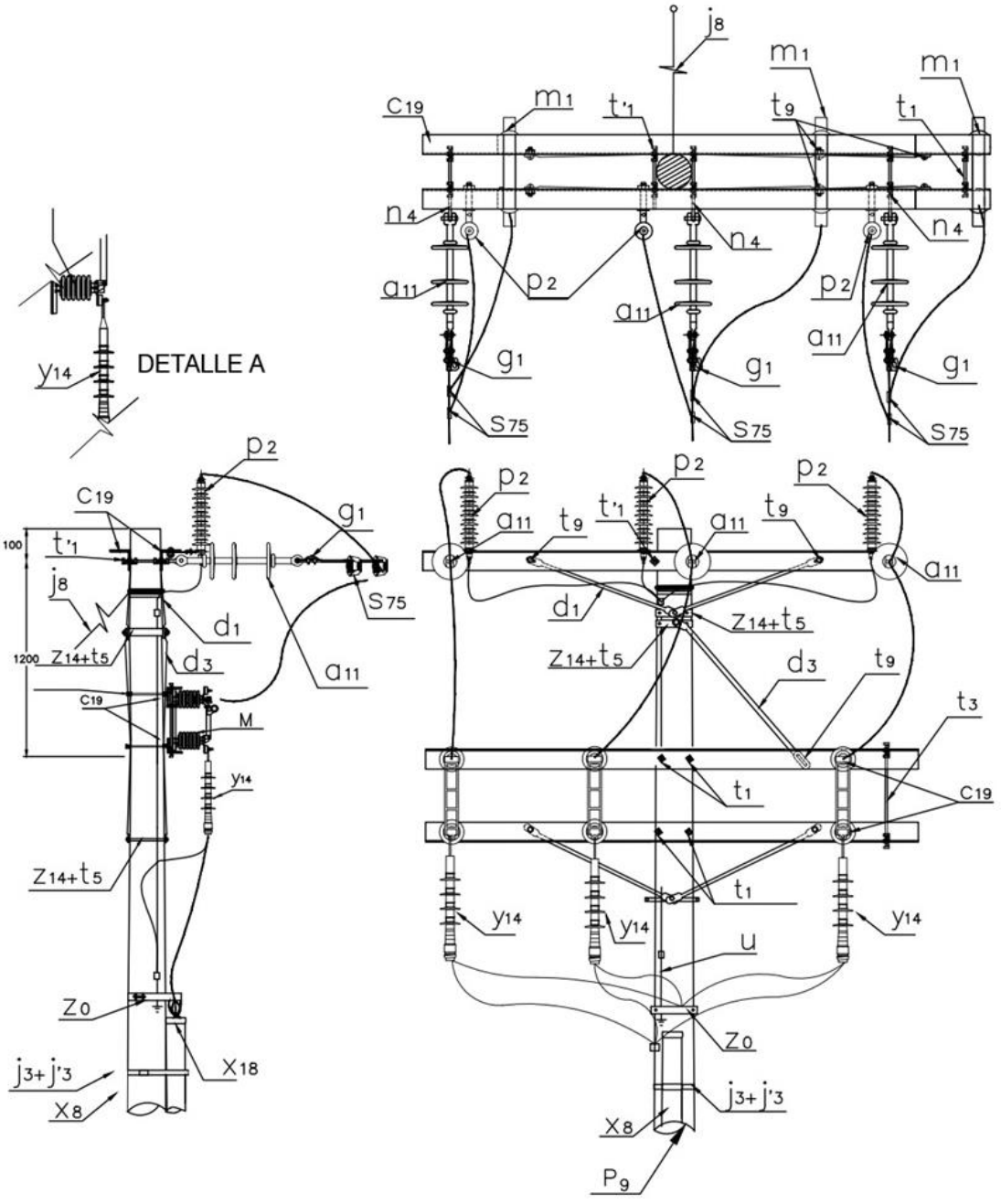
Nota: La estructura aquí propuesta es de carácter referencial y podrá ser ajustada de conformidad con los requisitos técnicos del Operador de Red. En todo caso, deberá incluir, sin costo adicional, la totalidad de los elementos, equipos y accesorios necesarios para su correcta instalación, operación y puesta en servicio.

7.3.8 SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y PUESTA EN SERVICIO DE ESTRUCTURA TERMINAL EN MEDIA TENSIÓN A 34,5 KV, PARA RED COMPACTA O ABIERTA, CONFORME A LAS NORMAS Y ESPECIFICACIONES DEL OPERADOR DE RED. INCLUYE LA GESTIÓN DE TRÁMITES Y LA OBTENCIÓN DE APROBACIONES ANTE EL OPERADOR DE RED, LA EJECUCIÓN DE MANIOBRAS DE DESENERGIZACIÓN CUANDO APLIQUE, EL MONTAJE Y VESTIDA DE LA ESTRUCTURA, ASÍ COMO TODOS LOS ACCESORIOS NECESARIOS, TALES COMO CRUCETAS, RETENIDAS, CABLE DE ACERO GALVANIZADO, SISTEMAS DE ANCLAJE AL SUELO, ÁNGULOS Y TERMINALES, HERRAJES, ABRAZADERAS DE POSTE, PERNOS PASANTES, GRAPAS, PLATINAS Y TORNILLERÍA GALVANIZADA. INCLUYE ADEMÁS EL SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE AISLADORES, CONECTORES Y, CUANDO LA FUNCIÓN DE LA ESTRUCTURA LO REQUIERA, EQUIPOS DE PROTECCIÓN Y MANIOBRA COMO CORTACIRCUITOS FUSIBLES, PARARRAYOS, SECCIONADORES O

CUCHILLAS, ASÍ COMO TODAS LAS ACTIVIDADES, MATERIALES Y ELEMENTOS NECESARIOS PARA GARANTIZAR EL CORRECTO MONTAJE, OPERACIÓN Y FUNCIONAMIENTO DE LA ESTRUCTURA.

Unidad de medida y pago: La indicada en el cuadro de cantidades.

LA121 Circuito urbano 34,5 kV salida de subestación o subterranización del circuito principal



SÍMB.	CANT.	CÓDIGO	ESP. TECNICA	DESCRIPCIÓN
a 11	3	300538	GSCC010/09	Aislador de suspensión polimérico 36 kV
c 19	4		ET-419	Cruceta metálica de 2,5 m
d 1	4	240083	ET-405	Diagonal metálica en varilla tipo 1
d 3	2	240082	ET-406	Diagonal metálica en ángulo tipo 2
g 1	3	251359	ET-350	Grapa terminal tipo recto para cables entre 3/0 AWG – 266,8 kcmil
j 3	3	780182	ET-450	Metros de cinta de acero inoxidable 5/8”x 0,03”
j´ 3	3	780351	ET-450	Hebilla de acero inoxidable 5/8”
j 8	1			Templete (1)(2)
M 1	3		E-MT-006	Seccionador monopolar 600 A, 36 kV tipo cuchilla
n 4	3	201020	ET-461	Perno de ojo tipo 4 (5/8” x 400 mm)
P 2	3	170893	GSCC016	DPS - Descargadores de sobretensión de óxido metálico 30 kV 10 kA
s 75	6	274320	ET-356	Conector tipo cuña P=95 D=70mm² o 4/0-2/0AWG (4)
t 1	3	251360	ET-455	Espárrago 5/8" x 18"
t’ 1	1	251386	ET-455	Espárrago 5/8" x 12"
t 5	4	251363	ET-456	Tornillo de carruaje 5/8" x 1 1/2"
t 9	6	274482	ET-457	Tornillo de acero galvanizado 5/8" x 2"
u	1		ET-492	Accesorios para puesta a tierra
x 8	6	6762560	ET-601	Metros de tubo galvanizado 6"
x 18	2		ET-604	Boquilla galvanizada 6"
y 14	3	274516	GSCC005	Terminal tipo exterior 35 kV 150 - 240 mm^2 (5)
z 44	1	250002	ET-495	Elementos de sujeción de cable MT aislado tripolar a poste
z 14	2	274311	ET-432	Abrazadera de dos salidas tipo 4, 200 mm (6)

ALTERNATIVAS:

(1) Templete según se requiera, existen las siguientes opciones: LA 411 , LA 413 , LA 415 y LA 419 .
(2) En caso de no poder instalar templete utilizar poste con una carga mayor a 1350Kg.
(3) Poste metálico (ET-208) o Poste de Fibra (ET-205).
(4) El conector que aparece en la lista es una referencia, consulte la ET-356 para su selección adecuada.
(5) Los terminales para uso exterior que aparecen en la lista son una referencia, consulte la Especificación Técnica (GSCC005) para su adecuada selección.
(6) La abrazadera que aparece en la lista es una referencia, consulte la ET-432 para su selección adecuada.

NOTAS:

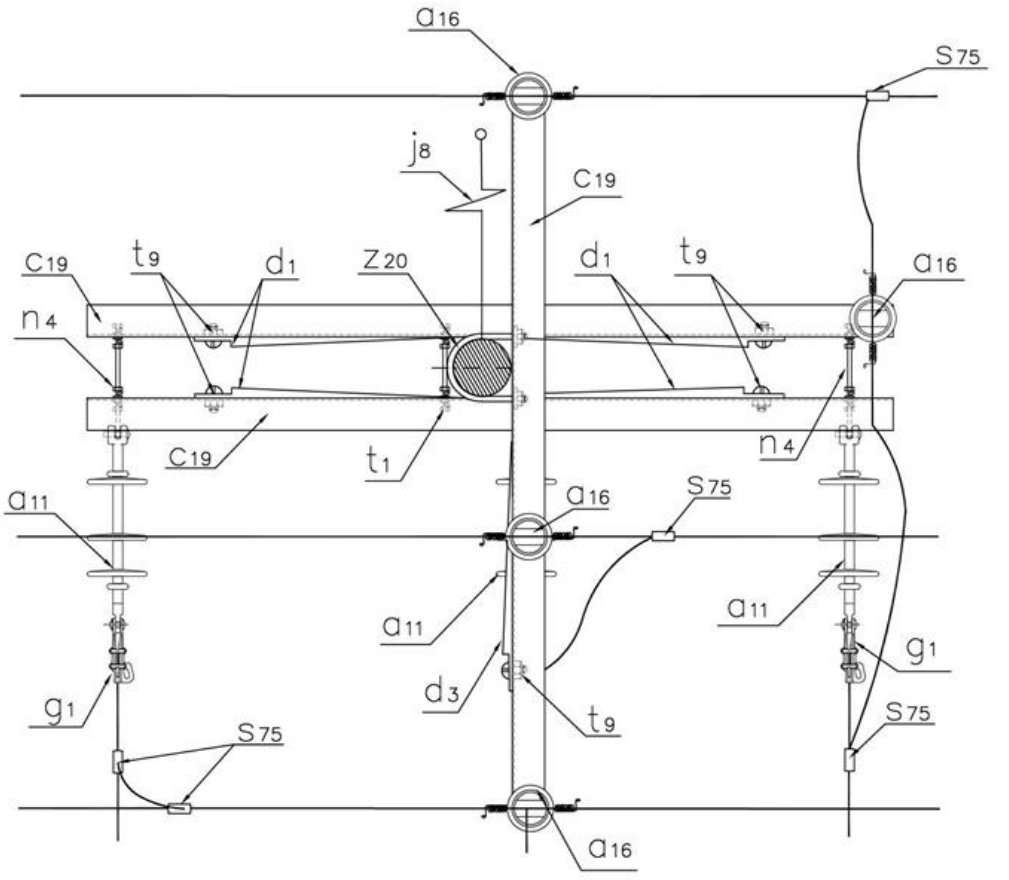
- Los descargadores de sobretensiones para líneas de 11.4kV y 13.2 kV serán de óxido metálico 12 kV, 10 kA.

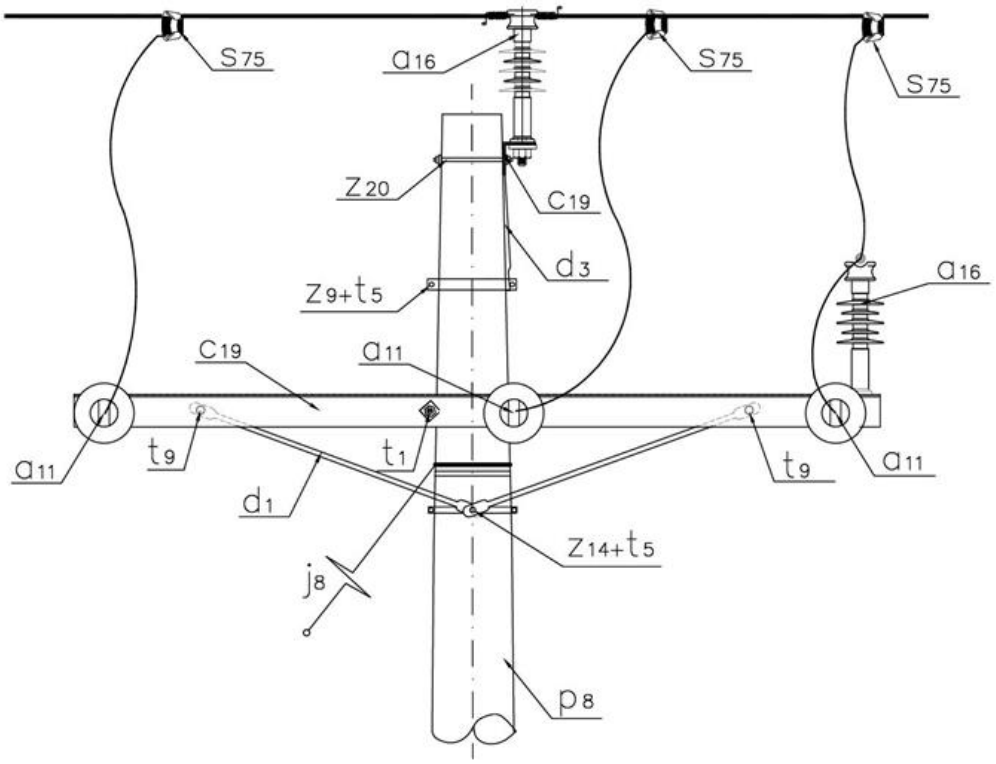
Nota: La estructura aquí propuesta es de carácter referencial y podrá ser ajustada de conformidad con los requisitos técnicos del Operador de Red. En todo caso, deberá incluir, sin costo adicional, la totalidad de los elementos, equipos y accesorios necesarios para su correcta instalación, operación y puesta en servicio.

7.3.9 SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y PUESTA EN SERVICIO DE ESTRUCTURA DE DERIVACIÓN EN MEDIA TENSIÓN A 34,5 KV, PARA RED COMPACTA O ABIERTA, CONFORME A LAS NORMAS Y ESPECIFICACIONES DEL OPERADOR DE RED. INCLUYE LA GESTIÓN DE TRÁMITES Y LA OBTENCIÓN DE APROBACIONES ANTE EL OPERADOR DE RED, LA EJECUCIÓN DE MANIOBRAS DE DESENERGIZACIÓN CUANDO APLIQUE, EL MONTAJE Y VESTIDA DE LA ESTRUCTURA, ASÍ COMO TODOS LOS ACCESORIOS NECESARIOS, TALES COMO CRUCETAS, RETENIDAS, CABLE DE ACERO GALVANIZADO, SISTEMAS DE ANCLAJE AL SUELO, ÁNGULOS Y TERMINALES, HERRAJES, ABRAZADERAS DE POSTE, PERNOS PASANTES, GRAPAS, PLATINAS Y TORNILLERÍA GALVANIZADA. INCLUYE ADEMÁS EL SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE AISLADORES, CONECTORES Y, CUANDO LA FUNCIÓN DE LA ESTRUCTURA LO REQUIERA, EQUIPOS DE PROTECCIÓN Y MANIOBRA COMO CORTACIRCUITOS FUSIBLES, PARARRAYOS, SECCIONADORES O CUCHILLAS, ASÍ COMO TODAS LAS ACTIVIDADES, MATERIALES Y ELEMENTOS NECESARIOS PARA GARANTIZAR EL CORRECTO MONTAJE, OPERACIÓN Y FUNCIONAMIENTO DE LA ESTRUCTURA.

Unidad de medida y pago: La indicada en el cuadro de cantidades.

LA109 Circuito urbano 34,5 kV derivación a 90º con retención horizontal


a16
S75
j8
c19
c19
t9
d1
z20
d1
t9
a16
n4
n4
c19
t1
a11
a16
S75
a11
a11
g1
d3
t9
g1
S75
S75
a16


S75
a16
S75
S75
z20
c19
d3
z9+t5
a16
c19
a11
a11
t9
t1
t9
a11
d1
z14+t5
j8
p8

SÍMB.	CANT.	CÓDIGO	ESP. TECNICA	DESCRIPCIÓN
a 11	3	300538	GSCC010/09	Aislador de suspensión polimérico 36 kV
a 16	4	300547	GSCC010/18	Aislador Line Post Compuesto Para Cruceta Metálica 36kV (1)
c 19	3		ET-419	Cruceta metálica de 2,5 m
d 1	4	240083	ET-405	Diagonal metálica en varilla tipo 1
d 3	1	240082	ET-406	Diagonal metálica en ángulo tipo 2
g 1	3	251359	ET-350	Grapa terminal tipo recto para cables entre 3/0 AWG – 266,8 kcmil
j 8	1			Templete (2)(3)
n 4	3	201020	ET-461	Perno de ojo tipo 4 (5/8" x 400 mm)
s 75	6	274320	ET-356	Conector tipo cuña P=95 D=70mm² o 4/0-2/0AWG (5)
t 1	1	251360	ET-455	Espárrago 5/8" x 18"
t 5	3	251363	ET-456	Tornillo de carruaje 5/8" x 1 1/2"
t 9	5	274482	ET-457	Tornillo de acero galvanizado 5/8" x 2"
z 9	1	274300	ET-431	Abrazadera de una salida tipo 4, 200 mm (6)
z 14	1	274311	ET-432	Abrazadera de dos salidas tipo 4, 200 mm (7)
z 20	1	274293		Abrazadera en U tipo 2, 180 mm (8)

ALTERNATIVAS:

(1) El aislador tipo Line Post puede incluir o no el porta aislador.
(2) Templete según se requiera, existen las siguientes opciones: LA 411 , LA 413 , LA 415 y LA 419 .
(3) En caso de no poder instalar templete utilizar poste con una carga mayor a 1350Kg.
(4) Poste metálico (ET-208) o Poste de Fibra (ET-205).
(5) El conector que aparece en la lista es una referencia, consulte la ET-356 para su selección adecuada.
(6) La abrazadera que aparece en la lista es una referencia, consulte la ET-431 para su selección adecuada.

(7) La abrazadera que aparece en la lista es una referencia, consulte la ET-432 para su selección adecuada.

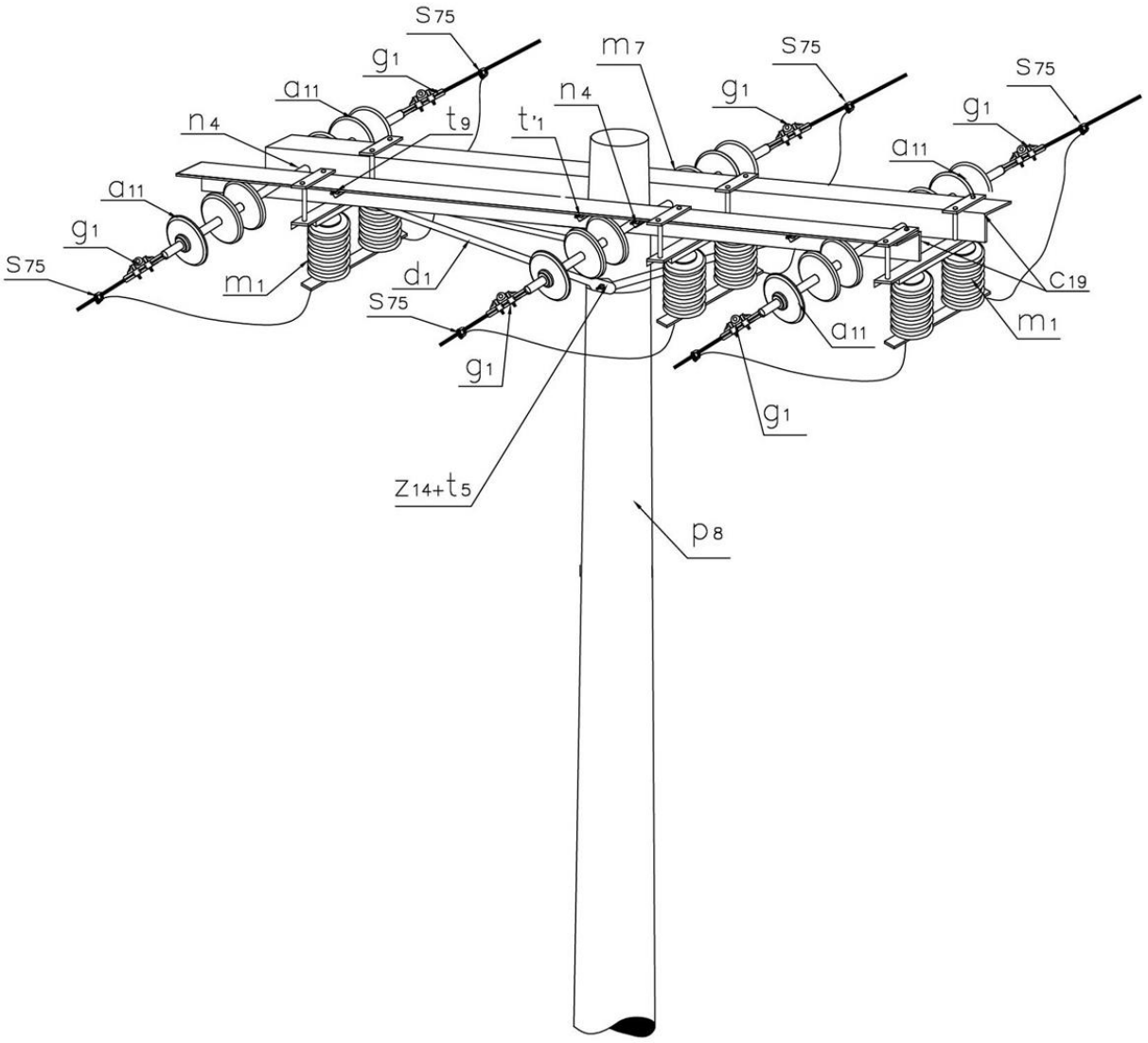
NOTAS:
- El cable debe ser fijado al aislador Line Post de acuerdo a la norma LA 233.

Nota: La estructura aquí propuesta es de carácter referencial y podrá ser ajustada de conformidad con los requisitos técnicos del Operador de Red. En todo caso, deberá incluir, sin costo adicional, la totalidad de los elementos, equipos y accesorios necesarios para su correcta instalación, operación y puesta en servicio.

7.3.10 SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y PUESTA EN SERVICIO DE ESTRUCTURA DE SECCIONAMIENTO EN MEDIA TENSIÓN A 34,5 KV, PARA RED COMPACTA O ABIERTA, CONFORME A LAS NORMAS Y ESPECIFICACIONES DEL OPERADOR DE RED. INCLUYE LA GESTIÓN DE TRÁMITES Y LA OBTENCIÓN DE APROBACIONES ANTE EL OPERADOR DE RED, LA EJECUCIÓN DE MANIOBRAS DE DESENERGIZACIÓN CUANDO APLIQUE, EL MONTAJE Y VESTIDA DE LA ESTRUCTURA, ASÍ COMO TODOS LOS ACCESORIOS NECESARIOS, TALES COMO CRUCETAS, RETENIDAS, CABLE DE ACERO GALVANIZADO, SISTEMAS DE ANCLAJE AL SUELO, ÁNGULOS Y TERMINALES, HERRAJES, ABRAZADERAS DE POSTE, PERNOS PASANTES, GRAPAS, PLATINAS Y TORNILLERÍA GALVANIZADA. INCLUYE ADEMÁS EL SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE AISLADORES, CONECTORES Y, CUANDO LA FUNCIÓN DE LA ESTRUCTURA LO REQUIERA, EQUIPOS DE PROTECCIÓN Y MANIOBRA COMO CORTACIRCUITOS FUSIBLES, PARARRAYOS, SECCIONADORES O CUCHILLAS, ASÍ COMO TODAS LAS ACTIVIDADES, MATERIALES Y ELEMENTOS NECESARIOS PARA GARANTIZAR EL CORRECTO MONTAJE, OPERACIÓN Y FUNCIONAMIENTO DE LA ESTRUCTURA.

Unidad de medida y pago: La indicada en el cuadro de cantidades.

LA171 Montaje de seccionadores horizontales monopolares 600 A en circuitos de 34,5 kV



SÍMB.	CANT.	CÓDIGO	ESP. TECNICA	DESCRIPCIÓN
a 11	6	300538	GSCC010/09	Aislador de suspensión polimérico 36 kV
c 19	2		ET-419	Cruceta metálica de 2,5 m
d 1	4	240083	ET-405	Diagonal metálica en varilla tipo 1
g 1	6	251359	ET-350	Grapa terminal tipo recto para cables entre 3/0 AWG – 266,8 kcmil
M 1	3		E-MT-006	Seccionador monopolar 600 A, 36 kV tipo cuchilla
m 7	3	251362	ET-454	Tuerca de ojo alargado 5/8”
n 4	3	201020	ET-461	Perno de ojo tipo 4 (5/8” x 400 mm)

s 75	6	274320	ET-356	Conector tipo cuña P=95 D=70mm² o 4/0-2/0AWG (2)
t' 1	1	251386	ET-455	Espárrago 5/8" x 12"
t 5	2	251363	ET-456	Tornillo de carruaje 5/8" x 1 1/2"
t 9	4	274482	ET-457	Tornillo de acero galvanizado 5/8" x 2"
z 14	1	274311	ET-432	Abrazadera de dos salidas tipo 4, 200 mm (3)

ALTERNATIVAS:

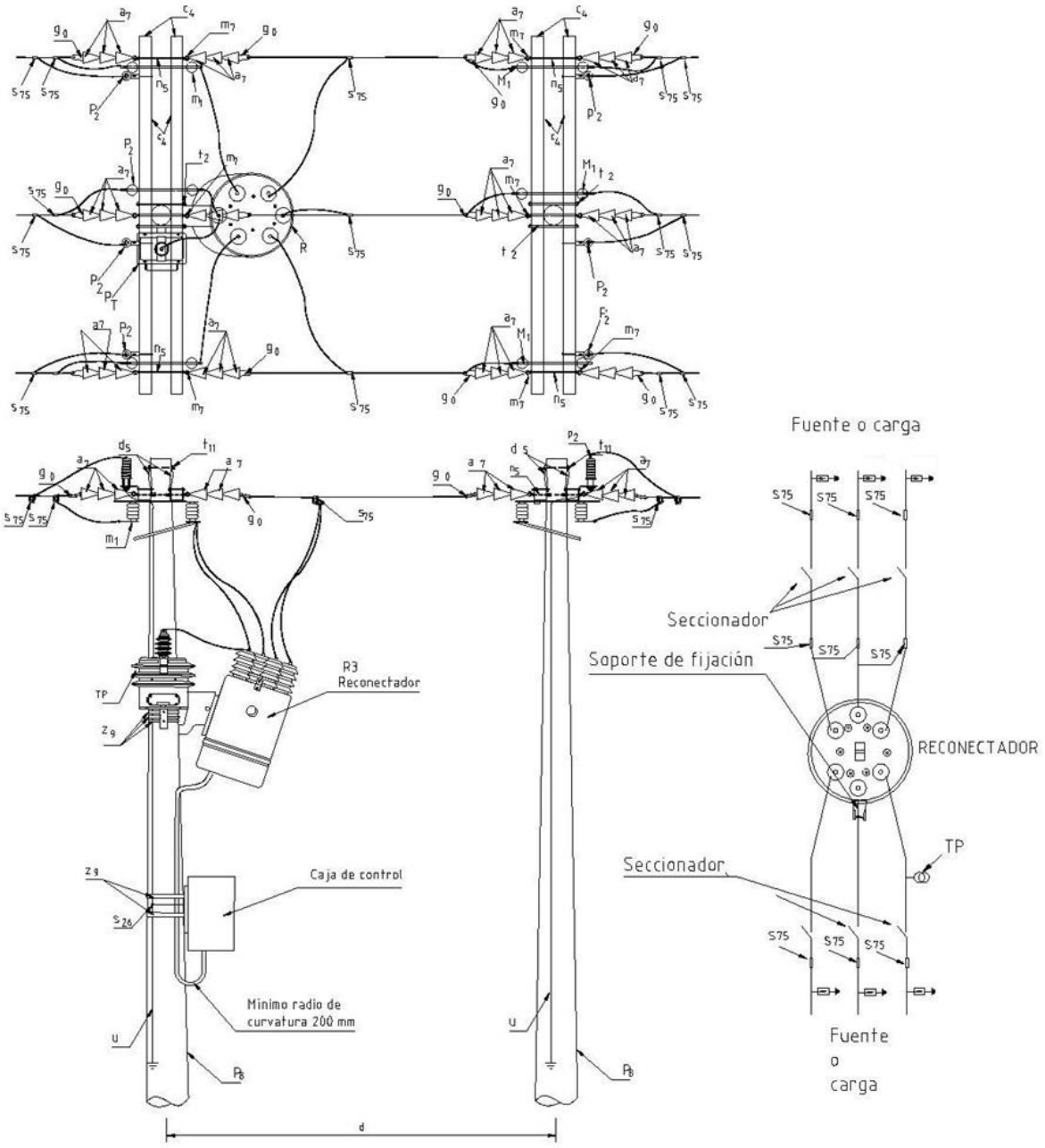
(1) Poste metálico (ET-208) o Poste de Fibra (ET-205).
(2) El conector que aparece en la lista es una referencia, consulte la ET-356 para su selección adecuada.
(3) La abrazadera que aparece en la lista es una referencia, consulte la ET-432 para su selección adecuada.

Nota: La estructura aquí propuesta es de carácter referencial y podrá ser ajustada de conformidad con los requisitos técnicos del Operador de Red. En todo caso, deberá incluir, sin costo adicional, la totalidad de los elementos, equipos y accesorios necesarios para su correcta instalación, operación y puesta en servicio.

7.3.11 SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y PUESTA EN SERVICIO DE ESTRUCTURA PARA RECONECTADOR EN MEDIA TENSIÓN A 34,5 KV, PARA RED COMPACTA O ABIERTA, CONFORME A LAS NORMAS Y ESPECIFICACIONES DEL OPERADOR DE RED. INCLUYE LA GESTIÓN DE TRÁMITES Y LA OBTENCIÓN DE APROBACIONES ANTE EL OPERADOR DE RED, LA EJECUCIÓN DE MANIOBRAS DE DESENERGIZACIÓN CUANDO APLIQUE, EL MONTAJE Y VESTIDA DE LA ESTRUCTURA, ASÍ COMO TODOS LOS ACCESORIOS NECESARIOS, TALES COMO CRUCETAS, RETENIDAS, CABLE DE ACERO GALVANIZADO, SISTEMAS DE ANCLAJE AL SUELO, ÁNGULOS Y TERMINALES, HERRAJES, ABRAZADERAS DE POSTE, PERNOS PASANTES, GRAPAS, PLATINAS Y TORNILLERÍA GALVANIZADA. INCLUYE ADEMÁS EL SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE AISLADORES, CONECTORES Y, CUANDO LA FUNCIÓN DE LA ESTRUCTURA LO REQUIERA, EQUIPOS DE PROTECCIÓN Y MANIOBRA COMO CORTACIRCUITOS FUSIBLES, PARARRAYOS, SECCIONADORES O CUCHILLAS, ASÍ COMO TODAS LAS ACTIVIDADES, MATERIALES Y ELEMENTOS NECESARIOS PARA GARANTIZAR EL CORRECTO MONTAJE, OPERACIÓN Y FUNCIONAMIENTO DE LA ESTRUCTURA.

Unidad de medida y pago: La indicada en el cuadro de cantidades.

LA501 Línea 34,5 kV montaje de reconectador



SÍMB.	CANT.	CÓDIGO	ESP. TÉC	DESCRIPCIÓN
a 7	36	300011	GSCC010	Aislador de suspensión ANSI 52-4
c 4	4	251506	ET419	Cruceta metálica de 2,5 m
d 5	8	240084	ET405	Diagonal metálica en varilla tipo 2
g 0	12	251378	ET350	Grapa terminal tipo recto, para cables entre 6 AWG -3/0 AWG
M 1	6	140992	E-MT-006	Seccionador monopolar 600 A, 36 kV tipo cuchilla
m 7	6	251362	ET454	Tuerca de ojo alargado 5/8"
n 5	6	201013	ET461	Perno de ojo tipo 5 (5/8" x 545 mm)

P 2	6	170893	GSCC016	Descargador de sobretensión óxido metálico 30 kV , 10 kA
TP	1			Transformador de Potencial 34,5 Raíz cuadrada de 3 kV – 200 Raíz cuadrada de 3 V
R 3	1	141003	E-MT-004	Reconectador (34,5 kV)
s 26	5	200012	ET304	Conector tipo tornillo para puesta a tierra
s 75	9	274320	ET356	Conector tipo cuña 4/0 – 2/0 AWG
t 10	8	251364	ET457	Tornillo de acero galvanizado 5/8" x 5"
t 11	2	274302	ET457	Tornillo de acero galvanizado 5/8" x 8" (2)
t 2	4	251375	ET455	Espárrago de 16 x 508 mm (5/8" x 20")
u	2	200290	ET492	Accesorios para puesta a tierra
z 9	6	274300	ET431	Abrazadera de una salida tipo 4

ALTERNATIVAS:

(1) Poste metálico, fibra de vidrio de 14 m GSS003, GSS004 para zonas de difícil acceso. El poste que aparece en la lista es una referencia, consulte la norma LA010-3 para su utilización
(2) Abrazadera de dos salidas z 13 y dos tornillos de carruaje t 5

NOTAS:
Todos los terminales a tierra (Reconectador y tablero de control) deben ser conectados y aterrizados a un mismo punto.
La distancia "d" ,separación entre postes, debe ser lo más cercana para tener seguridad sobre el área de trabajo.
Se recomienda usar el kit de puesta a tierra indicado en el numeral 6.7 Accesorios para instalación de la puesta a tierra de Reconectador LA510, indicado en la especificación ET492. El código es 200290 sistema de puesta a tierra de Reconectador ET492.

Nota: La estructura aquí propuesta es de carácter referencial y podrá ser ajustada de conformidad con los requisitos técnicos del Operador de Red. En todo caso, deberá incluir, sin costo adicional, la totalidad de los elementos, equipos y accesorios necesarios para su correcta instalación, operación y puesta en servicio.

El reconectador se encuentra en el capitulo de equipos, es decir aquí se debe construir únicamente la estructura con sus accesorios.

7.4 REDES DE MEDIA TENSIÓN 13,2KV

7.4.1 SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y PUESTA EN SERVICIO DE RED COMPACTA MEDIA TENSIÓN EN CONDUCTOR 3 X NO. 2/0 ACSR (ALUMINIO CON NÚCLEO DE ACERO) CON PANTALLA SEMICONDUCTORA Y CUBIERTA EN POLIETILENO RETICULADO (XLPE) TERMOESTABLE 15 KV, INCLUYE ACCESORIOS PARA SU CORRECTA INSTALACIÓN Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO.

Unidad de medida y pago: La indicada en el cuadro de cantidades.

Esta especificación establece las características constructivas, dimensiones y demás requisitos que deben cumplir los conductores eléctricos de aluminio - acero protegidos, que se utilizarán en las líneas aéreas de 11,4, 13,2 kV y 34,5 kV a tenderse principalmente en las zonas arboladas, para evitar fallas a tierra cuando se presentan contactos temporales con ramas y uso en vías angostas ó donde se presentan acercamientos a las edificaciones además con posibilidad de contacto de fases.

Normas de Fabricación y Pruebas:

El cubrimiento y el cable terminado deben estar de acuerdo con la norma para cable tipo "tree wire" deben tener en cuenta los ensayos de las normas ASTM D: 2132, 257, 1693, 3389 y las recomendaciones de las normas UL-1072, NEMA WC-7 y WC-5, en su última edición y serán instalados de acuerdo con lo indicado en el artículo 310-6 del NEC.

De acuerdo con los diseños de los fabricantes pueden emplearse otras normas internacionalmente reconocidas equivalentes o superiores a las aquí señaladas siempre y cuando se ajuste a lo solicitado en las presentes especificaciones técnicas.

Conformación

Estarán formados por el conductor de aleación de aluminio AAAC con bloqueo de humedad, una pantalla semiconductora sobre el conductor y una cubierta de polietileno reticulado (XLPE-TK) termoestable, de color negro, especialmente resistente a la formación de caminos de descarga superficial y a los agentes atmosféricos. La protección del cable deberá incluir un compuesto que impida la filtración de humedad hacia su interior.

CABLES CUBIERTO SEMIAISLADO ECOLÓGICO 15 kV - AAC

Conductor			Diámetro Conductor	Espesor de Aislamiento	Diámetro Exterior Aproximado	Peso Total Aproximado	Ampacidad[1]
Sección	Resistencia DC a 20°C	Resistencia AC a 90°C					
mm²	Ω/km	Ω/km	mm	mm	mm	kg/km	A
35	0,843	1,081	6,90	3,0	14,28	178	210
50	0,622	0,799	7,97	3,0	15,35	262	248
70	0,430	0,552	9,58	3,0	16,96	339	312
120	0,245	0,316	12,81	3,0	20,19	520	443

CABLES CUBIERTO SEMIAISLADO ECOLÓGICO 35 kV - AAC

Conductor			Diámetro Conductor	Espesor de Aislamiento	Diámetro Exterior Aproximado	Peso Total Aproximado	Ampacidad[1]
Sección	Resistencia DC a 20°C	Resistencia AC a 90°C					
mm²	Ω/km	Ω/km	mm	mm	mm	kg/km	A
70	0,430	0,552	9,58	7,6	26,21	632	299
120	0,245	0,316	12,81	7,6	29,51	952	431

CABLE DE UNA CAPA



Conductor y Cable Terminado

El conductor y el cable terminado cumplirán con las siguientes características generales mostradas en la tabla 1. Las características físicas y dimensionales para los conductores de capa concéntrica redondo comprimida ó compacta de dicha tabla serán de acuerdo con lo establecido en las normas ASTM B-401 y IEC 61089:

Pantalla Semiconductora.

Sobre el conductor se debe aplicar una capa de Material semiconductor termofijo extruido de color negro, compatible con la cubierta y el conductor. Esta capa debe tener las mismas o mejores características térmicas de la cubierta, para el BLOQUEO DE HUMEDAD se deberá utilizar sobre el conductor una cinta semiconductora bloqueadora de humedad como refuerzo a los polvos bloqueadores utilizados.

Cubierta.

El material de la cubierta debe ser un compuesto extruido de polietileno de cadena cruzada (XLPE), resistente a las descargas superficiales (carbonización), abrasión e intemperie.

- Constante Dieléctrica (60Hz): 2.5
- Factor de Disipación (60 Hz): 0.002
- Resistividad Volumétrica >1016 Ohm-cm
- Resistividad tracking >300 horas Metodo de prueba según ASTM B 2303
- Densidad 0.93 g/cm3

- Resistencia a la tracción: 12,5 Mpa/ 1800 PSI
- Elongación 250%
- Contenido negro de humo = 0.5%
- Envejecimiento al horno: 7 días
- Deformación en caliente a 150°C<= 175%

Marcación del Cable Cubierto.

Los cables AAAC deben marcarse sobre la cubierta de XLPE y con una separación máxima de un (1) metro entre inicios de leyendas en forma legible e indeleble, en tinta blanca que garantice una alta adherencia, con la siguiente información:

- Nombre del fabricante
- Material y calibre del conductor
- Tipo y clase de la cubierta
- Año de fabricación.
- Nivel de aislamiento 15kV ó 35kV (según sea)

7.4.2 SUMINISTRO INSTALACIÓN Y PUESTA EN SERVICIO DE CABLE CU XLPE MV-90 15KV 90°C 3 X NO. 2/0 AWG 133%, INCLUYE ACCESORIOS PARA SU CORRECTA INSTALACIÓN Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO.

Unidad de medida y pago: La indicada en el cuadro de cantidades.

El calibre del conductor de media tensión será de acuerdo a lo indicado en cada uno de los ítems relacionados anteriormente, deberá tener aislamiento en polietileno reticulado al 133%, para los circuitos o tramos a 11,4kV se usara un conductor de 15kV y para los circuitos o tramos a 34,5kV se usara un conductor de 35kV a 90 °C, el conductor deberá ser construido en cobre suave, aislado en polietileno reticulado (XLPE), pantalla semiconductora en polietileno extruido, apantallamiento en hilos al 100% y chaqueta exterior de PVC.y debe cumplir las siguientes características:

Cable Monopolar MV-90 para 15kV 90°C, Nivel de Aislamiento 133%, Espesor de Aislamiento: 5,59mm

1. Conductor		3. Aislamiento	6. Chaqueta	Diámetro Exterior	Peso Total Aproximado	
Calibre	Diámetro	Diámetro	Espesor		Cobre	Aluminio
AWG/Kcmil	mm	mm	mm	mm	kg/km	kg/km
2	6,81	19,7	2,03	25,8	904	692
1/0	8,52	21,4	2,03	27,5	1143	806
2/0	9,57	22,5	2,03	28,5	1306	881
3/0	10,75	23,7	2,03	29,7	1507	971
4/0	12,07	25,0	2,03	31,0	1755	1079
250	13,25	26,2	2,03	32,8	2002	1203
350	15,68	28,6	2,03	35,2	2549	1431
500	18,74	31,7	2,03	38,2	3349	1751
750	23,10	36,0	2,79	44,2	4810	2412
1000	26,68	39,6	2,79	48,6	6170	2974

Cable Monopolar MV-90 para 35kV 90°C, Nivel de Aislamiento 133%, Espesor de Aislamiento: 10,67mm

1. Conductor		3. Aislamiento	6. Chaqueta	Diámetro Exterior	Peso Total Aproximado	
Calibre	Diámetro	Diámetro	Espesor		Cobre	Aluminio
AWG/Kcmil	mm	mm	mm	mm	kg/km	kg/km
1/0	8,52	31,0	2,03	37,7	1714	1376
2/0	9,57	32,1	2,03	38,7	1893	1468
3/0	10,75	33,3	2,03	39,9	2112	1576
4/0	12,07	34,6	2,03	41,2	2381	1704
250	13,25	35,8	2,79	44,0	2770	1971
350	15,68	38,2	2,79	47,3	3429	2310
500	18,74	41,3	2,79	50,3	4289	2691
750	23,10	45,6	2,79	54,7	5680	3283
1000	26,68	49,2	2,79	58,3	7029	3832

Nota: los valores arriba indicados son sujetos a las tolerancias de fabricación y pueden variar dependiendo del fabricante.

El contratista debe presentar las certificaciones del producto como se indica a continuación: RETIE, UL-1072, ICEA S-97-682, ICEA S-93-639, NTC 2186, según lo establecido en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas Capítulo VI, Articulo 34.

Se debe realizar pruebas VLF a los conductores de media tensión por cada tramo instalado superior a 10 metros.

Pruebas VLF

Very Low Frequency o prueba de muy baja frecuencia que generalmente es de 0.1HZ. Este es un examen que se realiza a los conductores con aislamiento en polímero (EPR Etileno propileno- o XLPE - Polietileno Reticulado), con el fin de verificar y establecer que el aislamiento de los cables no presentan inconvenientes como impurezas de fabricación, humedad, poros, burbujas de aire, entre otros, ya que al aplicar el voltaje empiezan a circular corrientes de fuga que al desplazarse transversalmente en el conductor lo va perforando hasta producir la falla del mismo. De igual manera se examinan los empalmes, acoples y terminales.

Esta prueba se debe realizar con los conductores tendidos y listos para energizar, aplicando una señal de tensión a baja frecuencia (0.1 Hz) durante una hora, con un voltaje igual al del conductor intervenido y no en el carrete o la bodega. Una vez se instala el servicio y según la recomendación de la norma IEEE 400 – 2001 se debe realizar un nuevo examen de verificación a los 3 años.

Tensión de Prueba (VLF)

Organismos como IEEE, EPRI, CEA y otros entes mundiales de ingeniería y normalización, recomiendan Nivel de tensión de prueba 2 a 3 veces la tensión Uo (V fase-neutro).

Para un cable de 15 KV, que normalmente tiene una tensión Uo de 7,2 KV a 8 KV, la prueba se realiza a 22 KV y para un sistema de 34,5 KV se prueba a 60 KV.

Al igual que en una prueba de aislación normal (tensión resistida), los ensayos conducidos con equipos VLF requieren que la muestra (cable monopolar en este caso), se encuentre aislado en su conductor central, y con su pantalla a tierra.

Se conectará la salida de alta tensión del VLF a dicho conductor; y la tierra del equipo, rígidamente unida a la tierra del sistema.

Luego se aplicará la tensión de prueba hasta el máximo requerido de ensayo, y durante un tiempo prefijado: ambas variables (tensión máxima/tiempo), se encuentran establecidas en las normas IEEE.400.2-2004.

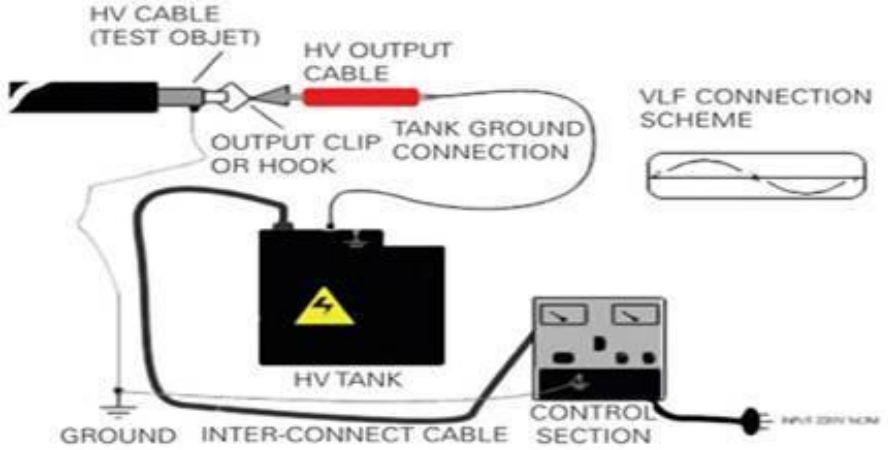
Como en todo ensayo de tensión resistida, los resultados serán expresados en términos simples de pasa/no pasa (ruptura o no ruptura).

Duración de la Prueba

La IEEE recomienda un intervalo de prueba que va de 15 min a 60 min, sugiriendo como promedio 30 minutos.

Como resultado de lo encontrado por la IEEE se ha adoptado un tiempo de prueba de 30 min por fase.

El estándar que se ha adoptado en nuestro país es de 60 minutos.



TENSION	INSTALACION	ACEPTACION	MANTENIMIENTO
rms voltage in kV	rms or (peak voltage)	rms or (peak voltage)	rms or (peak voltage)
5	9 (13)	10 (14)	7 (10)
8	11 (16)	13 (18)	10 (14)
15	18 (25)	20 (28)	16 (22)
25	27 (38)	31 (44)	23 (33)
35	39 (55)	44 (62)	33 (47)
IEEE Std 400.2–2004	30 minutos @ 0.1 Hz	30 minutos @ 0.1 Hz	15 minutos @ 0.1 Hz

Nota: Dentro de este cableado se contempla el suministro y uso de cable destinado como *jumper*, cuyo propósito es garantizar la disponibilidad de energía mientras se instalan las estructuras de media tensión. En consecuencia, dicho cableado será de exclusiva responsabilidad del contratista, incluyendo su suministro, instalación, uso, traslado y reinstalación a lo largo de la red, tantas veces como sea necesario, hasta la culminación de la conexión definitiva de la red eléctrica.

7.4.3 SUMINISTRO INSTALACIÓN Y PUESTA EN SERVICIO DE JUEGO DE 03 PREMOLDEADOS TIPO INTERIOR 15KV INCLUYE ACCESORIOS PARA SU CORRECTA INSTALACIÓN Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO.

Unidad de medida y pago: La indicada en el cuadro de cantidades.

La especificación de este ítem, se encuentra al finalizar los ítems de este tipo.

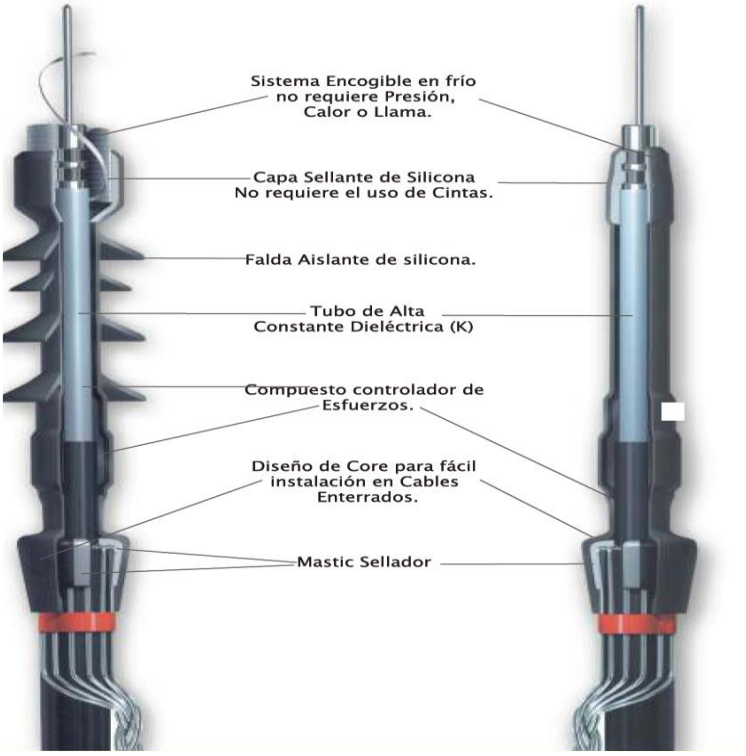
Debe cumplir con lo especificado más adelante al final de los ítems con misma especificación.

7.4.4 SUMINISTRO INSTALACIÓN Y PUESTA EN SERVICIO DE JUEGO DE 03 PREMOLDEADOS TIPO EXTERIOR 15KV INCLUYE ACCESORIOS PARA SU CORRECTA INSTALACIÓN Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO.

Unidad de medida y pago: La indicada en el cuadro de cantidades.

Características de los Terminales Premoldeados Tipo Interior y Exterior
Los terminales preformados tipo exterior e interior deberán cumplir con las siguientes características:
Cuerpo silicona mejorada.
Diseño "contraíble en frio": No requiere el uso de elementos externos como el calor para su instalación, sello dinámico, excelente presión en la interface.

TERMINAL PREMOLDEADO TIPO EXTERIOR **TERMINA PREMOLDEADO TIPO INTERIOR**



Compuesto de trihidrato de aluminio (ATH) mejora la hidrofobicidad de la superficie, reduce la elasticidad y la resistencia al desgarre cuando se incrementa la tensión, suprime y extingue el arco eléctrico.

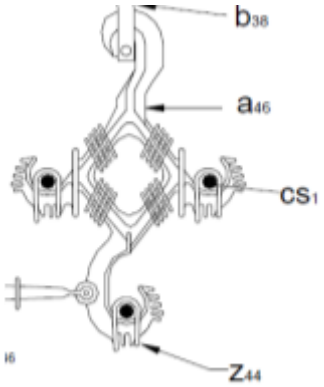
Los terminales preformados tipo exterior e interior poseen un tubo de alta constante dieléctrica tipo (K) que se encarga de realizar el control del esfuerzo eléctrico.

Adicionalmente los terminales preformados deberán cumplir con las caracterirsticas que se enumeran a continuacion:

- Estable ante rayos UV.
- Material no inflamable, no contiene aditivos retardantes.
- Resistente a ambientes extremadamente contaminados.
- Los terminales preformados tipo exterior deberán ser similar a la línea QT-III 3M Referencia: 7692-S4, en precio, calidad equivalente o superior.
- Los terminales preformados tipo interior deberán ser similar a la línea QT-III 3M Referencia: 7622-T-110, en precio, calidad equivalente o superior.

7.4.5 SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y PUESTA EN SERVICIO DE ESPACIADOR ANGULAR PARA RED COMPACTA DE 15 KV.

Unidad de medida y pago: La indicada en el cuadro de cantidades.



El espaciador angular para red compacta deberá cumplir lo siguiente:

- Deben ser instalados en sistemas de cable semiaislado.
- Después de colgarlos sobre el mensajero, estos dispositivos deberán brindar apoyo y separación entre los conductores de fase en una configuración romboidal.
- Deberán tener la fuerza mecánica y eléctrica necesaria para soportar tormentas meteorológicas severas, y para prevenir contactos fase - fase o fase – tierra.
- Los espaciadores serán diseñados con una fuerza mecánica suficiente para soportar el peso de los tres conductores de fase en intervalos de 10 metros.

Propiedades Eléctricas del Espaciador Angular	
Tensión nominal del sistema	15KV
Frecuencia del sistema	60Hz
Disposición del sistema	Trifásico trifilar

Propiedades Mecánicas

- Auto extinguible.
- No higroscópico.
- Alta resistencia al impacto.
- No deben presentar deformación ni cristalización por temperatura.
- Rigidez dieléctrica.
- Resistente a rayos UV.
- Fuerza y flexibilidad bajo carga dinámica.

Instalación de Espaciadores en Red Compacta

Separación del primer espaciador en vano desde la estructura:

Configuración Estructura	**Distancia**
Estructura tangencial	1 m

Estructura tangencial con brazo antibalanceo	7 a 10 m
Otras estructuras	12 m

Separación entre espaciadores en un vano: Normalmente debe estar entre 7 y 10 m, siendo 10 m el valor máximo.

GENERALIDADES ESTRUCTURAS DE MEDIA TENSIÓN

Las presentes generalidades establecen los criterios técnicos, normativos y constructivos que rigen el diseño, suministro, instalación, montaje, desinstalación, mantenimiento y/o retiro de estructuras de redes de media tensión (MT), destinadas a la distribución de energía eléctrica, garantizando condiciones adecuadas de seguridad, confiabilidad, durabilidad y cumplimiento normativo.

ALCANCE

Estas generalidades aplican a todo tipo de estructuras de soporte para redes de media tensión, ya sean aéreas o asociadas a sistemas subterráneos, incluyendo, pero sin limitarse a:

- Postes de concreto, metálicos o madera.
- Estructuras de suspensión, anclaje, retención y derivación.
- Crucetas, brazos y pórticos.
- Riendas, anclajes y sistemas de retención.
- Aisladores, herrajes y accesorios.
- Equipos de protección y maniobra (cut-out, seccionadores, pararrayos).
- Sistemas de puesta a tierra.

CONDICIONES GENERALES DE DISEÑO

- Las estructuras deberán operar en niveles de media tensión conforme al sistema del operador de red correspondiente.
- Se deberán considerar las cargas mecánicas por peso propio, conductores, viento, tensión mecánica, sismo y condiciones ambientales.
- Las configuraciones estructurales deberán garantizar las distancias mínimas de seguridad eléctricas.
- Todos los elementos deberán ser compatibles entre sí y con los estándares del operador de red.

MATERIALES Y COMPONENTES

- Los materiales utilizados deberán ser nuevos, certificados y de primera calidad.
- Los postes y estructuras deberán cumplir con las especificaciones mecánicas y dimensionales establecidas por normas técnicas vigentes.
- Los herrajes deberán ser galvanizados en caliente o con protección anticorrosiva equivalente.

- Los aisladores deberán ser aptos para el nivel de tensión y condiciones ambientales del sitio.

INSTALACIÓN Y MONTAJE

- La instalación de las estructuras deberá realizarse conforme a planos aprobados y especificaciones técnicas del proyecto.
- Se deberán aplicar procedimientos seguros para excavación, izaje, montaje y fijación de los elementos.
- Las estructuras deberán quedar alineadas, niveladas y firmemente ancladas**.**
- No se permitirá la instalación de elementos dañados, fisurados o fuera de especificación.

SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

- Todos los trabajos deberán cumplir con la normatividad vigente en Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST)**.**
- El personal deberá estar certificado para trabajos eléctricos y trabajo en alturas.
- Se deberán implementar planes de señalización, aislamiento y control de riesgos.
- Será obligatorio el uso de elementos de protección personal (EPP) certificados.

NORMATIVIDAD APLICABLE

Las estructuras de redes de media tensión deberán cumplir, como mínimo, con:

- RETIE – Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (Colombia)**.**
- NTC 2050 – Código Eléctrico Colombiano**.**
- Normas técnicas del operador de red correspondiente.
- Normas ambientales y de gestión de residuos vigentes.
- Normativa de seguridad industrial y trabajo en alturas.

MANEJO AMBIENTAL

- Se deberán implementar medidas para prevenir impactos negativos al ambiente.
- Los residuos generados deberán gestionarse conforme a la normativa ambiental vigente.
- Se deberá minimizar la afectación al suelo, vegetación, vías y estructuras existentes.

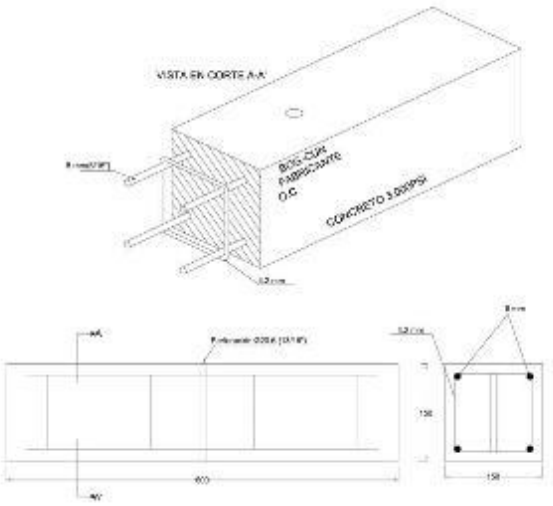
Vigueta de anclaje

Las viguetas de anclaje para templetes serán rígidas y no debe presentar desajustes durante su transporte e instalación.

Las viguetas de anclaje para templetes tendrán una sección rectangular de 150x150mm, una longitud de 600mm y un agujero central de 13/16".

La resistencia mínima a la compresión para el concreto debe ser de 210kg/cm² (3000psi).

Las varillas de acero estructural ó el cable pretensado, deben tener esfuerzo nominal de fluencia mínimo de 4218 kg/cm² (60000psi).



ESLABON (Según ET- 366 CODENSA)

CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES	
a. Altura sobre el nivel del mar	2,640 m
b. Ambiente	Tropical
c. Humedad	Mayor al 90 %
d. Temperatura máxima y mínima	45 °C y - 5 °C respectivamente.
e. Temperatura promedio	14 °C.

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS	
a. Tensión Nominal del sistema	34.5 kV –13.2 kV – 11.4 kV – 600V
b. Frecuencia del sistema	60 Hz
c. Disposición del sistema	Trifásico trifilar (3 Fases)

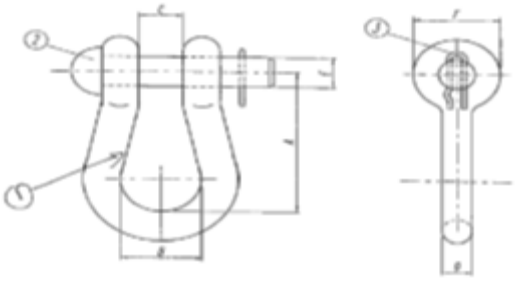
REQUISITOS

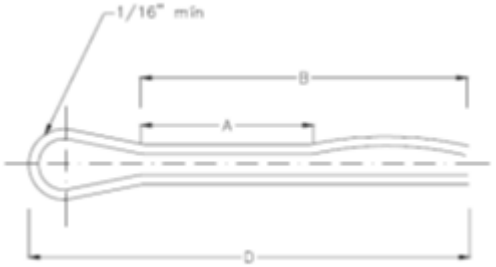
Son elementos de características geométricas y mecánicas tales que les permiten instalarse en soportes metálicos como elemento de apoyo horizontal o medio de fijación de otros elementos en las líneas de distribución aéreas de media y baja tensión, para servicio continuo.

Los eslabones en U deberán estar formadas por tres elementos: el eslabón, el pasador y el pin de seguridad.

El eslabón, en forma semicircunferencial con prolongaciones lisas y el pasador serán construidos en fundición de acero; la fundición debe ser de alta calidad y cumplir la norma NEMA PH5 o ASTM A339-55 Fundiciones; si el eslabón es doblado en frío, el acero debe ser de bajo silicio o sea menor de 0,05% (A34 - SAE1010 ó SAE1020) o en su defecto, deberá ser doblada en caliente.

El pin de seguridad será del tipo autoretensión y fabricado en latón, bronce o acero inoxidable.





DIÁMETRO DEL PIN	DIMENCIONES EN PULGADAS		
A	B	C	D
5/8"	1 1/5"	3/16"	1 1/2"

REQUISITOS QUÍMICOS DEL MATERIAL

REQUISITOS QUIMICOS DEL MATERIAL		
ELEMENTO	SAE 1010	SAE 1020
% Carbono	0,08 a 0,13	0,18 a 0,22
% Fósforo, máx.	0,05	0,05
% Azufre, máx	0,05	0,05
% Manganeso	0,3 a 0,6	0,3 a 0,6
% Silicio, máx	0,05	0,05

TORNILLO DE 5/8 x 38 mm (Según ET-457 CODENSA)

Servicio

Estos herrajes se usan para montar y/o fijar otros elementos; son de servicio continuo. Están formados por un cuerpo cilíndrico con cabeza y roscado (tornillo), arandelas planas, una arandela de presión y con otro elemento cilíndrico con una perforación central roscada (tuerca).

Son elementos de características geométricas y mecánicas tales que les permiten adaptarse a las limitaciones impuestas por otros elementos.

Los tornillos de acero galvanizado deberán ser fabricados según las especificaciones de las normas NTC 858 y ANSI/ASME B1.1 –1982, deberán ser galvanizadas según norma NTC 2076.

Las dimensiones y clases de roscas para tornillos y las tuercas roscadas internamente se fabricarán conforme con la tabla 1 y la norma NTC 858 y ANSI/ASME B1.1 – 1982.

ROSCA DEL TORNILLO

DIAMETRO NOMINAL	SERIE	CLASE DE AJUSTE	ERROR ADMISIBLE	DIAMETRO MAYOR		DIAMETRO MEDIO -PITCH			DIAMETRO MENOR
				MAX	MIN	MAX	MIN	TOLERANCIA	MAX
3/8" - 16	UNC	2A	0,0013	0,3737	0,3643	0,3331	0,3287	0,0044	0,2992
1/2" - 13	UNC	2A	0,0015	0,4985	0,4876	0,4485	0,4435	0,0050	0,4152
5/8" - 11	UNC	2A	0,0016	0,6234	0,6113	0,5644	0,5589	0,0055	0,5250

ROSCA DE LA TUERCA

DIAMETRO NOMINAL	SERIE	CLASE DE AJUSTE	ERROR ADMISIBLE	DIAMETRO MENOR		DIAMETRO MEDIO -PITCH			DIAMETRO MENOR
				MIN	MAX	MIN	MAN	TOLERANCIA	MIX
3/8" -16	UNC	2B		0,307	0,321	0,3344	0,3401	0,0057	0,3750
1/2" - 13	UNC	2B		0,417	0,434	0,4500	0,4565	0,0065	0,5000
5/8" - 11	UNC	2B		0,527	0,546	0,5660	0,5732	0,0072	0,6250

Las medidas de las tablas son en pulgadas.

Las roscas serán roscas unificas según normas ANSI/ASME B1.1 –1982. El perfil de rosca será según la misma norma, con ángulo de 60 grados.

Las tuercas serán galvanizadas en caliente y las roscas pueden ser repasadas en la rosca en dimensiones estándar. La rosca interna no queda necesariamente galvanizada. Las tuercas darán un ajuste clase 2B y entrarán libremente (manualmente) en el tornillo.

Químicos

Los tornillos, arandelas y las tuercas deben cumplir con los requisitos que se citan en la siguiente tabla:

REQUISITOS QUIMICOS			
ELEMENTO	ARANDELAS DE PRESIÓN	PERNOS	TUERCAS Y ARANDELAS
% Carbono, máx.	0,55	0,28	0,28
% Fósforo, máx.	0,048	0,048	0,048
% Azufre, máx	0,058	0,058	0,058
% Manganeso mín		-	-

Requisitos del Recubrimiento

Los tornillos de acero, arandelas y las tuercas serán totalmente galvanizadas por inmersión en caliente y deberán cumplir con las especificaciones técnicas de la norma NTC 2076 y deben estar libres de burbujas, áreas sin revestimiento, depósitos de escoria, manchas negras y cualquier otro tipo de inclusiones o imperfecciones.

Los tornillos de acero, arandelas y las tuercas cumplirán con clase C según Norma NTC 2076.

REQUISITOS DE GALVANIZADO				
ELEMENTO	PROMEDIO		MÍNIMO	
	gr/m^2	µmm	gr/m^2	µmm
Elementos Roscados	397	56,6	336	48

Requisitos del Acabado

Los pernos y las tuercas deben ser de una sola pieza, libres de soldaduras, libres de deformaciones, fisura, aristas cortantes, y defectos de laminación. El galvanizado debe estar libre de burbujas, depósitos de escorias, manchas negras, excoriaciones y/u otro tipo de inclusiones.

CONECTOR TIPO CUÑA (Según ET-356 CODENSA)

El conector tipo cuña debe cumplir las exigencias de la ET- 356 de CODENSA.



CONDICIONES DE UTILIZACIÓN

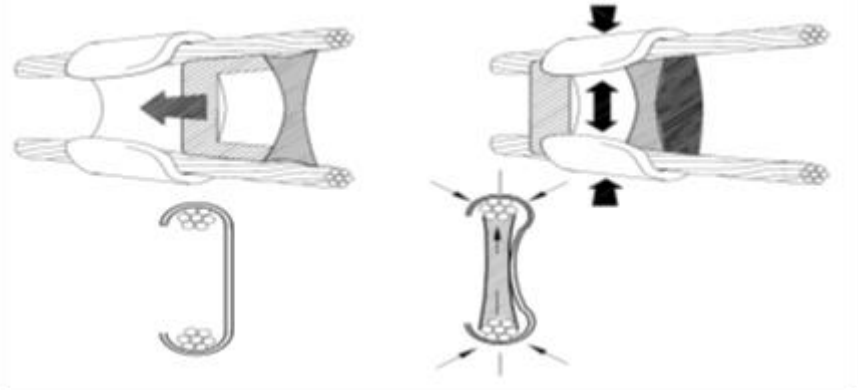
Este tipo de conector es adecuado para utilizarlo en conexiones que se encuentren sometidas a esfuerzos mecánicos o de vibración ya sea por efecto del viento o bien propios de la instalación, tales como: conexión entre redes aéreas y subterráneas y conexión a equipos.

Las redes aéreas, sobre las que se instalarán los conectores, están constituidas por cables o conductores que responden a los siguientes calibres:

Conductor desnudo de ACSR, 125, 100, 63 y 25 mm^2.

CONDICIONES AMBIENTALES

La zona de instalación, es generalmente de clima cálido y húmedo.
La temperatura podrá presentar cambios dentro de los límites de -5 °C a 40 °C.
La humedad relativa ambiente podrá alcanzar valores de saturación.



APLICACIONES

En pases y empalmes de media tensión.

CONDUCTOR PRINCIPAL		CONDUCTOR EN DERIVACIÓN		CODIGO SAP	SIMBOLO
mm^2	ø mm.	mm^2	ø mm.		
125	16.3	125	16.3		S68
125	16.3	100	13.40		S69
125	16.3	63	10.65		S70
125	16.3	25	5.88		S73
100	13.40	100	13.40	6762368/6762362	S74
100	13.40	63	10.65		S75
100	13.40	25	5.88	6762444	S78
63	10.65	63	10.65		S79
63	10.65	25	5.88	6762408	S82
25	5.88	25	5.88		S88

ASTM	6201
NEMA	CC 3–1973
ANSI	C1194
NORMAS	

GRAPA TERMINAL TIPO RECTO (Según ET-350 CODENSA)

La Grapa terminal tipo recto debe cumplir las exigencias de la ET- 350 de CODENSA.

SERVICIO

Las grapas son elementos mecánicos que trabajan a tracción y cuya única función es suspender el cable en las líneas aéreas de media tensión, estos elementos serán empleados a la intemperie, siendo ésta generalmente en climas que van desde el cálido al frío y desde el húmedo hasta el calido

La grapa debe permitir sujetar conductores para calibres (mm):

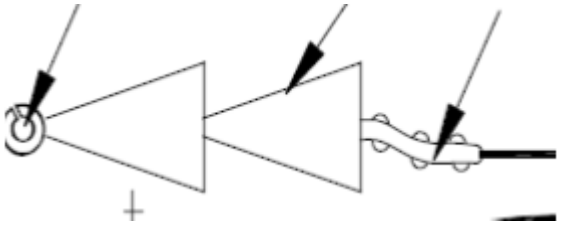
Cables ACSR de 25 mm^2 al 125 mm^2

REQUISITOS

Son elementos de características geométricas y mecánicas tales que les permiten adaptarse a las limitaciones impuestas por otros elementos.

Las grapas terminal metálica tipo recto para líneas aéreas de media tensión estarán construidos con materiales de la mejor calidad para ese fin, debiéndose descartar el empleo de materiales alterables por la humedad, radiación solar y otras condiciones ambientales desfavorables.

Grapa Terminal tipo recto



MATERIAL DEL CABLE	MATERIAL DE LA GRAPA
De aleación de aluminio ó aleación de aluminio con alma de acero	De aleación de aluminio 356 con tratamiento térmicoT6
De aleación de aluminio ó aleación de aluminio con alma de acero	De aleación de aluminio 355 con tratamiento térmico T5

QUÍMICOS

Las grapas de terminal metálicas para media tensión deben cumplir con los siguientes requisitos:

Las grapas se deben fabricar con el material de la tabla No.1, teniendo en cuenta el material del cable que está en contacto con la grapa, para minimizar el par galvánico y la pérdida de potencia debida la calentamiento por efecto magnético.

Deben fabricarse en cualquiera de los siguientes procesos: fundición en arena, fundición en moldes permanentes o semipermanentes y por forja.

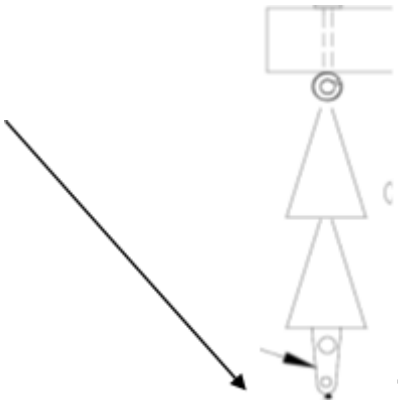
MATERIAL DEL CABLE	MATERIAL DE LA GRAPA
De aleación de aluminio ó aleación de aluminio con alma de acero	De aleación de aluminio 356 con tratamiento térmicoT6
De aleación de aluminio ó aleación de aluminio con alma de acero	De aleación de aluminio 355 con tratamiento térmico T5

El cuerpo de la grapa puede ser de cualquier material de los indicados en la anterior tabla y debe cumplir los siguientes requisitos químicos.

TIPO DE MATERIAL:	ALEACIÓN DE ALUMINIO 355	ALEACIÓN DE ALUMINIO A 356
% Silicio	4.5 a 5.5	6,50 a 7,50
% Magnesio	0,40-0,6	0,25 a 0,45
% Cobre	1.0 a 1.5	0,20 máx
% Hierro	0,60 máx	0,20 máx
% Zinc	0,35 máx	0,10 máx
% Titanio	0,25 máx	0,20 máx
% Manganeso	0,5 máx	0,10 máx
% Cromo	0,25 máx	-----
% otros cada uno máx	0,05 máx	0,05 máx
% otros máx total	0,15 máx	0,15 máx

TUERCA DE OJO ALARGADA (Según ET-454 CODENSA)

La Tuerca de ojo alargada debe cumplir las exigencias de la ET- 454 de CODENSA.



TUERCA DE OJO ALARGADA

SERVICIO

Estos herrajes se usan para montar y/o fijar sobre otros elementos como espárragos y tornillos; son de servicio continuo. Están formados por un cuerpo cilíndrico con una perforación central roscada y una argolla, formando una sola pieza.

REQUISITOS

Son elementos de características geométricas y mecánicas tales que les permiten adaptarse a las limitaciones impuestas por otros elementos.

Las tuercas de ojo alargado deberán ser fabricadas en fundición de acero o fundición nodular, cumpliendo con las especificaciones de la norma NEMA PH5 o ASTM A339-55 Fundiciones Nodulares, última revisión y deberán ser galvanizadas según norma NTC 2078.

Las dimensiones y clases de roscas para las tuercas roscadas internamente tendrán una rosca que esté de acuerdo con la Tabla 1 y la norma NTC 858, ANSI/ASME B1.1 –1982 y 1645; tanto en los requisitos geométricos como químicos y mecánicos.

DIMENSIONES DE LAS ROSCAS

DIAMETRO NOMINAL	SERIE	CLASE	DIAMETRO MENOR		DIAMETRO MEDIO			DIAMETRO MAYOR
			MÍN.	MAX.	MÍN	MAX	TOLERANCIA	MÍN
5/8	UNC	2B	0,527	0,546	0,5660	0,5732	0,0072	0,6250
3/4	UNC	2B	0,642	0,663	0,6850	0,6927	0,0077	0,7500

Las roscas serán roscas unificas según normas ANSI/ASME B1.1 – 1982. El perfil de rosca será según la misma norma, con ángulo de 60 grados.

Las tuercas serán galvanizadas en caliente y las roscas pueden ser repasadas en la rosca en dimensiones estándar. La rosca interna no queda necesariamente galvanizada. Las tuercas darán un ajuste clase 2B y entrarán libremente (manualmente) en el espárrago.

Las tuercas deben cumplir con los requisitos consignados en la siguiente tabla:

REQUISITOS QUIMICOS		
ELEMENTO	**FUNDICIÓN NODULAR**	**SAE 1020**
% Carbono	3,2 a 4,1	0,18 a 0,22
% Fósforo, máx.	0,1	0,05
% Azufre, máx	0,03	0,05
% Manganeso mín	0,8	0,3 a 0,6
% Silicio,	1,8 a 2,8	0,05

Asisladores

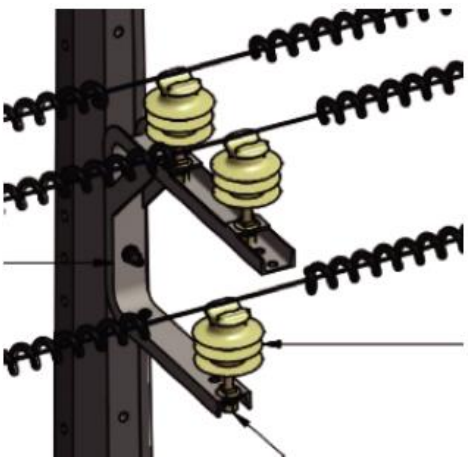
Denben ser fabricados en polietileno de alta densidad, con una permitividas adecuada que sea compatible con el aislamiento del cable, resisyebte a rayos UV, a la intemperie y al trackin eléctrico

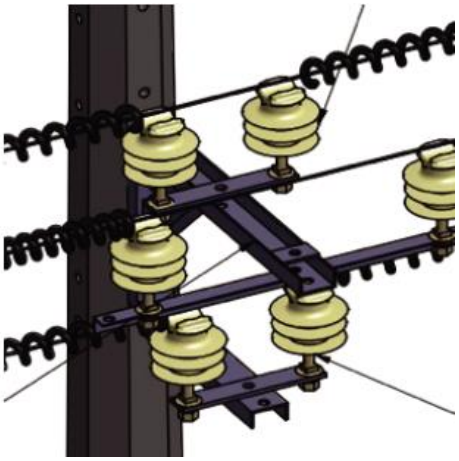


Brazos tipo L:



Brazos tipo C



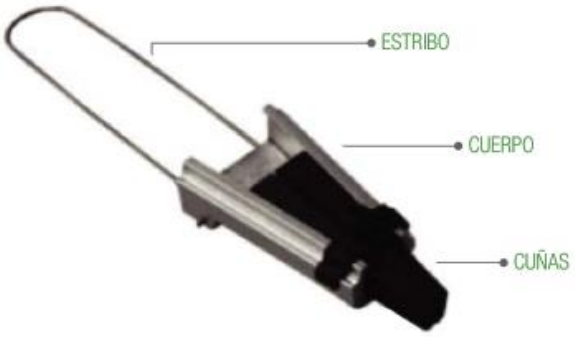


Brazo Antibalanceo



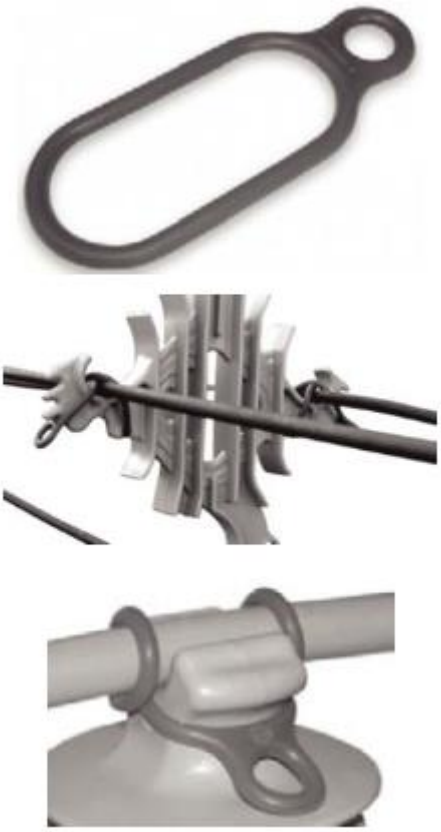


Retenciones





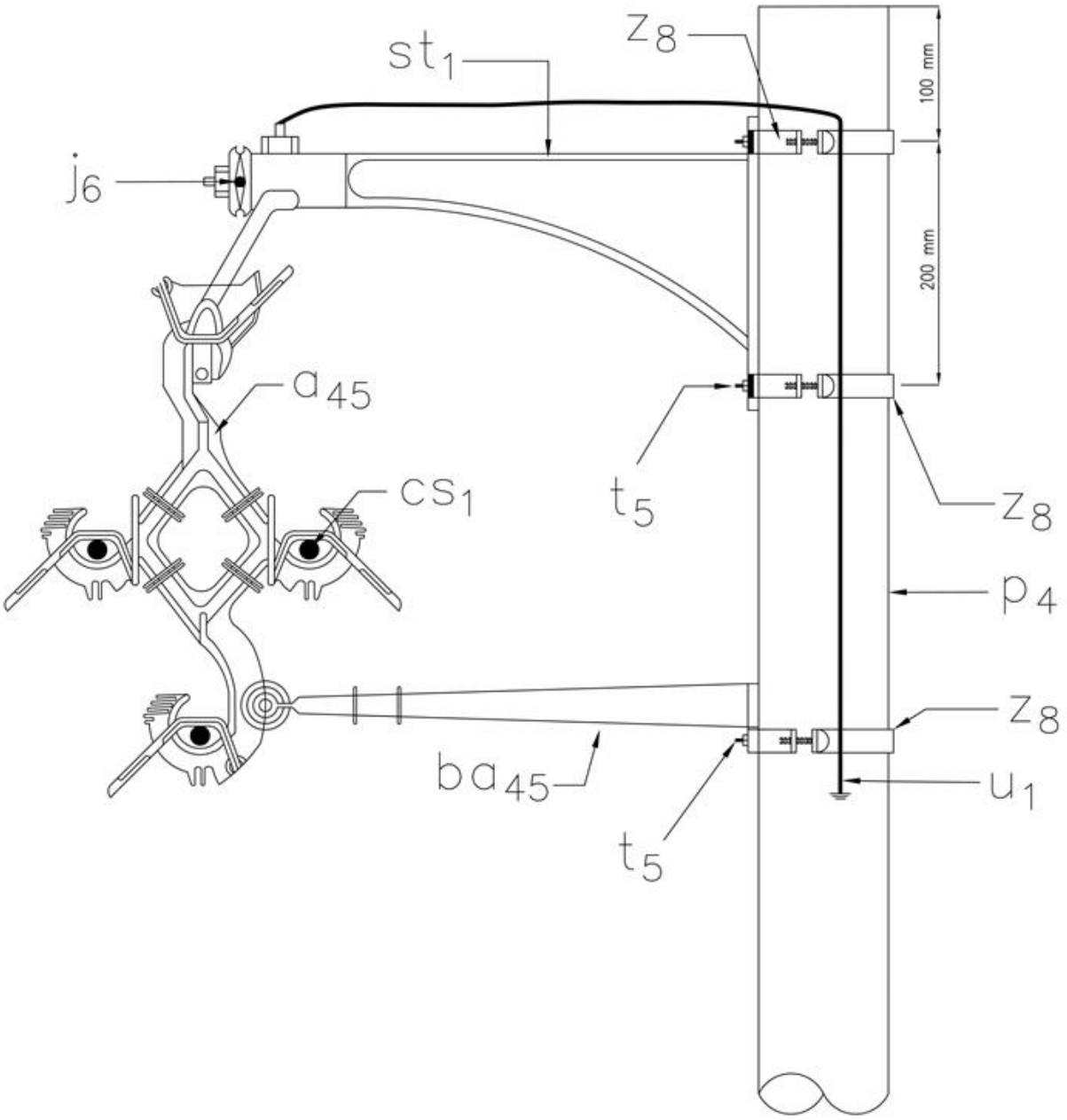
Atadura de caucho



7.4.6 SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y PUESTA EN SERVICIO DE ESTRUCTURA DE SUSPENSIÓN EN MEDIA TENSIÓN A 13,2 KV, PARA RED COMPACTA O ABIERTA, CONFORME A LAS NORMAS Y ESPECIFICACIONES DEL OPERADOR DE RED. INCLUYE LA GESTIÓN DE TRÁMITES Y LA OBTENCIÓN DE APROBACIONES ANTE EL OPERADOR DE RED, LA EJECUCIÓN DE MANIOBRAS DE DESENERGIZACIÓN CUANDO APLIQUE, EL MONTAJE Y VESTIDA DE LA ESTRUCTURA, ASÍ COMO TODOS LOS ACCESORIOS NECESARIOS, TALES COMO CRUCETAS, RETENIDAS, CABLE DE ACERO GALVANIZADO, SISTEMAS DE ANCLAJE AL SUELO, ÁNGULOS Y TERMINALES, HERRAJES, ABRAZADERAS DE POSTE, PERNOS PASANTES, GRAPAS, PLATINAS Y TORNILLERÍA GALVANIZADA. INCLUYE ADEMÁS EL SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE AISLADORES, CONECTORES Y, CUANDO LA FUNCIÓN DE LA ESTRUCTURA LO REQUIERA, EQUIPOS DE PROTECCIÓN Y MANIOBRA COMO CORTACIRCUITOS FUSIBLES, PARARRAYOS, SECCIONADORES O CUCHILLAS, ASÍ COMO TODAS LAS ACTIVIDADES, MATERIALES Y ELEMENTOS NECESARIOS PARA GARANTIZAR EL CORRECTO MONTAJE, OPERACIÓN Y FUNCIONAMIENTO DE LA ESTRUCTURA.

Unidad de medida y pago: La indicada en el cuadro de cantidades.

LA461 Red compacta 13,2 kV circuito tangencial con ángulos hasta de 6°



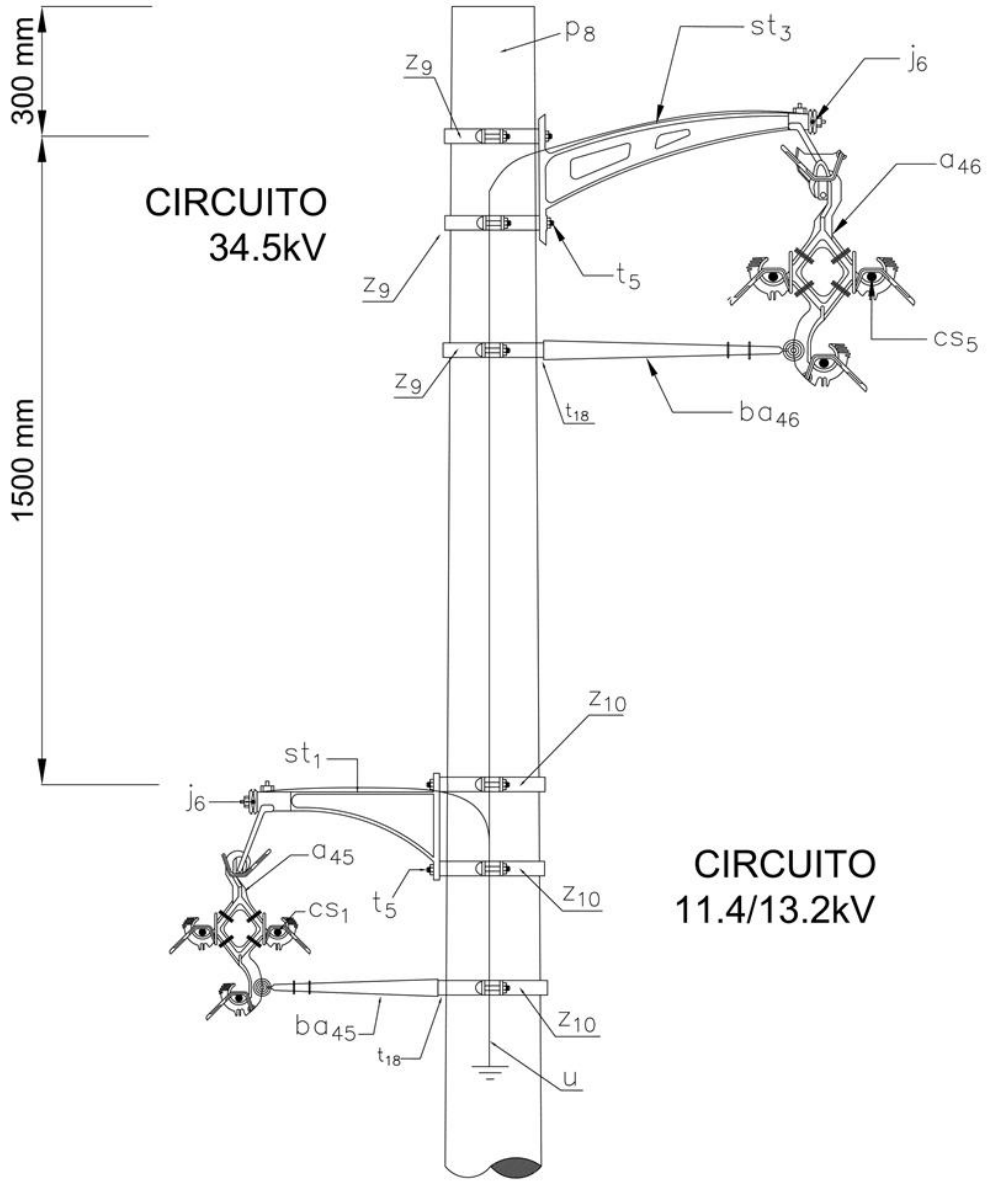
SÍMB.	CANT.	CÓDIGO	ESP. TÉCNICA	DESCRIPCIÓN
a 45	1	163152	E-MT-027	Espaciador angular 15 kV con grapas
ba 45	1	163237	ET261	Brazo antibalanceo 15 kV
cs 1		330015	GSCC021	Cable semiaislado AAC 95 mm 2
j 6	1	310410	E-MT-028	Cable mensajero de acero 3/8''
st 1	1	251483	ET443	Soporte tangencial tipo 1-15 kV con estribo y tornillo

t 5	3	251363	ET456	Tornillo carruaje 5/8" x 1 1/2"
u 1	1	201150	ET492	SPT Acero 6.3 Red compacta
z 8	3	274299	ET431	Abrazadera de una salida tipo 3, 180 mm (2)

ALTERNATIVAS :
(1) Poste de fibra (ET205) o metálico (ET208). El poste que aparece en la lista es una referencia, consulte la norma (LA010-1) para su selección.
(2) La abrazadera que aparece en la lista es una referencia, consulte la ET431 para su selección adecuada

NOTAS :
El mensajero se debe aterrizar aproximadamente cada 100 metros de red compacta
Esta estructura se utiliza cada 200 m de red aproximadamente, alternando con las estructuras sin brazo antibalanceo.
Se deben ubicar espaciadores a una distancia de 7 a 10 m desde el poste.

LA472 Red compacta construcción tangencial de 2 ctos con brazo antibalanceo



SÍMB.	CANT.	CÓDIGO	ESP. TÉCNICA	DESCRIPCIÓN
a 45	1	163152	E-MT-027	Espaciador angular 15 kV con grapas
a 46	1	163154	E-MT-027	Espaciador angular 34,5 kV con grapas
ba 45	1	163237	ET261	Brazo antibalanceo 15 kV
ba 46	1	163238	ET261	Brazo antibalanceo 35 kV
cs 1		330015	GSCC021	Cable semiaislado AAC 95 mm 2 15 kV
cs 5		330014	GSCC021	Cable semiaislado AAC 95 mm 2 35 kV
j 6		310410	E-MT-028	Cable de acero galvanizado 3/8”

S 17	2	274273	ET303	Conector de compresión tipo H (1/0 a 4 AWG)(3)
st 1	1	251483	ET443	Soporte tangencial tipo 1-15 kV con estribo y tornillo (2)
st 3	1	251490	ET443	Soporte tangencial 35 kV con estribo y tornillo (2)
t 5	4	251363	ET456	Tornillo carruaje 5/8” x 1 1/2"
t 18	2	251370	ET457	Tornillo de acero galvanizado 1/2" x 3"
u	1	201150	ET492	SPT Acero 6.3 Red compacta
z 9	3	274300	ET431	Abrazadera de una salida tipo 4, 200 mm (3)
z 10	3		ET431	Abrazadera de una salida tipo 5, 250 mm (3)

ALTERNATIVAS:
(1) Poste de fibra (ET205) o metálico (ET208). El poste que aparece en la lista es una referencia, consulte la norma (LA 010-1) para su selección.
(2) La abrazadera que aparece en la lista es una referencia, consulte la ET431 para su selección adecuada.
(3) El conector que aparece en la lista es una referencia, consultar la ET303 para su selección adecuada y la Norma LA 011 de utilización de conectores en líneas Aéreas de 11,4 kV, 13,2 kV y 34,5 kV.

NOTAS:
- El mensajero se debe aterrizar cada 100 m de red aproximadamente
- Se deben ubicar espaciadores a una distancia de 7 a 10m desde el poste.

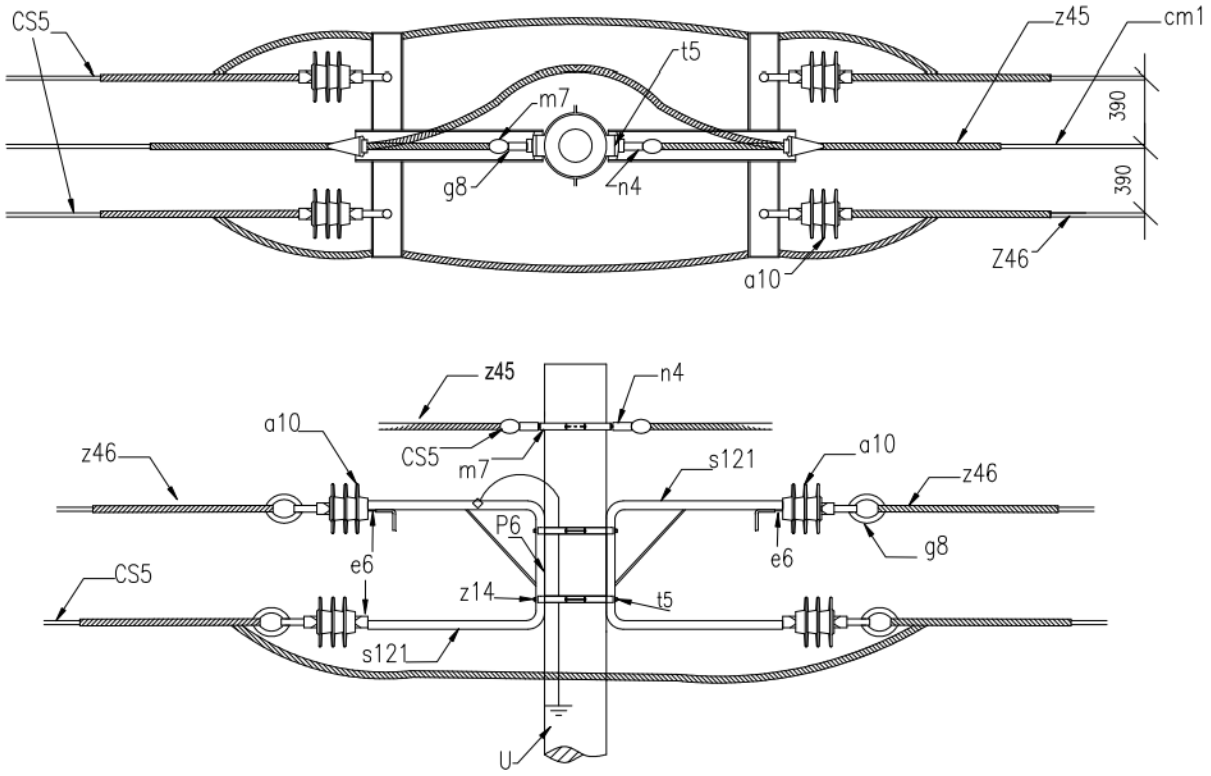
Nota: La estructura aquí propuesta es de carácter referencial y podrá ser ajustada de conformidad con los requisitos técnicos del Operador de Red. En todo caso, deberá incluir, sin costo adicional, la totalidad de los elementos, equipos y accesorios necesarios para su correcta instalación, operación y puesta en servicio.

7.4.7 SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y PUESTA EN SERVICIO DE ESTRUCTURA DE RETENCIÓN EN MEDIA TENSIÓN A 13,2 KV, PARA RED COMPACTA O ABIERTA, CONFORME A LAS NORMAS Y ESPECIFICACIONES DEL OPERADOR DE RED. INCLUYE LA GESTIÓN DE TRÁMITES Y LA OBTENCIÓN DE APROBACIONES ANTE EL OPERADOR DE RED, LA EJECUCIÓN DE MANIOBRAS DE DESENERGIZACIÓN CUANDO APLIQUE, EL MONTAJE Y VESTIDA DE LA ESTRUCTURA, ASÍ COMO TODOS LOS ACCESORIOS NECESARIOS, TALES COMO CRUCETAS, RETENIDAS, CABLE DE ACERO GALVANIZADO, SISTEMAS DE ANCLAJE AL SUELO, ÁNGULOS Y TERMINALES, HERRAJES, ABRAZADERAS DE POSTE, PERNOS PASANTES, GRAPAS, PLATINAS Y TORNILLERÍA GALVANIZADA. INCLUYE ADEMÁS EL SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE AISLADORES, CONECTORES Y, CUANDO LA FUNCIÓN DE LA ESTRUCTURA LO REQUIERA, EQUIPOS DE PROTECCIÓN Y MANIOBRA COMO CORTACIRCUITOS FUSIBLES, PARARRAYOS, SECCIONADORES O

CUCHILLAS, ASÍ COMO TODAS LAS ACTIVIDADES, MATERIALES Y ELEMENTOS NECESARIOS PARA GARANTIZAR EL CORRECTO MONTAJE, OPERACIÓN Y FUNCIONAMIENTO DE LA ESTRUCTURA.

Unidad de medida y pago: La indicada en el cuadro de cantidades.

LA478 Red compacta 13.2 kV. Retención doble triangular



SIMB	CANT	CODIGO	ESP. TECNICA	DESCRIPCIÓN
a 27	6	300546	GSCC010/01	Aislador de suspensión polimérico 24 kV
cs 1		330015	GSCC021	Cable semiaislado AAC 95 mm2 15 kV
e 6	6	251492	ET366	Eslabón en U de 5/8”
g 0	2	251378	ET-350	Grapa terminal tipo recta para cables entre 25-63mm2
g 10	6	251487	ET466	Guardacabos 5/8"
j 6		310410	E-MT-028	Cable de acero galvanizado 3/8”
m 7	2	251362	ET454	Tuerca de ojo alargado 5/8”
s 121	2	251484	ET444	Soporte para final de circuito tipo 5
s 17	2	274273	ET-303	Conector de compresión de ranuras paralelas tipo 1 (1)
t 5	4	251363	ET456	Tornillo de carruaje 5/8"x1 1/2"
t 9	2	274482	ET-457	Tornillo de acero galvanizado 5/8" x 2"
u	1	201150	ET492	SPT Acero 6.3 Red compacta

z 14	3	274311	ET432	Abrazadera de dos salidas tipo 4, 200 mm (3)
z 46	6		ET445	Amarre preformado para cable semiaislado 95mm²

ALTERNATIVAS :
(1) El conector que aparece en la lista es una referencia, o consultar la ET-303 para su selección adecuada.
(2) Poste de fibra (ET205) o metálico (ET208). El poste que aparece en la lista es una referencia, consulte la norma (LA010-1) para su selección
(3) La abrazadera que aparece en la lista es una referencia, consulte la ET432 para su selección adecuada.

NOTA :
El mensajero sólo debe aterrizarse, cada 100 metros de red aproximadamente.
Deben ubicarse espaciadores a una distancia máxima de 12 metros medidos desde el poste en ambos sentidos.

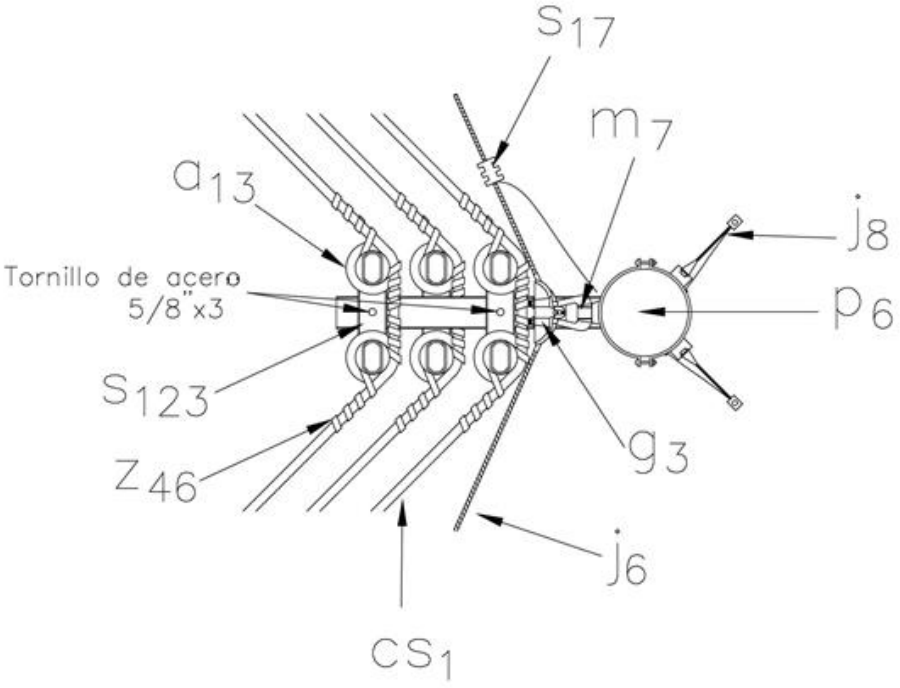
Nota: La estructura aquí propuesta es de carácter referencial y podrá ser ajustada de conformidad con los requisitos técnicos del Operador de Red. En todo caso, deberá incluir, sin costo adicional, la totalidad de los elementos, equipos y accesorios necesarios para su correcta instalación, operación y puesta en servicio.

7.4.8 SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y PUESTA EN SERVICIO DE ESTRUCTURA DE ÁNGULO EN MEDIA TENSIÓN A 13,2 KV, PARA RED COMPACTA O ABIERTA, CONFORME A LAS NORMAS Y ESPECIFICACIONES DEL OPERADOR DE RED. INCLUYE LA GESTIÓN DE TRÁMITES Y LA OBTENCIÓN DE APROBACIONES ANTE EL OPERADOR DE RED, LA EJECUCIÓN DE MANIOBRAS DE DESENERGIZACIÓN CUANDO APLIQUE, EL MONTAJE Y VESTIDA DE LA ESTRUCTURA, ASÍ COMO TODOS LOS ACCESORIOS NECESARIOS, TALES COMO CRUCETAS, RETENIDAS, CABLE DE ACERO GALVANIZADO, SISTEMAS DE ANCLAJE AL SUELO, ÁNGULOS Y TERMINALES, HERRAJES, ABRAZADERAS DE POSTE, PERNOS PASANTES, GRAPAS, PLATINAS Y TORNILLERÍA GALVANIZADA. INCLUYE ADEMÁS EL SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE AISLADORES, CONECTORES Y, CUANDO LA FUNCIÓN DE LA ESTRUCTURA LO REQUIERA, EQUIPOS DE PROTECCIÓN Y MANIOBRA COMO CORTACIRCUITOS FUSIBLES, PARARRAYOS, SECCIONADORES O CUCHILLAS, ASÍ COMO TODAS LAS ACTIVIDADES, MATERIALES Y ELEMENTOS NECESARIOS PARA GARANTIZAR EL CORRECTO MONTAJE, OPERACIÓN Y FUNCIONAMIENTO DE LA ESTRUCTURA.

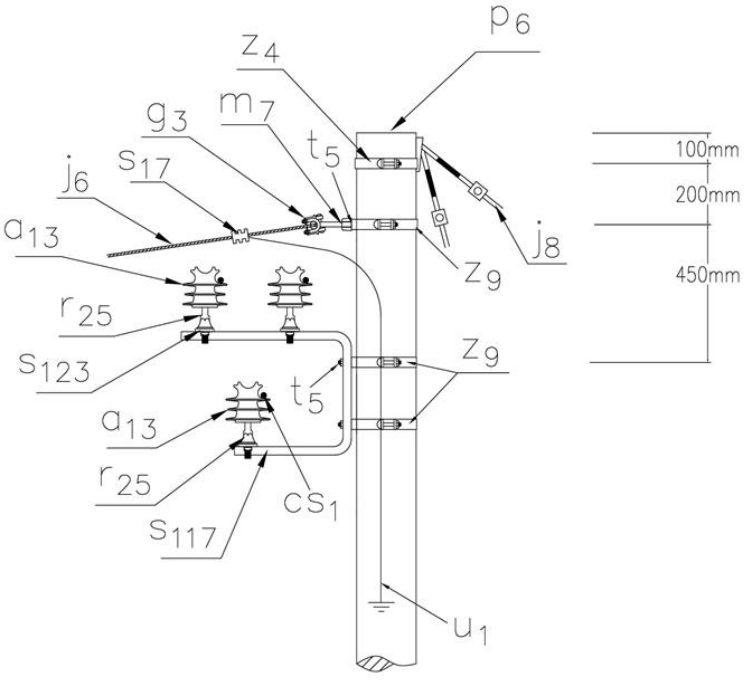
Unidad de medida y pago: La indicada en el cuadro de cantidades.

LA466 Red compacta para ángulos de 61° a 90° con doble aislador 13,2 kV

VISTA SUPERIOR



VISTA LATERAL



SÍMB.	CANT.	CÓDIGO	ESP. TÉCNICA	DESCRIPCIÓN
a 13	6	300536	E-MT-011	Aislador polimérico de pin ANSI 55-4 (15 kV)
cs 1		330015	GSCC021	Cable semiaislado AAC 95 mm 2 15 kV
g 3	1		ET351	Grapa de suspensión de M.T.
j 6		310410	E-MT-028	Cable de acero galvanizado 3/8''
j 8	4			Templete (1)(2)
m 7	1	251362	ET454	Tuerca de ojo alargada 5/8"
r 25	6	201072	ET414	Porta aislador para cruceta metálica 15kV espigo ¾"
s 17	1	274273	ET303	Conector de compresión de ranuras paralelas tipo 1 (4)
s 117	1	251485	ET444	Soporte Angular tipo 1-15 kV
s 123	3		ET444	Platina para soporte de dos aisladores
t 5	3	251363	ET456	Tornillo de carruaje 5/8" x 1 1/2"
u 1	1	201150	ET492	SPT Acero 6.3 Red compacta
z 4	1	274281	ET433	Abrazadera sin salida tipo 4, 200 mm (3)
z 9	3	274300	ET431	Abrazadera de una salida tipo 4, 200 mm (4)
z 46	6		ET445	Amarre preformado para cable semiaislado 95mm²

ALTERNATIVAS:
(1) Templete según se requiera LA411 , LA413 , LA415 , LA419 .
(2) En caso de no poder instalar templete utilizar poste con una carga mayor a 1350 kgf.
(3) Poste metálico (ET208) o Poste de Fibra (ET205). El poste que aparece en la lista es una referencia, consulte la norma LA010-1 para su selección.
(4) El conector que aparece en la lista es una referencia, consultar la ET303 para su selección adecuada y la norma LA011 de utilización de conectores en líneas Aéreas de 11,4 kV, 13,2 kV y 34,5 kV.
(5) La abrazadera que aparece en la lista es una referencia, consulte la ET433 para su selección adecuada.
(6) La abrazadera que aparece en la lista es una referencia, consulte la ET431 para su selección adecuada.

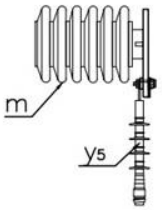
NOTAS:
- El mensajero sólo debe aterrizarse cada 100 metros de red aproximadamente.
- Deben ubicarse espaciadores a una distancia máxima de 12 metros medidos desde el poste en ambos sentidos.

Nota: La estructura aquí propuesta es de carácter referencial y podrá ser ajustada de conformidad con los requisitos técnicos del Operador de Red. En todo caso, deberá incluir, sin costo adicional, la totalidad de los elementos, equipos y accesorios necesarios para su correcta instalación, operación y puesta en servicio.

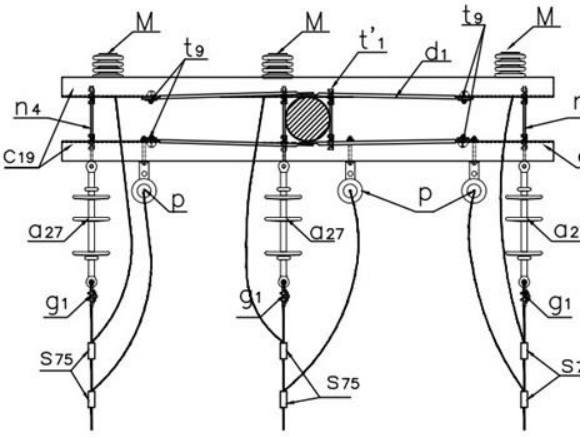
7.4.9 SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y PUESTA EN SERVICIO DE ESTRUCTURA TERMINAL EN MEDIA TENSIÓN A 13,2 KV, PARA RED COMPACTA O ABIERTA, CONFORME A LAS NORMAS Y ESPECIFICACIONES DEL OPERADOR DE RED. INCLUYE LA GESTIÓN DE TRÁMITES Y LA OBTENCIÓN DE APROBACIONES ANTE EL OPERADOR DE RED, LA EJECUCIÓN DE MANIOBRAS DE DESENERGIZACIÓN CUANDO APLIQUE, EL MONTAJE Y VESTIDA DE LA ESTRUCTURA, ASÍ COMO TODOS LOS ACCESORIOS NECESARIOS, TALES COMO CRUCETAS, RETENIDAS, CABLE DE ACERO GALVANIZADO, SISTEMAS DE ANCLAJE AL SUELO, ÁNGULOS Y TERMINALES, HERRAJES, ABRAZADERAS DE POSTE, PERNOS PASANTES, GRAPAS, PLATINAS Y TORNILLERÍA GALVANIZADA. INCLUYE ADEMÁS EL SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE AISLADORES, CONECTORES Y, CUANDO LA FUNCIÓN DE LA ESTRUCTURA LO REQUIERA, EQUIPOS DE PROTECCIÓN Y MANIOBRA COMO CORTACIRCUITOS FUSIBLES, PARARRAYOS, SECCIONADORES O CUCHILLAS, ASÍ COMO TODAS LAS ACTIVIDADES, MATERIALES Y ELEMENTOS NECESARIOS PARA GARANTIZAR EL CORRECTO MONTAJE, OPERACIÓN Y FUNCIONAMIENTO DE LA ESTRUCTURA.

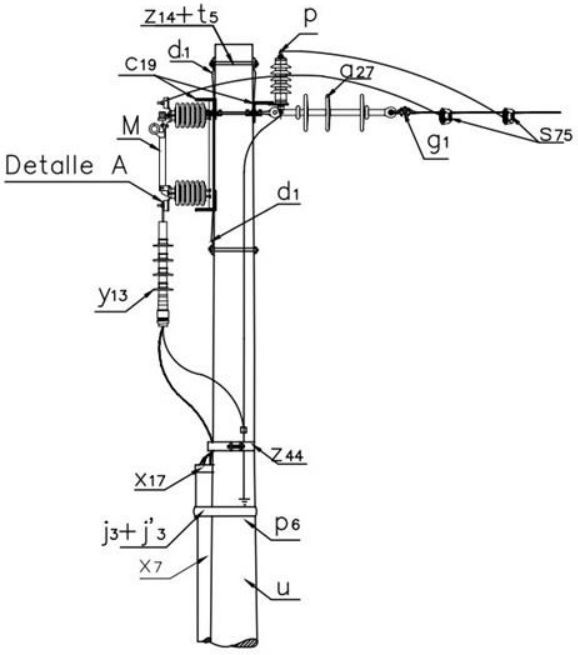
Unidad de medida y pago: La indicada en el cuadro de cantidades.

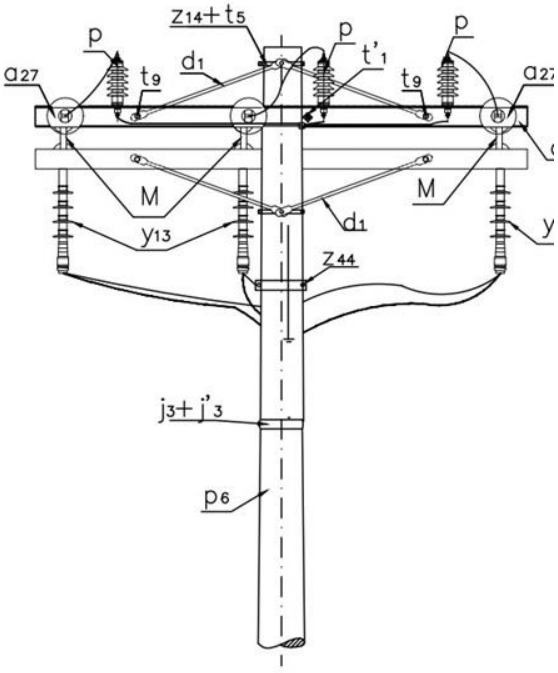
LA221 Circuito primario sencillo salida de subestación o subterranización del circuito principal.



DETALLE A







SÍMB.	CANT.	CÓDIGO	ESP. TÉCNICA	DESCRIPCIÓN
a27	3	300013	GSCC010	Aislador de suspensión polimérico 24 kV
c19	2	251506	ET-419	Cruceta metálica de 2,5 m
d1	4	240083	ET-405	Diagonal metálica en varilla tipo 1
g1	3	251359	ET-350	Grapa terminal tipo recto para

				cables entre 3/0 AWG – 266,8 kcmil
j3	2	780182	ET-450	Metros de cinta de acero inoxidable 5/8”x 0,03”
j´3	2	780351	ET-450	Hebilla de acero inoxidable 5/8”
M	3	140995	E-MT-006	Seccionador monopolar 15 kV
n4	3	201020	ET-461	Perno de ojo tipo 4 (5/8” x 400 mm)
P	3	170892	GSCC016	DPS - Descargadores de sobretensión de óxido metálico 12 kV 10 A
s75	6	274320	ET-356	Conector tipo cuña P=95 D=70mm² o 4/0-2/0AWG (2)
t’1	1	251386	ET-455	Espárrago 5/8" x 12"
t5	2	251363	ET-456	Tornillo de carruaje 5/8" x 1 1/2"
t9	4	274482	ET-457	Tornillo de acero galvanizado 5/8" x 2"
u	1	201150	ET-492	Accesorios para puesta a tierra
x7	6	163157	ET-601	Metros de tubo galvanizado 4" (3)
x17	2		ET-604	Boquilla galvanizada 4" (3)
y5	3	274585	GSCC005	Terminal exterior 24 kV 35-95 mm2 (4)
	1	250002	ET-495	Elemento de sujeción cable MT aislado a poste
z14	1	274311	ET-432	Abrazadera de dos salidas tipo 4, 200 mm (5)

ALTERNATIVAS:

(1) Poste metálico (GSS003) o Poste de Fibra (GSS005).
(2) El conector que aparece en la lista es una referencia, consulte la ET-356 para su selección adecuada.
(3) Dependiendo del calibre del conductor de 15kV o si hace parte del circuito principal se utilizará ducto de 6”

(4) Los terminales contraíbles en frio para uso exterior que aparecen en la lista son una referencia, consulte la Especificación Técnica (GSCC005) para su adecuada selección
(5) La abrazadera que aparece en la lista es una referencia, consulte la ET-432 para su selección adecuada.

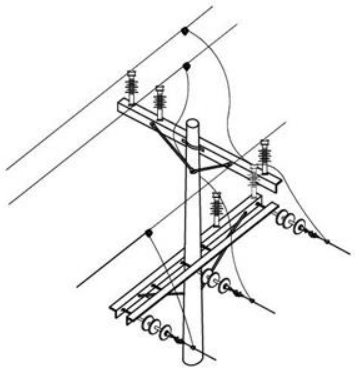
NOTAS:
- El terminal contraíble en frio para uso exterior (GSCC005) incluye el conector terminal de compresión tipo pala con una perforación M12 para el apantallamiento.
- En caso de requerir templete existen las siguientes opciones: LA411, LA413, LA415 y LA419.

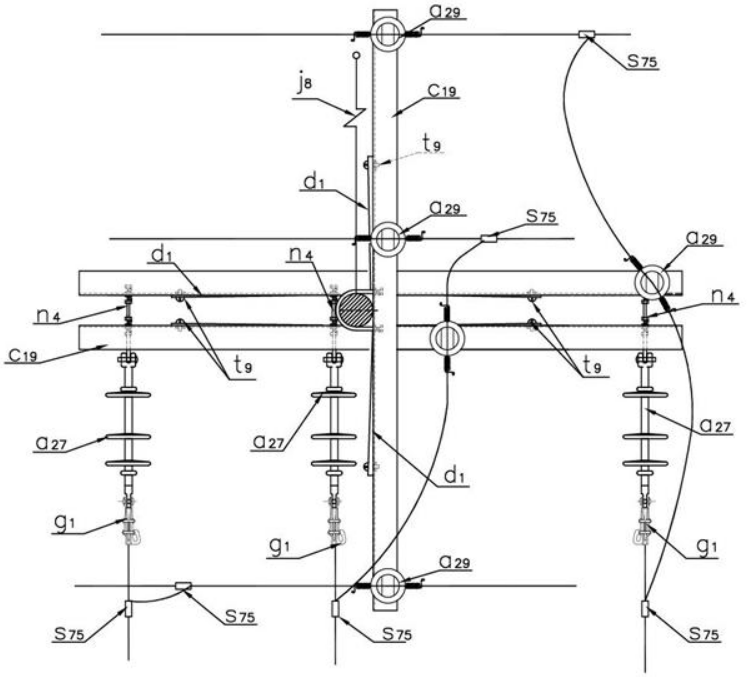
Nota: La estructura aquí propuesta es de carácter referencial y podrá ser ajustada de conformidad con los requisitos técnicos del Operador de Red. En todo caso, deberá incluir, sin costo adicional, la totalidad de los elementos, equipos y accesorios necesarios para su correcta instalación, operación y puesta en servicio.

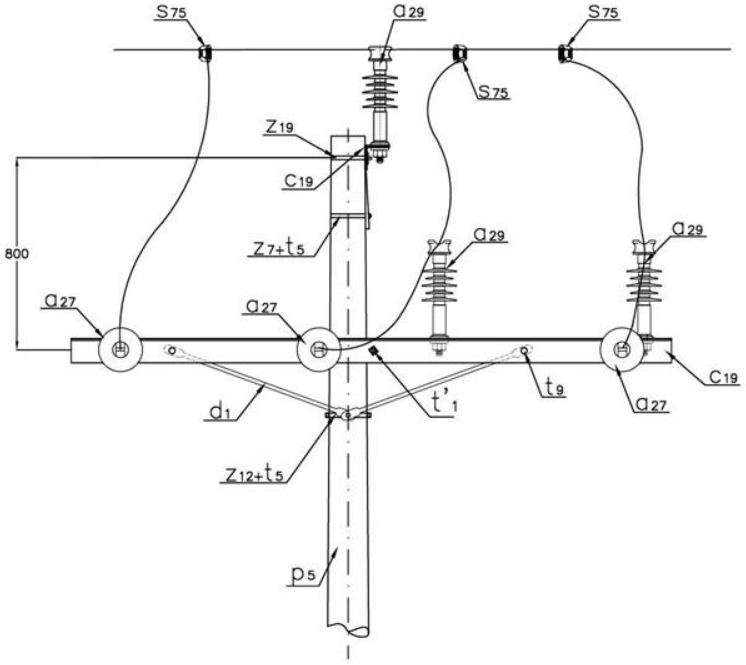
7.4.10 SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y PUESTA EN SERVICIO DE ESTRUCTURA DE DERIVACIÓN EN MEDIA TENSIÓN A 13,2 KV, PARA RED COMPACTA O ABIERTA, CONFORME A LAS NORMAS Y ESPECIFICACIONES DEL OPERADOR DE RED. INCLUYE LA GESTIÓN DE TRÁMITES Y LA OBTENCIÓN DE APROBACIONES ANTE EL OPERADOR DE RED, LA EJECUCIÓN DE MANIOBRAS DE DESENERGIZACIÓN CUANDO APLIQUE, EL MONTAJE Y VESTIDA DE LA ESTRUCTURA, ASÍ COMO TODOS LOS ACCESORIOS NECESARIOS, TALES COMO CRUCETAS, RETENIDAS, CABLE DE ACERO GALVANIZADO, SISTEMAS DE ANCLAJE AL SUELO, ÁNGULOS Y TERMINALES, HERRAJES, ABRAZADERAS DE POSTE, PERNOS PASANTES, GRAPAS, PLATINAS Y TORNILLERÍA GALVANIZADA. INCLUYE ADEMÁS EL SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE AISLADORES, CONECTORES Y, CUANDO LA FUNCIÓN DE LA ESTRUCTURA LO REQUIERA, EQUIPOS DE PROTECCIÓN Y MANIOBRA COMO CORTACIRCUITOS FUSIBLES, PARARRAYOS, SECCIONADORES O CUCHILLAS, ASÍ COMO TODAS LAS ACTIVIDADES, MATERIALES Y ELEMENTOS NECESARIOS PARA GARANTIZAR EL CORRECTO MONTAJE, OPERACIÓN Y FUNCIONAMIENTO DE LA ESTRUCTURA.

Unidad de medida y pago: La indicada en el cuadro de cantidades.

LA209 Circuito primario sencillo derivación a 90º con retención inferior







SÍMB.	CANT.	CÓDIGO	ESP. TECNICA	DESCRIPCIÓN
a 27	3	300546	GSCC010/01	Aislador de suspensión polimérico 24 kV
a 29	5	300548	GSCC010/14	Aislador Line Post Compuesto Para

				Cruceta Metálica 24kV (1)
c 19	3		ET-419	Cruceta metálica de 2,5 m
d 1	6	240083	ET-405	Diagonal metálica en varilla tipo 1
g 1	3	251359	ET-350	Grapa terminal tipo recto para cables entre 3/0 AWG – 266,8 kcmil
j 8	1			Templete (2)(3)
n 4	3	201020	ET-461	Perno de ojo tipo 4 (5/8" x 400 mm)
s 75	6	274320	ET-356	Conector tipo cuña P=95 D=70mm² o 4/0-2/0AWG (5)
t' 1	1	251386	ET-455	Espárrago 5/8" x 12"
t 5	3	251363	ET-456	Tornillo de carruaje 5/8" x 1 1/2"
t 9	6	274482	ET-457	Tornillo de acero galvanizado 5/8" x 2"
z 7	1	274298	ET-431	Abrazadera de una salida tipo 2, 140 mm (6)
z 12	1	274295	ET-432	Abrazadera de dos salidas tipo 2, 140 mm (7)
z 19	1	274285	ET-436	Abrazadera en U tipo 1, 150 mm (8)

ALTERNATIVAS:

(1) El aislador tipo Line Post puede incluir o no el porta aislador.
(2) Templete según se requiera, existen las siguientes opciones: LA 411, LA 413, LA 415 y LA 419.
(3) En caso de no poder instalar templete utilizar poste con una carga mayor a 1350Kg.
(4) Poste metálico (ET-208) o Poste de Fibra (ET-205).
(5) El conector que aparece en la lista es una referencia, consulte la ET-356 para su selección adecuada.
(6) La abrazadera que aparece en la lista es una referencia, consulte la ET-431 para su selección adecuada.
(7) La abrazadera que aparece en la lista es una referencia, consulte la ET-432 para su selección adecuada.
(8) La abrazadera que aparece en la lista es una referencia, consulte la ET-436 para su selección adecuada.

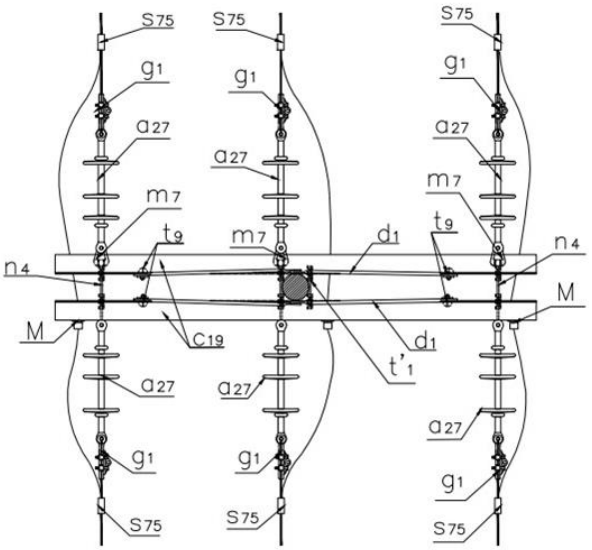
NOTA:
- El cable debe ser fijado al aislador Line Post de acuerdo a la norma LA 233.

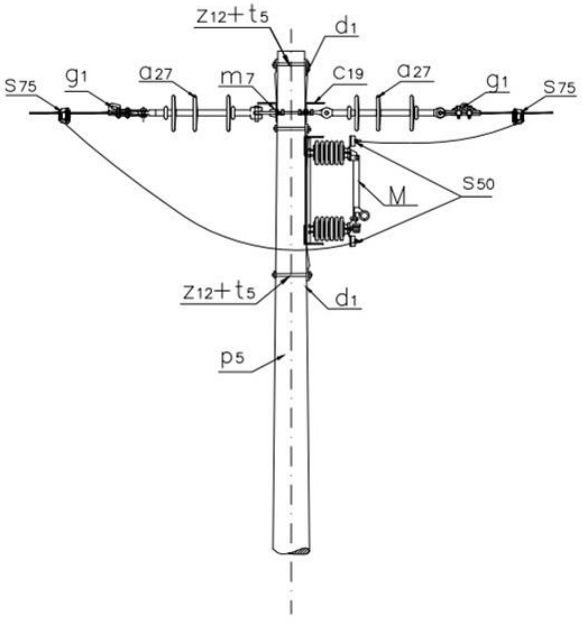
Nota: La estructura aquí propuesta es de carácter referencial y podrá ser ajustada de conformidad con los requisitos técnicos del Operador de Red. En todo caso, deberá incluir, sin costo adicional, la totalidad de los elementos, equipos y accesorios necesarios para su correcta instalación, operación y puesta en servicio.

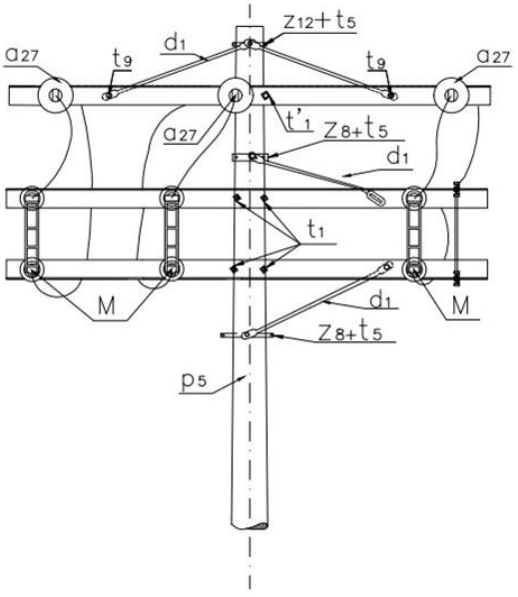
7.4.11 SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y PUESTA EN SERVICIO DE ESTRUCTURA DE SECCIONAMIENTO EN MEDIA TENSIÓN A 13,2 KV, PARA RED COMPACTA O ABIERTA, CONFORME A LAS NORMAS Y ESPECIFICACIONES DEL OPERADOR DE RED. INCLUYE LA GESTIÓN DE TRÁMITES Y LA OBTENCIÓN DE APROBACIONES ANTE EL OPERADOR DE RED, LA EJECUCIÓN DE MANIOBRAS DE DESENERGIZACIÓN CUANDO APLIQUE, EL MONTAJE Y VESTIDA DE LA ESTRUCTURA, ASÍ COMO TODOS LOS ACCESORIOS NECESARIOS, TALES COMO CRUCETAS, RETENIDAS, CABLE DE ACERO GALVANIZADO, SISTEMAS DE ANCLAJE AL SUELO, ÁNGULOS Y TERMINALES, HERRAJES, ABRAZADERAS DE POSTE, PERNOS PASANTES, GRAPAS, PLATINAS Y TORNILLERÍA GALVANIZADA. INCLUYE ADEMÁS EL SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE AISLADORES, CONECTORES Y, CUANDO LA FUNCIÓN DE LA ESTRUCTURA LO REQUIERA, EQUIPOS DE PROTECCIÓN Y MANIOBRA COMO CORTACIRCUITOS FUSIBLES, PARARRAYOS, SECCIONADORES O CUCHILLAS, ASÍ COMO TODAS LAS ACTIVIDADES, MATERIALES Y ELEMENTOS NECESARIOS PARA GARANTIZAR EL CORRECTO MONTAJE, OPERACIÓN Y FUNCIONAMIENTO DE LA ESTRUCTURA.

Unidad de medida y pago: La indicada en el cuadro de cantidades.

LA223 Montaje de seccionadores monopolares de 400 A - 15 kV







ALTERNATIVAS:

(1) Poste metálico (ET-208) o Poste de Fibra (ET-205).
(2) El conector que aparece en la lista es una referencia, consulte la ET-356 para su selección adecuada.
(3) La abrazadera que aparece en la lista es una referencia, consulte la ET-432 para su selección adecuada.

NOTA:

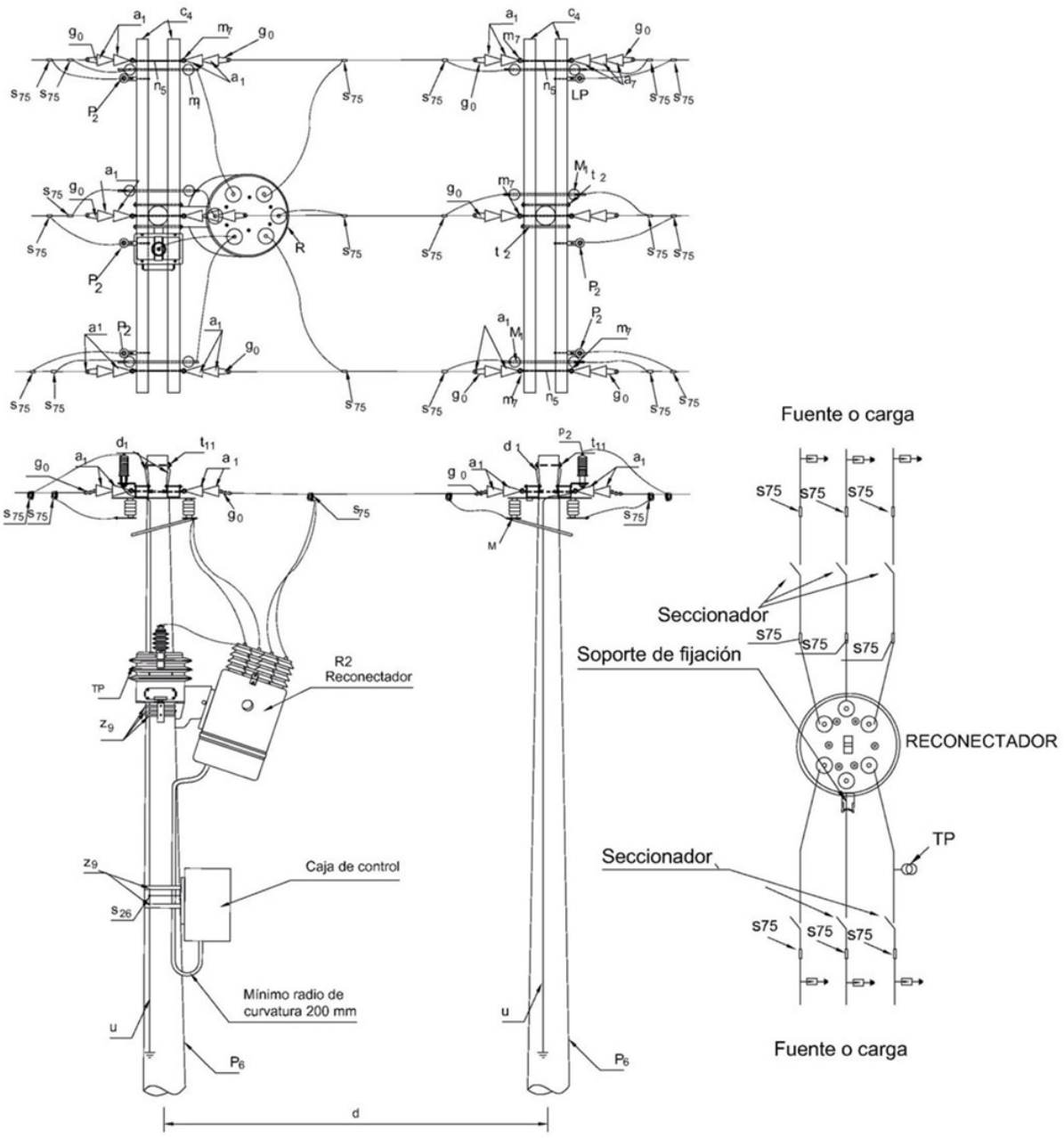
- Cuando se requiera instalar conductor de la línea al seccionador , se instalarán en calibre de acuerdo al circuito y conectores tipo cuña (ET-356) o de compresión (ET-303) de acuerdo a la capacidad del circuito y la necesidad de conexión y desconexión de los conductores.

Nota: La estructura aquí propuesta es de carácter referencial y podrá ser ajustada de conformidad con los requisitos técnicos del Operador de Red. En todo caso, deberá incluir, sin costo adicional, la totalidad de los elementos, equipos y accesorios necesarios para su correcta instalación, operación y puesta en servicio.

7.4.12 SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y PUESTA EN SERVICIO DE ESTRUCTURA PARA RECONECTADOR EN MEDIA TENSIÓN A 13,2 KV, PARA RED COMPACTA O ABIERTA, CONFORME A LAS NORMAS Y ESPECIFICACIONES DEL OPERADOR DE RED. INCLUYE LA GESTIÓN DE TRÁMITES Y LA OBTENCIÓN DE APROBACIONES ANTE EL OPERADOR DE RED, LA EJECUCIÓN DE MANIOBRAS DE DESENERGIZACIÓN CUANDO APLIQUE, EL MONTAJE Y VESTIDA DE LA ESTRUCTURA, ASÍ COMO TODOS LOS ACCESORIOS NECESARIOS, TALES COMO CRUCETAS, RETENIDAS, CABLE DE ACERO GALVANIZADO, SISTEMAS DE ANCLAJE AL SUELO, ÁNGULOS Y TERMINALES, HERRAJES, ABRAZADERAS DE POSTE, PERNOS PASANTES, GRAPAS, PLATINAS Y TORNILLERÍA GALVANIZADA. INCLUYE ADEMÁS EL SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE AISLADORES, CONECTORES Y, CUANDO LA FUNCIÓN DE LA ESTRUCTURA LO REQUIERA, EQUIPOS DE PROTECCIÓN Y MANIOBRA COMO CORTACIRCUITOS FUSIBLES, PARARRAYOS, SECCIONADORES O CUCHILLAS, ASÍ COMO TODAS LAS ACTIVIDADES, MATERIALES Y ELEMENTOS NECESARIOS PARA GARANTIZAR EL CORRECTO MONTAJE, OPERACIÓN Y FUNCIONAMIENTO DE LA ESTRUCTURA.

Unidad de medida y pago: La indicada en el cuadro de cantidades.

LA503 Línea 13,2 –11,4 kV montaje de reconectador con transformador de potencial



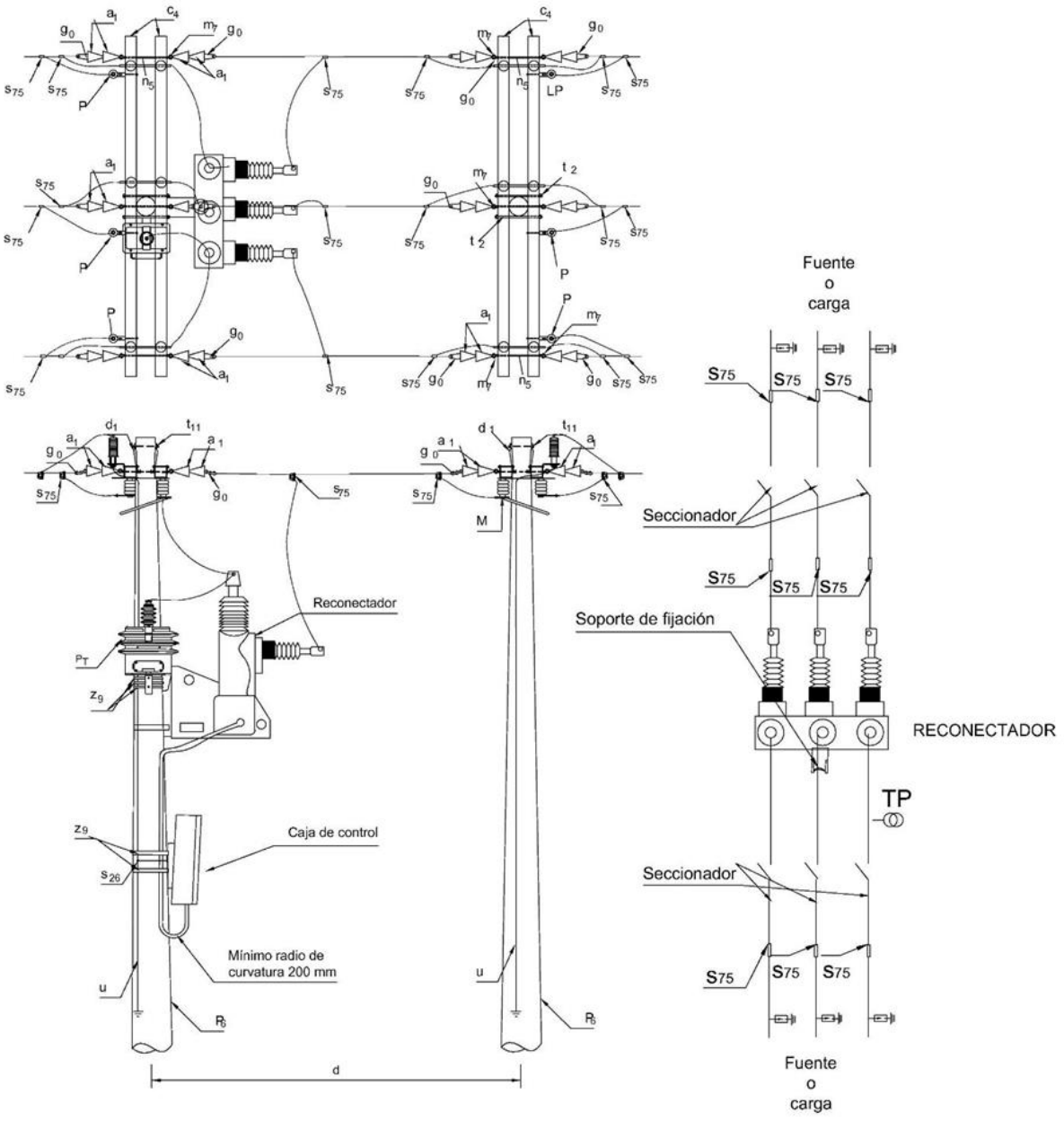
SÍMB.	CANT.	CÓDIGO	ESP. TÉCNICA	DESCRIPCIÓN
a 1	24	300013	GSCC010	Aislador Suspensión Compuesto 24kV
c 4	4	251506	ET419	Cruceta metálica de 2,5 m
d 1	8	240083	ET405	Diagonal metálica en varilla tipo 1
g 0	12	251378	ET350	Grapa terminal tipo recto, para cables entre 6 AWG -3/0 AWG
M	6	140995	E-MT-006	Desconectador cuchillo monofásico 400 A – 15 kV
m 7	6	251362	ET454	Tuerca de ojo alargado 5/8"
n 5	6	201013	ET461	Perno de ojo tipo 5 (5/8" x 545 mm)

P	6	170892	GSCC016	Descargador de sobretensión óxido metálico 12 kV , 10 kA (Ver notas)
TP	1			Transformador de Potencial 13,2/Raíz cuadrada de 3 kV – 120 V (ver notas)
R 2	1	141002	E-MT-004	Reconectador (13,2 / 11,4 kV) (ver notas)
s 26	5	200012	ET304	Conector tipo tornillo para puesta a tierra
s 75	9	274320	ET356	Conector tipo cuña 4/0 – 2/0 AWG
t 10	8	251364	ET457	Tornillo de acero galvanizado 5/8" x 5"
t 11	2	274302	ET457	Tornillo de acero galvanizado 5/8" x 8" (2)
t 2	4	251375	ET455	Espárrago de 16 x 508 mm (5/8" x 20")
u	2	200290	ET492	Accesorios para puesta a tierra
z 9	6	274300	ET431	Abrazadera de una salida tipo 4

ALTERNATIVAS:

(1) Poste Metálico, GSS003, Fibra de vidrio GSS00412 de 12 m para zonas de difícil acceso. El poste que aparece en la lista es una referencia, consulte la norma LA 010-3 para su utilización
(2) Abrazadera de dos salidas z 13 y dos tornillos de carruaje t 5

NOTAS:
- Todos los terminales a tierra (Reconectador y tablero de control) deben ser conectados y aterrizados a un mismo punto
- Los descargadores de sobretensiones para líneas de 11,4 kV y 13.2 kV serán de óxido metálico 12 kV , 10 kA.
- Montaje para reconectador marca Whipp & Bourne, ref: GRV 15/12
- Para 11,4 kV el TP es 11,4/Raíz cuadrada de 3 kV – 120 V
- La distancia "d" ,separación entre postes, debe ser lo más cercana para tener seguridad y control sobre el área de trabajo.

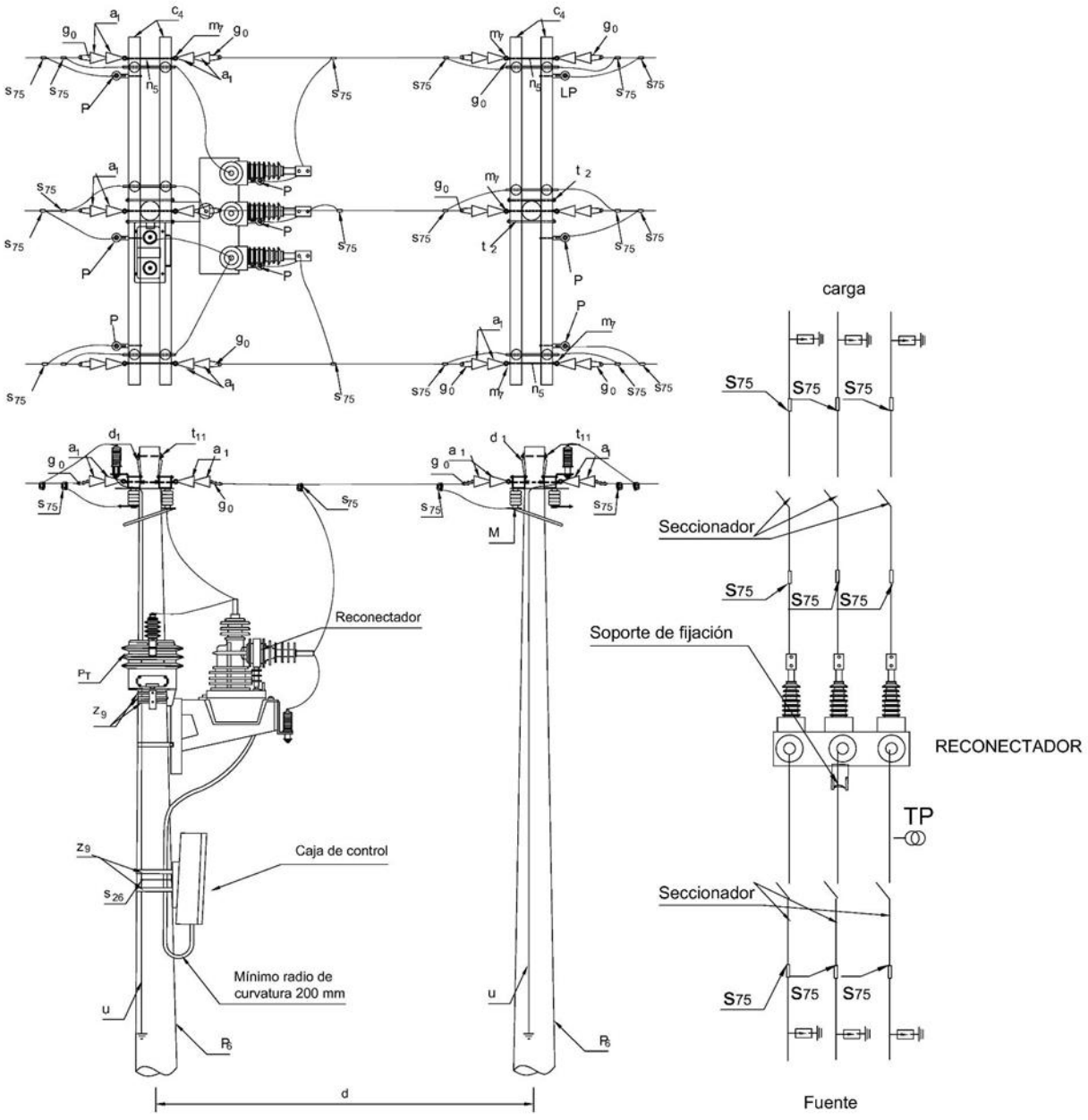


SÍMB.	CANT.	CÓDIGO SIMS	ESP. TÉCNICA	DESCRIPCIÓN
a 1	24	300013	GSCC010	Aislador Suspensión Compuesto 24kV
c 4	4	251506	ET419	Cruceta metálica 2,5 m
d 1	8	240083	ET405	Diagonal metálica en varilla tipo 1
g 0	12	251378	ET350	Grapa terminal tipo recto, para cables entre 6 AWG -3/0 AWG
M	6	140995	E-MT-006	Desconectador cuchillo monofásico 400 A – 15 kV
m 7	6	251362	ET454	Tuerca de ojo alargado 5/8"
n 5	6	201013	ET461	Perno de ojo tipo 5 (5/8" x 545 mm)

P	6	170892	GSCC016	Descargador de sobretensión óxido metálico 12 kV , 10 kA (Ver notas)
TP	1		ET923	Transformador de Potencial 13,2/Raíz cuadrada de 3 kV – 120 V (ver notas)
R 2	1	141002	E-MT-004	Reconectador (13,2 / 11,4 kV) (ver notas)
s 26	5	200012	ET304	Conector tipo tornillo para puesta a tierra
s 75	9	274320	ET356	Conector tipo cuña 4/0 AWG – 2/0 AWG
t 10	8	251364	ET457	Tornillo de acero galvanizado 5/8" x 5"
t 11	2	274302	ET457	Tornillo de acero galvanizado 5/8" x 8" (2)
t 2	4	251375	ET455	Espárrago de 16 x 508 mm (5/8" x 20")
u	2	200290	ET492	Accesorios para puesta a tierra
z 9	6	274300	ET-431	Abrazadera de una salida tipo 4

ALTERNATIVAS:
(1) Poste Metálico, GSS003, Fibra de vidrio GSS00412 de 12 m para zonas de difícil acceso. El poste que aparece en la lista es una referencia, consulte la norma LA 010-3 para su utilización
(2) Abrazadera de dos salidas z 13 y dos tornillos de carruaje t 5

NOTAS:
- Todos los terminales a tierra (Reconectador y tablero de control) deben ser conectados y aterrizados a un mismo punto
- Los descargadores de sobretensiones para líneas de 11,4 kV y 13.2 kV serán de óxido metálico 12 kV , 10 kA.
- Montaje para reconectador marca JOSLYN, ref: TRIMOD 300V 315-12,5
- Para 11,4 kV el TP es 11,4/Raíz cuadrada de 3 kV – 120 V
- La distancia "d", separación entre postes, debe ser lo más cercana para tener seguridad y control sobre el área de trabajo.



SÍMB.	CANT.	CÓDIGO SIE	ESP. TÉCNICA	DESCRIPCIÓN
a 1	24	300013	GSCC010	Aislador Suspensión Compuesto 24kV
c 4	4	230970	ET419	Cruceta metálica 2,5 m
d 1	8	240083	ET405	Diagonal metálica en varilla tipo 1
g 0	12	251378	ET350	Grapa terminal tipo recto, para cables entre 6 AWG - 3/0 AWG
M	6	140995	E-MT-006	Desconectador cuchillo monofásico 400 A – 15 kV
m 7	6	251362	ET454	Tuerca de ojo alargado 5/8"
n 5	6	201013	ET461	Perno de ojo tipo 5 (5/8" x 545 mm)
P	6	170892	GSCC016	Descargador de sobretensión óxido metálico 12 kV , 10 kA (Ver notas)
p 6	2	230966	GSS002	Poste de concreto de 12 m , 1 050 kg (1)

TP	1		ET923	Transformador de Potencial 13,2 kV – 120 V (ver notas)
R 2	1	141002	E-MT-004	Reconectador (13,2 / 11,4 kV) (ver notas)
s 26	5	200012	ET304	Conector tipo tornillo para puesta a tierra
s 75	9	274320	ET356	Conector tipo cuña 4/0 AWG – 2/0 AWG
t 10	8	251364	ET457	Tornillo de acero galvanizado 5/8" x 5"
t 11	2	274302	ET457	Tornillo de acero galvanizado 5/8" x 8" (2)
t 2	4	251375	ET455	Espárrago de 16 x 508 mm (5/8" x 20")
u	2	200290	ET492	Accesorios para puesta a tierra
z 9	6	274300	ET431	Abrazadera de una salida tipo 4

ALTERNATIVAS:
(1) Poste Metálico, GSS003, Fibra de vidrio GSS00412 de 12 m para zonas de difícil acceso. El poste que aparece en la lista es una referencia, consulte la norma LA 010-3 para su utilización
(2) Abrazadera de dos salidas z 13 y dos tornillos de carruaje t 5

NOTAS:
- Todos los terminales de tierra (Reconectador y tablero de control) deben ser conectados y aterrizados a un mismo punto- incluyendo los descargadores y el TP. El valor de puesta a tierra debe ser inferior a 20 Ohmios
- Los descargadores de sobretensiones para líneas de 11,4 kV y 13.2 kV serán de óxido metálico 12 kV, 10 kA.
- Montaje para reconectador marca NU-LEC, ref: U27-ACR-SOLID-15-12-110
- Para 11,4 kV el TP es 11,4 kV – 120 V
- La distancia "d" ,separación entre postes, debe ser lo más cercana para tener seguridad y control sobre el área de trabajo.

Nota: La estructura aquí propuesta es de carácter referencial y podrá ser ajustada de conformidad con los requisitos técnicos del Operador de Red. En todo caso, deberá incluir, sin costo adicional, la totalidad de los elementos, equipos y accesorios necesarios para su correcta instalación, operación y puesta en servicio.

El reconectador se encuentra en el capitulo de equipos, es decir aquí se debe construir únicamente la estructura con sus accesorios.

7.5 REDES DE BAJA TENSIÓN 0,6KV

Generalidades acometidas eléctricas

Las acometidas electricas adicional de cumplir con lo indicado en el subcapítulo de ACOMETIDAS ELÉCTRICAS, de acuerdo al RETIE se debe dar cumplimiento a lo siguiente:

Artículo 2.3.7. Cintas aislantes eléctricas

2.3.7.1. Cintas aislantes eléctricas para tensiones de hasta 600 V

Las cintas aislantes y demás bandas usadas como aislamiento eléctrico sobre empalmes de alambres y cables usadas en instalaciones eléctricas hasta un nivel de

tensión de 600 V deben cumplir los siguientes requisitos de producto y ensayos mínimos requeridos, adaptados de normas técnicas tales como: IEC 60454-1, UL 510, ASTM D1000, ASTM D2301, NTC 1023, NTC 2208 y NTC 3302.

2.3.7.1.1. Requisitos de Producto

a. Los bordes de cada rollo de cinta aislante deben ser rectos y continuos.

b. La superficie de la cinta que no contiene el adhesivo debe conservarse lisa, uniforme y estar exenta de grumos al desenrollarse.

c. No se permiten cintas aislantes con espesores inferiores a 0,13 mm.

d. La tensión de ruptura dieléctrica en seco, no debe ser menor de 5 kV para cintas de 0,13 mm de espesor o 7 kV para cintas mayores 0,13 mm y hasta 0,18 mm de espesor.

e. La cinta debe garantizar la adherencia al acero y al respaldo, conforme a la norma de fabricación.

f. La cinta no debe presentar efecto bandera cuando se realice el ensayo de exposición al calor, conforme a UL 510.

g. Verificación de las siguientes dimensiones: ancho, espesor y longitud.

h. Rotulado. Cada rollo de cinta aislante o su empaque deben ir marcados de una manera clara y durable con mínimo la siguiente información:

   1. Nombre del productor o marca registrada.

   2. Clase de cinta y la leyenda “Aislante eléctrico”.

   3. Largo, ancho y espesor nominal.

   4. La tensión y temperatura máxima de servicio (600 V, 80 °C o más).

   5. Cada rollo debe llevar impresa la identificación del lote de producción.

2.3.7.1.2. Ensayos mínimos requeridos

a. Análisis dimensional de longitud, ancho y espesor.

b. Adherencia al acero.

c. Adherencia al respaldo.

d. Exposición al calor.

e. Ruptura dieléctrica.

f. Ensayo de inflamabilidad, el material debe ser autoextinguible.

g. Deformación.

h. Imborrabilidad del rótulo conforme a IEC 60950-1 o norma de fabricación.

i. Permanencia del rotulado conforme a UL 969 o norma de fabricación, cuando aplique.

2.3.7.2. Cintas aislantes eléctricas para tensiones superiores a 600 V

Las cintas aislantes y demás bandas usadas como aislamiento eléctrico sobre empalmes de alambres y cables usadas en instalaciones eléctricas con niveles de tensión superiores a 600 V, deben cumplir los siguientes requisitos de producto y ensayos mínimos requeridos, adaptados de normas técnicas tales como: IEC 60454-1, IEC 60454-2 y IEC 60454-3-11.

2.3.7.2.1. Requisitos de Producto

a. Las cintas deben soportar temperaturas no inferiores a 130 °C.

b. Verificación de las siguientes dimensiones: ancho, espesor y longitud.

c. Rotulado. Cada rollo de cinta aislante o su empaque deben ir marcados de una manera clara y permanente con mínimo con la siguiente información:

   1. Nombre del productor o marca registrada.

   2. Clase de cinta y la leyenda “Aislante eléctrico”.

   3. Largo, ancho y espesor nominal.

   4. La tensión y temperatura máxima de servicio.

   5. Cada rollo debe llevar impresa la identificación del lote de producción y la fecha de fabricación.

2.3.7.2.2. Ensayos mínimos requeridos

a. Análisis dimensional de longitud, ancho y espesor.

b. Adherencia.

c. Elongación.

d. Resistencia a la propagación de la llama.

e. Ensayo de flama, el material debe ser auto extinguible.

f. Resistencia a la humedad.

g. Tensión de ruptura dieléctrica.

h. Imborrabilidad del rótulo conforme a IEC 60950-1 o norma de fabricación.

i. Permanencia del rotulado conforme a UL 969 o norma de fabricación, cuando aplique.

Artículo 2.3.10. Conductores y cables

Los conductores y cables eléctricos utilizados en redes de energía deben cumplir los siguientes requisitos de producto y ensayos mínimos requeridos, de acuerdo con el tipo constructivo y la aplicación propia en cada instalación. Los cables y conductores objeto de cumplimiento de Reglamento son:

a. Cables aislados de baja tensión.

b. Cables aislados de media tensión.

c. Cables aislados de alta tensión.

d. Cables de instrumentación, señalización y control.

e. Cable y cordones flexibles.

f. Cables de seguridad y para ambientes especiales.

g. Cables para energía renovable.

h. Cables de potencia cubiertos (semi aislados).

i. Cable para uso submarino.

j. Cables portátiles para mantenimiento en redes de media tensión.

k. Conductores desnudos en aluminio.

l. Conductores desnudos en cobre.

m. Conductores desnudos bimetálicos AW, CCA, CCS y aceros recubiertos.

Parágrafo 1: Los conductores y cables que tengan una función dual (por ejemplo, eléctrica y de comunicaciones) deberá demostrar su aplicación eléctrica de acuerdo con los requisitos y ensayos establecidos en el presente reglamento, de acuerdo con el tipo constructivo y su aplicación.

Parágrafo 2: Los conductores y cables que forman parte integral de aparatos y dispositivos que se utilizan para conexión de electrodomésticos, equipos de cómputo y similares no están cubiertos dentro del campo de aplicación del RETIE, como tampoco cables de comunicaciones o datos que utilicen tales equipos.

2.3.10.1. Requisitos de Producto

a. Los ensayos y las tolerancias particulares con los que se evalúen los cables y conductores eléctricos deben estar de acuerdo con el referencial normativo con el que fue diseñado y fabricado dicho producto. Por lo tanto, los cables o conductores utilizados en las redes de energía no deberán ser evaluados con normas diferentes a las de fabricación.

b. Los cables y conductores aislados para uso en interiores deben ser auto extinguible o retardantes a la llama, o no propagadores de llama. Tal condición debe ser informada por el productor mediante fichas técnicas, catálogos o página web y probado conforme a norma de fabricación.

c. En el caso que el producto se entregue en rollos o carretes, estos deben contar con una etiqueta donde se especifique la longitud del conductor en metros, tipo de cable o designación, el calibre, marca o el nombre del productor y país de origen.

d. Los cables o alambres de aluminio utilizados en acometidas, alimentadores y ramales de instalaciones de uso final, de baja tensión, deben estar certificados como serie AA 8.000 y cumplir la prueba de calentamiento cíclico de 2.000 h, conforme con las normas UL 44, UL 83, UL 2556, NTC 1332, NTC 3277, NTC 4564, NTC 5786 o equivalente. Si el conductor tiene recubrimiento en cobre, debe cumplir los requisitos que le apliquen de la norma ASTM B566 o NTC 5631 o equivalente, con el fin de garantizar el cumplimiento de los requisitos eléctricos, mecánicos y físicos para este tipo de conductor bimetálico.

e. Los cables o alambres desnudos deben estar acompañados de una etiqueta donde se especifique:

    1. Calibre del conductor.
    2. Material del conductor.
    3. Tipo de cable o designación.
    4. Nombre del productor o marca registrada.
    5. País de origen.
    6. Longitud en metros.

f. Los cables o alambres aislados o cubiertos deben tener un rótulo en forma indeleble y legible, que se debe repetir a intervalos no mayores de 100 cm, el cual puede ser en alto relieve o impreso con tinta o laser; igualmente, se acepta en bajo relieve, siempre y cuando no se reduzca el espesor de aislamiento que comprometa la rigidez dieléctrica establecida en este Reglamento. El rótulo debe contener como mínimo la siguiente información:

1. Calibre del conductor en kcmil, AWG o mm2.
2. Material del conductor cuando es distinto a cobre de alta pureza.
3. Nombre del productor o marca registrada.
4. Tensión nominal.
5. Tipo o material de aislamiento.
6. Temperatura máxima de operación.

2.3.10.2. Requisitos adicionales a los anteriores para cables y conductores aislados instalados en alimentación de ascensores, áreas con alta concentración de personas y áreas clasificadas como peligrosas, incluidas minas y túneles

a. Los cables y conductores aislados deberán ser libre de halógenos conforme a las normas IEC 60754-1, NTC-IEC 60754-1 o NTC 6182, con un contenido de gas ácido de halógeno expresado en miligramos de ácido clorhídrico por gramo 5 mg/gr. Los* valores de pH en ambas pruebas del protocolo de ensayo deben ser superiores a 4,3 y la conductividad no debe ser superior a 10 µS/mm, con relación a un litro de agua, conforme a IEC 60754-2, NTC-IEC 60754-2 o NTC 6182.

b. Los cables y conductores aislados deben ser de baja densidad y opacidad de humos según las normas IEC 61034-2, NTC-IEC 61034-2 o NTC 6182.

2.3.10.3. Cables aislados de baja tensión

Estos conductores eléctricos son para tensiones hasta 1.000 V, para uso aéreo o subterráneo, interiores, exteriores o submarino.

Estos cables deben cumplir los siguientes ensayos mínimos adaptados de normas técnicas tales como: IEC 60227-1, UL 83, UL 1277, UL 854, ANSI/NEMA WC 70-ICEA S-95-658, ANSI/UL 44, ANSI/ICEA S-105-692 y ANSI/ICEA S-81-570-2019, NTC 1099-1, NTC 1332, NTC 3277, NTC 4564, NTC 5346 (ANSI/ICEA Publication S-76-474), NTC 5916 y NTC 6074-1.

2.3.10.3.1. Ensayos mínimos requeridos

a. Dimensionales: diámetro de hilos, espesor del aislamiento, espesor de la cubierta metálica, espesor de la chaqueta, y espesor de la pantalla metálica cuando aplique.

b. Continuidad de la cubierta y/o pantalla metálica de acuerdo con norma de fabricación del producto.

c. Traslape de cinta metálica o longitud del paso de cableado de los hilos de pantalla, cuando aplique de acuerdo con norma de fabricación. Se debe verificar la imborrabilidad del rotulo conforme a IEC 60950-1 o norma de fabricación.

d. Resistencia en c.c. del conductor de acuerdo con norma de fabricación.

e. Resistencia mecánica y elongación de los hilos del conductor o del conductor completo de acuerdo con norma de fabricación del producto.

f. Resistencia del aislamiento de acuerdo con norma de fabricación.

g. Tensión aplicada en c.a. o c.c. al cable, de acuerdo con norma de fabricación.

h. Pruebas físicas y de envejecimiento de aislamiento y chaqueta en horno de aire de acuerdo con norma de fabricación.

i. Ensayo de deformación en caliente para los aislamientos y chaquetas reticulados.

j. Bloqueo contra la migración longitudinal del conductor y cable cuando aplique de acuerdo con norma de fabricación.

k. Prueba de doblado en frío cuando aplique de acuerdo con norma de fabricación del producto.

l. Pruebas de inflamabilidad de acuerdo con norma de fabricación del producto.

m. Ensayo de UV de acuerdo con norma de fabricación, aplica a cables para uso exterior.

n. Marcación de acuerdo con norma de fabricación del producto y lo requerido en el literal (f) del numeral 2.3.10.1.

2.3.10.4. Cables de instrumentación, señalización y control

Estos conductores eléctricos deben cumplir los siguientes ensayos mínimos adaptados de normas técnicas tales como: ANSI/UL 13, ANSI/UL 1277, ANSI/UL 444, UL 2250, ANSI/NEMA WC 57 ICEA S-73-532, ANSI/ICEA S-58-679, NEMA WC 55/ICEA S-82-552, NTC 3942, NTC 5916 y NTC 5917.

2.3.10.4.1. Ensayos mínimos requeridos

a. Dimensionales: diámetro de hilos, espesor del aislamiento, espesor de cubierta metálica, espesor de la chaqueta, y espesor de la pantalla metálica cuando aplique de acuerdo con norma de fabricación del producto.

b. Continuidad del forro y/o pantalla metálica de acuerdo con norma de fabricación del producto.

c. Traslape de cinta metálica o cableado de los hilos de pantalla de acuerdo con norma de fabricación del producto.

d. Resistencia en c.c. del conductor de acuerdo con norma de fabricación del producto.

e. Elongación del hilo o los hilos del conductor de acuerdo con norma de fabricación del producto.

f. Resistencia del aislamiento de acuerdo con norma de fabricación del producto.

g. Tensión aplicada en c.a. o c.c. al cable de acuerdo con norma de fabricación del producto.

h. Pruebas físicas y de envejecimiento en aire para el aislamiento y chaqueta de acuerdo con norma de fabricación del producto.

i. Deformación en caliente para los aislamientos y cubiertas reticuladas o para las chaquetas de acuerdo con norma de fabricación del producto.

j. Prueba de inflamabilidad, de acuerdo con norma de fabricación del producto.

k. Ensayo de resistencia a los rayos solares para uso exterior, de acuerdo con norma de fabricación del producto.

l. Marcación de acuerdo con norma de fabricación del producto y lo requerido en el literal (f) del numeral 2.3.10.1.

2.3.10.5. Cables y cordones flexibles

Estos conductores eléctricos deben cumplir los siguientes ensayos mínimos adaptados de normas técnicas tales como: ANSI/UL 62, ANSI/UL 66, ANSI/UL 758, ANSI/UL 1063, NTC 2356, NTC 5521 y NTC 5998.

2.3.10.5.1. Ensayos mínimos requeridos

a. Dimensionales: diámetro de hilos, espesor del aislamiento, espesor de chaqueta cuando aplique.

b. Resistencia en c.c. del conductor de acuerdo con norma de fabricación.

c. Elongación de los hilos del conductor de acuerdo con norma de fabricación del producto.

d. Resistencia del aislamiento de acuerdo con norma de fabricación del producto.

e. Tensión aplicada en c.a o c.c al cable de acuerdo con norma de fabricación del producto.

f. Pruebas físicas y de envejecimiento de aislamiento y chaqueta de acuerdo con norma de fabricación del producto.

g. Deformación en caliente para los aislamientos y/o cubiertas reticuladas de acuerdo con norma de fabricación del producto.

h. Ensayo de inflamabilidad, de acuerdo con norma de fabricación del producto.

i. Prueba de doblado en frío cuando aplique de acuerdo con norma de fabricación del producto.

j. Ensayo de UV para cables de uso exterior de acuerdo con norma de fabricación del producto.

k. Los alambres que componen los conductores flexibles deberán ser de cobre blando o recocido o de cobre blanco recocido estañado de acuerdo con normas ASTM B3, ASTM B33, NTC 359, NTC 1781, según aplique.

l. Marcación de acuerdo con norma de fabricación del producto y lo requerido en el literal (f) del numeral 2.3.10.1.

2.3.10.6. Cables de seguridad y para ambientes especiales

Estos conductores eléctricos deben cumplir los siguientes ensayos mínimos adaptados de normas técnicas tales como: UL 1424, UL 1425, UL 1569 y UL 2225.

2.3.10.6.1. Ensayos mínimos requeridos

a. Dimensionales: diámetro de hilos, espesor del aislamiento, espesor de la cubierta metálica, espesor de la chaqueta, y espesor de la pantalla metálica cuando aplique de acuerdo con norma de fabricación

b. Continuidad de la cubierta o pantalla metálica de acuerdo con norma de fabricación del producto.

c. Traslape de cinta metálica o longitud del paso de cableado de los hilos de pantalla de acuerdo con norma de fabricación del producto.

d. Resistencia en c.c. del conductor de acuerdo con norma de fabricación del producto.

e. Elongación de los hilos del conductor de acuerdo con norma de fabricación del producto.

f. Resistencia del aislamiento de acuerdo con norma de fabricación del producto.

g. Tensión aplicada en c.a. o c.c. al cable de acuerdo con norma de fabricación del producto.

h. Pruebas físicas y de envejecimiento de aislamiento y chaqueta en horno de aire de acuerdo con norma de fabricación del producto.

i. Deformación en caliente para los aislamientos, cubiertas reticuladas y chaquetas de acuerdo con norma de fabricación del producto.

j. Bloqueo contra la migración longitudinal del conductor y cable cuando aplique de acuerdo con norma de fabricación del producto.

k. Prueba de doblado en frío cuando aplique de acuerdo con norma de fabricación del producto.

l. Pruebas de inflamabilidad de acuerdo con norma de fabricación del producto.

m. Marcación de acuerdo con norma de fabricación del producto y lo requerido en el literal (f) del numeral 2.3.10.1.

n. Pruebas que garanticen su aplicación en el ambiente especial de acuerdo con su norma técnica particular.

2.3.10.7. Cables para uso en energía renovable

Son los utilizados en plantas de energía renovable tales como, solar fotovoltaica y de energía eólica tanto terrestre como en alta mar, entre otras, deben cumplir los siguientes ensayos mínimos adaptados de normas técnicas tales como: IEC 62930, ANSI/NEMA WC 70-ICEA S-95-658, UL 4703, UNE-EN 50618, NTC 1099-1 y NTC 6404.

2.3.10.7.1. Ensayos mínimos requeridos

a. Dimensionales: diámetro de hilos, espesor del aislamiento, espesor del relleno, Ancho x Espesor del forro metálico y espesor de la chaqueta según requisito del producto.

b. Continuidad del forro y/o pantalla metálica de acuerdo con norma de fabricación del producto.

c. Traslape de cinta metálica o cableado de los hilos de pantalla de acuerdo con norma de fabricación del producto.

d. Resistencia en c.c. del conductor de acuerdo con norma de fabricación del producto.

e. Resistencia mecánica y elongación de los hilos del conductor o del conductor completo, cuando aplique, de acuerdo con norma de fabricación del producto.

f. Resistencia del aislamiento de acuerdo con norma de fabricación del producto.

g. Tensión aplicada en c.a. o c.c. al cable de acuerdo con norma de fabricación del producto.

h. Propiedades mecánicas antes y después del envejecimiento de acuerdo con norma de fabricación del producto.

i. Ensayo de deformación en caliente para los aislamientos y chaquetas reticulados de acuerdo con norma de fabricación del producto.

j. Bloqueo contra la migración longitudinal del conductor y cable para uso subterráneo de acuerdo con norma de fabricación del producto.

k. Prueba de doblado en frío de acuerdo con norma de fabricación del producto.

l. Pruebas de inflamabilidad de acuerdo con norma de fabricación del producto.

m. Ensayo de UV de acuerdo con norma de fabricación del producto.

n. Marcación de acuerdo con norma de fabricación del producto.

2.3.10.10. Cables aislados de media tensión

Estos conductores eléctricos deben cumplir los siguientes ensayos mínimos adaptados de normas técnicas tales como: IEC 60502-2, ANSI/ICEA- S-94-649, ICEA S-93-639/NEMA WC 74, UL 1072, NTC 6074-2, NTC 2186-1 y NTC 2186-2.

2.3.10.10.1. Ensayos mínimos requeridos

a. Dimensionales: diámetro de hilos, espesor del aislamiento, espesor de las pantallas semiconductoras, espesor de la chaqueta, dimensiones de la cubierta metálica y pantalla / cinta metálica, cuando aplique.

b. Continuidad de la cubierta o pantalla metálica de acuerdo con norma de fabricación del producto.

c. Traslape de cinta metálica o cableado de los hilos de pantalla de acuerdo con norma de fabricación del producto.

d. Resistencia en c.c. del conductor de acuerdo con norma de fabricación del producto.

e. Resistencia del aislamiento de acuerdo con norma de fabricación del producto.

f. Tensión aplicada c.a. o c.c. al cable de acuerdo con norma de fabricación del producto.

g. Descargas parciales de acuerdo con norma de fabricación del producto.

h. Propiedades mecánicas antes y después del envejecimiento de acuerdo con norma de fabricación del producto.

i. Deformación en caliente para el aislamiento y chaqueta reticulados de acuerdo con norma de fabricación del producto.

j. Defectos de la extrusión del cable de acuerdo con norma de fabricación del producto.

k. Densidad de chaqueta de acuerdo con norma de fabricación del producto.

l. Prueba de inflamabilidad a la chaqueta de acuerdo con norma de fabricación del producto.

m. Doblado en frío de acuerdo con norma de fabricación del producto.

n. Ensayo de UV de acuerdo con norma de fabricación del producto, aplica a cables para uso exterior.

o. Ensayo de penetración del agua: Bloqueos contra la migración longitudinal del agua del conductor y cable, de acuerdo con norma de fabricación del producto.

p. Marcación de acuerdo con norma de fabricación del producto y lo requerido en el literal (f) del numeral 2.3.10.1.

2.3.10.12. Cables de potencia cubiertos (semi aislados)

Estos conductores eléctricos deben cumplir los siguientes requisitos mínimos adaptados de normas técnicas tales como: IEC 60228, IEC 61089, UL-1072, ICEA-S-121-733, NEMA WC 71/ICEA S-96-659, NTC 1099-2, NTC 5909 y NTC 5928.

2.3.10.12.1. Ensayos mínimos requeridos

a. Dimensionales: diámetro de hilos, espesor del aislamiento, espesor de las pantallas semiconductoras, y espesor de la cubierta cuando aplique.

b. Densidad de las capas de acuerdo con norma de fabricación del producto.

c. Resistencia en c.c. del conductor de acuerdo con norma de fabricación del producto.

d. Resistencia mecánica del conductor de acuerdo con norma de fabricación del producto.

e. Tensión aplicada c.a. o c.c al cable de acuerdo con norma de fabricación del producto.

f. Pruebas físicas y de envejecimiento de las capas internas y externas de acuerdo con norma de fabricación del producto.

g. Deformación en caliente para las capas de aislamiento y cubierta cuando aplique de acuerdo con norma de fabricación del producto.

h. Prueba de reticulación de las pantallas semiconductoras, de acuerdo con norma de fabricación del producto.

i. Defectos de la extrusión de la semiconductora y capas del cable de acuerdo con norma de fabricación del producto.

j. Ensayo de resistencia a los rayos solares de la capa exterior de acuerdo con norma de fabricación del producto.

k. Bloqueo contra la migración longitudinal del conductor de acuerdo con norma de fabricación del producto.

l. Prueba tracking de acuerdo con norma de fabricación del producto.

m. Marcación de acuerdo con norma de fabricación del producto y lo requerido en el literal (f) del numeral 2.3.10.1.

2.3.10.13. Conductores desnudos de aluminio con sus diferentes conformaciones y aleaciones: En AAC aluminio, aleación de aluminio AAAC, compuestos ACSR, ACAR, AACSR, ACSR/COMPACT, ACSR/AW, ACSR/SD, AAC/TW, ACSR/TW, ACSS, ACSS/TW, ACCR, ACSR/TP, AAC serie 8000, ACCC-CFC y ACFR entre otros

Estos conductores eléctricos deben cumplir los siguientes requisitos mínimos adaptados de normas técnicas tales como: IEC 61394, ASTM B230/B230M, ASTM B231/B231M, ASTM B232/B232M, ASTM B233, ASTM B324, ASTM B398/B398M, ASTM B399/B399M, ASTM B400/B400M, ASTM B401, ASTM B524/B524M, ASTM B549, ASTM B609/B609M, ASTM B701/B701M, ASTM B711, ASTM B778, ASTM B779, ASTM B786/B786M, ASTM B800 SERIE 8000, ASTM B801 SERIE 8000, ASTM B836, ASTM B856, ASTM B857, ASTM B901-B911/B911M, ASTM B941, ASTM B978/B978M, B987/B987M, NTC 308, NTC 309, NTC 360, NTC 1743, NTC 1760, NTC 2619, NTC 2729, NTC 2730, NTC 4334, NTC 5535, NTC 5536, NTC 6065, NTC 6133 y NTC 6245.

2.3.10.13.1. Ensayos mínimos requeridos

a. Dimensionales. Diámetro y factor de paso.

b. Resistencia en c.c. del conductor de acuerdo con norma de fabricación del producto.

c. Tensión de rotura y elongación de los hilos del conductor o del conductor completo de acuerdo con norma de fabricación del producto.

d. Ensayo de Adherencia al recubrimiento, de acuerdo con norma de fabricación del producto.

e. Doblado del alambre de acuerdo con norma de fabricación del producto.

f. Tensión de adherencia, entorchado y masa y espesor de cubrimiento de hilos de acero cubierto de aluminio de acuerdo con norma de fabricación del producto.

g. Engrasado y corrosión de acuerdo con norma de fabricación del producto.

2.3.10.14. Conductores desnudos en cobre

Estos conductores eléctricos deben cumplir los siguientes requisitos mínimos adaptados de normas técnicas tales como: ASTM B1, ASTM B2, ASTM B3, ASTM B8, ASTM B33, ASTM B48, ASTM B172, ASTM B173, ASTM B174, ASTM B246, ASTM B496, ASTM B787/B787M, ASTM B835, ASTM B902/B902M, NTC 307, NTC 359, NTC 1744, NTC 1745, NTC 1781, NTC 1816, NTC 1817, NTC 1865, NTC 2187, NTC 6161 y NTC 6244.

2.3.10.14.1. Ensayos mínimos requeridos

a. Dimensionales. Diámetro de hilos y del conductor y factor de paso cuando aplique de acuerdo con la norma de fabricación.

b. Resistencia en c.c. del conductor de acuerdo con norma de fabricación del producto.

c. Tensión de rotura y elongación de los hilos del conductor o del conductor completo, de acuerdo con norma de fabricación del producto.

2.3.10.15. Conductores desnudos bimetálicos AG, AW, CCA y CCS

Los cables y conductores de acero cubiertos de cobre, aluminio, galvanizados, aluminio recubierto de cobre, entre otros, para uso general o zonas de alta contaminación, para sistemas de puesta a tierra de líneas aéreas, para retenidas o mallas de puesta a tierra en subestaciones, deben cumplir los siguientes requisitos mínimos adaptados de normas técnicas tales como: ASTM A363, ASTM A460, ASTM A474, ASTM A475, ASTM B227, ASTM B228, ASTM B229, ASTM B415, ASTM B416, ASTM B502/B502M, ASTM B566, ASTM B910/B910M, ASTM B1005, NTC 2355, NTC 2473, NTC 2474, NTC 2639 y NTC 5631.

2.3.10.15.1. Ensayos mínimos requeridos

a. Dimensionales. Diámetro y factor de paso.

b. Resistencia en c.c. del conductor cuando aplique de acuerdo con norma de fabricación del producto.

c. Tensión de rotura y elongación de los hilos del conductor o del conductor completo, de acuerdo con norma de fabricación del producto.

d. Espesor, coherencia y adherencia del cubrimiento del cobre de acuerdo con norma de fabricación del producto.

e. Engrasado y corrosión de acuerdo con norma de fabricación del producto.

f. Espesor del recubrimiento de acuerdo con norma de fabricación del producto.

Artículo 2.3.16. Elementos de conexión (conectores, terminales, empalmes y bornes para conductores eléctricos)

Los conectores, terminales, empalmes y bornes utilizados como elementos de unión, conexión o fijación de conductores en líneas, redes aéreas y subterráneas e instalaciones de uso final de la electricidad deben cumplir los siguientes requisitos de producto y ensayos mínimos requeridos adaptados de normas técnicas tales como: IEC 60840, IEC 61238-1, IEC 61238-1-2, IEC 62067, EN 50483-1, EN 50483-4, EN 50483-6, IEEE STD 48, IEEE 386, IEEE 404, IEEE 837, IEEE 2780, ANSI NEMA CC1, ANSI C 119.1, ANSI C 119.4, ANSI C 119.5, ANSI C 119.6, UL 467, UL 486A-486B, UL 486 C, NTC 2206, NTC 2215, NTC 2244 y NTC 3595.

2.3.16.1. Requisitos de Producto

a. Deben garantizar que no generan corrosión con el conductor o conductores que conecta.

b. El material del conector, empalme o terminal debe garantizar que los cambios de temperatura por el paso de corriente, no ocasione puntos calientes, arcos eléctricos o falsas conexiones.

c. Los elementos de conexión deben ser adecuados para soportar conductores de mayor capacidad de corriente, de alta temperatura y baja flecha.

d. Los elementos de conexión aislados en BT deben soportar la misma temperatura y nivel de aislamiento del cable.

e. Los elementos de conexión para líneas y redes aéreas deben cumplir con las pruebas de calentamiento cíclico en aire o sumergidos en agua.

f. Los elementos de conexión aislados deben ser diseñados para uso aéreo y subterráneo.

g. Los elementos de conexión de cable aislado para uso exterior deben ser resistentes a tracking, erosión y resistente a la radiación UV.

h. Los terminales y empalmes de cables aislados no deben permitir el ingreso de agua y humedad.

i. No se permite el uso de aluminio en conectores para uso en electrodos y en sistemas de puesta a tierra.

j. Marcación: Los elementos de conexión deben tener la siguiente información de manera permanente y legible, conforme a IEC 60950-1 o norma de fabricación. Si debido al tamaño del producto no es posible rotular todos los parámetros, se deberá incluir la información faltante en el empaque del producto.

   1. Nombre del productor o marca registrada.
   2. Número de catálogo o referencia.
   3. Fecha de fabricación o lote.
   4. Tensión de operación.
   5. Nivel de aislamiento, cuando aplique.
   6. Calibre conductor o rango de conductores a instalar.
   7. Tipo de conductor a instalar.
   8. Número de compresiones si es conector de compresión.
   9. Adicionalmente deben tener un instructivo, hoja de datos o información en el empaque, que además de la información anterior, contenga las indicaciones de instalación, el tipo de prensa y el valor del torque a aplicar.

2.3.16.2. Ensayos mínimos requeridos

2.3.16.2.1. Elementos de conexión no aislados para uso en redes

a. Calentamiento estático.
b. Ensayo de torque.
c. Ensayo de tracción.
d. Daño al conductor.
e. Ensayo de corrosión de acuerdo con norma de fabricación
f. Imborrabilidad del rótulo conforme a IEC 60950-1 o norma de fabricación.
g. Permanencia del rotulado conforme a UL 969 o norma de fabricación, cuando aplique.

2.3.16.2.2. Elementos de conexión aislados para uso en redes "tipo piercing"

a. Aumento de temperatura y sobrecorriente.
b. Ensayo de torque.

c. Ensayo de continuidad eléctrica.

d. Ensayo de tracción.

e. Daño al conductor.

f. Ensayo de tensión aplicada.

g. Ensayo de corrosión de acuerdo con norma de fabricación.

h. Prueba de envejecimiento climático de acuerdo con norma de fabricación, mínimo 1.000 h.

i. Imborrabilidad del rótulo conforme a IEC 60950-1 o norma de fabricación.

j. Permanencia del rotulado conforme a UL 969 o norma de fabricación, cuando aplique.

2.3.16.2.3. Elementos de conexión aislados o no aislados para instalaciones de uso final

a. Calentamiento cíclico.

b. Calentamiento estático.

c. Ensayo de torque.

d. Ensayo de tracción.

e. Ensayo de temperatura.

f. Prueba de extracción.

g. Prueba dieléctrica tensión aplicada.

h. Absorción de humedad.

i. Prueba de flexión.

j. Ensayo de corrosión de acuerdo con norma de fabricación.

k. Imborrabilidad del rótulo conforme a IEC 60950-1 o norma de fabricación.

l. Permanencia del rotulado conforme a UL 969 o norma de fabricación, cuando aplique.

2.3.16.2.4. Terminales premoldeados

a. Tensión de extinción de efecto corona (nivel de tensión corona).

b. Rigidez dieléctrica c.a.

c. Rigidez dieléctrica c.c.

d. Impulso 1,2x50 µs.

e. Corriente de corto tiempo.

f. Corriente cíclica.

g. Prueba de vida acelerada para verificar el sellamiento.

h. Tensión mecánica.

i. Fuerza de operación del test "point cap".

j. Prueba de resistencia mecánica del test "point cap".

k. Prueba de capacitancia del punto de prueba test "point".

l. Prueba de tensión al punto de prueba.

m. Prueba de resistencia del apantallamiento.

n. Ensayo de corrosión de acuerdo con norma de fabricación.

o. Imborrabilidad del rótulo conforme a IEC 60950-1 o norma de fabricación.

p. Permanencia del rotulado conforme a UL 969 o norma de fabricación, cuando aplique.

2.3.16.2.5. Conectores para el electrodo y conductor de puesta a tierra, deben ser sometidos a los siguientes ensayos adaptados de normas técnicas tales como: IEEE 837, UL 467, CSA 22.2, UL 486A y NTC 4628.

a. Resistencia mecánica – Torque.

b. Ensayo de extracción.

c. Ensayo de tracción.

d. Ensayo de corriente.

e. Absorción de humedad.

f. Ensayo de corrosión de acuerdo con norma de fabricación.

g. Imborrabilidad del rótulo conforme a IEC 60950-1 o norma de fabricación.

h. Permanencia del rotulado conforme a UL 969 o norma de fabricación, cuando aplique.

Título 5 – Código de Colores para Conductores de uso Eléctrico

Con el objeto de evitar accidentes por errónea interpretación del nivel de tensión y tipo de sistema utilizado, se debe cumplir el código de colores para conductores aislados de potencia, establecido en las Tablas 3.5.a y 3.5.b según corresponda. Se tomará como válido para determinar este requisito el color propio del acabado exterior del conductor o una marcación clara en las partes visibles, con pintura, con cinta o rótulos adhesivos del color respectivo. Este requisito igualmente aplica a conductores desnudos, que actúen como barrajes en instalaciones interiores y no para los conductores utilizados en instalaciones a la intemperie diferentes a la acometida.

Tabla 3.5.a. Código de colores para conductores c.a.

Sistema c.a.	**1Φ**	**1Φ**	**3ΦY**	**3ΦΔ**	**3ΦΔ-**	**3ΦY**	**3ΦY**	**3ΦΔ**	**3ΦΔ**	**3ΦY**
Tensión nominal (voltios)	120	480/ 240/ 120	208/ 120	240	240/ 208/ 120	380/ 220	480/ 277	480 - 440	Más de 1 000 V	Más de 1 000 V
Conductor activo	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 4 hilos	3 fases 3 hilos	3 fases	3 fases
Fase	Color fase o negro	Color fases o 1 Negro	Amarillo Azul Rojo	Negro Azul Rojo	Negro Naranja Azul	Café Negro Amarillo	Café Naranja Amarillo	Café Naranja Amarillo	Violeta Café Rojo	Amarillo Violeta Rojo
Neutro	Blanco	Blanco	Blanco	No aplica	Blanco	Blanco	Blanco o Gris	No aplica	No aplica	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	Desnudo o verde	Desnudo o verde	No Aplica
Tierra aislada	Verde o Verde/ amarillo	Verde o Verde/ amarillo	Verde o Verde/ amarillo	No aplica	Verde o Verde/ amarillo	Verde o Verde/ amarillo	No aplica	No aplica	No aplica	No Aplica

Fuente: Adoptada de la Resolución 90708 del 2013.

Tabla 3.5.b. Código de colores para conductores c.c.

Sistema c.c.	**Con conductor medio**		**Sin conductor medio**		**Tierra aislada**
	TN-S	**TN-C y T-T**	**TN-S**	**TN-C y T-T**	**IT**
Conductor positivo	Rojo	Rojo	Rojo	Rojo	Rojo
Conductor negativo	Azul / Negro*	Azul / Negro*	Negro / Blanco**	Blanco	Blanco
Conductor medio	Blanco	Blanco	No aplica	No aplica	No aplica
Tierra de protección	Verde o Verde/Amarillo	No aplica	Verde o Verde/Amarillo	No aplica	No aplica

Fuente: Adaptada de la Resolución 90708 del 2013.

* **Nota 1:** Aplica para conductores que no sirvan como el punto de conexión para el conductor puesto a tierra y que sean de calibre 6 AWG o inferior.

** **Nota 2:** En sistemas fotovoltaicos dependerá del tipo de tecnología de inversor a implementar, es decir si este cuenta con transformador o no.

En sistemas con tensión superior a 380 V, adicional a los colores, debe fijarse en los tableros y en puntos accesibles de conductores, una leyenda con el aviso del nivel de tensión respectivo.

En circuitos monofásicos derivados de sistemas trifásicos, el conductor de la fase debe ser marcado de color asignado a la fase en el sistema trifásico donde se derive. Igual tratamiento debe darse a sistemas monofásicos derivados de 2 fases. Si la acometida es monofásica derivada de sistema trifásico, una fase también podrá identificarse con negro.

En todos los casos el neutro debe ser de color blanco o marcado con blanco en todas las partes visibles y la tierra de protección color verde o marcada con franja verde. No se debe utilizar el blanco ni el verde para las fases.

En sistemas de medida semidirecta e indirecta, el cableado de los transformadores tanto de potencial como de corriente, la conexión debe respetar el color de la fase asociada a la entrada del equipo. Para sistemas aislados de tierra en instituciones de asistencia médica, se deben marcar los conductores de la siguiente manera:

a. Conductor aislado Nro. 1: Naranja con por lo menos una banda de color distintivo que no sea blanca, verde ni gris a lo largo de toda la longitud del conductor.

b. Conductor separado Nro. 2: Marrón con por lo menos una banda de color distintivo que no sea blanca, verde ni gris a lo largo de toda la longitud del conductor.

Con objeto de identificar las fases, más no el nivel de tensión, en los sistemas de distribución y transmisión de energía eléctrica, para la identificación de los conductores de fase, se deben utilizar las letras A, B y C. Para redes de distribución que incluyan el conductor de neutro, éste se debe identificar con la letra N.

Artículo 3.17.13. Conductores aislados

En las instalaciones de uso final, los conductores aislados a instalar deben cumplir los siguientes requisitos:

a. Todos los conductores aislados utilizados en instalaciones interiores o en lugares donde se tenga presencia de materiales combustibles, deben ser retardantes a la llama y no propagadores del fuego.

b. Se establecen como usos permitidos para cordones y cables flexibles, los relacionados en la sección 400.10 de la NTC 2050 segunda actualización, tales como los que se enuncian a continuación:

    1. Colgantes.

    2. Alambrado de luminarias.

3. Conexión de luminarias portátiles, anuncios portátiles o móviles, o artefactos.

4. Cables de ascensores.

5. Alambrado de grúas colgantes y elevadores de carga.

6. Conexión de equipos de uso final para facilitar su intercambio frecuente.

7. Prevención de la transmisión de ruido o vibraciones.

8. Artefactos cuyos medios de fijación y conexiones mecánicas estén diseñados específicamente para permitir un fácil desmonte para su mantenimiento y reparación y que el artefacto esté destinado o identificado para conexión con cordón flexible.

9. Conexión de partes móviles.

10. Cuando se permita específicamente en otras partes de la NTC 2050 Segunda Actualización.

11. Entre la salida de un tomacorriente existente y una entrada, donde la entrada suministra energía a una salida adicional individual de tomacorriente.

c. En bandejas portacables o canalizaciones sin encerramiento, no se deben instalar conductores que no sean probados y certificados para ese uso.

d. Las uniones entre conductores se deben hacer de tal manera que se asegure mantener las características mecánicas y la continuidad eléctrica sin la generación de puntos calientes, para lo cual se debe utilizar métodos de empalme adecuados o uniones con soldadura, borneras o conectores certificados; si los conductores son aislados se debe asegurar que el empalme o unión mantenga el nivel de aislamiento de los conductores. Los empalmes o uniones sólo se permiten en partes accesibles, como en, cajas de empalme, conexión o inspección.

e. Se debe asegurar que los conductores en una canalización cerrada no superen la proporción de área que impida su ventilación natural, no se debe superar el número de conductores establecidos en la NTC 2050 segunda actualización Capitulo 9 Tabla 1 para tubos y tuberías, ni los artículos 392.20 y 392.22 para bandejas portacables.

f. Los conductores no se deben someter a esfuerzos mecánicos que comprometan el aislamiento. Igualmente, en ningún caso las canalizaciones u otros elementos distintos deben someter a esfuerzo mecánico al conductor.

g. Se debe respetar el radio mínimo de curvatura que recomienda el productor para evitar daños en la pantalla, el aislamiento o el conductor. Los conductores

de calibre 8 AWG o mayor deben ser cables; no se debe aceptar alambre de estos calibres.

h. Los conductores no deben operar a una temperatura mayor a la de diseño del elemento asociado al circuito eléctrico (canalizaciones, accesorios, dispositivos o equipos conectados) que soporte la menor temperatura nominal, la cual en la mayoría de los equipos o aparatos no supera los 60 ºC, de acuerdo con el Artículo 110.14 literal (C) de la NTC 2050 segunda actualización. En interiores o en espacios donde se tenga la presencia de materiales inflamables, no se deben instalar conductores que permitan propiciar la llama o facilitar su propagación.

i. En general en los sitios con alta concentración de personas, en lugares clasificados como peligrosos y en las instalaciones en minas y túneles, a excepción de la zonas donde se requieran estrictamente el uso de conductores con alto grado de resistencia mecánica como los recubrimientos CPE, se deben instalar conductores eléctricos con aislamiento libre de halógenos, baja emisión de gases tóxicos, baja densidad de humos opacos y no propagadores de llama, según los requisitos del numeral 2.3.10.2 del Libro 2 de productos del RETIE.

j. El conductor de aluminio y el de aluminio recubierto en cobre, se debe instalar con los cuidados de no generar curvaturas de radios muy pequeños que puedan producir agrietamientos o fracturas al conductor, En el caso del recubierto de cobre, no se debería permitir la pérdida de recubrimiento de cobre, si esto sucede, se puede dar inicio a la corrosión galvánica por lo que se debe garantizar la integridad de la capa de cobre durante el proceso de instalación.

k. Para conductores de aluminio recubierto de cobre, los cálculos de resistencia y capacidad de corriente se tomarán igual a la del conductor de aluminio, conforme con el artículo 310 de la NTC 2050 segunda actualización o la parte pertinente de la IEC 60364.

l. Excepto en circuitos ramales de uso final en unidades residenciales, se aceptan cables o alambres de aluminio en acometidas, alimentadores y ramales de instalaciones de uso final, cuando se cumplan los siguientes requisitos:

    1. Se deben aplicar buenas prácticas en el uso de conductores de aluminio, fundamentalmente en los siguientes aspectos:

        i. Recubrir las piezas de aluminio desnudo con estaño o electroplatearlas, para impedir el proceso de oxidación del aluminio, que genera alúmina y por tanto produce altas resistencias de contacto.

        ii. Usar arandelas tipo “Belleville” norma DIN 6796 o su equivalente, para contrarrestar el “efecto creep”.

iii. Reducir el par galvánico utilizando gel inhibidor y conectores bimetálicos en las derivaciones de cables, recubrir las barras con estaño o electroplatearlas y usar láminas aluminio/cobre para uniones entre barras.

iv. Aplicar un torque adecuado de apriete en las piezas pernadas en contacto con aluminio, conforme con normas como la DIN 43673, UL 486A, NEMA C.119.4 NTC 2215 o NTC 2244 y verificar el ajuste por medio de un torquímetro.

2. Se debe atender las recomendaciones del diseñador sobre las particularidades, especificaciones y cuidados especiales que se debe tener en instalaciones cuando estas incluyen el uso de conductores de aluminio, adicionalmente es deber del constructor eléctrico revisar y cumplir con dichas especificaciones.

3. Sobre el cuerpo del dispositivo o equipo para uso directo con conductores de aluminio, se debe fijar un rotulado de advertencia en fondo de color amarillo y letra negra, en el cual se informe al usuario que el reemplazo de dicho dispositivo o equipo debe hacerse con uno apto para conexión de aluminio.

4. Los conectores utilizados deben estar en concordancia con el calibre de los conductores utilizados, no se deben conectar conductores de aluminio con nomenclatura AWG con conectores especificados en mm2 o viceversa.

m. Los conductores para conectar aparatos móviles deben ser de cableado adecuado para manejar altas velocidades y movimiento constante. En aplicaciones de equipos automatizados, servomotores, robots, sistemas automáticos de manipulación, sistemas de bandas transportadoras, aerogeneradores, ventiladores, etc., deben ser flexibles, tal como lo señala la norma UL 2277 o normas equivalentes de acuerdo con su aplicación.

n. Para evitar el sobrecalentamiento de conductores, en sistemas trifásicos de instalaciones de uso final con cargas no lineales, los conductores de neutro deben ser dimensionados por lo menos al 173% de la corriente de fase según los lineamientos de las normas la IEEE 519 o IEEE1100. Igualmente, se debe aceptar el dimensionamiento del conductor de neutro como se indica en la norma IEC 60364-5-52 (artículos 523, 524 y Anexo E), cuando se conocen con precisión las corrientes armónicas de tercer orden, que efectivamente circulen por el neutro. En todo caso en el diseño se debe hacer mención expresa de la norma utilizada.

Artículo 3.17.16. Elementos de conexión (conectores, terminales, empalmes y bornes para conductores eléctricos)

La instalación de conectores, empalmes, terminales y bornes para conductores, utilizados como elementos de unión, conexión o fijación de conductores en cualquier

instalación eléctrica, debe cumplir los siguientes requisitos y los particulares de cada proceso.

a. Asegurar el mayor contacto eléctrico entre los elementos conductores, para lo cual el conductor se debe instalar en toda la ranura del conector hasta el final de la cavidad o la mayor parte posible de la superficie de contacto.

b. No se deben instalar dos o más conectores o terminales sobrepuestos en el mismo borne o al mismo tornillo, únicamente se permitirá para los casos en que se cumplan con los lineamientos de una norma de reconocimiento internacional que avale este tipo de instalación, o cuando el fabricante de la celda o tablero indique en sus manuales que dicha conexión es posible, en todo caso el instalador debe indicar tal condición en el manual de operación y mantenimiento de la instalación eléctrica. Se permite el uso máximo de dos terminales sujetados por un solo tornillo para conexiones en pletinas o barras conductoras de corriente (cobre, aluminio etc.), cuando las terminales se coloquen en lados opuestos de la pletina o barra (enfrentadas), siempre y cuando el tornillo que sujeta dichas terminales este diseñado para resistir el aumento de temperatura ocasionado por los dos terminales.

c. No se deben mezclar, en un terminal o en un conector de empalme, conductores de materiales distintos que puedan producir par galvánico, tales como cobre - aluminio, a menos que el dispositivo esté certificado para esa condición de uso.

d. Para evitar fallas en las conexiones y puntos calientes, se deben usar conectores, uniones a presión, o terminales soldados apropiados para el tipo de conductor y las condiciones ambientales del lugar. Si se utilizan materiales como soldadura, fundentes o compuestos, deben ser adecuados para el uso y de un tipo que no cause daño a los conductores, a los aislamientos, a la instalación o a los equipos.

e. El uso de materiales retardantes, geles o inhibidores de corrosión debe asegurar que no se comprometa la conductividad del empalme, conector o terminal y que la parte del conductor cercana a la unión no produzca corrosión, ni deterioro a las condiciones dieléctricas del aislamiento.

f. En la instalación de los conectores se debe tener en cuenta los criterios de normas tales como IEC 60840, IEC 62067, guías técnicas IEEE 1283, IEEE 1215, IEEE 524 o equivalentes, según corresponda.

g. La conexión de los conductores a los terminales a los elementos de conexión debe ser completa sin dañar los conductores y debe hacerse por medio de conectores a presión (incluido el tipo de tornillo prisionero), lengüetas soldadas o empalmes a terminales flexibles. Para conductores de sección transversal 5,25 mm2 (10 AWG) o menores, se permite la conexión por medio de tornillos o pernos de sujeción de cables y tuercas, que tengan lengüetas dobladas hacia arriba o equivalentes.

h. Todos los empalmes y uniones y los extremos libres de los conductores se deben cubrir con un aislamiento o un dispositivo aislante certificado para este uso.

i. Los conectores o medios de conexiones instalados en conductores que van directamente enterrados, deben ser los indicados para este uso.

j. Los empalmes de conductores aéreos deben garantizar operar por lo menos al 90% de la tensión mecánica de rotura sin que el conductor se deslice.

k. Las uniones entre conductores se deben hacer de tal manera que se asegure mantener las características mecánicas y la continuidad eléctrica sin la generación de puntos calientes, para lo cual se debe utilizar métodos de empalme adecuados o uniones con soldadura, borneras o conectores certificados; si los conductores son aislados se debe asegurar que el empalme o unión mantenga el nivel de aislamiento de los conductores. Los empalmes o uniones sólo se permiten en partes accesibles, como en, cajas de empalme, conexión o inspección.

l. En la instalación se debe asegurar compatibilidad con los equipos del sistema por lo que se debe tener en cuenta los efectos de dilatación térmica "creep", corrosión y par galvánico. Para esto, los conectores utilizados para unir conductores de aluminio con elementos de cobre deben ser bimetálicos, certificados de acuerdo con los requisitos y ensayos de producto establecidos en el presente Reglamento.

3.20.6.3 Conductores subterráneos

Los cables subterráneos son cables aislados resistentes a la humedad, y tanto las redes del operador de red como las de los usuarios, se deben aplicar los siguientes requisitos:

a. Las canalizaciones o ductos deben ser de materiales que reúnan las siguientes condiciones:

    1. No higroscópicos.

    2. Mantener un grado de protección adecuado al tipo de uso.

    3. Garantizar que no rasguen o deterioren el aislamiento de los conductores.

    4. Bajo coeficiente de fricción.

b. Cuando el banco de ductos es de material no metálico y pasa por estructuras civiles encerradas, ya sean puentes o túneles estos deben ser de material polímero termoestable reforzado en fibra de vidrio.

c. Se acepta el uso de tubos corrugados de doble pared (tipo TDP), o de ductos de material de polímero termoestable reforzado en fibra de vidrio o de

polietileno alta densidad, para la protección mecánica y térmica de cables de redes de media y baja tensión.

d. Debe 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, entre otros). Si esta distancia no puede ser establecida, 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, de al menos 5 cm.

e. El conductor dentro del ducto debe conservar la misma disposición y adecuación a lo largo de todo su recorrido, asegurando que se mantenga la separación de los circuitos.

f. No se admite la instalación de cables sobre el nivel del suelo terminado, se entiende por "suelo terminado" el que habitualmente es pisado por las personas.

g. La profundidad de enterramiento de ductos para redes de distribución exteriores, internas de un edificio, urbanización cerrada, planta industrial o propiedad privada, deben estar acorde a lo establecido en la Tabla 300.5 de la NTC 2050 segunda actualización para tensiones hasta 1.000 V y la Tabla 300.50 para tensiones mayores a 1.000 V nominales. Excepción: cuando existan conflictos con otras instalaciones subterráneas existentes en áreas peatonales para menos de 150 V a tierra, pueden ser enterradas a una profundidad no menor a 0,45 m.

h. Los ductos se colocarán, con pendiente mínima del 0,1% hacia las cámaras de inspección, en una zanja de profundidad suficiente que permita el recubrimiento de relleno sobre el ducto.

i. Los cables subterráneos instalados debajo de construcciones deben estar alojados en un ducto que salga como mínimo 0,30 m del perímetro de la construcción.

j. Se debe instalar todos los conductores de un circuito de la línea, sea monofásica o polifásica con su conductor de neutro (cuando aplique) y puesta a tierra de protección en el mismo ducto, si por las dimensiones del ducto no caben todos los conductores del circuito, se deben utilizar ductos paralelos, siempre que estén cercanos y no sean de materiales conductores de la electricidad. En ductos metálicos todo el circuito debe ir en el mismo ducto.

k. Las canalizaciones subterráneas en ductos deben tener cámaras de inspección o de paso, se deben instalar en tramos rectos a distancias no mayores a 80 m, salvo cuando existan causas debidamente justificadas en cálculos de tensión de halado que exijan una distancia diferente (por ejemplo, cruce de grandes avenidas), en cuyo caso debe quedar sustentado en la memoria o especificación técnica del proyecto.

l. 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 con una barrera de protección contra el deterioro mecánico, para lo cual se podrán utilizar ladrillos u otro tipo de cubierta mecánica. A una distancia entre 20 y 30 cm por encima del cable deben instalarse cintas de identificación o señalización no degradables en un tiempo menor a la vida útil del cable enterrado.

m. Todas las transiciones entre tipos de cables, las conexiones a las cargas, o las derivaciones, deben realizarse en cámaras o cajas de inspección, hechas en concreto, mampostería o materiales poliméricos que permitan mantener las condiciones y grados de protección aplicables, también se debe cumplir cuando la canalización se cruce con otro servicios y estructuras subterráneas. Las dimensiones internas útiles de las cajas o cámaras de paso, derivación, conexión o salida deben ser adecuadas a las funciones específicas y permitir el tendido en función de la sección de los conductores.

n. Se debe proveer de sistemas de drenaje en las cámaras o cajas de inspección, con el fin de evitar que las inundaciones generen riesgo eléctrico. El constructor de la instalación eléctrica debe indicar las condiciones de operación y mantenimiento de dichos drenajes.

o. El circuito y sus conductores de fase deben quedar debidamente identificados en los terminales y en las cámaras de inspección y también deben cumplir con el código de colores establecido en el presente Reglamento.

p. Los empalmes y derivaciones de los conductores deben hacerse en las cámaras para ser accesibles. Estos deben ser aptos para lugares mojados.

q. Las uniones entre conductores deben ser herméticos al agua y no deben alterar su sección transversal interna. Cuando se utilicen ductos metálicos, estos deben ser galvanizados en caliente y estar conectados eléctricamente a tierra.

r. Se permite el uso de conductores de aluminio, en redes subterráneas de baja y media tensión, siempre que el cable esté diseñado con los aislamientos, cubiertas y bloqueos contra la humedad necesarios, que garanticen su buen funcionamiento y sea instalado por profesionales competentes.

s. La selección del calibre del cable debe ser de acuerdo con la capacidad de transporte de corriente, nivel de tensión y los factores de corrección como el tipo de instalación, banco y número de ductos, temperatura, resistividad térmica del suelo, profundidad de la instalación, factor de aterrizamiento, túneles, ductos al aire, tipo de ductos y estructuras de soporte al aire de acuerdo con los criterios de las normas IEC 60287, la IEEE-835, ANSI/NEMA WC 51-ICEA P-54-440, NTC 2431 y/o las tablas desde la 310-60(C)(67) hasta 310-60(C)(86) de la NTC-2050 segunda actualización.

t. Las cámaras y tapas deben tener facilidad para que el operario entre y salga de ella sin dificultad. Para las dimensiones, espacio para trabajo del operario,

ventilación, drenaje, protección mecánica y demás consideraciones de seguridad estructural ante el paso de vehículos en vías de alto tráfico vehicular pesado, deben tenerse en cuenta los requisitos del numeral 323 de la IEEE C2, las normas de cajas y cámaras prefabricadas y los requisitos del ministerio de transporte.

u. Si las cajas y cámaras son de concreto con marco y refuerzo metálico que están a menos de 30 m de escuelas y sitios con alta concentración de personas que puedan tener contacto con éstas, se debe asegurar que estén al mismo potencial de tierra.

v. Los bancos de ductos, excavaciones y rellenos deben cumplir con la carga estructural de acuerdo con las normas de instalación de ductos, tales como de la IEEE C2 en los numerales 321 y 322 y los requisitos ambientales y estructurales que determinan las normas de planeación urbana si es en zona verde, peatonal y vía pública

w. Los cables deben ser tendidos y halados de acuerdo con las tensiones de halada dinámica máxima recomendada por los fabricantes y los radios de curvatura, los coeficientes de fricción, el tipo de chaqueta y forro metálico.

x. Las tapas deben tener mecanismos de sujeción a las cámaras para evitar el ingreso de personas sin autorización y evitar accidentes peatonales y vehiculares.

y. Los soportes, grapas, amarres bandejas metálicas y/o no metálicas o mixta deben cumplir con las fuerzas electrodinámicas producidas por el cortocircuito, cargas mecánicas y corrosión específicas del sitio de instalación.

Sin excepción todas las conexiones de cables cuyos calibres sean superiores al No 10 AWG, se harán mediante bornes terminales o especiales para tal fin.

La punta de los cables que entran al tablero se dejará de suficiente longitud (medio perímetro de la tapa del tablero respectivo) con el fin que permita una correcta derivación del mismo; en todas las cajas deben dejarse por lo menos 30 cm para las conexiones de los aparatos correspondientes.

Para la identificación de los diferentes circuitos instalados dentro de un mismo tubo o conectados al mismo tablero de cargas, se usará el código de colores indicado en las generalidades de las acometidas eléctricas.

Para la instalación de conductores dentro de la ductería se deberá revisar y secar si es el caso las tuberías donde se hubiera podido entrar agua. Igualmente, este proceso se debe ejecutar únicamente cuando se garantice que no entrará agua posteriormente a la tubería o que el desarrollo de los trabajos pendientes no dañará los conductores.

El valor del metro lineal de acometida debe incluir el número de conductores y calibres indicados en el listado de cantidades de obra y los porcentajes de incidencia por concepto de bornes terminales, correas de amarre, marquillas para identificar y marcar cada conductor, conectores, instalación, pruebas, personal, equipo, herramienta, etc.

El calibre y número de conductores será de acuerdo al listado de cantidades de obra en concordancia con los planos y detalles.

Aspectos para tener en cuenta para los Conductores

Acometidas, Alimentadores y Circuitos Ramales

El conductor empleado para diseño y construcción de acometidas, alimentadores y circuitos ramales deberá cumplir con lo consignado en estas especificaciones.

El contratista deberá someter a revisión de la Interventoría las memorias de cálculo de conductores diseñados para ser empleados en acometidas, alimentadores y circuitos ramales, lo que deberá corresponder con lo indicado en planos, cuadros de carga y diagramas unifilares. Dichas memorias incluyen los cálculos que permitan determinar los criterios empleados para la selección de protecciones (incluyendo la temperatura máxima de operación).

Las bornas, empalmes premoldeados y demás elementos a ser empleados con el cableado, deberán ser para operación a 75 °C (si el conductor es de capacidad mayor o igual a 100 Amp) y de 60oC (para conductores de capacidad menor a 100 Amp).

7.5.1 SUMINISTRO INSTALACIÓN Y PUESTA EN SERVICIO DE LUMINARIA SYLVANIA LED REFLECTOR JETA PRO, 200W, 28000LM, 100-277V, 6500K, INCLUYE, TUBERIA EMT 3/4", UNIONES, TERMINALES, GRAPAS DE FIJACIÓN, CABLEADO, CAJA TIPO RAWELT Y DEMAS ACCESORIOS NECESARIOS PARA SU CORRECTA INSTALACIÓN Y PUESTA EN SERVICIO.

Unidad de medida y pago: La indicada en el cuadro de cantidades.

LED JETA PRO

LED JETA PRO LW DL UNV

SYLVANIA

Ficha Técnica- Rv-04



IP66 · IK08 · 50.000h VIDA ÚTIL · 6500K · -25°C ~ +40°C

INFORMACION GENERAL

Luminaria LED tipo reflector para interiores o exteriores, diseño delgado y liviano con driver integrado en la luminaria. Instalación sobrepuesta con soporte metálico. Proyección uniforme de la luz, reduce los costos de consumo de energía y mantenimiento.

BENEFICIOS

Diseño delgado, moderno, robusto y resistente a la humedad.
Chasis en aluminio extruido.

APLICACIONES

SENDEROS PEATONALES · FACHADAS · JARDINES · CONJUNTOS RESIDENCIALES · PERIMETRO EXTERIOR

Código	Potencia de entrada (W)	Flujo luminoso (lm)	Eficacia (lm/W)	Corriente de entrada (A) @220VAC	Dimensiones (mm)(LxWxH)	Peso (kg)
P23679	100	14000	140	0.45	190x55x225	1.5
P23680	150	21000	140	0.68	230x55x300	2.8
P23681	200	28000	140	0.90	250x55x330	3.3

DATOS OPTICOS	
Temperatura de color	6500 K
Tipo de distribución	Simétrica
Angulo apertura	120°
Reproducción de color (IRC)	≥70
Vida útil L70	50000 h
Tipo chip LED	SMD5050
Consistencia de color (SDCM)	<6
Flujo Hemisférico Superior (FHS	0%
DATOS FISICOS	
Acabado	Gris
Grado de protección IP	IP66
Grado de protección IK	IK08
Tipo de montaje	Sobreponer
Tipo de uso	Exterior
Material del chasis	Aluminio
Temperatura de operación Ta	-25°C ~ +45°C
Dimensiones sistema de fijación	Ver diagrama
DATOS ELECTRICOS	
Tensión de operación	100 - 277 VAC
Frecuencia	50/60Hz
Factor de potencia	>0.9
Distorsión Armónica (THD)	<20%
Tipo de driver	Corriente constante

DIMENSIONES

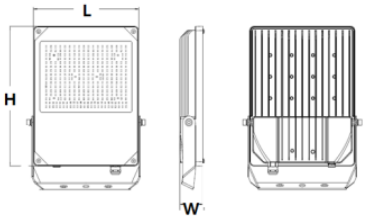
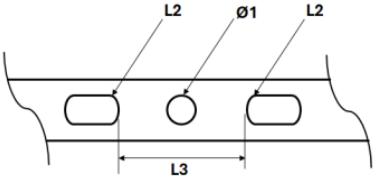


DIAGRAMA DE CONEXIÓN

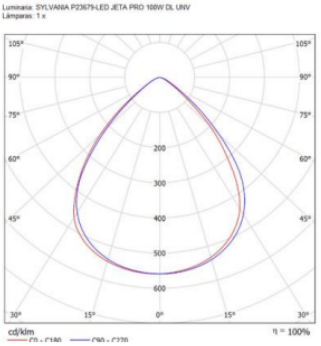


DSISTEMA DE FIJACION

Dimensiones del soporte (mm)			
Watts	Ø1	L2	L3
100			
150	15	15 x 27	89
200			

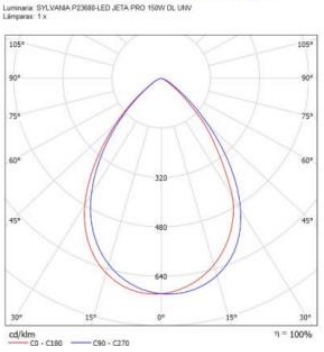


FOTOMETRIA 100W

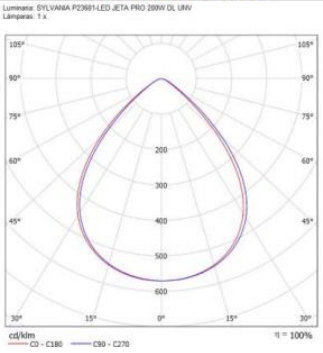


Atenuable	No
Clase de aislamiento	CLASE I
** No requiere accesorios	eléctricos adicionales**

FOTOMETRIA 150W



FOTOMETRIA 200W



La luminaria deberá tener características técnicas iguales o superiores a la luminaria anteriormente descrita.

7.6 POSTERÍA Y PUESTA A TIERRA

7.6.1 SUMINISTRO INSTALACIÓN Y PUESTA EN SERVICIO DE POSTE EN CONCRETO DE 12M-750KGF, INCLUYE HOYADA, INCADA, CIMENTACIÓN Y TODOS LOS ELEMENTOS NECESARIOS PARA SU CORRECTO FUNCIONAMIENTO.

Unidad de medida y pago: La indicada en el cuadro de cantidades.

La especificación de este ítem, se encuentra al finalizar los ítems de este tipo.

7.6.2 SUMINISTRO INSTALACIÓN Y PUESTA EN SERVICIO DE POSTE EN CONCRETO DE 12M-1350KGF, INCLUYE HOYADA, INCADA, CIMENTACIÓN Y TODOS LOS ELEMENTOS NECESARIOS PARA SU CORRECTO FUNCIONAMIENTO.

Unidad de medida y pago: La indicada en el cuadro de cantidades.

La especificación de este ítem, se encuentra al finalizar los ítems de este tipo.

7.6.3 SUMINISTRO INSTALACIÓN Y PUESTA EN SERVICIO DE POSTE EN CONCRETO DE 14M-750KGF, INCLUYE HOYADA, INCADA, CIMENTACIÓN Y TODOS LOS ELEMENTOS NECESARIOS PARA SU CORRECTO FUNCIONAMIENTO.

Unidad de medida y pago: La indicada en el cuadro de cantidades.

La especificación de este ítem, se encuentra al finalizar los ítems de este tipo.

7.6.4 SUMINISTRO INSTALACIÓN Y PUESTA EN SERVICIO DE POSTE EN CONCRETO DE 14M-1050KGF, INCLUYE HOYADA, INCADA, CIMENTACIÓN Y TODOS LOS ELEMENTOS NECESARIOS PARA SU CORRECTO FUNCIONAMIENTO.

Unidad de medida y pago: La indicada en el cuadro de cantidades.

La especificación de este ítem, se encuentra al finalizar los ítems de este tipo.

7.6.5 SUMINISTRO INSTALACIÓN Y PUESTA EN SERVICIO DE POSTE EN CONCRETO DE 14M-1350KGF, INCLUYE HOYADA, INCADA, CIMENTACIÓN Y TODOS LOS ELEMENTOS NECESARIOS PARA SU CORRECTO FUNCIONAMIENTO.

Unidad de medida y pago: La indicada en el cuadro de cantidades.

Aplicación

Los postes de concreto serán empleados como apoyos estructurales de los sistemas de distribución aéreos.

Normas

De acuerdo con los diseños de los fabricantes pueden emplearse otras normas internacionalmente reconocidas equivalentes o superiores a las aquí señaladas, siempre y cuando se ajusten a lo solicitado en la presente especificación técnica, siendo potestativo del operador de red aceptar o rechazar la norma que el oferente pone a su consideración.

Las normas citadas o cualquier otra que llegase a ser aceptada por el Operador de Red son referidas a su última versión.

Para efectos de esta especificación aplican las normas establecidas a continuación:

NTC 1329 Prefabricados en concreto. Postes de concreto para líneas aéreas de energía y telecomunicaciones

ASCE 123 Prestressed Concrete Transmission Pole Structures. Recommended Practice for Design and Installation

IEEE Std 1025 IEEE Guide to the Assembly and Erection of Concrete Pole Structures

RETIE Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE.

ASTM C935 Standard Specification for General Requirements for Prestressed Concrete Poles Statically Cast

ASTM C1089 Standard Specification for Spun Cast Prestressed Concrete Poles

NTC-ISO 2859-1 Procedimientos de muestreo para la inspección por atributos, Parte 1: planes de muestreo determinados por el nivel aceptable de calidad-NAC – para inspección lote a lote.

Características

Todos los postes de concreto, sean armados o pretensados, deben cumplir con las normas y con los requisitos específicos indicados en este documento y deben contar con certificación de producto bajo RETIE y la norma NTC 1329.

Definiciones

Base: plano o sección transversal extrema en la parte inferior del poste.

Carga de rotura: es aquella que aplicada a 20 cm de la cima, produce el colapso estructural del poste por fluencia del acero, por aplastamiento del concreto o por ambas causas simultáneamente.

Carga de servicio o de trabajo: carga máxima a la cual puede ser sometido el poste sin que se presenten deformaciones superiores a las establecidas en esta especificación, siendo aplicada en sentido normal al eje, a 20 cm de la cima.

Centrifugado: procedimiento en el cual se ha sometido a la fuerza centrífuga el poste recién vaciado, con el fin de producir la compactación del concreto.

Cima: plano o sección transversal en la parte extrema superior del poste.

Coeficiente de seguridad: factor por el cual se mayora la carga de trabajo o de servicio para obtener la carga de rotura.

Colapso: condición que se presenta cuando el poste, bajo la acción de la carga aplicada, experimenta deformaciones sin incrementos de carga, causadas por la fluencia del acero y que puede ocasionar el aplastamiento del concreto en la zona del poste sometida a compresión.

Concreto armado o reforzado: concreto estructural reforzado con barras de acero corrugado que trabajan principalmente a la tracción, que actúan de forma conjunta, con el fin de contrarrestar los esfuerzos producidos por las cargas actuantes.

Concreto pretensado: concreto estructural que se le han transferido esfuerzos de compresión mediante cables previamente tensados, con el fin de reducir los esfuerzos potenciales de tracción en el concreto causados por las cargas actuantes.

Conicidad: relación entre la diferencia de los diámetros de cima y de base, y la longitud del poste.

Deformación permanente: flecha residual registrada una vez ha dejado de actuar la carga de trabajo sobre el poste.

Deformación (flecha): desplazamiento que experimenta la cima del poste, por acción de la carga, medido normalmente al eje longitudinal del poste desde su posición inicial, sin ninguna carga.

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.

Fisura: hendidura (quiebre o fractura) que se forma en el concreto reforzado y que tiene un ancho menor a 1 mm en la superficie del mismo.

Grieta: hendidura (quiebre o fractura) que se forma en el concreto reforzado y que tiene un ancho mayor a 1 mm en la superficie del mismo.

Longitud de empotramiento (LE): distancia entre la sección de empotramiento y la base del poste.

Longitud total (H): distancia entre la cima y la base del poste.

Perforación: agujero que se realiza en el poste utilizado para la fijación de elementos o para descender el cable bajante de puesta a tierra.

Plano transversal: sección perpendicular al eje longitudinal del poste

Recubrimiento de la armadura: distancia mínima especificada, que debe existir entre el borde o superficie de cualquier elemento metálico de la armadura y la superficie interior y exterior del poste.

Sección de empotramiento: plano transversal del poste, al nivel del piso, donde se produce el máximo momento flector por efecto de las cargas aplicadas.

Refuerzo: acero en barras, alambre o cables, colocado para absorber los esfuerzos generados por las cargas aplicadas al poste, en conjunto con el concreto.

Vibrado: sistema de compactación del concreto mediante aparatos vibratorios de alta frecuencia.

Adicionalmente, aplican todas las definiciones contenidas en la norma NTC 1329, RETIE y las que las modifiquen o sustituyan.

Características generales

El acabado de los postes debe ser en el color natural del concreto en toda su superficie, la cual debe estar libre de porosidades e imperfecciones originadas por deficiencias en la fabricación, tales como escorias producidas por mala fluidez del concreto, burbujas originadas por mala compactación de los materiales, grietas no capilares, desprendimientos de concreto, etc.

Las perforaciones no deben presentar protuberancias, tampoco deben estar obstruidas ni presentar porosidad o desprendimientos en su interior.

Según su forma geométrica, los postes de concreto para redes de distribución pueden ser de sección anular (circular ahuecada) u octogonal ahuecada.

La parte superior del poste debe ser sellada con concreto en una longitud de por lo menos 10 cm.

Fabricación de los postes

Los postes se deben fabricar con el uso exclusivo de formaletas metálicas, que aseguren uniformidad geométrica y exactitud en sus dimensiones.

La fabricación de los postes debe cumplir con la norma NTC 1329. En ningún caso se aceptan los postes amasados y compactados a mano.

Perforaciones para postes de redes de distribución

Ninguna perforación puede tener una desviación mayor a 5 mm, con respecto al plano diametral del poste que contiene su eje longitudinal. Ninguna de las partes de la armadura de refuerzo del poste, debe ser visible por estas perforaciones.

Todas las perforaciones a excepción de las perforaciones que se utilizan para los conductores bajantes de puesta a tierra, deben contar con tapones plásticos de fácil remoción y reinstalación, estos tapones deben ajustarse perfectamente a las perforaciones.

Perforaciones para la sujeción de estructuras

Todos los postes que se van a utilizar en redes de distribución de baja y media tensión, deben llevar de la cima hacia abajo un número de perforaciones destinadas para la sujeción de herrajes o estructuras mediante tornillos, cuyas distancias entre ellas se detallan en la figura 5-1 a figura 5-11. Un primer conjunto de perforaciones se realizará normales al eje del poste, traspasándolo, y su diámetro deberá estar entre 20 mm y 23 mm, la primera perforación se debe realizar a 100 mm de la cima y las siguientes a una distancia entre centros de 200 mm de la perforación anterior. Un segundo conjunto de perforaciones se realizará a 90° y desplazadas 100 mm centro a centro del primer conjunto como se muestra en figura 5-1 a figura 5-11.

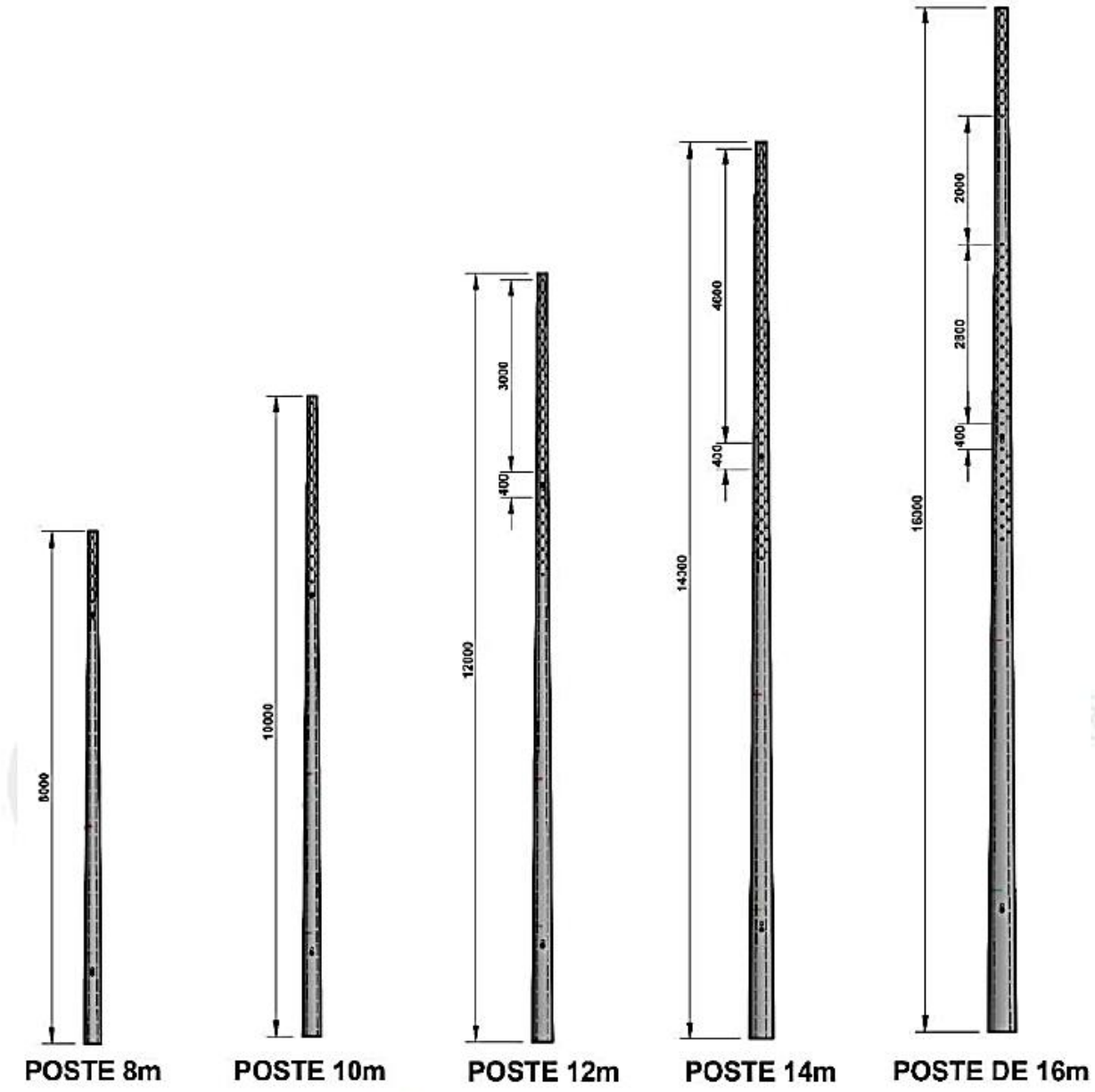
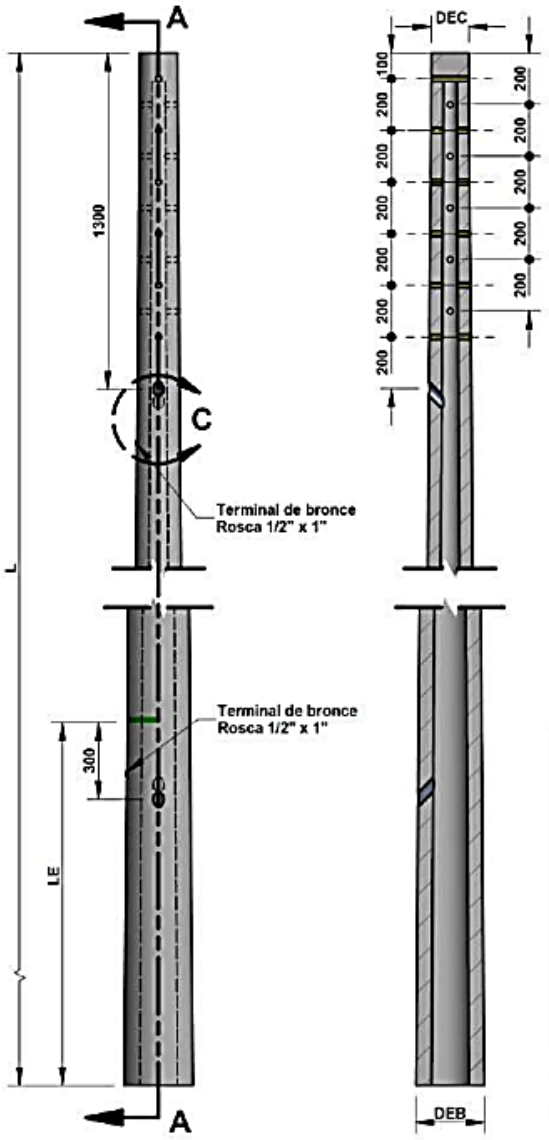
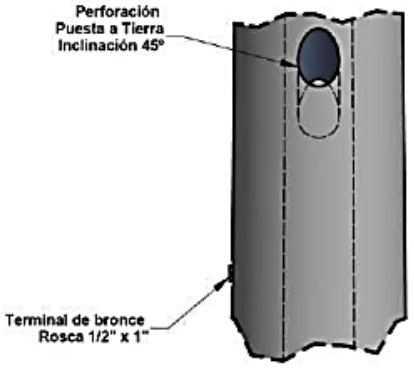


Figura 5-1 Perforaciones postes de concreto





DETALLE C

Nota: El terminal de Bronce incluye perno macho de 1/2" en acero inoxidable

DESCRIPCIÓN	Medida	*8-510*	*8-750*	*8-1050*
Longitud (L)	m	8.00	8.00	8.00
Carga de trabajo (kgf)	kgf	204	300	420
Carga de rotura (kgf)	kgf	510	750	1050
Diámetro Exterior Cima (DEC) máx.	cm	16.00	16.00	21.00
Diámetro Exterior Cima (DEC) min.	cm	13.50	13.50	18.50
Diámetro Exterior Base (DEB) máx.	cm	28.00	28.00	33.00
Diámetro Exterior Base (DEB) min.	cm	25.50	25.50	30.50
Longitud Empotramiento (LE)	m	1.40	1.40	1.40
Diámetro Perforaciones	Pulg	13/16	13/16	13/16
Diámetro Perforaciones 45°	mm	40	40	40

Nota: Los diámetros de cima y base para los postes con cargas de rotura superiores estarán bajo diseño y responsabilidad del fabricante

Figura 5-2 Poste de 8 m.

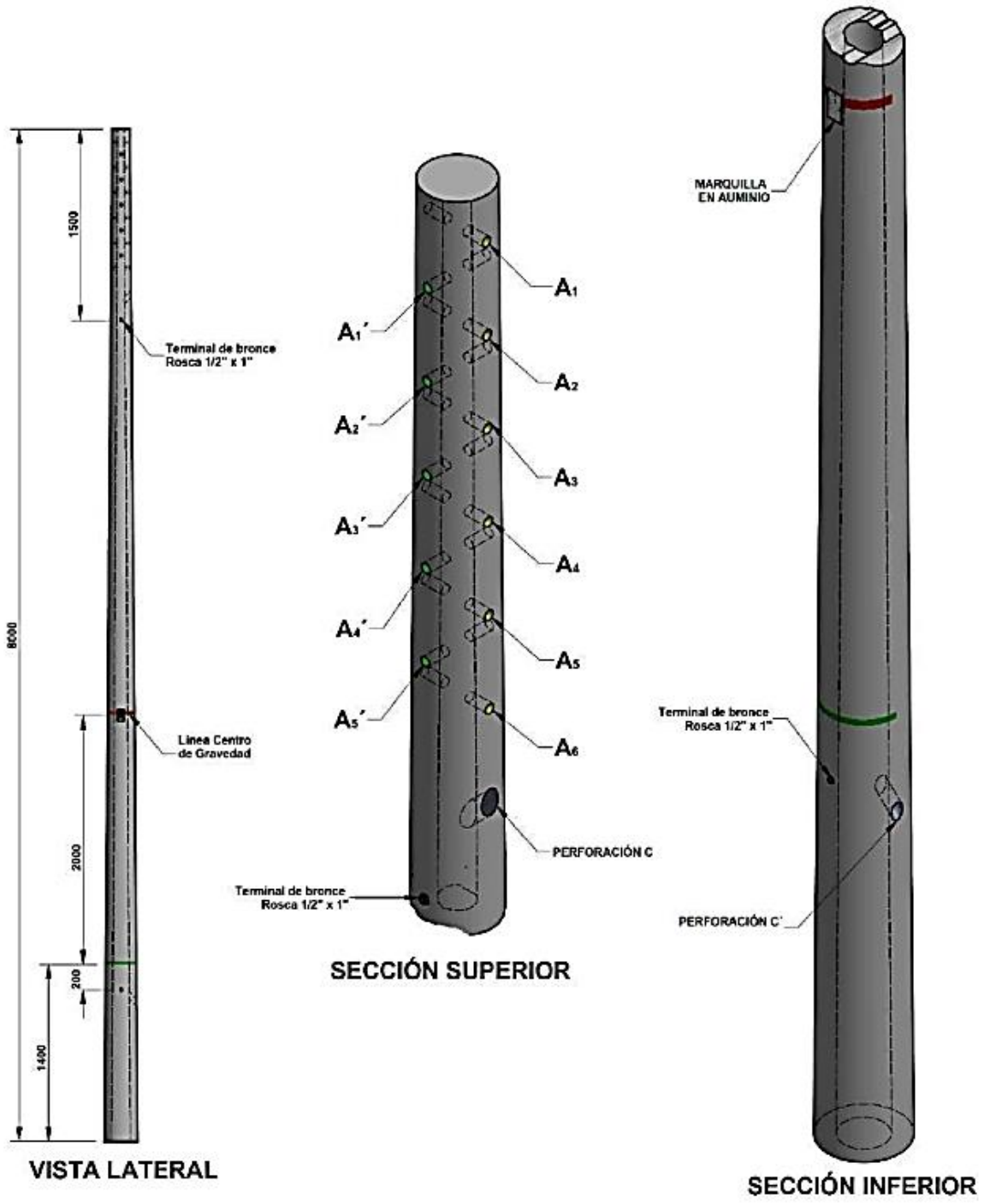
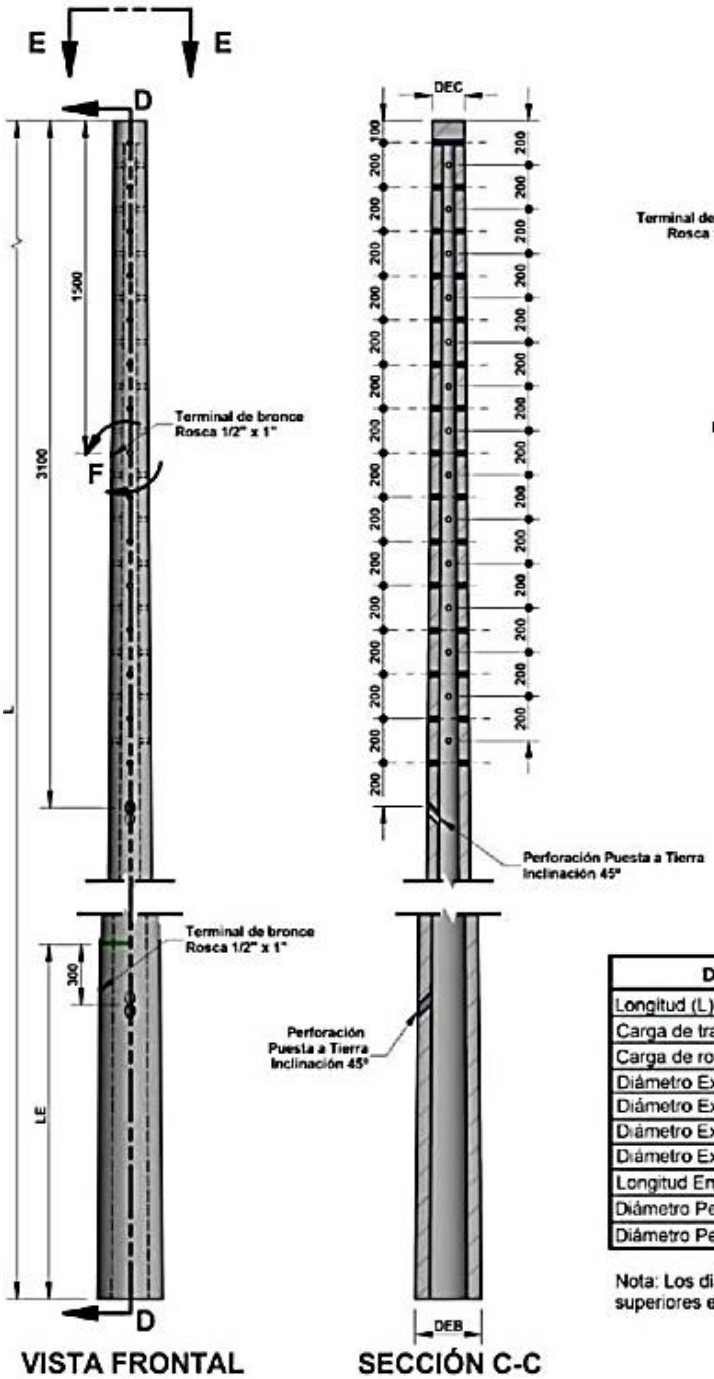
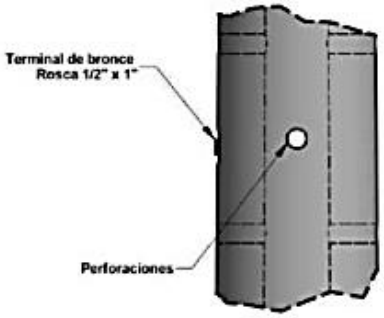


Figura 5-3 Secciones superior e inferior del poste de 8 m.





DETALLE F

Nota: El terminal de Bronce incluye perno macho de 1/2" en acero inoxidable

DESCRIPCIÓN	Medida	*10-510*	*10-750*	*10-1050*
Longitud (L)	m	10.00	10.00	10.00
Carga de trabajo (kgf)	kgf	204	300	420
Carga de rotura (kgf)	kgf	510	750	1050
Diámetro Exterior Cima (DEC) máx.	cm	16.00	16.00	21.00
Diámetro Exterior Cima (DEC) min.	cm	13.50	13.50	18.50
Diámetro Exterior Base (DEB) máx.	cm	31.00	31.00	36.00
Diámetro Exterior Base (DEB) min.	cm	28.50	28.50	33.50
Longitud Empotramiento (LE)	m	1.60	1.60	1.60
Diámetro Perforaciones	Pulg	13/16	13/16	13/16
Diámetro Perforaciones 45°	mm	40	40	40

Nota: Los diámetros de cima y base para los postes con cargas de rotura superiores estarán bajo diseño y responsabilidad del fabricante

Figura 5-4 Poste de 10 m.

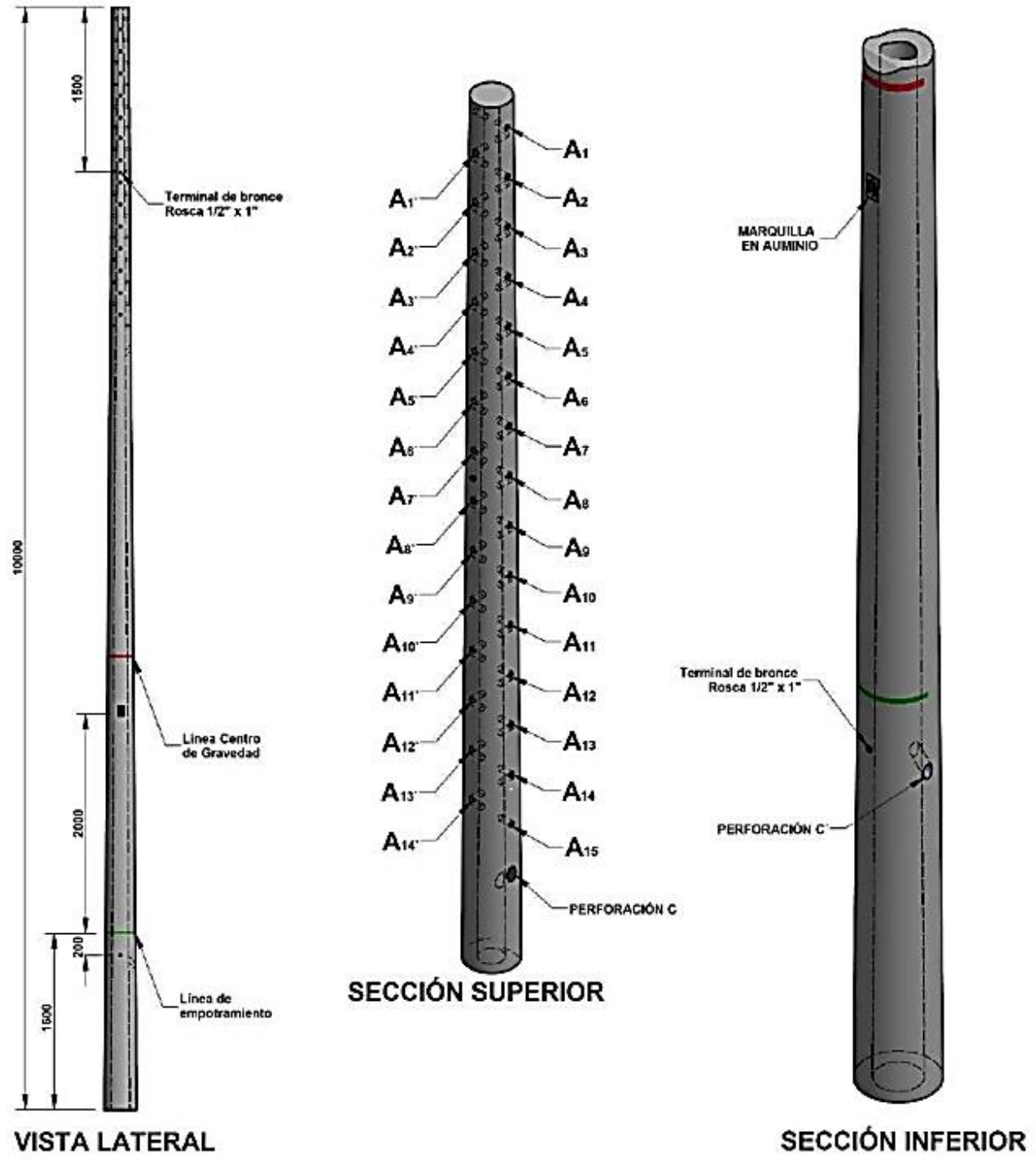
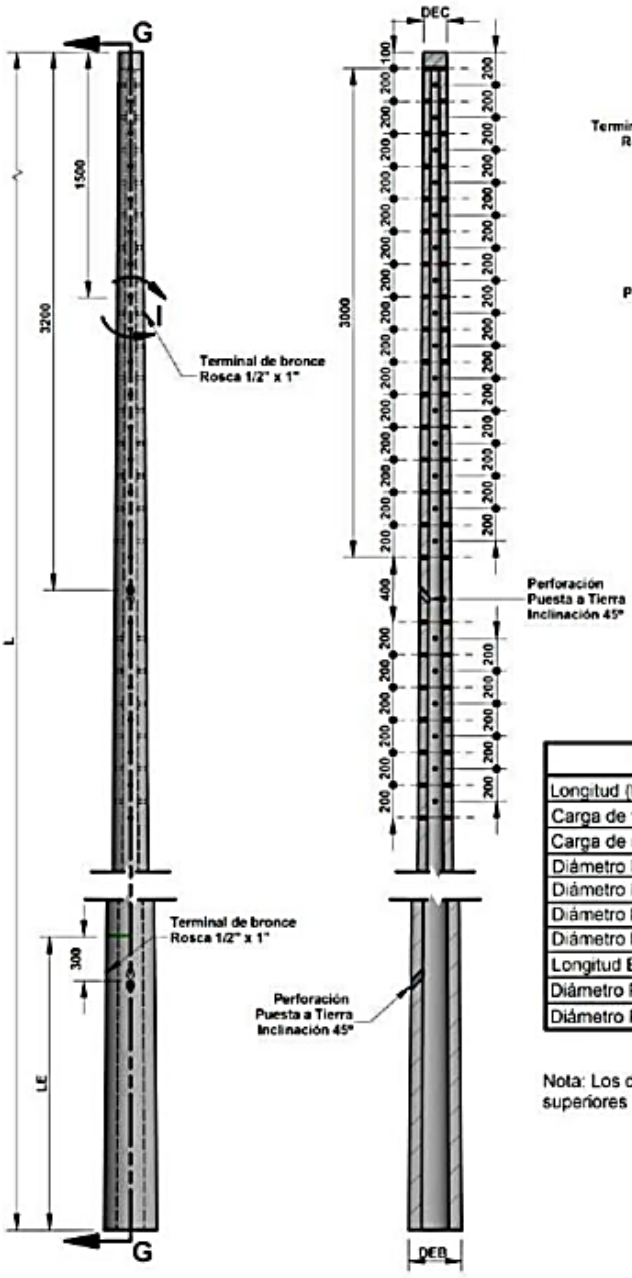
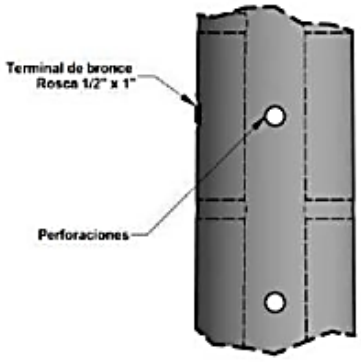


Figura 5-5 Secciones superior e inferior del poste de 10 m.





DETALLE I

Nota: El terminal de Bronce incluye perno macho de 1/2" en acero inoxidable

DESCRIPCIÓN	Medida	*12-510*	*12-750*	*12-1050*	*12-1350*
Longitud (L)	m	12.00	12.00	12.00	12.00
Carga de trabajo (kgf)	kgf	204	300	420	540
Carga de rotura (kgf)	kgf	510	750	1050	1350
Diámetro Exterior Cima (DEC) máx.	cm	16.00	18.00	21.00	22.00
Diámetro Exterior Cima (DEC) min.	cm	13.50	15.50	18.50	19.50
Diámetro Exterior Base (DEB) máx.	cm	34.00	36.00	39.00	40.00
Diámetro Exterior Base (DEB) min.	cm	31.50	33.50	36.50	37.50
Longitud Empotramiento (LE)	m	1.80	1.80	1.80	1.80
Diámetro Perforaciones	Pulg	13/16	13/16	13/16	13/16
Diámetro Perforaciones 45°	mm	40	40	40	40

Nota: Los diámetros de cima y base para los postes con cargas de rotura superiores estarán bajo diseño y responsabilidad del fabricante

Figura 5-6 Poste de 12 m.

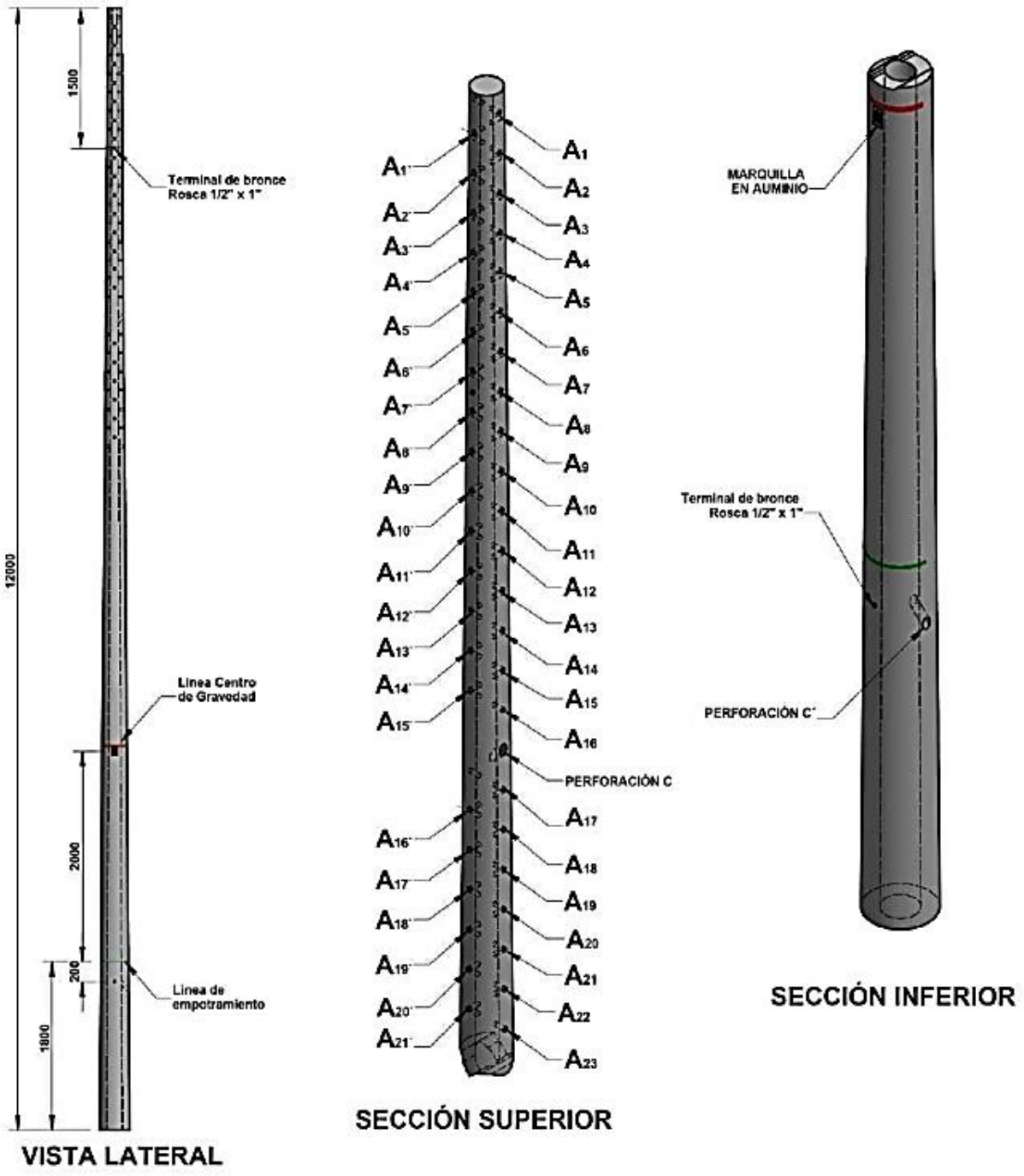
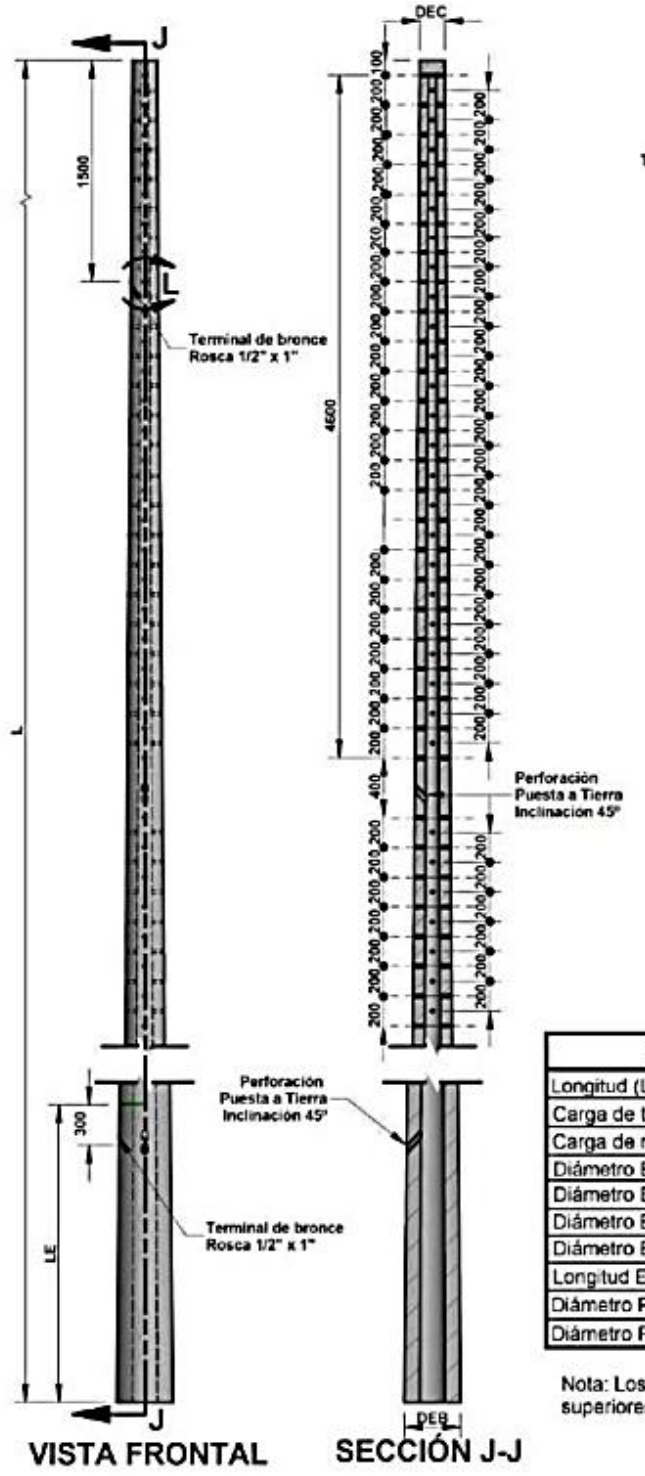
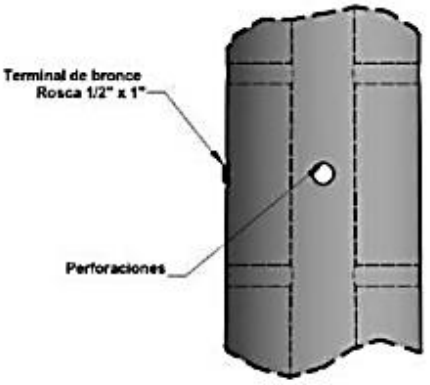


Figura 5-7 Secciones superior e inferior del poste de 12 m.





DETALLE L

Nota: El terminal de Bronce incluye perno macho de 1/2" en acero inoxidable

DESCRIPCIÓN	Medida	*14-750*	*14-1050*	*14-1350*
Longitud (L)	m	14.00	14.00	14.00
Carga de trabajo (kgf)	kgf	300	420	540
Carga de rotura (kgf)	kgf	750	1050	1350
Diámetro Exterior Cima (DEC) máx.	cm	18.00	21.00	22.00
Diámetro Exterior Cima (DEC) min.	cm	15.50	18.50	19.50
Diámetro Exterior Base (DEB) máx.	cm	39.00	42.00	43.00
Diámetro Exterior Base (DEB) min.	cm	36.50	39.50	40.50
Longitud Empotramiento (LE)	m	2.00	2.00	2.00
Diámetro Perforaciones	Pulg	13/16	13/16	13/16
Diámetro Perforaciones 45°	mm	40	40	40

Nota: Los diámetros de cima y base para los postes con cargas de rotura superiores estarán bajo diseño y responsabilidad del fabricante

Figura 5-8 Poste de 14 m.

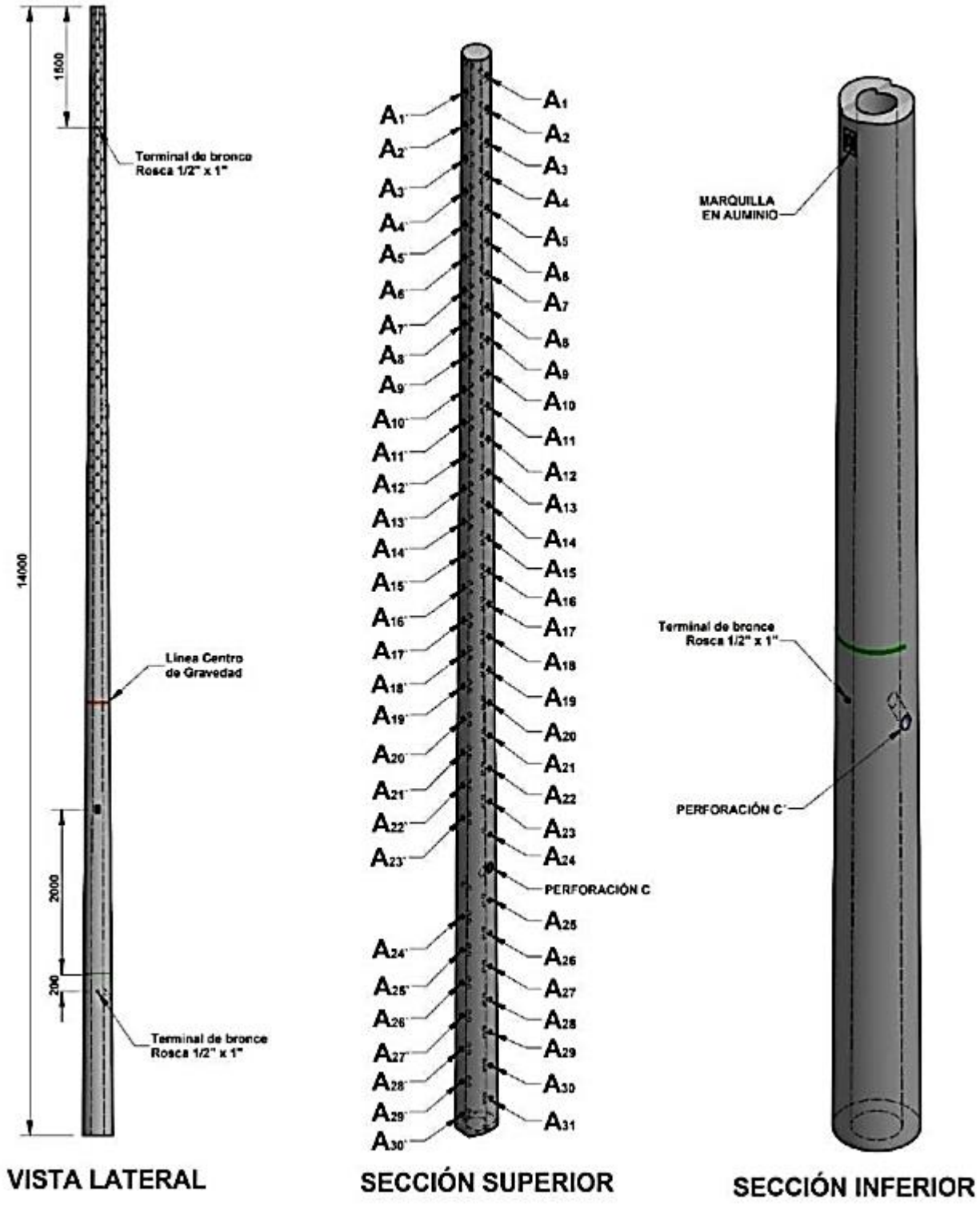
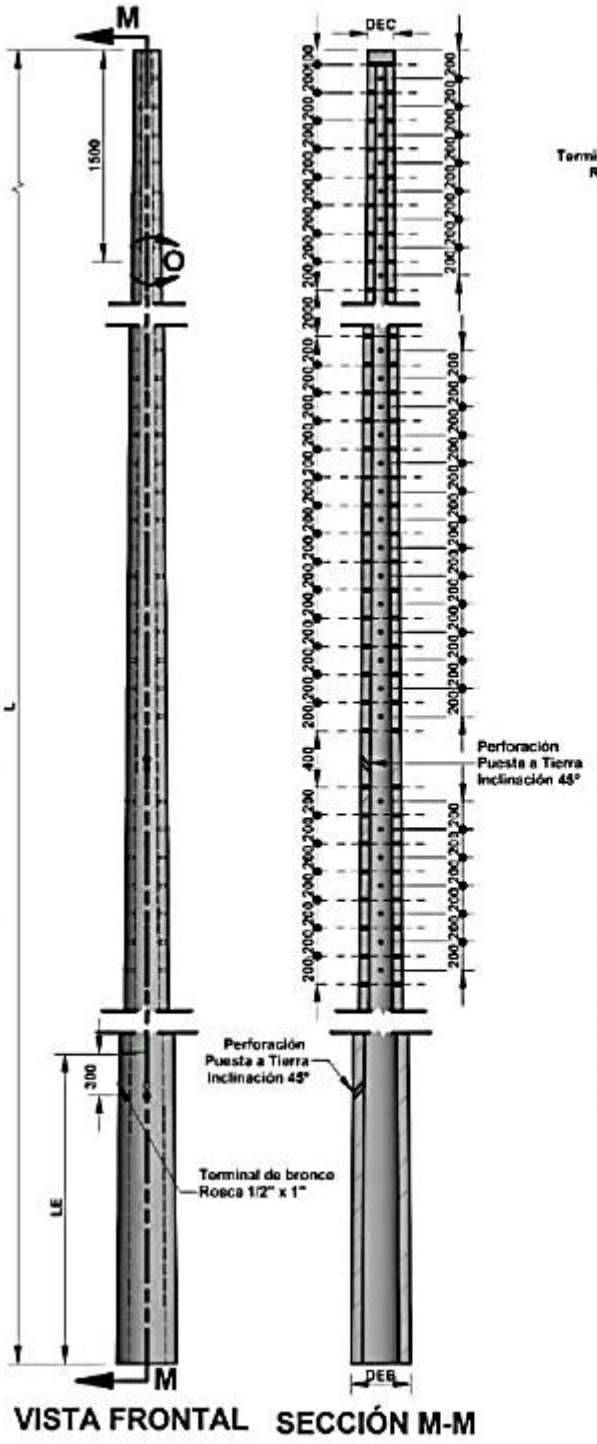
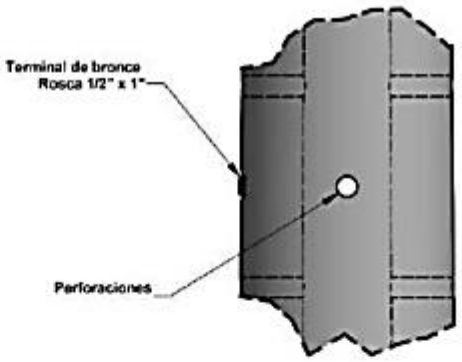


Figura 5-9 Secciones superior e inferior del poste de 14 m.





DETALLE O
ESCALA 1 / 7

Nota: El terminal de Bronce incluye perno macho de 1/2" en acero inoxidable

DESCRIPCIÓN	Medida	*16-1050*	*16-1350*
Longitud (L)	m	16.00	16.00
Carga de trabajo (kgf)	kgf	420	540
Carga de rotura (kgf)	kgf	1050	1350
Diámetro Exterior Cima (DEC) máx.	cm	21.00	22.00
Diámetro Exterior Cima (DEC) mín.	cm	18.50	19.50
Diámetro Exterior Base (DEB) máx.	cm	45.00	46.00
Diámetro Exterior Base (DEB) mín.	cm	42.50	43.50
Longitud Empotramiento (LE)	mm	2.20	2.20
Diámetro Perforaciones	Pulg	13/16	13/16
Diámetro Perforaciones 45°	mm	40	40

Figura 5-10 Poste 16 m.

Nota: esta distribución de perforaciones aplica también para postes de alturas superiores

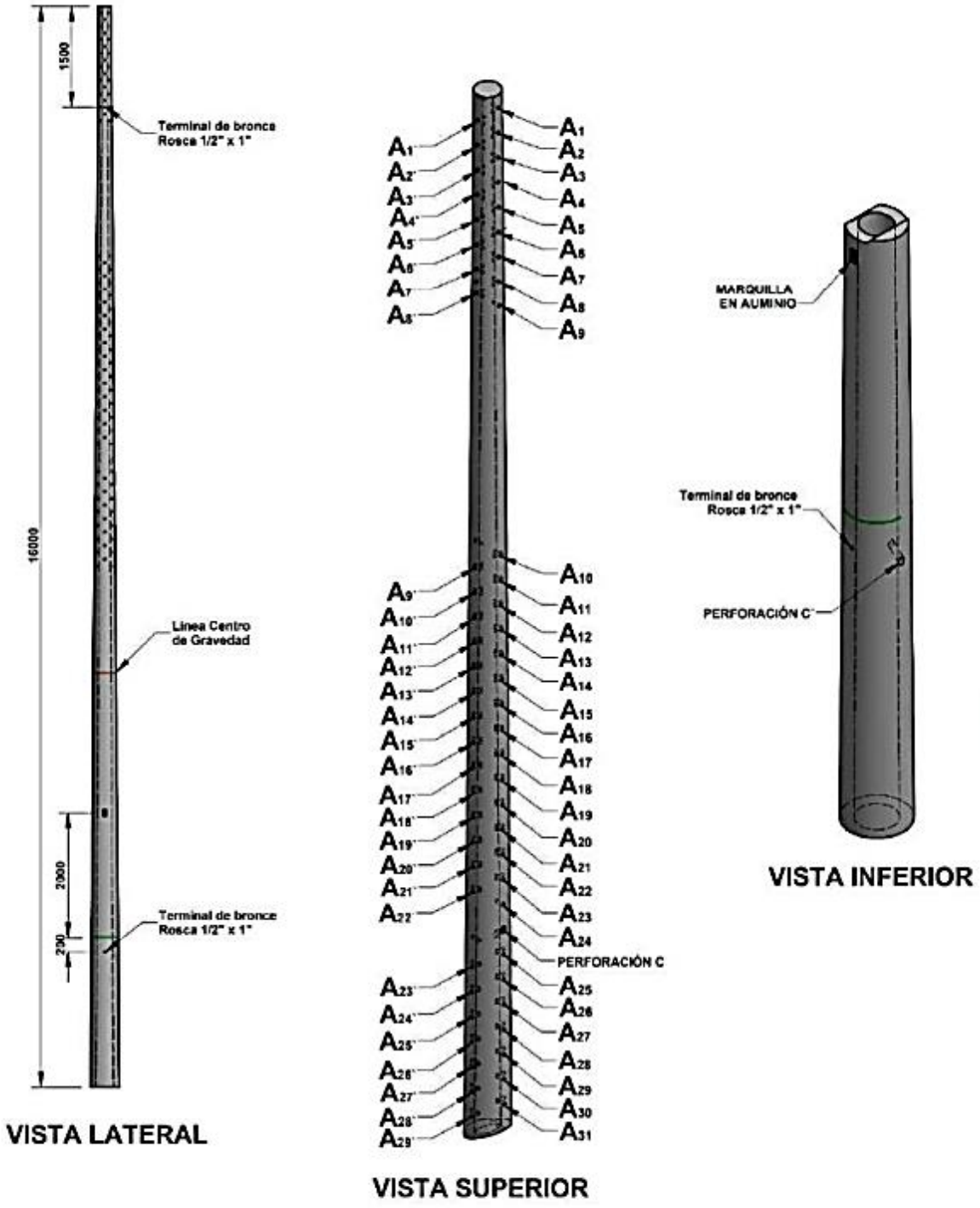


Figura 5-11 Secciones superior e inferior del poste de 16 m.

Nota: esta distribución de perforaciones aplica también para postes de alturas superiores

Perforaciones para la instalación de la puesta a tierra

Los postes deben tener dos perforaciones de diámetro no menor a 40 mm, una localizada a una distancia de 300 mm por debajo de la marcación de empotramiento y la otra en la parte superior del poste, a 200 mm por debajo de la última perforación en los postes de 8 m y 10 m, a 3300 mm de la cima hacia abajo en los postes de 12 m, a 4900 mm de la cima hacia abajo en los postes de 14 m y a 6700 mm de la cima hacia abajo en los postes de 16 m, (ver perforación C en figura 5-1 a figura 5-11). Además, el diseño de estas perforaciones debe ser de tal forma que permita la fácil instalación del conductor bajante de la puesta a tierra y su paso por el interior del poste, igualmente deben construirse con una inclinación de 45° descendente en la perforación superior y ascendente en la perforación inferior.

Conicidad

Los postes deben tener una conicidad entre 1,5 y 2 cm/m de longitud, conforme al RETIE, la conicidad del poste se determina con base en los parámetros geométricos de éste y obedece a la siguiente ecuación:

$$C = \frac{D_1 - D_2}{h}$$

Donde C es la conicidad, D1 y D2 son los diámetros de la cima y de la base respectivamente y h es la altura total. Los diámetros de cima y de base, deberán estar de acuerdo a lo establecido en la norma NTC 1329.

Cargas mínimas de rotura

En la tabla 3, se establecen las cargas mínimas de rotura para todos los postes de concreto armado y pretensado y sus equivalentes en daN. Para efectos de esta especificación aplican las cargas de rotura establecidas en el RETIE. Los postes con cargas de rotura superiores se considerarán postes especiales.

Tabla 3 Cargas mínimas de rotura

CARGA MÍNIMA DE ROTURA SEGÚN RETIE EN kgf	CARGA EN N	CARGA MÍNIMA DE ROTURA EN daN	TECNOLOGÍA DE CONSTRUCCIÓN
510	5001	500	Armado o Pretensado
750	7355	736	Armado o Pretensado
1050	10300	1030	Armado o Pretensado
1350	13240	1324	Pretensado
1500	14700	1470	Pretensado
1800	17640	1764	Pretensado
2000	19600	1960	Pretensado

Carga de trabajo o carga de servicio

La carga de trabajo es la resultante de dividir la carga mínima de rotura, por el coeficiente de seguridad de 2.5. La tabla 4 muestra las cargas de trabajo para las cargas de rotura especificadas en la tabla 3.

Tabla 4 Cargas de trabajo

CARGA DE ROTURA EN kgf	CARGA DE TRABAJO EN kgf	CARGA DE TRABAJO EN daN
510	204	200
750	300	294
1050	420	412
1350	540	530
1500	600	588
1800	720	706
2000	800	786

Deformaciones o flechas bajo carga

El poste, bajo la acción de una carga aplicada a 20 cm de la cima, con una intensidad igual a la carga de trabajo especificada en la tabla 4, no debe producir una deformación (flecha) superior al 3% de la longitud libre del poste (la deformación debe ser aproximada al cm, de acuerdo con la tabla 5), y al finalizar la acción de esa carga, la deformación permanente no debe ser superior al 0.15% de la longitud libre del poste (la deformación debe ser aproximada al mm, de acuerdo con la tabla 5). En la Tabla 5 se establecen los límites para la flexión bajo carga y deformación permanente. Las deformaciones se determinan de acuerdo con el ensayo de flexión especificado en la norma NTC 1329.

Tabla 5 Deformaciones o flechas bajo carga

LONGITUD TOTAL (m)	DEFORMACIÓN BAJO CARGA DE TRABAJO (cm)	DEFORMACIÓN PERMANENTE (mm)
8	20	10
10	25	13
12	31	15
14	36	18
16	41	21

Resistencia a la compresión del concreto

Se debe tener en cuenta las condiciones establecidas en el numeral 6.2 de la Norma NTC1329.

Acero de refuerzo principal

Se debe tener en cuenta las condiciones establecidas en el numeral 5.1 de la Norma NTC1329.

Recubrimiento

El recubrimiento mínimo de la armadura debe ser de 25 mm, medidos desde la superficie de la armadura hasta la cara o superficie interior y exterior del poste, incluidas la cima y la base.

Longitud de empotramiento

Para definir la longitud de empotramiento, se debe aplicar la fórmula establecida en el numeral 4.6 de la Norma NTC-1329:

$$LE = 0.1H + 0.6\ (m)$$

Donde LE es la longitud de empotramiento en m. y H es la longitud total del poste.

Conexión de puesta a tierra del poste

El fabricante deberá garantizar que todos los elementos metálicos como acero de refuerzo y espirales estén conectados y presenten continuidad eléctrica.

Así mismo, los postes de concreto deben disponer de dos terminales de bronce con rosca hembra asegurados a la estructura metálica del poste mediante soldadura MIG o mediante sistema de fijación tipo mordaza. Para el caso de postes pretensados no se aceptará la soldadura. La conexión por medio de soldadura no debe presentar corrosión en la unión del perno de bronce y la estructura metálica del poste.

Los terminales deben quedar expuestos al exterior para permitir la equipotencialización de elementos metálicos y la conexión de la puesta a tierra con tornillos de acero inoxidable de ½" de diámetro y de 1" de largo. Cada terminal de bronce deberá estar provista de un tornillo de acero inoxidable como se observa en la figura 5-12.

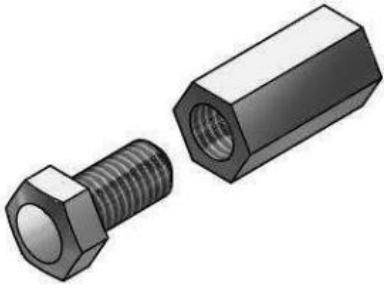


Figura 5-12 Perno con rosca hembra para puesta a tierra de poste

Los numerales 5.6 y 6.1.3 de las normas ASTM C935 y ASTM C1089, respectivamente, establecen que los postes desde fabricación deben tener el medio para el sistema de puesta a tierra.

Distancias

Las terminales de las puestas a tierra estarán a una distancia de 1.5 metros de la parte superior del poste, cualquiera que sea su longitud y en la parte inferior a 0.20 metros por debajo de la línea de empotramiento del poste.

CIMENTACIÓN DE POSTES

1 GENERALIDADES

A continuación se presentan las dimensiones y características de las cimentaciones para cada poste de acuerdo con el tipo de terreno donde emplazaran.

2 GLOSARIO

BASE (Dp): Plano o sección transversa extrema en la base inferior del poste

CARGA DE ROTURA: Es aquella que aplicada a 20cm de la cima, produce el Colapso estructural del poste por fluencia del acero, por aplastamiento del concreto o por ambas causas simultaneas.

CARGA DE TRABAJO: Carga mínima real que se puede aplicar al pote, en sentido normal a su eje y a 20 cm de la cima, sin que se presente deformaciones permanentes mayores que el 5% de la deflexión máxima permitida. Debe ser igual al 40% de la carga mínima de rotura.

CIMA: Plano o sección transversal extrema en la parte superior del poste.

CIMENTACIÓN: Obra civil cuya función es transmitir las cargas de los postes al suelo, distribuyéndolas de manera que no superen su presión admisible.

COEFICIENTE DE SEGURIDAD: Relación entre la carga de rotura mínima y la carga de trabajo especificadas, que para esta norma se establece en 2.5.

ESFUERZO: Intensidad de fuerza por unidad de área.

ESFUERZO ADMISIBLE: Capacidad límite de absorber presiones el suelo, cuando éstas se le suministran por medios externos.

LONGITUD DE EMPOTRAMIENTO (E): Distancia entre la sección de empotramiento y la base del poste.

LONGITUD DEL POSTE (Lp): Distancia entre la cima y la base del poste.

MOMENTO DE VUELCO: Momento externo que se desarrolla en la base del poste, debido a la carga de trabajo aplicada a 20 cm de la cima del poste.

MOMENTO ESTABILIZADOR: Momento de resistencia al vuelco, producido por el peso de la cimentación y las reacciones del terreno sobre las paredes de la cimentación.

MOMENTO FLECTOR: momento de fuerza resultante de una distribución de tensiones sobre una sección transversal del poste que es perpendicular al eje longitudinal a lo largo del que se produce la flexión.

PERFIL DE SUELO: Son los diferentes estratos de suelo existentes debajo del sitio de la edificación.

RESISTENCIA: Capacidad de un elemento estructural para soportar las cargas o fuerzas que se le apliquen.

SECCIÓN DE EMPOTRAMIENTO: Plano o sección transversal del poste, a nivel de piso donde se produce el máximo momento flector, por efecto de las cargas de trabajo

3 CARACTERIZACIÓN DE LOS TIPOS DE TERRENO

Los tipos de cimentaciones para la presente normativa están de acuerdo con los siguientes tipos de terreno y características:

Suelos blandos

Corresponde a suelos anegados con nivel freático alto, presencia de suelo vegetal con capa de 50 cm o más, la superficie del fondo de la excavación se puede marcar con el mango de la pala, el material de excavación se puede moldear con facilidad, o suelos sueltos que no permiten mantener las paredes de la excavación.

Suelos semiblandos

Corresponde a suelos sin presencia de agua en la excavación, que se pueden excavar fácilmente y que los lados de la excavación se mantienen estables, al cortar y al sacar con la paladraga la muestra se desmorona o fluye sin conservar la geometría del corte.

Suelos semiduros

Corresponde a suelos secos que se componen de arcillo arenoso o arena compacta, permiten el corte manual. Al cortarse con la paladraga permanece el bloque sin desmoronarse.

Suelos duros

Corresponde a suelos secos compuestos por arenas duras, arenas con gravas consolidadas, rocas, que requieren para su corte equipo de percusión o pesado. Las paredes del corte permanecen estables.

Propiedades mecánicas de los suelos

Las siguientes son las propiedades mecánicas de los suelos utilizados para el análisis de las cimentaciones:

Clasificación de los suelos	Tipos de suelos	Capacidad portante	Índice de compresibilidad [1]	Coeficiente de fricción terreno y concreto	Cohesión	Angulo de fricción
		(kg/cm ^{2})	(kg/cm ^{3})	°	(kg/cm ^{2})	°
Blando	Terrenos muy blandos Arena Fina húmeda Arcilla Blanda	0.5 a 0.8	3 a 8	0.3	15 a 25	20
Semiblandos	Arcilla medio dura seca Arena fina seca	0.8 a 1.8	8 a 12	0.4	25 a 50	30
Semiduro	Arcilla rígida Arena gruesa y pedregullo	1.8 a 2.5	12 a 16	0.4	50 a 100	35
Duro	Arcilla gruesa dura Rígido pedregullo y canto rodado	>2.5	> 16	0.4	>100	40

[1] El índice de compresibilidad se refiere a la profundidad del fondo de la cimentación. Método de Sulzberger, Tadeo Maciejewski, AMIEE.

Aquellas cimentaciones que tengan propiedades del terreno distintas a las anteriores deberán de ser calculadas conforme a sus características particulares.

Estudios de suelos

Para la selección de cimentaciones, se debe ejecutar un estudio de suelos constituido por sondeos, que permita conocer los parámetros de los suelos implicados en el trazado.

Se deberá presentar un informe en el cual incluirá la información más relevante del estudio de suelos, tal como el perfil estratigráfico, posición del nivel de aguas freáticas, contenido natural de agua, clasificación, pesos unitarios, propiedades de resistencia al corte, deformación, permeabilidad, densidad de compactación de los diferentes materiales obtenidos y un análisis detallado de los resultados de las pruebas con recomendaciones y conclusiones.

El número de sondeos dependerá de las características de cada proyecto y en general se deberán realizar en sitios sobre el alineamiento espaciados mínimo cada 1 km y en cada cambio de dirección.

La exploración de campo se realizará mediante la ejecución de apiques, trincheras, perforaciones profundas estáticas o dinámicas, u otros procedimientos exploratorios reconocidos en la práctica hasta profundidades que permitan definir niveles de fundación óptimos para las cimentaciones de las estructuras de la línea. La profundidad mínima de exploración será de 4.0 m, y podrá ser menor si se encuentra en el sitio explorado roca o un suelo muy compacto. En caso de no encontrarse adecuado el suelo para soportar cimentaciones superficiales, por la presencia de

pantanos, suelos de baja compacidad relativa, dunas, etc., el Contratista deberá hacer la exploración a mayores profundidades.

Características y propiedades mecánicas principales de los suelos:

- Peso específico.
- Capacidad portante (presión admisible).
- Coeficientes de compresibilidad (lateral y de fondo) - Sulzberger.
- Coeficiente de fricción entre el suelo y el concreto

Los tipos de suelos deberán ser clasificados como suelos Blando, Semiblandos, Semiduro y Duro, de acuerdo con la Tabla 3 1, teniendo en cuenta como la variable principal el coeficiente de compresibilidad del terreno.

4 TIPOS DE CIMENTACIONES

Las siguientes son los tipos de cimentaciones, dependiendo el material de relleno utilizado en la cimentación y la forma de su sección transversal.

Esquema y nomenclatura general de las cimentaciones es la siguiente:

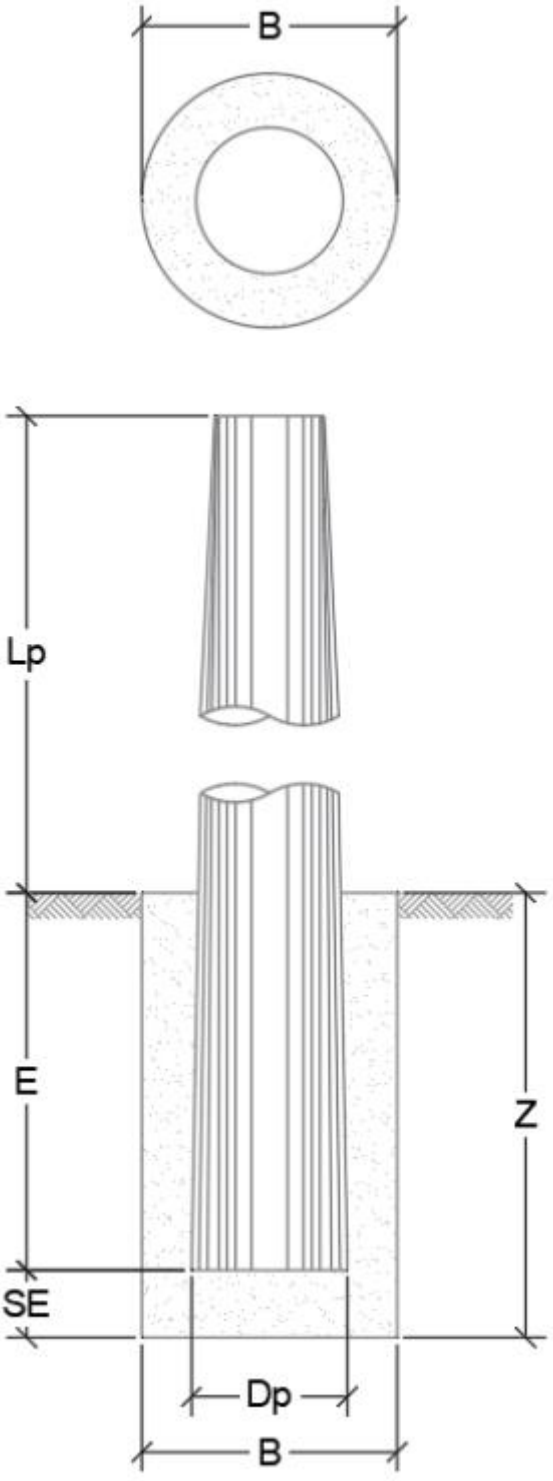


Figura 1 Esquema general cimentaciones

Lp: Longitud del poste

Dp: Diámetro en la base del poste

E: Empotramiento del poste.

B: Diámetro de excavación / cimentación.

SE: Sobre excavación.

Z: Profundidad de excavación.

Cimentación circular relleno B-200

Este tipo de cimentación comprende el empotramiento directo del poste en el terreno remplazando el material de terreno natural con material de relleno seleccionado tipo B-200.

Como lo especifica el RETIE, el poste debe ser empotrado a una profundidad igual a 60 cm más el 10% de la longitud del poste y siempre se debe verificar que no presente peligro de volcamiento.

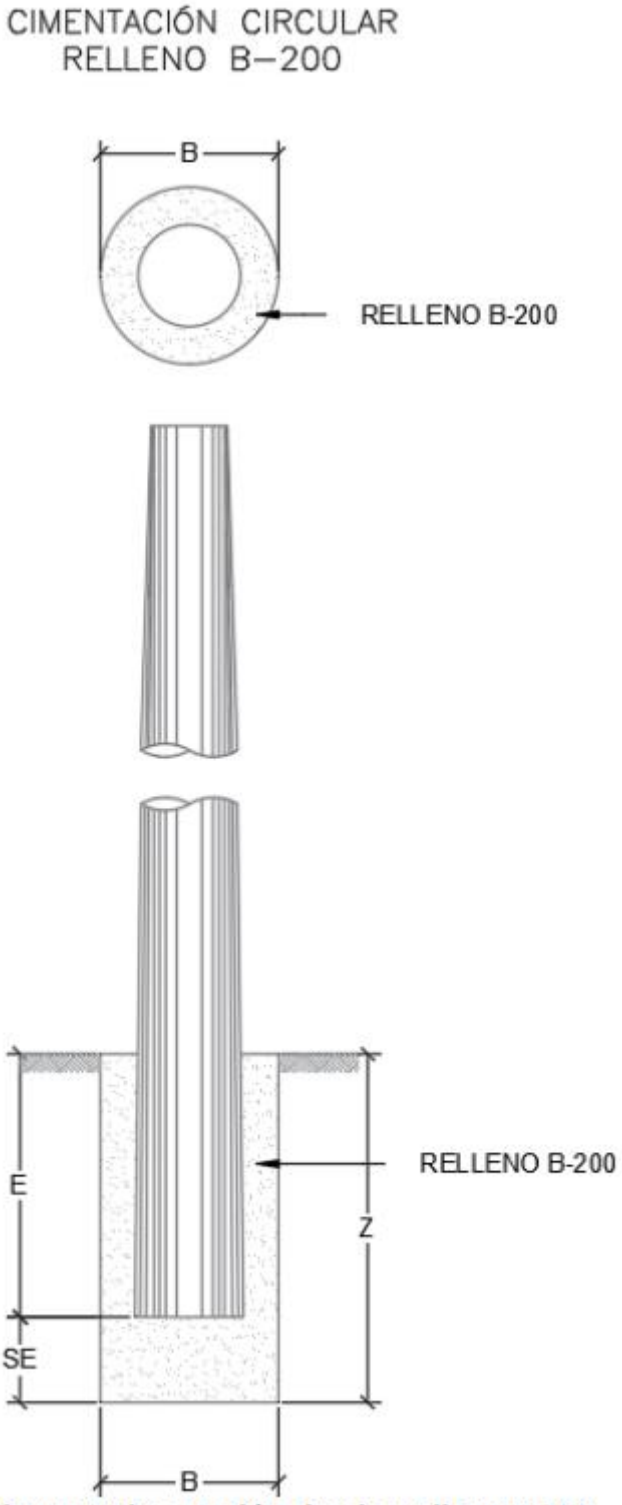


Figura 2 Cimentación circular relleno B-200

Cimentación cilíndrica relleno en concreto

Cimentación en la que la excavación es circular cilíndrica, en el poste se empotra directamente en el terreno y en el cual el terreno natural excavado se remplaza por concreto simple (sin acero de refuerzo) para aumentar el área de contacto del poste con el suelo y así aumentar su capacidad al volcamiento.

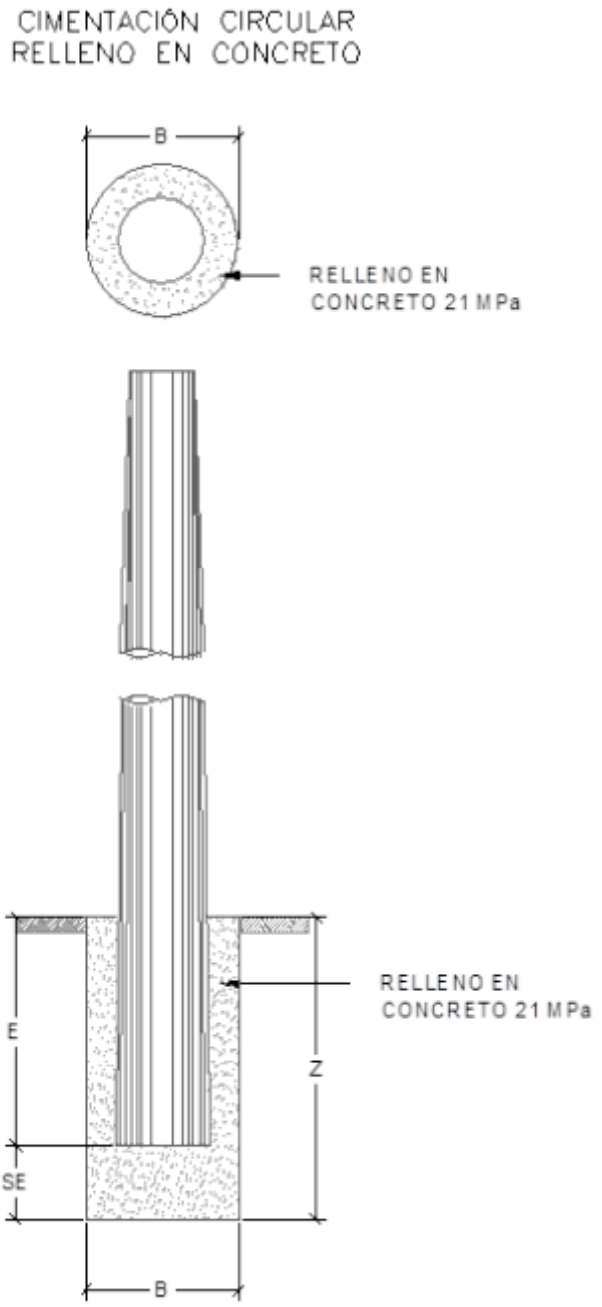


Figura 3 cimentación cilíndrica relleno en concreto

Cimentación cuadrada relleno en concreto

Cimentación en la que la excavación es cuadrada prismática, el poste se empotra directamente en el terreno y en el cual el terreno natural se remplaza por concreto simple (sin acero de refuerzo), esto con el fin de aumentar el área de contacto del poste con el suelo y así aumentar su capacidad al volcamiento.

Esta cimentación al ser cuadrada ofrece una mayor área de contacto y por ende una mayor resistencia que la cimentación cilíndrica.

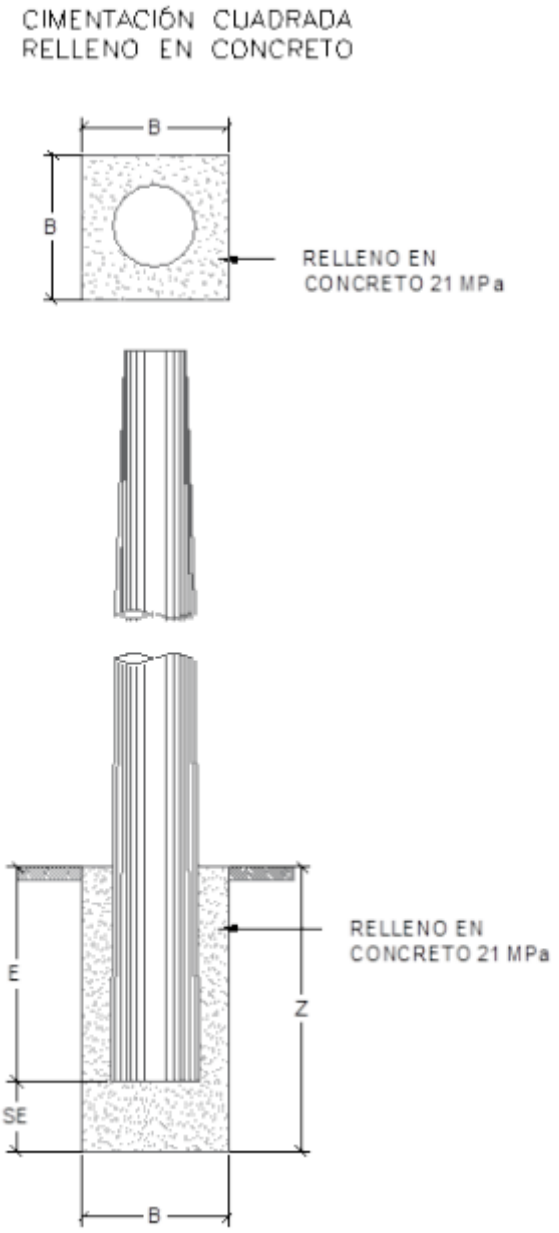


Figura 3 cimentación ccuadrada relleno en concreto

Cimentación circular en concreto reforzado

Cimentación en la que la excavación es circular cilíndrica, en el poste se empotra directamente en el terreno y en el cual el terreno natural excavado se remplaza por concreto reforzado para aumentar el área de contacto del poste con el suelo, aumentar la resistencia de la cimentación por momentos flectores y al volcamiento.

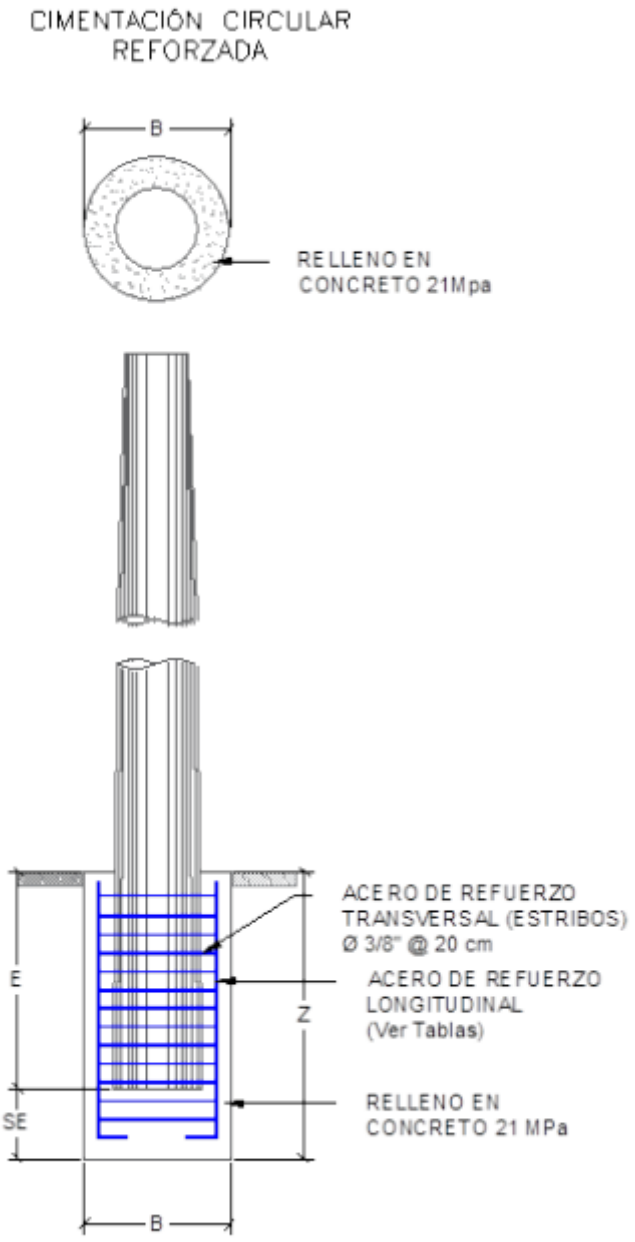


Figura 5 Cimentación circular en concreto reforzado

Recubrimiento del acero de refuerzo 7.5 cm.

5 MATERIALES DE LA CIMENTACIÓN

Relleno seleccionado B-200

En suelos de capacidad mayor a 0,5 kg/cm2, se debe utilizar relleno clasificado B-200, deberá estar libre de terrones de arcilla, material orgánico, basuras, escombros u otros elementos objetables.

El desgaste del material determinado mediante NTC 93 ingeniería civil y arquitectura. Método de ensayo para determinar la resistencia al desgaste por abrasión e impacto de agregados gruesos mayores de 19mm, utilizando la máquina de los ángeles, no podrá ser superior al 50%.

El contenido de la materia orgánica debe ser inferior al dos por ciento 2%.

La fracción del material de relleno clasificado tipo B-200 deberé presentar un límite liquido menor al 40% y un índice de plasticidad menor de 12%.

La compactación del relleno en material granular debe estar constituido por materiales que no contengan limo orgánico ni material vegetal, basuras o escombros, puede ser realizado por métodos mecánicos o manuales, el material suelto debe disponerse en capas de máximo 15 cm de espesor, se deberá garantizar tener la densidad requerida o según las indicaciones del geotecnista.

El relleno será con materiales importados o material seleccionado de la excavación que cumpla con las especificaciones de relleno, los cuales pueden ser compactados por medios manuales o mecánicos.

Si se van a utilizar materiales obtenidos por fuera del área de la obra o de préstamo, se deben presentar los resultados de los ensayos necesarios: Proctor modificado, CBR, límites de consistencia, gradación por mallas, lavado sobre malla Nº200, contenido de material orgánico y otros que se consideren necesario.

Concreto y acero de refuerzo

Las cimentaciones en concreto tendrán las siguientes características:

Parámetro	Valor
Resistencia a la compresión a 28 días del concreto, f'c	210 kg/cm² (21 MPa)
Densidad del concreto	2400 kg/m³ (24 kN/m³)
Acero de refuerzo ASTM A-706 grado 60	60000psi (4200 Kg/cm²)

Tabla 5 1 Propiedades concreto y acero de refuerzo

6 CIMENTACIONES PARA POSTES

Las siguientes son las tablas de cimentaciones para cada uno de los postes tipificados en la actual normativa de acuerdo con al tipo de suelo:

Notas aclaratorias:

- Las tablas de cimentaciones para postes incluidas en la presente norma aplican para los tipos de redes desnuda, compacta y aislada.

- La selección del poste se debe realizar con base en la norma correspondiente para el tipo de Red:

Desnuda, Compacta o Aislada, de la familia de normas LA010

- La selección del tipo de suelo dependerá de los resultados de la caracterización del terreno realizada en el estudio de suelo.

- Considerar en las cimentaciones en concreto reforzado que:

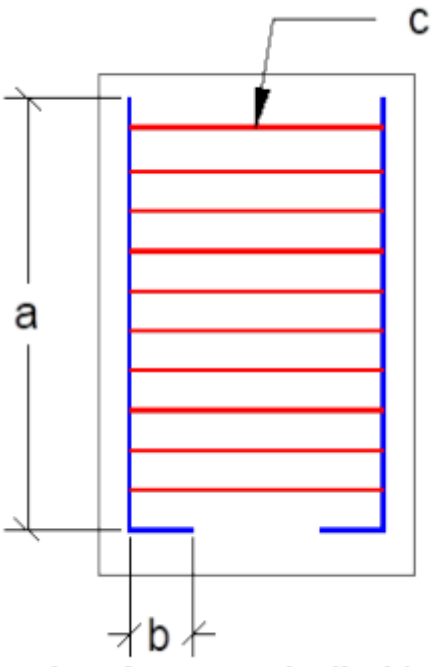
• Para el refuerzo longitudinal, 17 - #6, quiere decir que se deben colocar 17 varillas numero 6 (3/4”) dentro de la cimentación. Ver dimensiones “a” y “b” en las tablas de cimentaciones para el figurado del acero.

• Para el refuerzo transversal (Estribos), 3/8” @0.20, quiere decir que se deben colocar varillas de 3/8” dentro de la cimentación separadas verticalmente cada 0.20 m (20 cm). Ver dimensiones “c” y “d” en las tablas de cimentaciones para el figurado del acero.

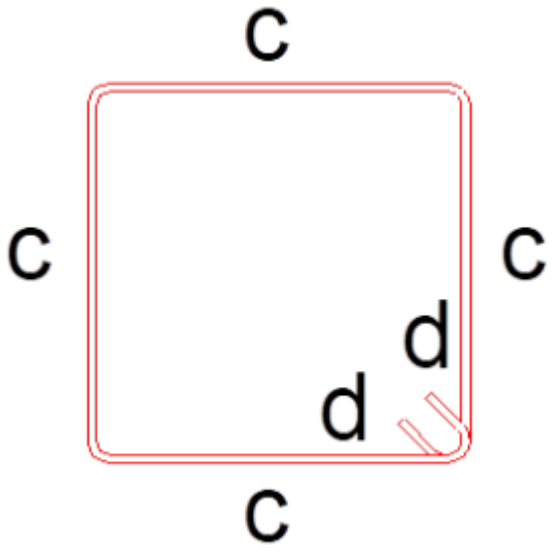
Tabla de cimentaciones Terreno Blando

TIPO DE POSTE	Tipo de terreno											
	Terreno Blando (K=3)											
	E (m)	B (m)	Z (m)	SE (m)	Tipo de Cimentación	Refuerzo						
						Ref. Long	Estribos	a (m)	b (m)	c (m)	d (m)*	
10/300daN(750kgf)	1.60	0.90	1.90	0.30	Circular Relleno Concreto	-	-	-	-	-	-	
10/400daN(1050kgf)	1.60	1.00	1.85	0.25	Cuadrada Relleno Concreto	-	-	-	-	-	-	
12/300daN (750kgf)	1.80	1.00	1.95	0.15	Circular Relleno Concreto	-	-	-	-	-	-	
12/400daN(1050kgf)	1.80	1.10	2.05	0.25	Circular Relleno Concreto	-	-	-	-	-	-	
12/500daN(1350kgf)	1.80	1.10	2.00	0.20	Cuadrada Relleno Concreto	-	-	-	-	-	-	
12/1000daN(2550kgf)	1.80	1.10	3.00	1.20	Circular Reforzada	17 - #6	"3/8" @ 20cm	2.85	0.30	0.95	0.15	
12/1300daN(3314kgf)	1.80	1.30	3.10	1.30	Circular Reforzada	18 - #7	"3/8" @ 20cm	2.95	0.35	1.15	0.15	
14/300daN (750kgf)	2.00	0.90	2.10	0.10	Circular Relleno Concreto	-	-	-	-	-	-	
14/400daN(1050kgf)	2.00	1.15	2.10	0.10	Circular Relleno Concreto	-	-	-	-	-	-	
14/500daN(1350kgf)	2.00	1.20	2.20	0.20	Circular Relleno Concreto	-	-	-	-	-	-	
14/1000daN(2550kgf)	2.00	1.30	3.00	1.00	Circular Reforzada	18 - #7	"3/8" @ 20cm	2.85	0.35	1.15	0.15	
14/1300daN(3314kgf)	2.00	1.40	3.20	1.20	Circular Reforzada	20 - #7	"3/8" @ 20cm	3.05	0.35	1.25	0.15	
14/2000daN(5098kgf)	2.00	2.00	3.23	1.23	Circular Reforzada	32 - #8	"3/8" @ 20cm	3.08	0.40	1.85	0.15	
16x1030daN(1050kgf)	2.20	1.00	2.30	0.10	Circular Relleno Concreto	-	-	-	-	-	-	
16/500daN (1350kgf)	2.20	1.20	2.30	0.10	Circular Relleno Concreto	-	-	-	-	-	-	
16/1000daN(2550kgf)	2.20	1.30	3.10	0.90	Circular Reforzada	18 - #7	"3/8" @ 20cm	2.95	0.35	1.15	0.15	
16/2000daN(5098kgf)	2.20	2.20	3.30	1.10	Circular Reforzada	38 - #8	"3/8" @ 20cm	3.15	0.40	2.05	0.15	

*Recubrimiento del acero de refuerzo 7.5 cm.



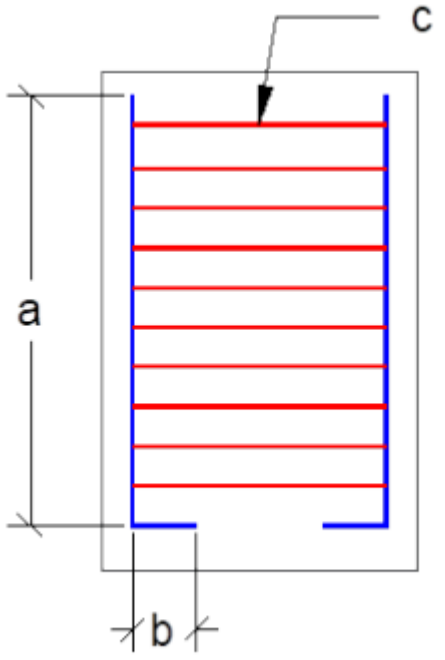
Acero de Refuerzo Longitudinal (Ref. Long)



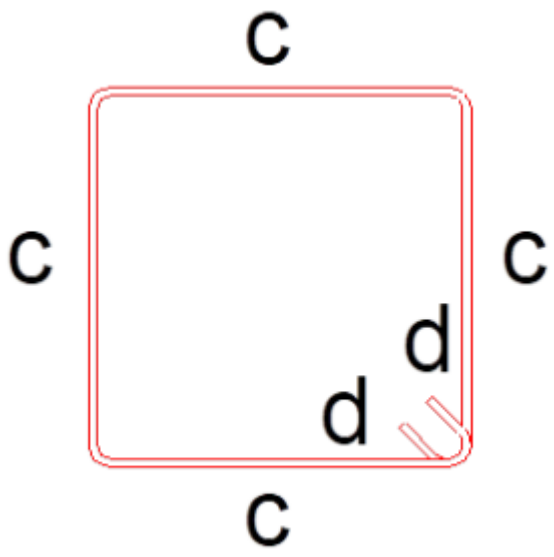
Acero de refuerzo transversal (estribos)

Tabla de cimentaciones Terreno Semiblando

TIPO DE POSTE	Tipo de terreno										
	Terreno Semiblando (K=8)										
	E (m)	B (m)	Z (m)	SE (m)	Tipo de Cimentación	Refuerzo					
						Ref. Long	Estribos	a (m)	b (m)	c (m)	d (m)*
10/300daN(750kgf)	1.60	0.65	1.70	0.10	Circular Relleno Concreto	-	-	-	-	-	-
10/400daN(1050kgf)	1.60	0.85	1.70	0.10	Circular Relleno Concreto	-	-	-	-	-	-
12/300daN (750kgf)	1.80	0.85	1.90	0.10	Circular Relleno B-200	-	-	-	-	-	-
12/400daN(1050kgf)	1.80	0.85	1.90	0.10	Circular Relleno B-200	-	-	-	-	-	-
12/500daN(1350kgf)	1.80	0.85	1.90	0.10	Circular Relleno Concreto	-	-	-	-	-	-
12/1000daN(2550kgf)	1.80	1.10	1.90	0.10	Cuadrada Relleno Concreto	-					-
12/1300daN(3314kgf)	1.80	1.30	1.90	0.10	Cuadrada Relleno Concreto	-					-
14/300daN (750kgf)	2.00	0.85	2.10	0.10	Circular Relleno B-200	-	-	-	-	-	-
14/400daN(1050kgf)	2.00	0.90	2.10	0.10	Circular Relleno B-200	-	-	-	-	-	-
14/500daN(1350kgf)	2.00	0.90	2.10	0.10	Circular Relleno B-200	-	-	-	-	-	-
14/1000daN(2550kgf)	2.00	1.20	2.10	0.10	Circular Relleno Concreto	-	-	-	-	-	-
14/1300daN(3314kgf)	2.00	1.10	2.10	0.10	Cuadrada Relleno Concreto	-	-	-	-	-	-
14/2000daN(5098kgf)	2.00	1.20	3.30	1.30	Circular Reforzada	15 - #7	"3/8" @ 20cm	3.15	0.35	1.05	0.15
16x1030daN(1050kgf)	2.20	0.95	2.30	0.10	Circular Relleno B-200	-	-	-	-	-	-
16/500daN (1350kgf)	2.20	0.95	2.30	0.10	Circular Relleno B-200	-	-	-	-	-	-
16/1000daN(2550kgf)	2.20	1.05	2.30	0.10	Circular Relleno Concreto	-	-	-	-	-	-
16/2000daN(5098kgf)	2.20	1.30	3.40	1.20	Circular Reforzada	18 - #7	"3/8" @ 20cm	3.25	0.35	1.15	0.15



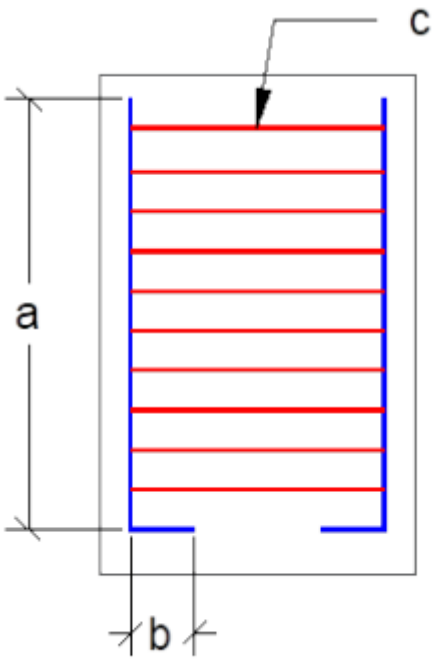
Acero de Refuerzo Longitudinal (Ref. Long)



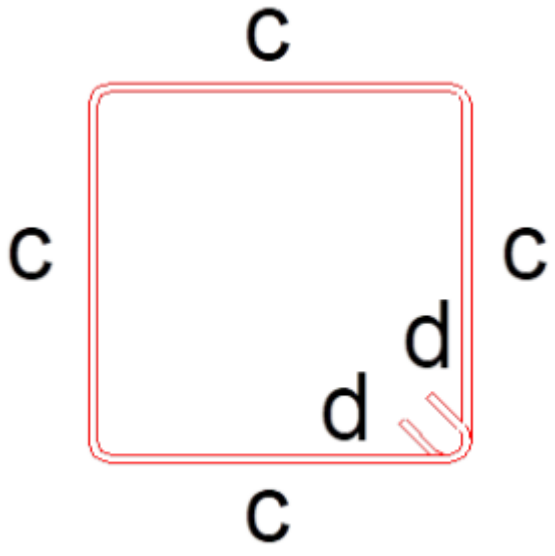
Acero de refuerzo transversal (estribos)

TIPO DE POSTE	Tipo de terreno											
	Terreno Semiduro (K=12)											
	E (m)	B (m)	Z (m)	SE (m)	Tipo de Cimentación	Refuerzo						
						Ref. Long	Estribos	a (m)	b (m)	c (m)	d (m)*	
10/300daN(750kgf)	1.60	0.80	1.70	0.10	Circular Relleno B-200	-	-	-	-	-	-	
10/400daN(1050kgf)	1.60	0.85	1.70	0.10	Circular Relleno B-200	-	-	-	-	-	-	
12/300daN (750kgf)	1.80	0.85	1.90	0.10	Circular Relleno B-200	-	-	-	-	-	-	
12/400daN(1050kgf)	1.80	0.85	1.90	0.10	Circular Relleno B-200	-	-	-	-	-	-	
12/500daN(1350kgf)	1.80	0.90	1.90	0.10	Circular Relleno B-200	-	-	-	-	-	-	
12/1000daN(2550kgf)	1.80	1.05	1.90	0.10	Circular Relleno Concreto	-	-	-	-	-	-	
12/1300daN(3314kgf)	1.80	1.30	1.90	0.10	Circular Relleno Concreto	-	-	-	-	-	-	
14/300daN (750kgf)	2.00	0.85	2.10	0.10	Circular Relleno B-200	-	-	-	-	-	-	
14/400daN(1050kgf)	2.00	0.90	2.10	0.10	Circular Relleno B-200	-	-	-	-	-	-	
14/500daN(1350kgf)	2.00	0.90	2.10	0.10	Circular Relleno B-200	-	-	-	-	-	-	
14/1000daN(2550kgf)	2.00	0.90	2.10	0.10	Circular Relleno Concreto	-	-	-	-	-	-	
14/1300daN(3314kgf)	2.00	1.10	2.10	0.10	Circular Relleno Concreto	-	-	-	-	-	-	
14/2000daN(5098kgf)	2.00	1.20	2.50	0.50	Circular Reforzada	15 - #7	"3/8" @ 20cm	2.35	0.35	1.05	0.15	
16x1030daN(1050kgf)	2.20	0.95	2.30	0.10	Circular Relleno B-200	-	-	-	-	-	-	
16/500daN (1350kgf)	2.20	0.95	2.30	0.10	Circular Relleno B-200	-	-	-	-	-	-	
16/1000daN(2550kgf)	2.20	1.00	2.30	0.10	Circular Relleno B-200	-	-	-	-	-	-	
16/2000daN(5098kgf)	2.20	1.00	2.30	0.10	Cuadrada Relleno Concreto	-	-	-	-	-	-	

*Recubrimiento del acero de refuerzo 7.5 cm.



Acero de Refuerzo Longitudinal (Ref. Long)

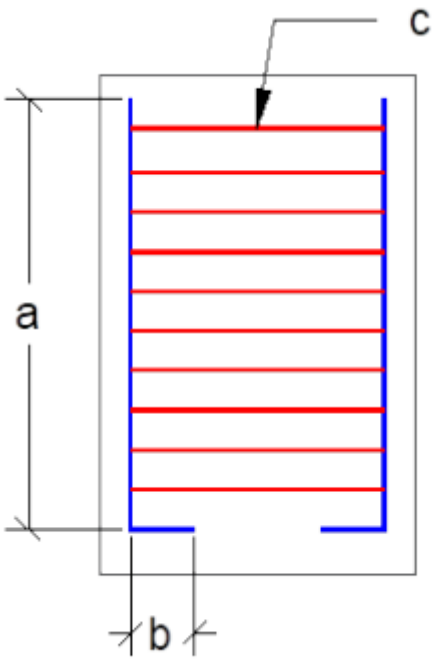


Acero de refuerzo transversal (estribos)

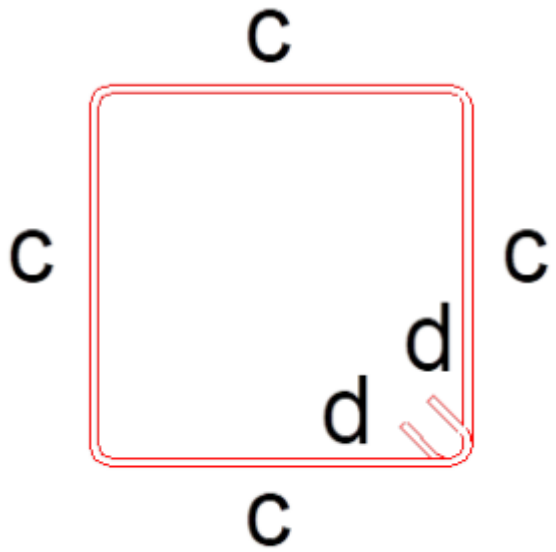
Tabla de cimentaciones Terreno Duro

TIPO DE POSTE	Tipo de terreno											
	Terreno Duro (K=16)											
	E (m)	B (m)	Z (m)	SE (m)	Tipo de Cimentación	Refuerzo						
						Ref. Long	Estribos	a (m)	b (m)	c (m)	d (m)*	
10/300daN(750kgf)	1.60	0.80	1.70	0.10	Circular Relleno B-200	-	-	-	-	-	-	
10/400daN(1050kgf)	1.60	0.85	1.70	0.10	Circular Relleno B-200	-	-	-	-	-	-	
12/300daN (750kgf)	1.80	0.85	1.90	0.10	Circular Relleno B-200	-	-	-	-	-	-	
12/400daN(1050kgf)	1.80	0.85	1.90	0.10	Circular Relleno B-200	-	-	-	-	-	-	
12/500daN(1350kgf)	1.80	0.90	1.90	0.10	Circular Relleno B-200	-	-	-	-	-	-	
12/1000daN(2550kgf)	1.80	0.85	1.90	0.10	Circular Relleno Concreto	-	-	-	-	-	-	
12/1300daN(3314kgf)	1.80	1.05	1.90	0.10	Circular Relleno Concreto	-	-	-	-	-	-	
14/300daN (750kgf)	2.00	0.85	2.10	0.10	Circular Relleno B-200	-	-	-	-	-	-	
14/400daN(1050kgf)	2.00	0.90	2.10	0.10	Circular Relleno B-200	-	-	-	-	-	-	
14/500daN(1350kgf)	2.00	0.90	2.10	0.10	Circular Relleno B-200	-	-	-	-	-	-	
14/1000daN(2550kgf)	2.00	1.00	2.10	0.10	Circular Relleno B-200	-	-	-	-	-	-	
14/1300daN(3314kgf)	2.00	0.90	2.10	0.10	Circular Relleno Concreto	-	-	-	-	-	-	
14/2000daN(5098kgf)	2.00	1.25	2.10	0.10	Circular Relleno Concreto	-	-	-	-	-	-	
16x1030daN(1050kgf)	2.20	0.95	2.30	0.10	Circular Relleno B-200	-	-	-	-	-	-	
16/500daN (1350kgf)	2.20	0.95	2.30	0.10	Circular Relleno B-200	-	-	-	-	-	-	
16/1000daN(2550kgf)	2.20	1.00	2.30	0.10	Circular Relleno B-200	-	-	-	-	-	-	
16/2000daN(5098kgf)	2.20	1.05	2.30	0.10	Circular Relleno Concreto	-	-	-	-	-	-	

*Recubrimiento del acero de refuerzo 7.5 cm.



Acero de Refuerzo Longitudinal (Ref. Long)



Acero de refuerzo transversal (estribos)

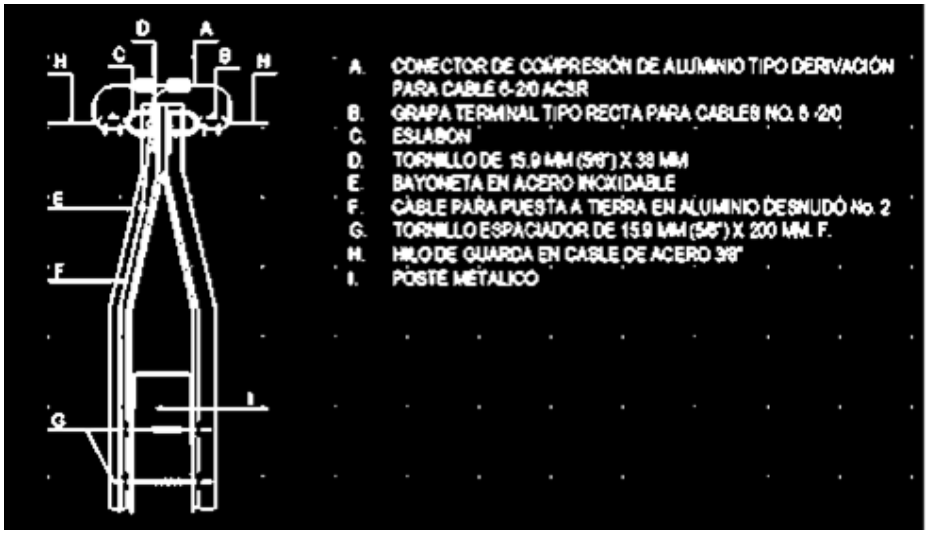
Nota:

En caso de requerir estudió de suelos este será a costo y cargo del contratista para definir la cimentación

7.6.6 SUMINISTRO INSTALACIÓN Y PUESTA EN SERVICIO DE BAYONETA GALVANIZADA PARA SOPORTAR HILO DE GUARDA EN ACERO DE 3/8", EN ESTRUCTURA EXISTENTE

Unidad de medida y pago: La indicada en el cuadro de cantidades.

Sera galvanizada por inmersion en caliente, para retencion del hilo de guarda, longitud 1500 mm.



CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES

CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES	
a. Altura sobre el nivel del mar	Desde 2900 a los 600 m.s.n.m.
b. Ambiente	Tropical
c. Humedad relativa	Desde 100% a el 20%
d. Temperatura máxima y mínima	+45 °C y -5 °C respectivamente
e. Temperatura promedio	14 °C
f. Polución	Alta con productos de la combustión y altamente contaminada por otros agentes.

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS	
a. Tensión Nominal	13,200 V, 34,500V
b. Tensión Máxima	35000 V
c. Frecuencia del sistema	60 Hz

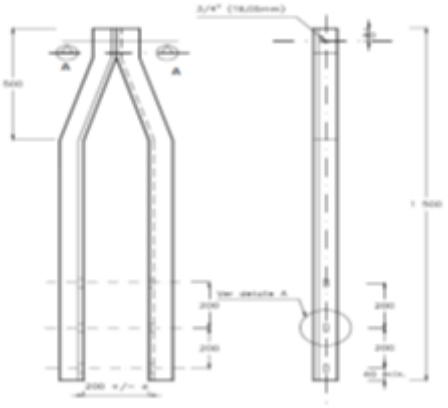
REQUERIMIENTOS TÉCNICOS PARTICULARES

Las bayonetas para retención deberán estar formadas por dos elementos, en ángulo de 2 ½ ” X 2 ½ ” X ¼” y dos tornillos de 5/8” X 1 ½” con una arandela de presión y una tuerca de 5/8” cada uno; todos los materiales de las diagonales deben ser de alta calidad y cumplir la norma NTC – 422; el acero debe ser de bajo silicio o sea menor de 0,05% (A34 - SAE1010 ó SAE1020.

Los ángulos utilizados serán de 2 ½” X 2 ½” X ¼” la forma y dimensiones se muestran en la figura 1.

Los ángulos deben cumplir con los siguientes requisitos, de la siguiente tabla:

REQUISITOS QUIMICOS DE LOS ÁNGULOS		
ELEMENTO	SAE 1010	SAE 1020
% Carbono	0,08 a 0,13	0,18 a 0,22
% Fósforo, máx.	0,05	0,05
% Azufre, máx	0,05	0,05
% Manganeso	0,3 a 0,6	0,3 a 0,6
% Silicio, máx	0,05	0,05



Los tornillos, arandelas y las tuercas deben cumplir con los siguientes requisitos químicos:

REQUISITOS QUIMICOS			
ELEMENTO	ARANDELAS DE PRESIÓN	PERNOS	TUERCAS Y ARANDELAS
% Carbono, máx.	0,55	0,28	0,28
% Fósforo, máx.	0,048	0,048	0,048
% Azufre, máx	0,058	0,058	0,058
% Manganeso mín		-	-

REQUISITOS MECÁNICOS

Las bayonetas serán totalmente galvanizadas por inmersión en caliente y deberán cumplir con las especificaciones técnicas de la norma NTC 2076 y deben estar libres de burbujas, áreas sin revestimiento, depósitos de escoria, manchas negras y cualquier otro tipo de inclusiones o imperfecciones.

Los ángulos se galvanizan con clase B-2 y los elementos roscados con clase C según Norma NTC 2076 (tabla 4).

TABLA 4

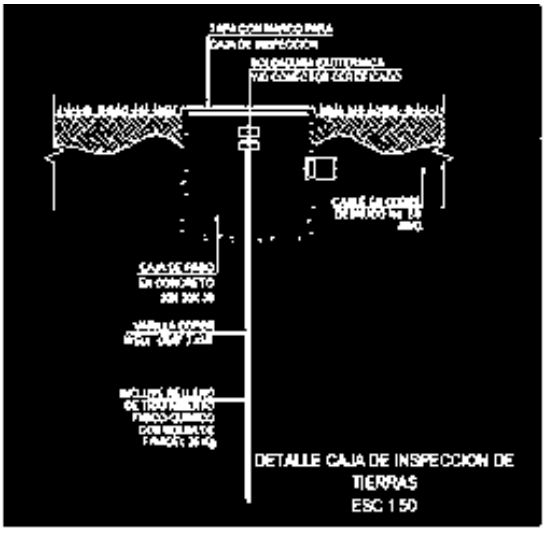
REQUISITOS DE GALVANIZADO				
ELEMENTO	PROMEDIO		MINIMO	
	gr/m^2	µmm	gr/m^2	µmm
Angulo	458	65,4	381	54,4
Elementos Roscados	397	56,6	336	48

REQUISITOS DEL ACABADO

Los perfiles deben ser de una sola pieza, libres de soldaduras, libres de deformaciones, fisura, aristas cortantes, y defectos de laminación. No se permiten dobleces ni rebabas en las zonas de corte, perforadas o punzadas. El galvanizado debe estar libre de burbujas, depósitos de escorias, manchas negras, excoriaciones y/u otro tipo de inclusiones.

Para este proyecto en particular se ha establecido un sistema de puesta a tierra cada 80 metros (cada dos estructuras), la cual consiste en una bajante en cable de Acero 3/8", conector bimetálico certificado, una varilla CW 5/8"x2.4m Cobre-Cobre al 99%, un anillo alrededor del poste en cable de Cobre desnudo No. 2/0 AWG, ver detalle de la figura No. 3.

Detalle Caja de Inspección Puesta a Tierra Estructura



7.6.7 SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y PUESTA EN SERVICIO DE CABLE MENSAJERO DE ACERO NO. 3/8".

Unidad de medida y pago: La indicada en el cuadro de cantidades.

HILO DE GUARDA EN CABLE DE ACERO NO. 3/8".
Deberá cumplir las siguientes características y normatividad:
El hilo de guarda será en cable de acero galvanizado 3/8".

Normas aplicables:
- ASTM A 363 Zinc-Coated (galvanized) Steel Overhead Ground Wire
- NTC-2145 Especificaciones para cables de acero galvanizado.
- ASTM A 475 Zinc-Coated Steel Wire Strand.

REQUISITOS TÉCNICOS PARTICULARES

CALIBRE	3/8"
NÙMERO DE ALAMBRES	7
DIAMETRO NOMINAL DEL ALAMBRE mm	3.05
DIAMETRO NOMINAL DEL CABLE mm	9.52
PESO UNITARIO, Kg/Km	406.0
RESISTENCIA DE ROTURA MINIMA kN	58503
GRADO	Extra Alta Resistencia
CLASE DE GALVANIZADO	B

Generalidades Puesta a Tierra

Los sistemas de protección contra descargas atmosféricas, así como, los sistemas de puestas a tierra, adicional de cumplir con lo indicado en el subcapítulo de PROTECCIONES, PARARRAYOS Y PUESTAS A TIERRA, de acuerdo al RETIE se debe dar cumplimiento a lo siguiente:

Artículo 2.3.15. Electrodos de puesta a tierra y puestas a tierra temporales

2.3.15.1. Electrodos de puesta a tierra en cobre, aleaciones con más del 80% en cobre, acero inoxidable, acero recubierto en cobre, acero con recubrimiento galvanizado o cualquier tipo de material usado como electrodo de puesta a tierra

Los electrodos de puesta a tierra deben cumplir los siguientes requisitos de producto y ensayos mínimos requeridos adaptados de normas técnicas tales como: UL 467, ASTM G 162, ASTM G 1, AS 1768, NTC- IEC 62561-2 y NTC 2206.

2.3.15.1.1. Requisitos de producto

a. Los electrodos deben cumplir las dimensiones y valores de la Tabla 2.3.15.1.1. a.

Tabla 2.3.15.1.1. a. Requisitos para electrodos de puesta a tierra.

TIPO DE ELECTRODO	MATERIALES	DIMENSIONES MÍNIMAS			
		Diámetro mm	Área mm²	Espesor mm	Recubrimiento µm
Varilla	Cobre	12,7			
	Aleaciones de cobre	12,7			
	Acero inoxidable	15			
	Acero galvanizado en caliente	16			70
	Acero con recubrimiento electrodo depositado de cobre	14			250
	Acero con recubrimiento total en cobre	15			2 000
Tubo	Cobre	20		2	
	Acero inoxidable	25		2	
	Acero galvanizado en caliente	25		2	55
Fleje o cinta sólida	Cobre		50	2	
	Acero inoxidable		100	3	
	Cobre zincado		50	2	40
Cable trenzado	Cobre o cobre estañado	1,8 para cada hilo	50		
	Acero galvanizado en caliente	1,8 para cada hilo	70		
Alambre redondo	Cobre	8	50		
	Acero galvanizado	10	78,5		70
	Acero inoxidable	10			
	Acero recubierto de cobre	10			250
Placa sólida	Cobre		250 000	1,5	
	Acero inoxidable		360 000	6	

Fuente: Adoptada de la Resolución 90708 de 2013.

b. No se permite el uso de aluminio en los electrodos de las puestas a tierra.

c. Resistencia a la corrosión: Se debe utilizar el método de la inmersión en cámara salina durante 1.000 h o usando muestras de suelo ácido, preparadas en laboratorio o en electrolitos de solución ácida con débil concentración, que permita simular los suelos más corrosivos donde se prevea instalar los electrodos de acuerdo con la norma ASTM G 162 o la ASTM G 1. Para electrodos en cables de acero galvanizado, no es suficiente el ensayo de cámara salina, adicionalmente se debe probar con muestras del suelo similar a donde se pretenda instalar.

d. El recubrimiento en cobre de la varilla de acero no debe ser menor a 0,25 mm.

e. Debe probarse la adherencia y doblado del electrodo con recubrimiento, conforme a lo establecido en la norma NTC 2206 o equivalente.

f. El electrodo tipo varilla o tubo debe tener mínimo 2,4 m de longitud.

g. Marcación: el electrodo tipo varilla, debe estar identificado de forma permanente y legible con mínimo la siguiente información:

   1. Nombre del productor o marca registrada.

2. Sus dimensiones; esto debe hacerse dentro los primeros 30 cm medidos desde la parte superior.

2.3.15.1.2. Ensayos mínimos requeridos

a. Dimensiones: largo y diámetro.

b. Ensayo de adherencia del recubrimiento.

c. Ensayo de doblado para varillas con recubrimiento.

d. Espesor de recubrimiento.

e. Cámara salina 1.000 h.

f. Imborrabilidad del rótulo conforme a IEC 60950-1 o norma de fabricación, cuando aplique.

2.3.16.2.5. Conectores para el electrodo y conductor de puesta a tierra

Deben ser sometidos a los siguientes ensayos adaptados de normas técnicas tales como: IEEE 837, UL 467, CSA 22.2, UL 486A y NTC 4628.

a. Resistencia mecánica – Torque.

b. Ensayo de extracción.

c. Ensayo de tracción.

d. Ensayo de corriente.

e. Absorción de humedad.

f. Ensayo de corrosión de acuerdo con norma de fabricación.

g. Imborrabilidad del rótulo conforme a IEC 60950-1 o norma de fabricación.

h. Permanencia del rotulado conforme a UL 969 o norma de fabricación, cuando aplique.

Artículo 3.12.1. Requisitos generales del sistema de puesta a tierra

El sistema de puesta a tierra debe cumplir los siguientes requisitos:

a. Los elementos metálicos que no forman parte de las instalaciones eléctricas no podrán ser incluidos como parte de los conductores del sistema de puesta a tierra.

Este requisito no excluye el hecho de que se deben conectar a tierra, en muchos casos.

b. 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. Este requisito es fundamental en los refuerzos estructurales de pisos que soporte transformadores o celdas.

c. Las conexiones que van bajo el nivel del suelo (puesta a tierra), deben ser realizadas con soldadura exotérmica o conector certificado para enterramiento directo conforme a normas tales como IEEE 837, UL 467, UL 486A o la norma NTC 2206.

d. Para verificar que las características del electrodo de puesta a tierra y su unión con la red equipotencial cumplan con el presente Reglamento, se deben dejar puntos de conexión accesibles e inspeccionables al momento de la medición. Cuando para este efecto se construyan cajas de inspección, sus dimensiones internas 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 aplica a los electrodos de líneas de transmisión y redes de distribución.

e. 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 3.12.1. a.

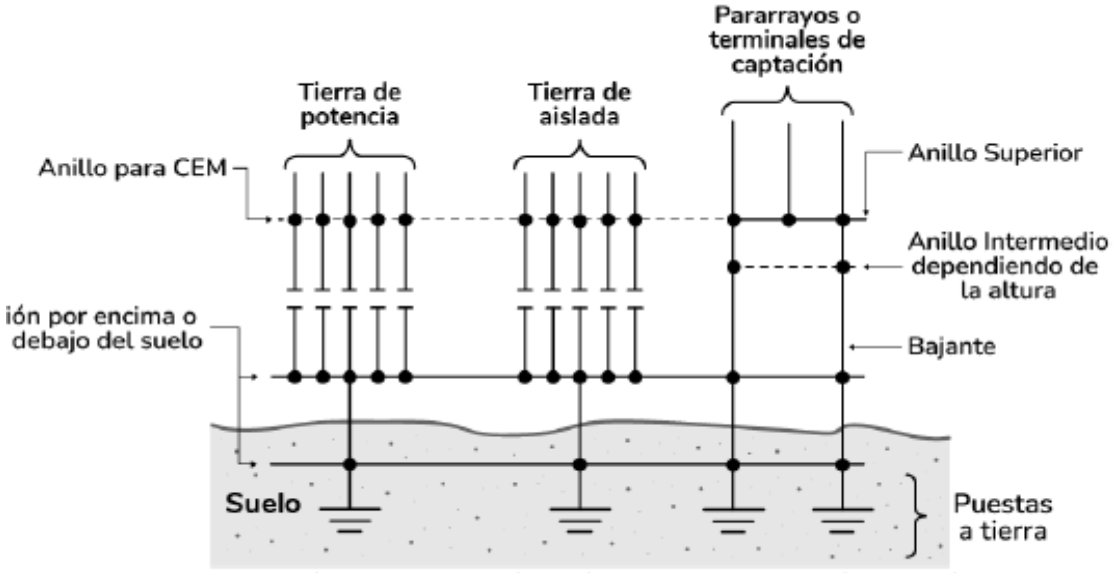


Figura 3.12.1. a. Sistemas con puestas a tierra dedicadas e interconectadas.
Fuente: Adoptada de la norma IEC-61000-5-2.

La anterior figura deja claro que se deben interconectar todas las puestas a tierra de un edificio, es decir, aquellas partes del sistema de puesta a tierra que están bajo el nivel del terreno y diseñadas para cada aplicación particular, tales como: Fallas a tierra de baja frecuencia, evacuación de electrostática, protección contra rayos o protección catódica. Esta interconexión puede hacerse por encima o por debajo del nivel del terreno.

f. Para un mismo edificio, quedan expresamente prohibidos los sistemas de puesta a tierra que aparecen en las Figuras 3.12.1. b. y 3.12.1. c., según criterio adoptado de la IEC 61000-5-2, el cual está establecido igualmente en la NTC 2050 segunda actualización y en la IEC 60364.

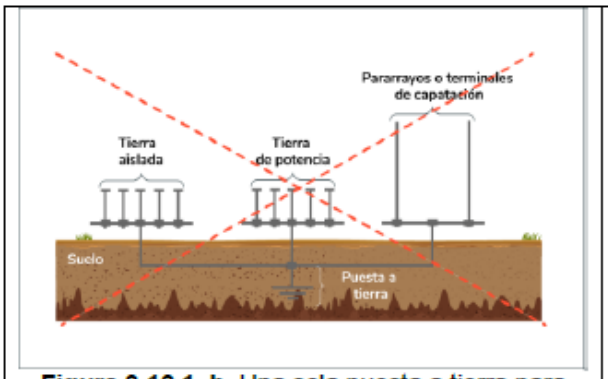


Figura 3.12.1. b. Una sola puesta a tierra para todas las necesidades.
Fuente: Adoptada de la norma IEC-61000-5-2.

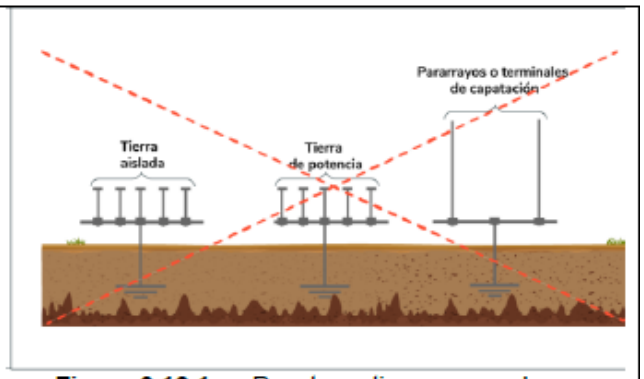


Figura 3.12.1. c. Puestas a tierra separadas o independientes.
Fuente: Adoptada de la norma IEC-61000-5-2.

g. Los valores de máximos permisibles de tensión de contacto y de paso deben ser calculados siguiendo la metodología de la norma IEEE 80. En caso de que no tener una capa superficial, no se deben superar los valores dados en la Tabla 3.12.1. a., que corresponden a la máxima tensión de contacto aplicada al ser humano (con una resistencia equivalente de 1.000 Ω), la cual está dada en función del tiempo de despeje de la falla a tierra, de la resistividad del suelo y de la corriente de falla. Estos son los valores máximos de soportabilidad del ser humano a la circulación de corriente y consideran la resistencia o impedancia promedio netas del cuerpo humano entre mano y pie, sin que se presenten perforaciones en la piel y sin 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 el cálculo se tuvieron en cuenta los criterios establecidos en la IEEE 80, tomando como base la siguiente ecuación, para un ser humano de 50 kilos cuando no se tiene capas superficiales.

$$Máxima\ tensión\ de\ contacto \quad = \frac{116}{\sqrt{t}}[V, c.a.]$$

La columna dos de la tabla 3.12.1.a aplica a sitios con acceso al público en general y fue obtenida a partir de la norma IEC 60479-1 y tomando la curva C1 de la Figura 1.5.1.2. a. del Libro 1 de Disposiciones Generales (probabilidad de fibrilación del 5%). La columna tres aplica para instalaciones de media, alta y extra alta tensión, donde se tenga la presencia de personal que conoce el riesgo y está dotado de elementos de protección personal.

Tabla 3.12.1. a. Máxima tensión de contacto admisible para un ser humano

Tiempo de despeje de la falla	Máxima tensión de contacto admisible (rms c.a.) según IEC para 95% de la población. (Público en general)	Máxima tensión de contacto admisible (rms c.a.) según IEEE para personas de 50 kg (Ocupacional)
Mayor a 2 s	50 voltios	82 voltios
1 s	55 voltios	116 voltios
700 ms	70 voltios	138 voltios
500 ms	80 voltios	164 voltios
400 ms	130 voltios	183 voltios
300 ms	200 voltios	211 voltios
200 ms	270 voltios	259 voltios
150 ms	300 voltios	299 voltios
100 ms	320 voltios	366 voltios
50 ms	345 voltios	518 voltios

Fuente: Adaptada de las normas IEC 60479-1 e IEEE 80.

Puestas a tierra

Con el fin garantizar la seguridad del personal en las centrales de generación, se deben cumplir los criterios establecidos en el Título 12 del RETIE.

7.6.8 SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y PUESTA EN SERVICIO DE SISTEMA DE PUESTA TIERRA PARA ESTRUCTURA DE MEDIA Ó BAJA TENSIÓN, INCLUYE 1 VARILLA CW 5/8" COBRE- 99%, PUNTO DE SOLDADURA EXOTÉRMICA INCLUYENDO, POZO HIDROSOLTA CON 2 BOLSAS 25KG/7M, BAJANTE EN ACERO, 1 CAJAS DE INSPECCIÓN DE (0,30 X 0,30)M CON TAPA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA INSTALACIÓN Y PUESTA EN SERVICIO CUMPLIENDO CON UNA RESISTENCIA MENOR A 10 OHMIOS.

Unidad de medida y pago: La indicada en el cuadro de cantidades.

Se realizará todas las actividades necesarias para la instalación del sistema de puesta a tierra, como son excavaciones, rellenos, transporte de material sobrante a un sitio acorde para tal fin, tendido cable, instalación de varillas, ductos, puntos de soldadura, esparcimiento del tratamiento fisicoquímico, instalación de cajas de inspección, conexión de las bajantes del apantallamiento con el sistema de puesta a tierra y todas las demás actividades pertinentes.

Conductores para sistema puesta a tierra.

Cable trenzado cobre desnudo 19 hilos, No. 2/0 AWG.

Electrodos para puesta a tierra

Todos los electrodos deben ser de COBRE-COBRE de 2.40m y Ø5/8” de diámetro.

El tope del electrodo deberá estar a 0.3m por debajo del nivel del piso.

Soldadura

Todas las uniones entre conductores, a tubos, a platinas o a electrodos, deben realizarse con soldadura exotérmica del tipo Cadd-Weld de 150 grs, siendo instaladas mediante molde certificado para realizar este tipo de pega (cable-varilla).

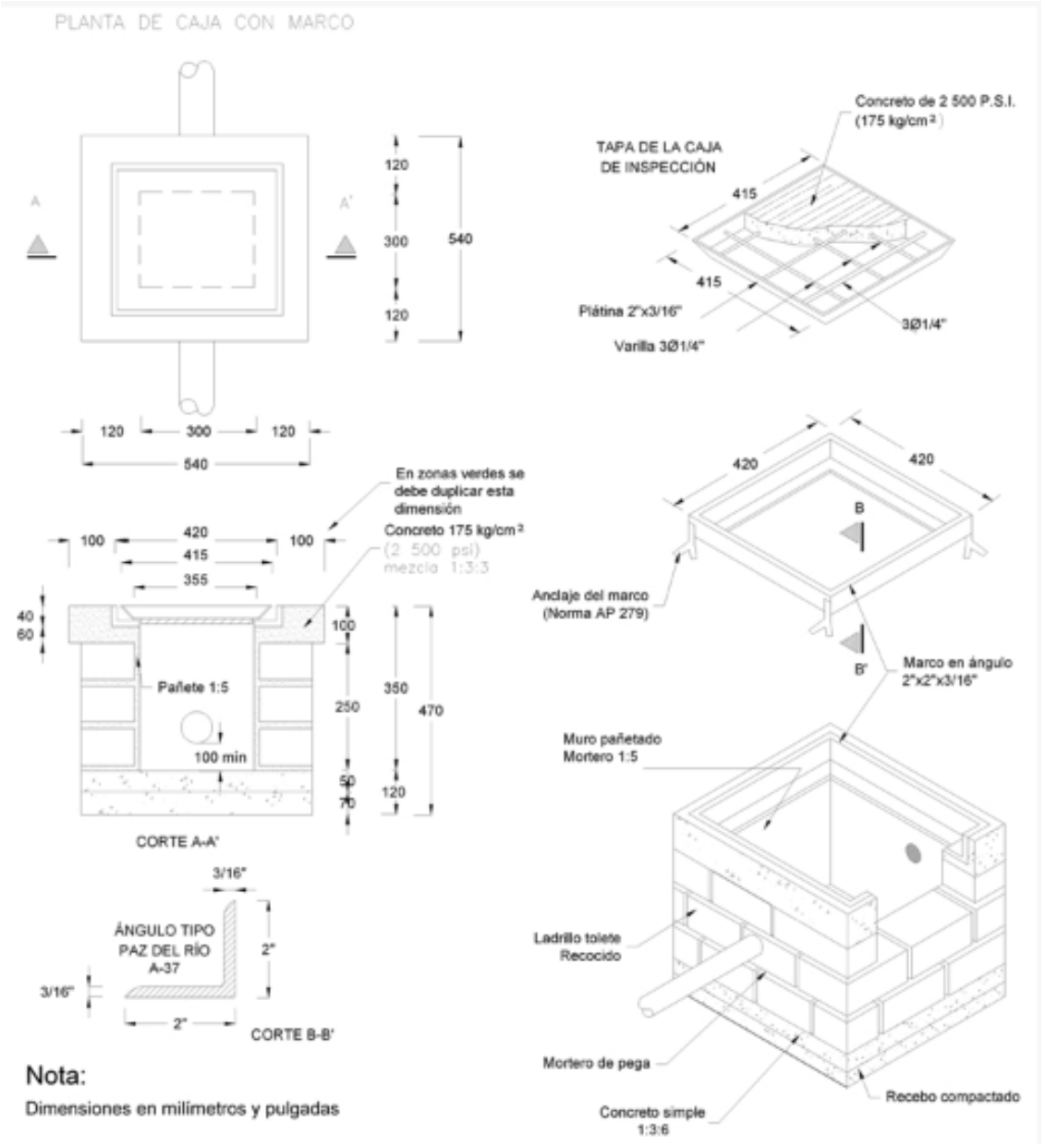
Suelo artificial

Se utilizará con el fin de reducir en forma efectiva y permanente la resistencia de puesta a tierra, dándole tratamiento físico-químico al terreno circundante al electrodo de tal manera que garantice un aumento en la conductividad. Se propone el uso de productos conocidos como FAVIGEL o HIDOROSOLTA, pero el contratista podrá sugerir el uso de otro disponible en el mercado que cumpla con garantía de fábrica de disminución de la resistencia de puesta a tierra hasta en un 90% y cuente con pruebas realizadas en un laboratorio de ensayos de alta tensión que demuestren similares características de comportamiento ante ondas tipo rayo e impulsos de alta corriente y a diferentes frecuencias (comportándose a baja frecuencia como un circuito resistivo y para alta frecuencia como un circuito RC), alta retención de humedad, temperatura de fusión de 1000oC, estabilidad en el tiempo y no tóxico.

Caja de Inspección

A cada uno de los sistemas de puesta a tierra, en cada una de las varillas instaladas deberá ir una caja de inspección ya sea prefabricada o construida en sitio.

Debe ser en concreto de 2500 psi, de 0.3x0.3x0.3 m, con tapa de características similares a las cajas de inspección tipo CODENSA AP-280, la tapa deberá estar pintada de color verde, pintura certificada para intemperie, y además se deberá pintar el símbolo de tierra encima de la tapa en color amarillo, mediante tres capas de pintura certificada intemperie.



Todo la ductería metálica y estructuras de cubierta deberán estar debidamente aterrizadas y conectorizados al sistema de puesta a tierra de pararrayos.

Se realizara todas las actividades necesarias para la instalación del sistema de puesta a tierra, como son excavaciones, rellenos, transporte de material sobrante a un sitio acorde para tal fin, tendido cable, esparcimiento de favigel y todas las demás actividades pertinentes.

Conductores para sistema puesta a tierra.
Cable trenzado cobre desnudo 19 hilos, No. 2/0 AWG.

Suelo artificial

Se utilizará con el fin de reducir en forma efectiva y permanente la resistencia de puesta a tierra, dándole tratamiento físico-químico al terreno circundante al electrodo de tal manera que garantice un aumento en la conductividad. Se propone el uso de productos conocidos como FAVIGEL o HIDOROSOLTA, pero el contratista podrá sugerir el uso de otro disponible en el mercado que cumpla con garantía de fábrica de disminución de la resistencia de puesta a tierra hasta en un 90% y cuente con pruebas realizadas en un laboratorio de ensayos de alta tensión que demuestren similares características de comportamiento ante ondas tipo rayo e impulsos de alta corriente y a diferentes frecuencias (comportándose a baja frecuencia como un circuito resistivo y para alta frecuencia como un circuito RC), alta retención de humedad, temperatura de fusión de 1000oC, estabilidad en el tiempo y no tóxico.

Calibre del conductor del electrodo a Barraje de tierra del tablero.

Cable trenzado cobre desnudo 19 hilos, calibre de acuerdo a planos, diagramas unifilares y lo considerado en la Tabla 250-94 NTC-2050 para tableros.

El conductor del electrodo de puesta a tierra que va al barraje de tierra de tablero, deberá conectarse directamente o por medio de barraje equipotencial al electrodo de puesta a tierra. No se permite empalmes en estructura. Todo la ductería metálica deberá estar debidamente aterrizada y conectorizada al barraje de tierra de tablero.

El símbolo de riesgo eléctrico, conservara las dimensiones, adoptadas de la IEC 60417-1: se podrán aceptar medidas con tolerancias de ± 10% de los valores señalados.

Para los ítems anteriores se debe cumplir con las siguientes consideraciones:

La puesta a tierra será realizada mediante varillas Cooper Weld de 5/8" x 2.4 mts, interconectadas al barraje equipotencial por el conductor del electrodo de puesta a tierra, se utilizara soldadura (exotérmica), en cantidad y disposición tal que la resistencia de puesta a tierra sea menor o igual a 10 ohmios. Con el fin de reducir en forma efectiva y permanente la resistencia de puesta a tierra, dándole tratamiento físico-químico al terreno circundante al electrodo de tal manera que garantice un aumento en la conductividad, se propone el uso del productos conocidos como ELECTRIGEL, FAVIGEL pero el contratista podrá, sugerir el uso de otro disponible en el mercado que cumpla con garantía de fábrica de disminución de la resistencia de puesta a tierra hasta en un 90% y cuente con pruebas realizadas en un laboratorio de ensayos de alta tensión que demuestren similares características de comportamiento ante ondas tipo rayo e impulsos de alta corriente y a diferentes frecuencias (comportándose a baja frecuencia como un circuito resistivo y para alta frecuencia como un circuito RC), alta retención de humedad, temperatura de fusión de 1000°C, estabilidad en el tiempo y no tóxico, que disminuyan el valor de resistencia de puesta a tierra.

Debe adicionalmente incluir los bornes y conectores terminales para conectar cada tablero al sistema de puesta a tierra (SPT) mediante un conductor de puesta a tierra.

La Barra de tierra del Tablero debe estar aislada para no permitir el contacto directo de esta con la lámina del tablero.

Calibre del conductor del electrodo a Barraje de tierra del tablero.

Cable trenzado cobre desnudo 19 hilos, calibre de acuerdo a planos, diagramas unifilares y lo considerado en la Tabla 250-94 NTC-2050 para tableros.

El conductor del electrodo de puesta a tierra que va al barraje de tierra de tablero, deberá conectarse directamente o por medio de barraje equipotencial al electrodo de puesta a tierra. No se permite empalmes en estructura. Todo la ductería metálica deberá estar debidamente aterrizada y conectorizada al barraje de tierra de tablero.

Soldadura Exotérmica

La soldadura exotérmica debe ser eficiente y de alta calidad para unir metales. La soldadura exotérmica es una reacción alumino-termica generada por alta temperatura en el crisol del molde para hacer que el metal se derrita completamente y como resultado lograr una unión molecular. Esta reacción se lleva a cabo en el interior del molde de grafito resistente a altas temperaturas. El proceso de la reacción exotérmica toma solamente unos pocos segundos.

Aplicación

Se emplea en todas las instalaciones eléctricas industriales, comerciales y residenciales, en empresas de servicios públicos, telecomunicaciones, sistemas de protección catódica, ferroviarias, sistemas de protección contra rayos, entre otras.

Para uso con moldes de grafito en gran variedad de conexiones como:

- Cable a cable
- Cable a varilla de puesta a tierra
- Cable a barraje, lamina, perfil, superficie, tubo o estructura
- Cable a varilla corrugada estructural
- Cable principal a terminales de conexión
- Cable a riel
- Cable de protección catódica a la tubería de petróleo o gas
- Otras conexiones eléctricas



Características

Es diseñada para asegurar buenas y permanentes conexiones.

- Tiene alta conductividad.
- La capacidad de conducción de corriente de la conexión es igual o mayor que la de los conductores a soldar. El área de la sección transversal de la conexión es mayor que la del conductor a soldar.
- Soporta descargas eléctricas repetidas.
- No se ven afectadas por un pico de corriente elevado.
- El conductor eléctrico se derretirá antes de la conexión, cuando se somete a una alta corriente de cortocircuito. Ver el estándar IEEE 837.
- No se afecta por par galvánico.
- No requiere una fuente externa de poder o de energía.
- Permite el encendido con chispero ó con un sistema remoto de baterías
- Crea una unión molecular compacta, homogénea y permanente.
- Tiene excelente resistencia a la tracción.
- No se suelta - No hay superficies de contacto ni presiones mecánicas involucradas.
- No se corroe.
- Tiene un punto de ignición estable.
- Tiene el mismo punto de fusión que el cobre.
- No es explosiva ni se enciende espontáneamente.
- Es de poco peso y volumen.
- Fácil de transportar por vía terrestre, aérea y marítima.
- Fácil de utilizar y aplicar.
- Cada conexión está diseñada para superar la vida útil del sistema en el entorno de enterramiento directo.

- Está libre de compuestos peligrosos identificados como prohibidos en los requisitos de CE - RoHS.

La soldadura se utiliza para soldar gran variedad de materiales con fines eléctricos, incluidos:

- Cobre
- Acero inoxidable
- Acero galvanizado*
- Acero al carbono
- Bronce latón
- Bronce al silicio
- Acero con recubrimiento en cobre
- Hierro Fundido
- Otras aleaciones personalizadas
- *Cuando se suelda sobre acero galvanizado, se recomienda recubrir el acero desnudo expuesto.

Fundente o material iniciador



Cada carga de soldadura incluye un sobre con el material iniciador.

Es un polvo fino de color gris claro, se enciende con el chispero y genera o inicia la reacción de la soldadura.

Disco

Cada soldadura se suministra con un disco retenedor – Se requiere un disco por soldadura.

Se utiliza para mantener el metal de soldadura dentro del crisol hasta que se produzca la reacción.

Permite la reacción exotérmica en el crisol durante el tiempo necesario para que la escoria resultante flote; el calor del cobre fundido (líquido) derrite el disco y fluye hacia la cámara de la soldadura.



Hay 3 tamaños de discos de acuerdo con el tamaño de la carga de soldadura.

IG7DISCO075 Disco de ¾ de pulgada; de diámetro, para usar con soldadura de 32 gramos

IG7DISCO100 Disco de 1" de diámetro, para usar con soldadura de 45 gr a 115 gr

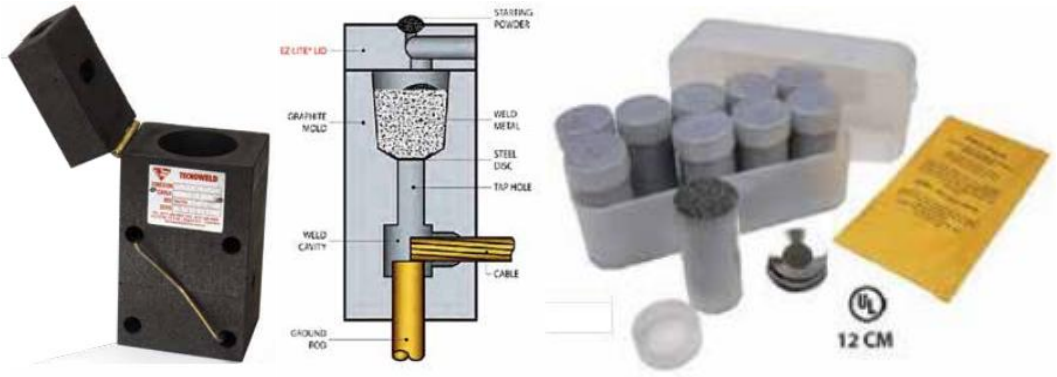
IG7DISCO150 Disco de 1 ½" de diámetro, para usar con soldadura de 150 gr a 500 gr

Cumplimiento de normas

La soldadura exotérmica cumple con IEEE 487, IEEE Std. 80, UL 467, RoHS

Características

Sistema de Soldadura Aluminotérmica: Produce unión molecular. No se suelta. No se afecta por par galvánico. Puede soportar igual o mayor voltaje y corriente que los conductores soldados. Esta soldadura se emplea en empresas de servicios públicos, en plantas generadoras de energía eléctrica, fabricas procesadoras, grandes edificios comerciales y demás establecimientos. El sistema ha sido diseñado para asegurar buenas y permanentes conexiones. Es de poco peso y volumen; fácil de transportar.



Componentes

1. Molde:

- El molde de grafito está maquinado, de manera precisa para la conexión que se va a realizar y para el tamaño apropiado de los conductores.

- Están disponibles en gran variedad de tipos de uniones; desde uniones cable a cable hasta uniones cable a estructura de acero.

- Cada molde se suministra con una hoja de instrucciones generales sobre seguridad, preparación de los conductores e instrucciones sobre la soldadura.

- Cada molde tiene una marcación que incluye la referencia de catálogo, los elementos a soldar y la carga de soldadura requerida.

Partes del molde:

- Tapa: Cierra el molde mientras se realiza la reacción exotérmica.

- Crisol o Copa: Sostiene el material de soldadura antes de que la reacción suceda.

- Asiento del Disco Retenedor: En el fondo del crisol hay un asiento en el cual se coloca el disco de retención para sostener el material en el crisol antes de la reacción.

- Cámara de Soldadura: Cavidad mecanizada en el cual se ajustan de manera precisa los conductores o elementos a soldar. Tiene una holgura o mayor diámetro que los elementos a soldar.

- Ducto o Vaciadero: El material fundido baja por un ducto desde el crisol hasta la cavidad de soldadura.

2. Soldadura:

- El material soldante se suministra identificado con el número de catálogo y cantidad.

- El material soldante, es un mezcla de óxido de cobre y aluminio que requiere más de 870 ºC para encenderse. El polvo color plateado que se encuentra aparte, es el INICIADOR de la reacción, el cual se enciende con el chispero o encendedor

3. Disco:

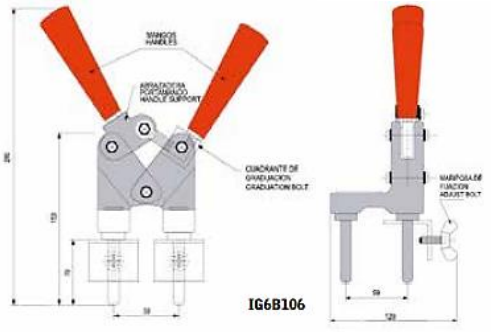
- De material ferroso o no ferroso.

- Permite la reacción exotérmica en el crisol durante el tiempo necesario para que la escoria resultante flote; el calor del cobre fundido (líquido) derrite el disco y fluye hacia la cavidad para la soldadura.

4. Pinzas:

- Diseño exclusivo para el 100% de los moldes de grafito fabricados, para - soldaduras cable a cable, cable a platinas y cable a varilla.

- Ajusta el molde ejerciendo presión entre partes. La presión se puede variar.



Pinzas de cadena horizontal y vertical

Las pinzas de cadena son usadas para sostener el molde en posición sobre tubería o estructura horizontal o vertical de hasta 4" de diámetro. Para tuberías de mayor diámetro se suministra una extensión de cadena de 20" que permite que la pinza sea utilizada en tuberías de hasta 10" de diámetro. La pinza con cadena puede suministrarse como un solo elemento completo o si ya se tienen las pinzas puede ordenarse únicamente la cadena y los accesorios de montaje que se adaptan perfectamente con la pinza tradicional.



Pinza de cadena a tubo en posición vertical



Grapa y Cadena para fijar tubo en posición vertical



Grapa y cadena para fijar tubo en posición horizontal

Preparación de los elementos

- Cables, Varillas, Platinas o superficies que reciban la soldadura: La humedad retenida entre los filamentos ocasiona salpicaduras y derrames de soldadura; al igual que el mugre, la grasa o los aceites industriales y óxidos. La soldadura, en presencia de estos elementos será deficiente. Los elementos deben limpiarse con un cepillo metálico para remover todos los componentes extraños. Debe calentarse con antorcha.

- Moldes: Absorben humedad del medio ambiente, El polvo, mugre, grasa y otros ocasionan soldaduras deficientes. Deben calentarse con antorcha, a través del crisol y las entradas de los elementos a soldar.

Asegurarse que se elimine todo vestigio de humedad. Se comprueba en el campo colocando una gota de agua en uno de los costados; esta debe evaporarse inmediatamente.

- Fugas: Si hay evidencia de posible fugas a través de las entradas de los conductores, se pueden utilizar barro arcilloso o cerámico alrededor de los conductores o cables en le parte exterior.

Instalación y reacción

- Para hacer una conexión, sostenga un disco retenedor contra el lateral del crisol. Permita que se deslice hasta el fondo y verifique que el disco quede bien colocado en el asiento del fondo.

- Vierta el material soldante en el crisol teniendo cuidado de no verter el material iniciador.

- Vierta el cartucho de fundente en el crisol. Cierre la tapa.

- Vierta un poco de material iniciador en el bolsillo de ignición.

- Encienda con el chispero apuntando al centro de la tapa donde depositó el material iniciador. El material se enciende y se inicia la reacción del material soldante dentro del crisol.

- El oxígeno del óxido de cobre se combina con el aluminio para formar cobre fundido y escoria (óxido de aluminio).

- El disco retenedor actúa como válvula que retiene la reacción en el crisol para permitir que la escoria flote en la parte alta y se separe del material de cobre fundido. El calor liberado por esta reacción funde el disco y el cobre fundido fluye por el ducto hacia la cámara de soldadura.

- El material fundido calienta la cámara de soldadura, funde los extremos de los hilos de los conductores, llena la cavidad y se convierte en sólido para producir una unión compacta.

- Toda la reacción ocurre en pocos segundos.

Precauciones de seguridad

- Encienda el chispero iniciador de la reacción, colocándose a un lado del molde. Con el brazo extendido accione el chispero en el bolsillo de ignición ubicado en el centro de la tapa superior del molde.

- Si hay brisa, colóquese con está a favor (brisa a su espalda). Evite la aspiración de los humos de la reacción (son tóxicos).

- Tenga presente que por la boca del crisol, salen gotas o salpicaduras de metal fundido que pueden ocasionar graves quemaduras. Utilice guantes de carnaza para manipular el molde después de la reacción para remover la escoria.

1



Antes de realizar la soldadura aconsejamos tener todos los implementos a la mano.

2



Coloque los conductores limpios y secos en el molde de grafito.

3



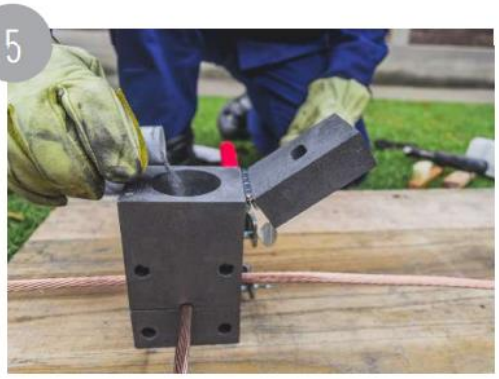
Precaliente el molde y los elementos a soldar. Se recomienda mínimo por 5 minutos. Dirija la llama hacia adentro del crisol del molde y hacia las partes a unir

4



Coloque el disco metálico retenedor de escoria en el fondo del crisol.

5



Deposite la soldadura en la cavidad del molde (crisol). Coloque el polvo de ignición sobre la soldadura, dejando un poco para colocar en la tapa del molde.

6



Cierre la tapa del molde.
Coloque un poco de polvo de ignición sobre el orificio superior de la tapa del molde.

7



Inicie la reacción de la soldadura con el chispero. Retire el molde de grafito a los 15 segundos de la reacción y proceda a limpiarlo cuidadosamente (evite golpear el molde).

8



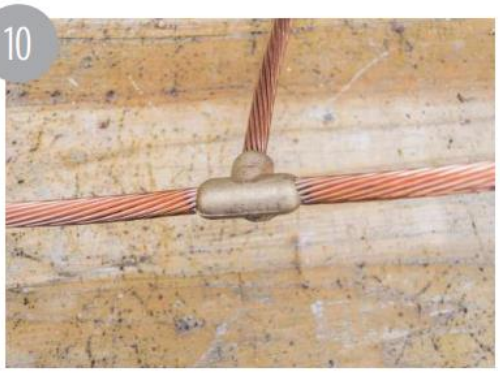
Limpie la soldadura e inspecciónela. Recuerde no atacar la soldadura apenas se abre el molde, espere a que baje la temperatura de la misma.

9



Importante: Eliminar la escoria del vaciadero con nuestro cepillo de fibra natural.

10



Finalmente obtenemos una soldadura perfecta.

7.7 INSTALACIÓN DE EQUIPOS

7.7.1 INSTALACIÓN Y PUESTA EN SERVICIO DE RECONECTADOR AUTOMÁTICO TRIFÁSICO AISLADO EN VACIO, TENSIÓN DE OPERACIÓN: 38KV, CORRIENTE NOMINAL: 800 A, CORRIENTE MÁXIMA DE CORTO

CIRCUITO: 16KA, FRECUENCIA: 60HZ, TEMPERATURA DE OPERACIÓN: -10ºC A 50ºC, INTERRUPCIÓN DEL ARCO POR MEDIO DE BOTELLAS DE VACÍO Y MICROELECTRÓNICA.

Unidad de medida y pago: La indicada en el cuadro de cantidades.

Este ítem comprende las actividades necesarias para la instalación, montaje, conexionado, configuración y puesta en servicio de un reconectador automático trifásico aislado en vacío, destinado a redes de distribución de media tensión.

El reconectador será suministrado por la entidad en un ítem independiente, por lo tanto, el alcance de este ítem incluye únicamente la mano de obra, equipos, herramientas, materiales menores y accesorios de instalación necesarios para su correcto montaje y funcionamiento.

Normatividad aplicable

La instalación deberá cumplir con las siguientes normas:

RETIE – Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas
IEC 62271-111 – Automatic Circuit Reclosers
IEC 62271-100 – Interruptores de potencia
ANSI/IEEE C37.60 – Automatic Circuit Reclosers
Normas técnicas del operador de red correspondiente
Normas de seguridad eléctrica aplicables.

Características del equipo a instalar

Reconectador automático trifásico con las siguientes características principales:
Tensión máxima de operación: 38 kV
Corriente nominal: 800 A
Corriente máxima de cortocircuito: 16 kA
Frecuencia: 60 Hz
Temperatura de operación: –10 °C a 50 °C
Medio de interrupción: botellas de vacío
Sistema de control: microelectrónico

Alcance de los trabajos

El contratista deberá realizar como mínimo las siguientes actividades:

Recepción del equipo en sitio y verificación de su estado.
Montaje del reconectador en poste o estructura metálica según diseño.
Instalación del gabinete de control.
Conexionado eléctrico del reconectador a la red de media tensión.
Instalación de conectores, terminales y accesorios de media tensión.
Interconexión del cableado de control entre el reconectador y el gabinete de control.
Conexión al sistema de puesta a tierra existente.

Configuración del controlador.
Señalización y verificación de distancias de seguridad.

El contratista deberá suministrar todos los materiales menores, herrajes, fijaciones y elementos de montaje necesarios para la correcta instalación.

Pruebas y puesta en servicio

Previo a la energización se deberán realizar como mínimo:
Verificación mecánica de montaje.
Revisión de conexiones eléctricas.
Pruebas funcionales de apertura y cierre.
Verificación de la comunicación entre reconectador y control.
Configuración inicial de parámetros operativos.
Pruebas de operación del sistema de reconexión.
Las pruebas deberán realizarse conforme a las recomendaciones del fabricante y la normativa vigente y operador de red.

Incluye todos los elementos necesarios para la correcta instalación del equipo.

7.7.2 INSTALACIÓN Y PUESTA EN SERVICIO DE RECONECTADOR AUTOMÁTICO TRIFÁSICO AISLADO EN VACIO, TENSIÓN DE OPERACIÓN: 27KV, CORRIENTE NOMINAL: 630 A, CORRIENTE MÁXIMA DE CORTO CIRCUITO: 12,5KA, FRECUENCIA: 60HZ, TEMPERATURA DE OPERACIÓN: -10ºC A 50ºC, INTERRUPCIÓN DEL ARCO POR MEDIO DE BOTELLAS DE VACÍO Y MICROELECTRÓNICA.

Unidad de medida y pago: La indicada en el cuadro de cantidades.
Este ítem comprende las actividades necesarias para la instalación, montaje, conexionado, configuración y puesta en servicio de un reconectador automático trifásico aislado en vacío, destinado a redes de distribución de media tensión.

El reconectador será suministrado por la entidad en un ítem independiente, por lo tanto, el alcance de este ítem incluye únicamente la mano de obra, equipos, herramientas, materiales menores y accesorios de instalación necesarios para su correcto montaje y funcionamiento.

Normatividad aplicable

La instalación deberá cumplir con las siguientes normas:

RETIE – Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas
IEC 62271-111 – Automatic Circuit Reclosers
IEC 62271-100 – Interruptores de potencia
ANSI/IEEE C37.60 – Automatic Circuit Reclosers
Normas técnicas del operador de red correspondiente
Normas de seguridad eléctrica aplicables.

Características del equipo a instalar

Reconectador automático trifásico con las siguientes características principales:
Tensión máxima de operación: 27 kV
Corriente nominal: 630 A
Corriente máxima de cortocircuito: 12,5 kA
Frecuencia: 60 Hz
Temperatura de operación: –10 °C a 50 °C
Medio de interrupción: botellas de vacío
Sistema de control: microelectrónico

Alcance de los trabajos

El contratista deberá realizar como mínimo las siguientes actividades:

Recepción del equipo en sitio y verificación de su estado.
Montaje del reconectador en poste o estructura metálica según diseño.
Instalación del gabinete de control.
Conexionado eléctrico del reconectador a la red de media tensión.
Instalación de conectores, terminales y accesorios de media tensión.
Interconexión del cableado de control entre el reconectador y el gabinete de control.
Conexión al sistema de puesta a tierra existente.
Configuración del controlador.
Señalización y verificación de distancias de seguridad.

El contratista deberá suministrar todos los materiales menores, herrajes, fijaciones y elementos de montaje necesarios para la correcta instalación.

Pruebas y puesta en servicio

Previo a la energización se deberán realizar como mínimo:
Verificación mecánica de montaje.
Revisión de conexiones eléctricas.
Pruebas funcionales de apertura y cierre.
Verificación de la comunicación entre reconectador y control.
Configuración inicial de parámetros operativos.
Pruebas de operación del sistema de reconexión.
Las pruebas deberán realizarse conforme a las recomendaciones del fabricante y la normativa vigente y operador de red.

Incluye todos los elementos necesarios para la correcta instalación del equipo.

25 EQUIPOS ELÉCTRICOS

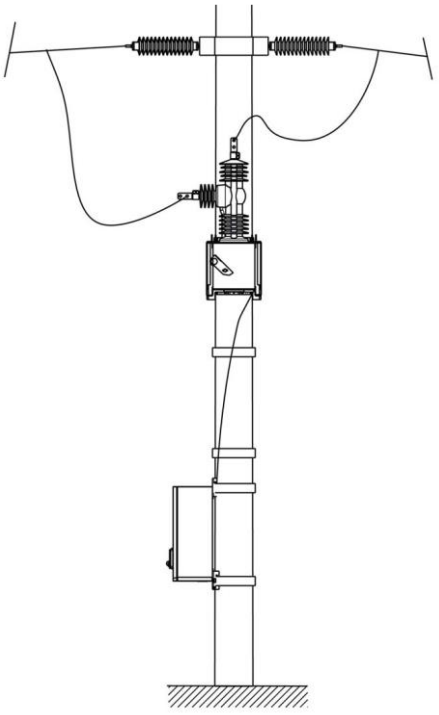
25.1 SUMINISTRO DE RECONECTADOR AUTOMÁTICO TRIFÁSICO AISLADO EN VACIO, TENSIÓN DE OPERACIÓN: 38KV, CORRIENTE NOMINAL: 800 A, CORRIENTE MÁXIMA DE CORTO CIRCUITO: 16KA, FRECUENCIA: 60HZ, TEMPERATURA DE OPERACIÓN: -10ºC A 50ºC, INTERRUPCIÓN DEL ARCO

POR MEDIO DE BOTELLAS DE VACÍO Y MICROELECTRÓNICA, INCLUYE ESTRUCTURA DE MONTAJE A POSTE, TRANSFORMADOR DE TENSIÓN AUXILIAR Y DPS´S, TANQUE SELLADO DE ACERO INOXIDABLE GRADO 304, JUEGO DE TRANSFORMADORES DE CORRIENTE, JUEGO DE TRANSFORMADORES DE TENSIÓN, SOLENOIDES DE APERTURA Y CIERRE, INDICADOR EXTERNO VISIBLE ON/OFF, GABINETE DE CONTROL DEL RECONECTADOR CON GRADO DE PROTECCIÓN IP-65, EL CUAL DEBE TENER INCORPORADO LO SIGUIENTE: INTERFAZ CON PANTALLA LCD CON TECLAS PARA NAVEGAR EN EL MENÚ, BOTONES DE DISPARO Y CIERRE PARA EL CONTROL DEL INTERRUPTOR, CONEXIONES ESTÁNDAR DB9, RJ45, USB PARA PROGRAMACIÓN Y MONITOREO, MODEM, ANTENA, EXPANSORES DE ENTRADA Y SALIDA Y ACCESORIOS NECESARIOS PARA TELEMETRÍA, AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL REMOTO, DOS (02) BATERÍAS DE 12VDC/12 A-H CON TEMPERATURA DE OPERACIÓN DE 40ºC, CABLEADO DE CONTROL PARA INTERCONEXIÓN A TABLERO Y DEMÁS ELEMENTOS REQUERIDOS PARA SU CORRECTA INSTALACIÓN Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO.

Unidad de medida y pago: La indicada en el cuadro de cantidades.



Vista Reconectador Instalado en Poste



Vista Reconectador y Caja de Control



El reconectador automático trifásico deberá cumplir con las siguientes características:

Referencia	Schneider Electric
Modelo	E38
Tipo	Reconectador trifásico, accionamiento tripolar con control electrónico para montaje en poste.

Capacidad nominal de corriente continua	≥ 800 A
Tensión máximo de diseño	≥ 38 kV
Transformadores/sensores de corriente	Tres transformadores tipo bushing acoplados internamente, la relación de los transformadores de corriente debe ser 1000:1, una sola relación con posibilidades para medir corrientes de fases, corrientes de falla y corriente residual.
Precisión de los transformadores de corriente.	Precisión de 1% en el rango 10-800 A Precisión de 2,5% en el rango de 800 A-16kA (20*In)
Transformador/sensor de tensión	6 sensores de tensión resistivos internos (1 por polo), con posibilidad de medir tensión fase-tierra y tensión fase-fase.
Corriente de interrupción simétrica estado estable	≥ 16 kA RMS
Corriente asimétrica de pico	≥ 41,6 kA
Nivel básico de aislamiento - BIL	170 kV a 1000 msnm
Tensión de corta duración en seco, 60 Hz en 1 min:	≥ 70 kV
Nivel de Polución	Fuerte
Distancia mínima de fuga bushing compatible con contaminación fuerte	≥ 1216 mm
Norma de fabricación y diseño	IEEE C37.60 o IEC 62271-111
Uso/Instalación	Intemperie
Material de aisladores de bushing	Resina epoxica (HCEP)
Medio de extinción del arco	Vacío
Frecuencia	60 Hz
Desde el control local y tanque del reconectador se podrá realizar	Apertura/bloqueo manual o mediante pértiga
Mecanismo de accionamiento	Actuador magnético, libre de mantenimiento
Grado de protección	**IP65** **6:** Protección total contra penetración de cualquier cuerpo solido (estanqueidad), protección contra el contacto de las piezas móviles interiores, protección contra cualquier ingreso de polvo. **5:** Protección contra chorros de agua de cualquier dirección con manguera, los chorros de agua producidos con manguera y desde cualquier dirección, no debe de causar daños al interior.
Material de fabricación del tanque	Acero inoxidable 304
Número de operaciones apertura/cierre	≥ 10.000 operaciones
Operación	Disparo tripolar y bloqueo tripolar

Disparo	Eléctrico y manual
Indicador	De posición de contactos y contador de operaciones
Temperatura de operación	–10ºC a + 50°C
Conectores de terminales	Seis conectores NEMA 4 para cada reconectador
Cable de comunicación para gestión del IED	Cables de mínimo 11 metros para comunicación entre tanque de potencia y controlador
Marca del controlador	El controlador debe ser de la misma marca que el tanque de potencia y estar diseñado específicamente para aplicaciones con equipos reconectadores.
Modelo del relé (IED)	ADVC3 equipado con CAPE
Interfase del control.	1.- Pantalla de cristal líquido antirreflectiva 2.- Botones que permitan navegar por el menú de control 3.- Acceso y/o capacidad de configurar las funciones de protección, control y medición 4.- Ingreso de contraseña, manual o mediante PC
Acceso	Frontal
Material de tablero de control	Acero inoxidable
Grado de protección	La caja de control en la que reside el control electrónico deberá tener mínimo un grado **IP65.** Las tarjetas electrónicas de procesamiento de datos deben estar embebidas dentro del controlador
Operación apertura/cierre	Manual por botonera y mediante PC con programa propietario
Operación Remota apertura/cierre	Mediante SCADA
Grupo de ajustes de protección	Diez (10) grupos de ajustes por cada protección solicitada, bidireccionales y programables por el usuario en forma local y remota
Selección de grupo de protección	Seleccionable por el usuario, de forma manual o por SCADA
Configuración y registro de datos	Programable por el usuario con registros a intervalos de tiempos de 1, 5, 10, 15, 30, 60, 120, 360, 480, 720, 1440 minutos. El IED debe tener la capacidad de medir y almacenar para posterior descarga: Corriente de carga por fase Tensión fase-tierra y fase-fase Potencia real por fase y total Potencia aparente por fase y total Potencia reactiva por fase y total Factor de potencia por fase y total Energía por fase y total Frecuencia Temperatura Tensión de la batería
Registro de eventos	≥ 100.000 eventos
Reconexiones automáticas	De 1 a 4 disparos antes del bloqueo, configurados por el usuario.
Secuencia de fases	Capacidad de medición y registro de corrientes y tensiones de secuencia positiva, negativa y cero.

Botonera de control frontal / Botonera de circuitos de disparo y cierre	Botonera de control local para abrir y cerrar el reconectador. Además deberá incluir mínimo doce botones configurables con señalización led.
Switch para habilitar y deshabilitar circuitos de disparo y cierre	Deberá contar con dos switch independientes dentro del panel frontal del control, que permitan habilitar y deshabilitar eléctricamente los circuitos de disparo y cierre entre el control y el interruptor (sin lógicas).
Indicador visual externo de contactos	De posición de contactos, incluido en el tanque
Temperatura de operación	-10 hasta 70°C (Interno)
Temperatura interna en el control del reconectador	Todos los integrados deben soportar la temperatura interna del equipo de control y la temperatura máxima especificada en el ítem 2.18. La máxima temperatura interna debe ser menor o igual a la que soporten los integrados o componentes electrónicos del equipo.
Especificaciones generales del control	El control debe ser electrónico para registro de eventos estampados en el tiempo, incluye software. El panel de control debe incluir lo siguiente: Dispositivo Electrónico Inteligente (IED) de protección y control , con teclado para operación manual de configuración y de apertura y cierre, configurable a través de software para opciones de protección y reconexión. Memoria no volátil.
Baterías de larga duración	Mínimo 28 horas de servicio continuo
Contador de operaciones	El control debe tener contador de operaciones cierre/apertura visibles o registro mediante software.
Certificado de calidad del fabricante	ISO 9001, ISO 14001, RETIE 2024
HMI	El IED debe tener la capacidad de tener la interfaz hombre máquina mediante software, en la cual como mínimo se puedan realizar maniobras de apertura y cierre, además de revisar los parámetros de medición en tiempo real y protecciones eléctricas.
Licencia	Software libre para comunicación y programación de protecciones.
Protecciones y módulos mínimos del controlador (nativos)	50/51 - Sobrecorriente de fase instantánea y temporizada (OC) 50N/51N - Sobrecorriente de neutro (EF) instantánea y temporizada 50GS - Sobrecorriente de falla sensible a tierra (SGF) 51Q - Sobrecorriente de secuencia de fase negativa (NPS) 67N/G/Q - Protección de corriente direccional (DE) 79 - Recierre automático (AR) 25 - Comprobación de tiempo 46BC - Protección de conductor roto (I2/I1) 81 - Frecuencia insuficiente y excesiva (UF) 81R – ROCOF 27 - Baja tensión (UV) 59 - Sobretensión (OV) 47 – Desequilibrio de voltaje (NVD) Protección contra pérdida de fase (LOP) 21FL - Localizador de Fallas Bloqueo dead lockout | Bloqueo carga viva

	Control de secuencia Carga en frío (PLC) Restricción de inrush (2º armónico y detección de cero) Work tag y disparo único Selección automática de grupos de protección Transferencia automática (ACO) Loop Automation Bloqueo de alta corriente (HCL) Modo de seccionamiento Calidad de la energía Lógica personalizable Módulo de simulador
Módulo de calidad de la energía (nativo)	- Detección de interrupciones del suministro - Captura de formas de onda - Análisis de armónicos (2do al 16°) - Registro de sag y swell
Generación de forma de onda (nativo)	El controlador deberá disponer de la función de generación de formas de onda, que permita simular formas de onda trifásicas de tensión y corriente sin necesidad de inyección primaria o secundaria, para fines de puesta en servicio, verificación de señales SCADA y pruebas limitadas de protección. La función será gestionada exclusivamente mediante el software de configuración del equipo.
Puertos físicos	2 x 100BaseT 2 x RS232 3 x USB 2.0 Type A 1 x USB 2.0 Type B
Protocolos de comunicación (nativos)	DNP 3.0 – SAv5 IEC 60870-5-101/104 Modbus MMS & GOOSE NTP

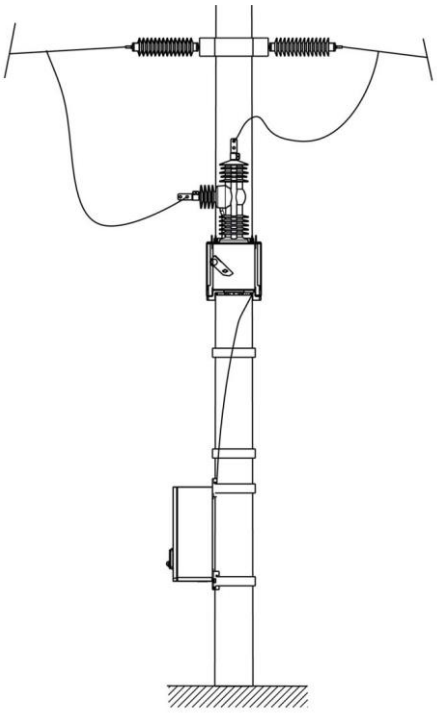
25.2 SUMINISTRO DE RECONECTADOR AUTOMÁTICO TRIFÁSICO AISLADO EN VACIO, TENSIÓN DE OPERACIÓN: 27KV, CORRIENTE NOMINAL: 630 A, CORRIENTE MÁXIMA DE CORTO CIRCUITO: 12,5KA, FRECUENCIA: 60HZ, TEMPERATURA DE OPERACIÓN: -10ºC A 50ºC, INTERRUPCIÓN DEL ARCO POR MEDIO DE BOTELLAS DE VACÍO Y MICROELECTRÓNICA, INCLUYE ESTRUCTURA DE MONTAJE A POSTE, TRANSFORMADOR DE TENSIÓN AUXILIAR Y DPS´S, TANQUE SELLADO DE ACERO INOXIDABLE GRADO 316, JUEGO DE TRANSFORMADORES DE CORRIENTE, JUEGO DE TRANSFORMADORES DE TENSIÓN, SOLENOIDES DE APERTURA Y CIERRE, INDICADOR EXTERNO VISIBLE ON/OFF, GABINETE DE CONTROL DEL RECONECTADOR CON GRADO DE PROTECCIÓN IP-65, EL CUAL DEBE TENER INCORPORADO LO SIGUIENTE: INTERFAZ CON PANTALLA LCD CON TECLAS PARA NAVEGAR EN EL MENÚ, BOTONES DE DISPARO Y CIERRE PARA EL CONTROL DEL INTERRUPTOR, CONEXIONES ESTÁNDAR DB9, RJ45, USB PARA PROGRAMACIÓN Y MONITOREO, MODEM, ANTENA, EXPANSORES DE ENTRADA Y SALIDA Y ACCESORIOS NECESARIOS PARA TELEMETRÍA,

AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL REMOTO, DOS (02) BATERÍAS DE 12VDC/12 A-H CON TEMPERATURA DE OPERACIÓN DE 40ºC, CABLEADO DE CONTROL PARA INTERCONEXIÓN A TABLERO Y DEMÁS ELEMENTOS REQUERIDOS PARA SU CORRECTA INSTALACIÓN Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO.

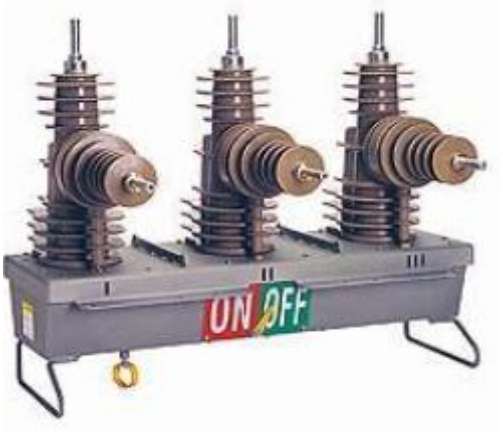
Unidad de medida y pago: La indicada en el cuadro de cantidades.



Vista Reconectador Instalado en Poste



Vista Reconectador y Caja de Control



U series



ADVC controller

Referencia	Schneider Electric
Modelo	U27
Tipo	Reconectador trifásico, accionamiento tripolar con control electrónico para montaje en poste.
Capacidad nominal de corriente continua	≥ 630 A
Tensión máximo de diseño	≥ 27 kV

Transformadores/sensores de corriente	Tres transformadores tipo bushing acoplados internamente, la relación de los transformadores de corriente debe ser 2000:1, una sola relación con posibilidades para medir corrientes de fases, corrientes de falla y corriente residual.
Precisión de los transformadores de corriente.	Precisión de 1% en el rango 10-630 A Precisión de 2,5% en el rango de 630 A-12.5kA (20*In)
Transformador/sensor de tensión	3 sensores de tensión capacitivos internos (1 por polo), con posibilidad de medir tensión fase-tierra y tensión fase-fase.
Corriente de interrupción simétrica estado estable	≥ 12,5 kA RMS
Corriente asimétrica de pico	≥ 32,5 kA
Nivel básico de aislamiento - BIL	125 kV a 1000 msnm
Tensión de corta duración en seco, 60 Hz en 1 min:	≥ 60 kV
Nivel de Polución	Fuerte
Distancia mínima de fuga bushing compatible con contaminación fuerte	≥ 864 mm
Norma de fabricación y diseño	IEEE C37.60 o IEC 62271-111
Uso/Instalación	Intemperie
Material de aisladores de bushing	Resina epoxica (HCEP)
Medio de extinción del arco	Vacío
Frecuencia	60 Hz
Desde el control local y tanque del reconectador se podrá realizar	Apertura/bloqueo manual o mediante pértiga
Mecanismo de accionamiento	Actuador magnético, libre de mantenimiento
Grado de protección	**IP65** **6:** Protección total contra penetración de cualquier cuerpo solido (estanqueidad), protección contra el contacto de las piezas móviles interiores, protección contra cualquier ingreso de polvo. **5:** Protección contra chorros de agua de cualquier dirección con manguera, los chorros de agua producidos con manguera y desde cualquier dirección, no debe de causar daños al interior.
Material de fabricación del tanque	Acero inoxidable 316
Número de operaciones apertura/cierre	≥ 10.000 operaciones
Operación	Disparo tripolar y bloqueo tripolar
Disparo	Eléctrico y manual
Indicador	De posición de contactos y contador de operaciones
Temperatura de operación	–10ºC a + 50°C
Conectores de terminales	Seis conectores NEMA 2 para cada reconectador

Cable de comunicación para gestión del IED	Cables de mínimo 7 metros para comunicación entre tanque de potencia y controlador
Marca del controlador	El controlador debe ser de la misma marca que el tanque de potencia y estar diseñado específicamente para aplicaciones con equipos reconectadores.
Modelo del relé (IED)	ADVC3 equipado con CAPE
Interfase del control.	1.- Pantalla de cristal líquido antirreflectiva 2.- Botones que permitan navegar por el menú de control 3.- Acceso y/o capacidad de configurar las funciones de protección, control y medición 4.- Ingreso de contraseña, manual o mediante PC
Acceso	Frontal
Material de tablero de control	Acero inoxidable
Grado de protección	La caja de control en la que reside el control electrónico deberá tener mínimo un grado **IP65.** Las tarjetas electrónicas de procesamiento de datos deben estar embebidas dentro del controlador
Operación apertura/cierre	Manual por botonera y mediante PC con programa propietario
Operación Remota apertura/cierre	Mediante SCADA
Grupo de ajustes de protección	Diez (10) grupos de ajustes por cada protección solicitada, bidireccionales y programables por el usuario en forma local y remota
Selección de grupo de protección	Seleccionable por el usuario, de forma manual o por SCADA
Configuración y registro de datos	Programable por el usuario con registros a intervalos de tiempos de 1, 5, 10, 15, 30, 60, 120, 360, 480, 720, 1440 minutos. El IED debe tener la capacidad de medir y almacenar para posterior descarga: Corriente de carga por fase Tensión fase-tierra y fase-fase Potencia real por fase y total Potencia aparente por fase y total Potencia reactiva por fase y total Factor de potencia por fase y total Energía por fase y total Frecuencia Temperatura Tensión de la batería
Registro de eventos	≥ 100.000 eventos
Reconexiones automáticas	De 1 a 4 disparos antes del bloqueo, configurados por el usuario.
Secuencia de fases	Capacidad de medición y registro de corrientes y tensiones de secuencia positiva, negativa y cero.
Botonera de control frontal / Botonera de circuitos de disparo y cierre	Botonera de control local para abrir y cerrar el reconectador. Además deberá incluir mínimo doce botones configurables con señalización led.

Switch para habilitar y deshabilitar circuitos de disparo y cierre	Deberá contar con dos switch independientes dentro del panel frontal del control, que permitan habilitar y deshabilitar eléctricamente los circuitos de disparo y cierre entre el control y el interruptor (sin lógicas).
Indicador visual externo de contactos	De posición de contactos, incluido en el tanque
Temperatura de operación	-10 hasta 70°C (Interno)
Temperatura interna en el control del reconectador	Todos los integrados deben soportar la temperatura interna del equipo de control y la temperatura máxima especificada en el ítem 2.18. La máxima temperatura interna debe ser menor o igual a la que soporten los integrados o componentes electrónicos del equipo.
Especificaciones generales del control	El control debe ser electrónico para registro de eventos estampados en el tiempo, incluye software. El panel de control debe incluir lo siguiente: Dispositivo Electrónico Inteligente (IED) de protección y control , con teclado para operación manual de configuración y de apertura y cierre, configurable a través de software para opciones de protección y reconexión. Memoria no volátil.
Baterías de larga duración	Mínimo 28 horas de servicio continuo
Contador de operaciones	El control debe tener contador de operaciones cierre/apertura visibles o registro mediante software.
Certificado de calidad del fabricante	ISO 9001, ISO 14001, RETIE 2024
HMI	El IED debe tener la capacidad de tener la interfaz hombre máquina mediante software, en la cual como mínimo se puedan realizar maniobras de apertura y cierre, además de revisar los parámetros de medición en tiempo real y protecciones eléctricas.
Licencia	Software libre para comunicación y programación de protecciones.
Protecciones y módulos mínimos del controlador (nativos)	50/51 - Sobrecorriente de fase instantánea y temporizada (OC) 50N/51N - Sobrecorriente de neutro (EF) instantánea y temporizada 50GS - Sobrecorriente de falla sensible a tierra (SGF) 51Q - Sobrecorriente de secuencia de fase negativa (NPS) 67N/G/Q - Protección de corriente direccional (DE) 79 - Recierre automático (AR) 25 - Comprobación de tiempo 46BC - Protección de conductor roto (I2/I1) 81 - Frecuencia insuficiente y excesiva (UF) 81R – ROCOF 27 - Baja tensión (UV) 59 - Sobretensión (OV) 47 – Desequilibrio de voltaje (NVD) Protección contra pérdida de fase (LOP) 21FL - Localizador de Fallas Bloqueo dead lockout | Bloqueo carga viva Control de secuencia Carga en frío (PLC) Restricción de inrush (2º armónico y detección de cero) Work tag y disparo único

	Selección automática de grupos de protección Transferencia automática (ACO) Loop Automation Bloqueo de alta corriente (HCL) Modo de seccionamiento Calidad de la energía Lógica personalizable Módulo de simulador
Módulo de calidad de la energía (nativo)	- Detección de interrupciones del suministro - Captura de formas de onda - Análisis de armónicos (2do al 16°) - Registro de sag y swell
Generación de forma de onda (nativo)	El controlador deberá disponer de la función de generación de formas de onda, que permita simular formas de onda trifásicas de tensión y corriente sin necesidad de inyección primaria o secundaria, para fines de puesta en servicio, verificación de señales SCADA y pruebas limitadas de protección. La función será gestionada exclusivamente mediante el software de configuración del equipo.
Puertos físicos	2 x 100BaseT 2 x RS232 3 x USB 2.0 Type A 1 x USB 2.0 Type B
Protocolos de comunicación (nativos)	DNP 3.0 – SAv5 IEC 60870-5-101/104 Modbus MMS & GOOSE NTP

26 SERVICIOS DE CONTROL DE CALIDAD, INSPECCIÓN, ESTUDIOS TÉCNICOS REPRESENTATIVOS

26.1 INSPECTORÍA ELÉCTRICA SEGÚN REQUISITOS Y CONFORMIDAD DEL REGLAMENTO TÉCNICO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS (RETIE), INCLUYE LA TOTALIDAD DE TRÁMITES ANTE LAS AUTORIDADES COMPETENTES PARA LA APROBACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA E INSTALACIONES A IMPLEMENTAR, VISITAS DEL ORGANISMO CERTIFICADOR DURANTE LA EJECUCIÓN Y AL FINAL DE LA OBRA ELÉCTRICA, DICTAMENES DE INSPECCIÓN Y CERTIFICACIÓNES PLENAS.

Unidad de medida y pago: La indicada en el cuadro de cantidades.

Alcance:

La inspectoría eléctrica se realizará de acuerdo con los requisitos y conformidad del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE). Incluye la totalidad de los trámites ante las autoridades competentes para la aprobación de la infraestructura eléctrica e instalaciones a implementar, así como las visitas del organismo certificador

durante la ejecución y al finalizar la obra eléctrica, incluyendo la elaboración de dictámenes de inspección y certificaciones plenas.

Documentación requerida para el recibo final

Previo al diligenciamiento del acta de recibo final a satisfacción, el contratista deberá entregar a la interventoría y/o supervisión, como mínimo, la siguiente documentación:

1. Dictamen de Inspección y Certificación Plena RETIE

- Aplicable a todas las zonas del proyecto, incluyendo subestación eléctrica, sistemas de transformación, transmisión, distribución y uso final.

- Se deberán incluir todos los documentos adicionales requeridos según el alcance del proyecto.

2. Estudio de coordinación de protecciones

- Incluye los valores de ajuste de los equipos de corte y maniobra de la subestación eléctrica principal y de las redes asociadas, tales como reconectadores, fusibles y curvas del operador de red.

3. Planos aprobados y sellados

Por la División de Ingeniería del Operador de Red.

Incluye el diagrama unifilar general de la subestación eléctrica principal, aprobado por el organismo de inspección y la interventoría, con cortes y detalles de las celdas (equipos de corte y maniobra).

4. Acta de maniobra de energización

- Incluye recibo de obra por parte del Operador de Red y registro de energización final del proyecto.

5. Dictámenes plenos RETIE y RETILAP

- Cuando aplique según el tipo de instalación y alcance del proyecto que sean requeridos para energizar el proyecto.

6. Inspección y certificación RETIE

- Previsitas del organismo de inspección:

  El contratista garantizará la realización de previsitas por parte del organismo de inspección autorizado antes de la certificación final.

7. Certificación plena RETIE:

Una vez energizado el proyecto, el contratista deberá entregar al supervisor del contrato de la Fuerza Aeroespacial Colombiana (FAC) la certificación plena RETIE de los siguientes sistemas:

- Media tensión.
- Sistemas de distribución, incluyendo el sistema de medida.
- Cualquier otra certificación exigida por el proyecto o por el Operador de Red.

Nota importante

El contratista será responsable de:

- Asumir todos los costos asociados a este ítem.
- Gestionar y obtener la totalidad de los documentos, permisos y pagos necesarios para la culminación de la inspectoría eléctrica, incluyendo, pero no limitándose a: certificados de tradición y libertad, planos requeridos, derechos, tasas y pagos exigidos por el Operador de Red y demás autoridades competentes.

26.2 TRÁMITES PARA LA CONEXIÓN Y ENERGIZACIÓN ANTE EL OPERADOR DE RED, INCLUYE:
-ELABORACIÓN DE DOCUMENTOS QUE EL OPERADOR REQUIERA PARA OBTENER LA ENERGIZACIÓN, APROBACIONES, AJUSTES, COMPLEMENTO DE PLANOS Y CÁLCULOS QUE SEAN REQUERIDOS.
-VISITAS TÉCNICAS DEL OPERADOR DE RED.
-APROBACIÓN DE LA OBRA POR PARTE DEL OPERADOR DE RED.
-ENERGIZACIÓN DEFINITIVA DEL PROYECTO POR EL OPERADOR DE RED.

Unidad de medida y pago: La indicada en el cuadro de cantidades.

Alcance:
El contratista deberá gestionar la totalidad de los trámites necesarios para la conexión y energización definitiva de la instalación eléctrica del proyecto ante el operador de red, incluyendo la elaboración, presentación, radicación y seguimiento de todos los documentos requeridos, ajustes de diseño, complementos de planos y cálculos, visitas técnicas, aprobación de la obra y energización final.

1. Gestión ante el operador de red

El contratista deberá adelantar, con cargo a los ítems anteriores, todas las gestiones necesarias para la aprobación de la instalación eléctrica, incluyendo, entre otras:

a. Estudios preliminares:

- Prefactibilidad y factibilidad del proyecto.
- Solicitud de curvas de protección según los requerimientos del operador de red.

b. Diseño y complementos:

- Complemento a diseño mediante software especializado.
- Ajustes y correcciones a los diseños de acuerdo con las observaciones del operador de red, hasta obtener la aprobación final.

c. Presentación y seguimiento:

- Presentación del proyecto ante la División de Ingeniería del operador de red.
- Coordinación de visitas técnicas de obra y de interconexión definitiva.
- Solicitud de inspección de la instalación eléctrica durante la ejecución y al final del proyecto ante un organismo de inspección acreditado por la ONAC.

d. Inspección y certificación:

- Coordinación de visitas del organismo de inspección acreditado por la ONAC.
- Entrega de la declaración de cumplimiento RETIE, suscrita por la persona calificada responsable de la instalación eléctrica.
- Dictámenes plenos RETIE y RETILAP, cuando sea aplicable.

2. Documentación previa a la inspección

El contratista deberá preparar y entregar la siguiente documentación:

- Memorias de cálculo.
- Diagramas unifilares y cuadros de carga.
- Resultados de mediciones y pruebas eléctricas.
- Evaluación del nivel de riesgo.
- Solicitud de inspección debidamente diligenciada.
- Certificados de conformidad de los productos utilizados, expedidos por organismos acreditados por la SIC.
- Diseño detallado de literales del RETIE (de la A a la X).

3. Tipos de proyectos de conexión

El contratista deberá gestionar la aprobación de los proyectos de conexión requeridos según el tipo de instalación:

Serie	Tipo de proyecto	Descripción
1	Redes de MT	Construcción de redes de Media Tensión para la conexión de subestaciones en el mismo predio.
3	Subestaciones	Construcción de subestaciones MT/MT o MT/BT.
4	Redes de BT	Construcción de redes de baja tensión desde el transformador existente hasta el punto de medida de uno o varios usuarios.
5	Transformador en poste	Construcción y montaje de transformadores en poste.
6	Alumbrado público	Expansión de redes de alumbrado público y alumbrado de zonas de cesión tipo A en BT.

4. Energización y cierre de cuentas

- Maniobra de energización y recibo de obra por parte del operador de red.
- Energización final del proyecto.
- Gestión de cancelación de cuentas que no serán utilizadas en el predio, dejando únicamente la cuenta principal y cancelando cuentas provisionales de obra o las que indique el supervisor.

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA

DECLARACIÓN DE CUMPLIMIENTO DEL REGLAMENTO TÉCNICO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Yo_____mayor de edad y domiciliado en

_____, identificado con la CC. No. _____ en mi condición de _____ ingeniero □, tecnólogo □, técnico □, portador de la matricula profesional, certificado de inscripción profesional o certificado de matricula vigente (según el caso) No. _____, expedida por el Consejo Profesional _____, declaro bajo la gravedad del juramento, que la instalación eléctrica cuya construcción estuvo a mi cargo, la cual es de propiedad de _____, CC. No. o NIT _____, ubicada en (detallar localización) _____, cumple con todos y cada uno de los requisitos establecidos en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE que le aplican, incluyendo los productos utilizados en ella, para lo cual anexo copia de los respectivos certificados. Así mismo declaro que atendí los lineamientos del diseño (cuando se requiera) efectuado por el (los) ingeniero(s) _____, con matricula(s)

profesional(es) No(s). _____ y que el alcance de la instalación eléctrica es el expresado en el plano eléctrico anexo.
En constancia se firma en _____ a los _____ días del mes de_____ de_____ Firma _____ Dirección domicilio _____ teléfono _____ Observaciones: Incluye justificación técnica de desviación de algún requisito de norma o del diseño, siempre que la desviación no comprometa la seguridad. ***Relación de Documentos anexos:***

Notas importantes

- El contratista será responsable de asumir todos los costos, así como de gestionar y obtener la totalidad de los documentos, permisos y pagos necesarios para la culminación de este ítem, incluidos certificados de tradición y libertad, planos requeridos, derechos, tasas y pagos exigidos por el operador de red y demás autoridades competentes.
- El contratista deberá realizar todas las modificaciones y ajustes a los diseños según las observaciones presentadas por el operador de red, hasta la aprobación final del proyecto.

26.3 ESTUDIO DE COORDINACIÓN DE PROTECCIONES, INCLUYE LA PROGRAMACIÓN Y AJUSTE DEL DISPARO DE RECONECTADORES A INSTALAR, CON EL AJUSTE DEL DISPARO DE LOS INTERRUPTORES EN CADA UNA DE LAS CELDAS PROYECTADAS, MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DE MALETA DE INYECCIÓN, APLICACIÓN DE SOFTWARE PARA REALIZAR ANÁLISIS DE FLUJO DE CARGA, CORTO CIRCUITO Y ARCO ELÉCTRICO EN LOS EQUIPOS DE CORTE Y MANIOBRA DE LA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA PRINCIPAL.

Unidad de medida y pago: La indicada en el cuadro de cantidades.

Alcance:
El contratista deberá realizar el estudio de coordinación de protecciones del sistema eléctrico del proyecto, incluyendo la programación, ajuste y verificación de los

dispositivos de protección asociados a la subestación eléctrica principal, reconectadores, celdas de media tensión, transformadores y sistemas asociados.

El estudio deberá contemplar la programación y ajuste de disparo de los reconectadores a instalar, así como el ajuste de los relés e interruptores de protección de cada una de las celdas proyectadas, mediante la utilización de equipos de prueba (maleta de inyección primaria y secundaria) y el uso de software especializado de análisis de sistemas eléctricos.

El análisis deberá incluir, como mínimo, estudios de:

- Flujo de carga.
- Cortocircuito.
- Arco eléctrico.
- Corrientes de falla a tierra.

El estudio deberá considerar todos los equipos de corte y maniobra de la subestación eléctrica principal proyectada y existente, garantizando la correcta coordinación con los dispositivos de protección aguas arriba y aguas abajo del sistema.

1. Alcance del estudio

Con cargo al presente ítem, el contratista deberá realizar el estudio completo de coordinación de protecciones y ajustes de las unidades de disparo, incluyendo como mínimo los siguientes equipos:

- Interruptores de potencia de las celdas de media tensión.
- Reconectadores automáticos del sistema.
- Protecciones asociadas a los transformadores de potencia.
- Protecciones del sistema de generación diésel en baja tensión (cuando aplique).
- Fusibles de protección de transformadores de distribución.
- Equipos de protección asociados a los circuitos de media tensión del proyecto.

El estudio deberá desarrollarse mediante software especializado de análisis de sistemas eléctricos, ampliamente reconocido en el sector eléctrico (ETAP, DIgSILENT PowerFactory, SKM, EasyPower u otro equivalente).

2. Información base para el estudio

El contratista deberá realizar el levantamiento de información técnica del sistema eléctrico, incluyendo como mínimo:

- Potencia nominal de transformadores (kVA).
- Demanda máxima estimada (kW).
- Factor de potencia.
- Niveles de tensión del sistema.

- Impedancias de transformadores.
- Características de líneas y cables.
- Curvas de protección del operador de red.
- Datos de reconectadores y protecciones existentes.

Con esta información se deberá realizar la modelación del sistema eléctrico para simular el comportamiento del sistema ante diferentes escenarios operativos y de falla.

3. Criterios de coordinación de protecciones

El estudio deberá garantizar que el sistema de protección cumpla con los siguientes criterios técnicos:

- Confiabilidad

El sistema de protecciones deberá operar correctamente ante las condiciones de falla para las cuales fue diseñado.

- Seguridad

La protección deberá actuar con alto grado de certeza ante la ocurrencia de una falla, evitando operaciones innecesarias.

- Sensibilidad

El sistema deberá ser capaz de detectar fallas dentro de su zona de protección con suficiente margen de sensibilidad.

- Velocidad

Los tiempos de operación deberán ser los mínimos necesarios para garantizar la estabilidad del sistema y limitar los efectos de la falla.

- Fiabilidad

El sistema deberá garantizar una alta probabilidad de actuación efectiva ante la presencia de fallas.

- Selectividad

El sistema de protecciones deberá aislar únicamente el elemento afectado por la falla, evitando la desconexión innecesaria de otras partes del sistema.

4. Métodos de selectividad

El estudio deberá contemplar los siguientes métodos de selectividad:

- Selectividad amperimétrica

Se logra mediante el uso de diferentes niveles de corriente de disparo en los dispositivos de protección.

- Selectividad cronométrica

Se logra mediante la coordinación de tiempos de disparo entre protecciones aguas arriba y aguas abajo.

- Selectividad energética

Se basa en la limitación de la energía de falla mediante dispositivos de protección que actúan antes de que la energía térmica alcance niveles críticos.

5. Ajuste y programación de protecciones

Una vez aprobado el estudio por la interventoría y/o supervisión, el contratista deberá realizar:

- Programación de relés de protección.
- Ajuste de unidades de disparo de interruptores.
- Configuración de reconectadores automáticos.
- Verificación de curvas de coordinación.

Los ajustes deberán ser compatibles con las curvas de protección del operador de red.

6. Pruebas a los sistemas de protección

Posterior a la programación de los relés, el contratista deberá realizar pruebas mediante equipos de prueba certificados.

a. Pruebas de inyección secundaria

Realizadas mediante maleta de inyección secundaria, para verificar:

- Disparo del interruptor.
- Tiempos de operación.
- Coordinación de protecciones.
- Discrepancia de polos.

b. Pruebas de inyección primaria

Realizadas mediante maleta de inyección primaria, para verificar:

Transformadores de corriente (CT):

- Relación de transformación.
- Resistencia del devanado.
- Curva de excitación y punto de saturación.

Transformadores de potencial (PT):

- Relación de transformación.

- Polaridad.
- Funcionamiento del circuito de medición y protección.

7. Programación de celda de transferencia automática

El contratista deberá realizar la programación y ajuste de la celda de transferencia automática entre redes existente (NSM-1), estableciendo el siguiente orden de prioridad:

- Red principal en nivel I (34,5 kV).
- Red suplente en nivel II (13,2 kV).

Los parámetros de transferencia deberán garantizar la continuidad del servicio y la correcta operación del sistema eléctrico.

8. Entregables

Al finalizar la actividad, el contratista deberá entregar a la interventoría y/o supervisión:

- Informe completo del estudio de coordinación de protecciones.
- Modelación del sistema eléctrico en software especializado.
- Curvas tiempo–corriente de coordinación.
- Memorias de cálculo.
- Ajustes de relés y dispositivos de protección.
- Resultados de pruebas de inyección primaria y secundaria.
- Recomendaciones técnicas para fusibles de protección de transformadores.
- Registro de programación de reconectadores y relés.

El documento deberá entregarse en formato digital editable y en formato PDF, debidamente firmado por el ingeniero electricista responsable.

Notas

- El contratista será responsable de asumir todos los costos asociados a la realización del estudio, incluyendo equipos de prueba, software especializado, personal técnico y demás recursos necesarios.
- El contratista deberá realizar todos los ajustes y modificaciones que resulten de las observaciones presentadas por la interventoría, supervisión o el operador de red.
- El estudio de coordinación de protecciones deberá ser presentado ante el operador de red y realizar los ajustes que este requiera tanto en el diseño como en la programación de los equipos, hasta realizar la energización del proyecto.

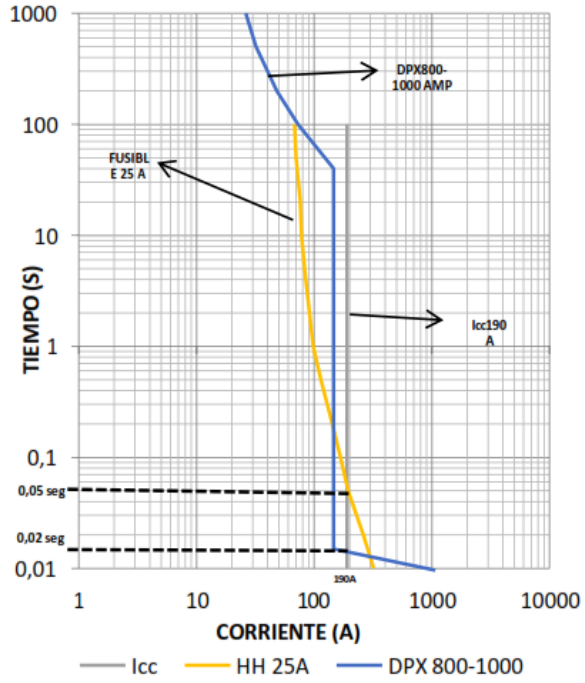
Elaboración de ANEXO: Coordinación de Protecciones, en software especializado.

ANEXO: Coordinación de Protecciones

Para proyectos cuyos transformadores sean protegidos en el primario (MT) por Fusibles HH (CTS507), Duales (CTU505), bayoneta y limitadores de corriente (CTU525); se debe realizar la coordinación de protecciones entre el interruptor automático de baja tensión utilizado y el fusible, considerando la corriente de corto circuito en la subestación proyectada y los tiempos de disparo establecidos por RETIE numeral 23.1, IEEE Std. 242™-2001, IEEE Recommended Practice for Protection and Coordination of Industrial and Commercial Power Systems (IEEE Buff Book™), y demás normas homólogas aplicables.

Esta coordinación solo debe incluir el gráfico de superposición de curvas de disparo características de cada uno de los dispositivos (interruptor de BT y Fusible), corriente de corto circuito en la subestación; indicando los tiempos en el eje vertical para cada uno de los dos dispositivos.

Para los casos en los cuales el transformador proyectado tenga más de una acometida por BT, se debe realizar la coordinación entre cada una de las protecciones de BT y el fusible a utilizar.



- Elaboración de ANEXO: Estudio de Coordinación de Protecciones, en software especializado.



La presentación de un Estudio de Coordinación de Protecciones solo se requiere para los siguientes casos:

- Proyectos cuya factibilidad indique que se debe realizar un estudio de coordinación de protecciones.
- Proyectos cuyos transformadores estén protegidos en el primario con interruptores de potencia (relé - unidad de disparo -extinguidor de arco).
- Proyectos de tipo industrial cuyas potencias conjuntas o individuales sean mayores o iguales a 2MVA y menores o iguales a 5MVA (CTS 508), donde se deba proyectar interruptor de potencia o reconectador (para redes aéreas).

Este estudio se debe realizar en un software especializado y debe ser presentado en la siguiente plantilla: descargue la plantilla aquí. Incluyendo los siguientes ítems:

- Datos del proyecto
- Cuadro resumen de ajuste de protecciones
- Diagrama unifilar
- Simulación de fallas
- Anexo: Ficha técnica del equipo a instalar

En los casos en los que el proyecto contemple generación, se deben incluir datos sobre el aporte a fallas que tengan los equipos de generación, un estudio de flujo de cargas del mismo y un numeral aparte en donde se indique si hay aportes de potencia a la red. En los casos en los que no existan aportes de potencia a la red se deben indicar los ajustes de protección utilizados para evitar aportes a la red.

Para realizar este estudio se debe solicitar las curvas de protecciones que contienen parámetros de ajustes de las protecciones de ENEL-CODENSA y los niveles de corto circuito a través de la línea 601-5801000 Opción 2.

26.4 TRÁMITE, ELABORACIÓN Y APROBACIÓN DEL DISEÑO ELÉCTRICO ANTE EL OPERADOR DE RED (SERIE 1 Y SERIE 3), INCLUYE:
-ELABORACIÓN Y AJUSTE DE LOS DISEÑOS, (PLANOS, CÁLCULOS, SIMULACIONES)
-ORGANIZACIÓN Y ENTREGA DE LA DOCUMENTACIÓN AL OPERADOR DE RED.
-VISITAS TÉCNICAS AL OPERADOR DE RED.

Unidad de medida y pago: La indicada en el cuadro de cantidades.

Alcance

Este ítem comprende la elaboración, gestión, radicación, seguimiento y aprobación del diseño eléctrico del proyecto ante el operador de red, correspondiente a los proyectos de conexión Serie 1 (redes de media tensión) y Serie 3 (subestaciones),

de acuerdo con los procedimientos y guías técnicas vigentes del operador de red que tenga jurisdicción en la zona del proyecto.

Incluye la elaboración de planos, memorias de cálculo, estudios eléctricos, simulaciones, anexos técnicos y todos los documentos requeridos para obtener la aprobación formal del diseño eléctrico.

También incluye la atención de observaciones, ajustes a los diseños y coordinación de visitas técnicas hasta obtener la aprobación definitiva del proyecto por parte del operador de red.

1. Actividades incluidas

Con cargo al presente ítem, el contratista deberá realizar como mínimo las siguientes actividades:

Estudios preliminares:

- Solicitud de prefactibilidad del servicio eléctrico ante el operador de red.
- Solicitud de factibilidad de conexión.
- Solicitud de curvas de protección y parámetros eléctricos del sistema del operador de red.
- Revisión de condiciones técnicas de conexión del sistema existente.

El contratista deberá elaborar el diseño eléctrico completo del proyecto, incluyendo:

- Planos eléctricos generales y de detalle.
- Diagramas unifilares.
- Cuadros de carga.
- Memorias de cálculo.
- Modelación y simulación del sistema eléctrico mediante software especializado.
- Especificaciones técnicas de equipos.
- Planos de ubicación y rutas de redes.

El diseño deberá cumplir con:

- Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE.
- Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público RETILAP (cuando aplique).
- Normas técnicas del operador de red.
- Normativa del Ministerio de Minas y Energía.
- Elaboración de proyecto, basado en guía del personal de ingenieros de la FAC, comunicarse con ellos.

  PROYECTO DE CONEXIÓN SERIE 3 Subestaciones, Se clasifica como Serie 3 a los proyectos relacionados con la construcción subestaciones MT/MT o MT/BT.

RECOMENDACIONES

- Si su proyecto hace parte de un parque industrial/urbanismo o predio con mas de una subestación, el punto de conexión debe estar incluido en la serie 1 Aprobado.
- Si su proyecto es una modificación, incluya una carta aclaratoria con todos los cambios realizados al proyecto aprobado procurando ser muy especifico en cada uno de los puntos.
- Si su proyecto de conexión no requiere licencia de construcción, anexe carta aclaratoria con registro fotográfico donde se evidencie que el predio no será modificado estructuralmente.
- Para la modificación/revalidación se deben presentar los planos originales que fueron aprobados, en caso de aprobaciones con planos físicos debe suministrar el plano escaneado o el denuncio de pérdida de planos.
- Verificar que todos los documentos se encuentren vigentes en el momento de la radicación.
- Si su proyecto de conexión incluye bomba contra incendios, la canalización debe ser bajo hormigón de un espesor mínimo de 50 mm o debe instalarse con barreras cortafuego en el cableado.
- Todos los planos deben estar firmados por el ingeniero diseñador.
- En planos dejar en blanco el espacio donde va el sello de aprobación de Codensa.
- Un inmueble sólo podrá estar servido por una acometida, salvo a los casos expuestos 230-2 del Código Eléctrico Colombiano (Norma NTC 2050).
- En localización general no se deben proyectar cajas de inspección sobre parqueaderos privados, ni zonas comunes dedicadas.
- La máxima separación entre cajas de inspección será de 80m, esto para tramos rectos. Normas Codensa CS150
- Garantizar acceso vehicular a la subestación, incluir la ruta e indicar en el plano en las diferentes vistas.
- No se permite la instalación de cajas o armarios de medidores dentro del local del Centro de Transformación.
- Garantizar distancias de seguridad entre la red de MT y la red de BT, la red de BT no debe pasar encima de la red MT.
- Si el medidor queda a la intemperie garantizar IP43.
- Garantizar que los dibujos en los planos sean legibles, buena utilización de escalas y grosor de líneas
- Garantizar que el formato del plano en PDF sea B1(ISO) (1000x707mm).
- Para garantizar una óptima revisión manténgase informado de la actualización de normas a través de nuestra página https://likinormas.micodensa.com/
- Si considera necesario socializar el proyecto, por favor envíe su requerimiento al correo servicioalcliente.empresarial@enel.com

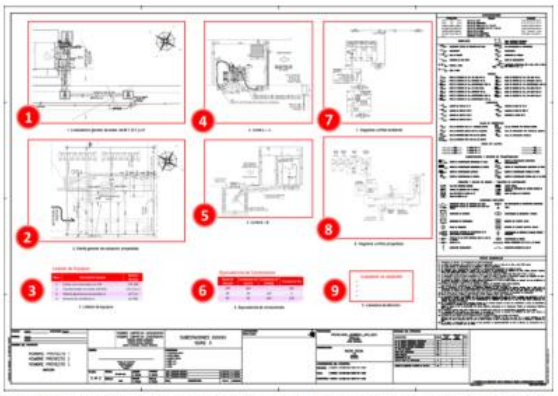
PROYECTO DE CONEXIÓNSERIE 3
Subestaciones

Se clasifica como Serie 3 a los proyectos relacionados con la construcción subestaciones MT/MT o MT/BT. Éstos deben ser radicados para su validación por parte de ENEL-CODENSA con la siguiente documentación:

Documento		Definitivos	Provisional de Obra	Transitorios	Alumbrado Público
Formulario de solicitud de revisión de Proyecto de Conexión, descárguelo aquí.		✓	✓	✓	✓
Licencia de construcción		✓	✓		
Plano arquitectónico aprobado por Curaduría Urbana o entidad competente donde se indique la ubicación de la subestación		✓			
Documentos Específicos	Permisos de servidumbres (Para redes proyectadas que pasen por áreas de servidumbre)	✓	✓	✓	✓
	Certificado de tradición y libertad (sólo si el predio asociado es un predio existente y no requiere tramitar licencia de urbanismo y/o construcción)	✓			
	Licencia ambiental (Para proyectos del sector minero o proyectos de impacto ambiental)	✓	✓	✓	✓
	Permiso para la ubicación e instalación de equipos de comunicaciones con emitido por Planeación y Aeronáutica Civil (Para antes antenas de comunicaciones)	✓			
	Autorización para el uso de espacio público (expedida por alcaldías locales, IDU, IDRD, JAL, Administraciones)			✓	
	Carta de aprobación de estudios y planos fotométricos				✓
Plantilla de Cálculos, descárguelo aquí.		✓	✓	✓	✓

Otros requisitos definidos específicamente en la factibilidad como: Estudios de calidad de potencia, estudio de coordinación de protecciones, estudio de campos electromagnéticos, carta informativa radicada al departamento de Planificación de la Red donde indique la fecha de energización y carga (parcial o total), etc.

Todo diseño de este tipo se deben presentar en extensión PDF firmados por el diseñador en formato ISO B1 1000x707mm (Horizontal) con la siguiente información:



Descargue Plantilla aquí

Nota: Es posible utilizar más de un pliego para la presentación del diseño, siempre que se encuentre contenida toda la información.

Localización General de Redes de M.T, B.T Y A.P

- Canalizaciones y estructuras de redes M.T, B.T Y A.P existentes y proyectadas desde el punto de conexión incluyendo identificación de equipos (transformadores, reconectadores, seccionamientos, etc.) y puntos físicos de postes, cámaras y subestaciones.
- Ubicación de la subestación proyectada acorde al plano aprobado por Curaduría Urbana o entidad competente. (En Bogotá, considerar del Decreto Distrital 100)
- Longitud de conductores hasta la subestación.
- Indicar disponibilidad de ductos.
- Indicar calles, carreras y puntos cardinales.
- Indicar claramente el punto de conexión asignado en la factibilidad.

Planta General de Ubicación Proyectada

Se debe indicar claramente, en cada uno de los pisos de la edificación:

- Distribución de equipos considerando sus cotas, distancias de seguridad, de trabajo y apertura de puertas.
- Ruta de las redes de M.T y B.T (Cárcamos, ductos y cámaras de inspección).
- Iluminación.
- Acceso vehicular.
- Fosos de aceite, brocal, barrera removible, escalerilla, pasamuros, dampers y puertas cortafuego.
- Cortes de subestación, armarios y grupos de medida.
- Llamados de atención.

Malla de Puesta a Tierra

Sistema de puesta a tierra sobre el entorno con características (electrodos, fosos de inspección, dimensiones, conductor, escala legible)

Malla de Puesta a Tierra	
Resistividad del Terreno ρ	
Resistividad de la Capa Superficial	
Espesor de la capa superficial (m)	
Corriente Asimétrica monofásica al 60%	
Resistencia de la Malla	

Listado de Equipos

Listado de equipos utilizados en el diseño, indicando norma técnica (deben ser fácilmente localizables en el diagrama unifilar (8), en la localización general de redes de M.T, B.T y A.P (1), en la planta general de ubicación proyectada (2) y en los cortes (4)(5).

- Celdas
- Transformador
- TGA
- Armarios
- Equipos de medida

Ítem	Descripción Equipo	Norma Técnica
1	Celdas con interruptor en SF6	CTS 508
2	Transformador en aceite 150 kVA	CTU 511-2
3	Tablero general de acometidas 1	AE 311
4	Armario de medidores 1	AE 308

Cortes

Se deben incluir tantos cortes (horizontales y verticales) sean necesarios para visualizar en detalle:

- Distancias de seguridad y de trabajo.
- Dimensiones de la subestación.
- Dimensiones de los equipos.
- Dimensiones de cárcamos.
- Ruta de conductores.
- Iluminación.
- Ubicación de dampers, rieles, bocal, barrera removible, escalerilla, pasa muros de M.T y B.T.
- Apertura de puertas.
- Entrada de acometida y salida de parciales en armarios de medidores.
- Llamados de atención.
- Detalle del punto de conexión a red aérea (si aplica).
- Detalle de conexión entre transformador TGA y/o armarios de medidores.
- Detalle de acometida y parciales en armarios de medidores.

Equivalencia de Conductores

Cuadro de equivalencias de conductores entre Al – Cu utilizados en el diseño por cada uno de los tramos.

Nivel de Tensión	Conductor Al (mm^2)	Conductor Al (AWG)	Conductor Cu
MT	185		4/0
BT	50	1/0	2
BT	95	4/0	2/0

Diagrama Unifilar Existente

Esquema de interconexión de las redes existentes en el predio (Si aplica), debe incluir:

- Trasformador con sus características (CD, Tipo, potencia, Vp/Vs).
- Calibres de conductores (Al o Cu) y su longitud.
- Protecciones (Fusibles e interruptores).
- Equipos como TGA, armarios de medidores, celdas y bombas.
- Grupos de medida (indicando numero de cada cuenta y su respectiva carga). Consulte características de los medidores aquí.

Diagrama Unifilar Proyectado

Esquema de interconexión de las redes proyectadas, debe incluir:

- Punto de conexión.
- Trasformador con sus características (Tipo, potencia, Vp/Vs, In M.T , In B.T, Icc M.T, Icc B.T, Impedancia, tipo de conexión).
- Calibre de conductor (Al o Cu) y su longitud. Ducto, cárcamo o electro barra.
- Características de los barrajes (Dimensiones Fases, Neutro y Tierra, In, Icc).
- Protecciones (Fusibles e interruptores) indicar su capacidad nominal y corriente de corto.
- Equipotencialización de equipos.
- TGA, Armarios, Transferencias, Celdas, Bombas.
- Grupos de medida, indicando cargas demandas e instaladas, numeración de cuentas en los armarios y tipo de medidor.
- Características de los grupos de medida (corriente básica, corriente máxima, clase, límite de carga).
- Características de los componentes de grupos de medida: CTs (Tipo, Clase, corriente primaria y corriente secundaria) y PTs (Clase, tensión primaria y tensión secundaria).

Llamados de Atención

Aclaraciones que el ingeniero diseñador considere necesarias para la interpretación del plano.

PROYECTO DE CONEXIÓN SERIE 1 Redes de MT, Se clasifica como Serie 1 a los Proyectos de Conexión relacionados con la construcción de redes de Media Tensión para la conexión de subestaciones en el mismo predio.

PROYECTO DE CONEXIÓNSERIE 1
Redes de MT

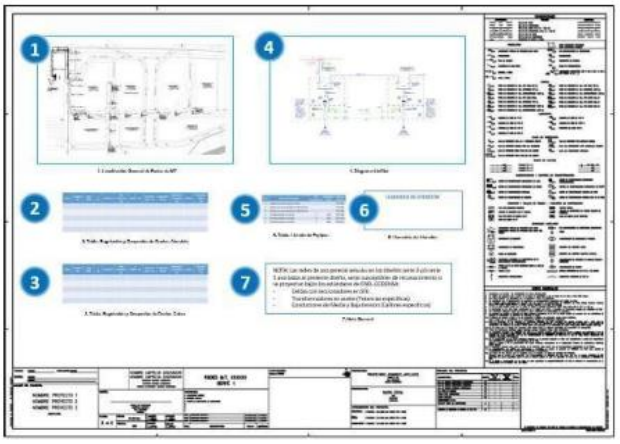
Se clasifica como Serie 1 a los Proyectos de Conexión relacionados con la construcción de redes de Media Tensión para la conexión de subestaciones en el mismo predio. Éstos deben ser radicados para su validación por parte de ENEL-CODENSA con la siguiente documentación:

Documento	Definitivos	Provisional Obra
Formulario de solicitud de revisión de Proyecto de Conexión, descárguelo aquí.	✓	✓
Plano y licencia de urbanismo	✓	✓
Permisos de servidumbres (Para redes proyectadas que pasen por áreas de servidumbre)	✓	✓
Licencia ambiental (Para proyectos del sector minero o proyectos de impacto ambiental).	✓	✓

Otros requisitos definidos específicamente en la factibilidad como: Estudios de calidad de potencia, estudio de coordinación de protecciones, estudio de campos electromagnéticos, carta informativa radicada al departamento de Planificación de la Red donde indique la fecha de energización y carga (parcial o total), etc.

El Proyecto Serie 1, no requiere memorias de cálculo ni documentos técnicos adicionales a los planos.

Todo plano eléctrico se debe presentar en extensión PDF firmados por el diseñador en formato ISO B1 1000x707mm (Horizontal) con la siguiente información:



Descargue Plantilla aquí

Nota: Es posible utilizar más de un pliego para la presentación del diseño, siempre que se encuentre contenida toda la información.

Localización General de Redes de M.T.

- Canalizaciones y estructuras de redes M.T indicando Normas CODENSA (existentes y proyectadas desde el punto de conexión)
- Ubicación de cada una de las subestaciones proyectadas. (En Bogotá, considerar del Decreto Distrital 100)
- Longitud del conductor hasta cada subestación
- Indicar disponibilidad de ductos.
- Indicar calles, carreras y puntos cardinales.
- Indicar claramente el punto de conexión asignado en la factibilidad.

Nota: Se debe garantizar la integración de la canalización y redes MT con las de alumbrado público.

Tabla de Regulación y Ocupación de Ductos Aluminio(2) y Cobre(3)

Tabla que contiene la información de canalizaciones y conductores proyectadas en aluminio y cobre

Tramo	Longitud (m)	Carga (kVA)	I (A)	Conductor	I Max Conductor (A)	K (%kVA – m)	Momento (kVA – m)	Regulación Parcial	Regulación Acumulada (%)	Ductos	Ocupación Ductos (%)
										*	

* La canalización nueva de MT se debe proyectar en 6" la cual permitirá la utilización de conductores hasta de 240 mm².

En caso de ser necesario la utilización de canalización existente de MT de 4" el calibre máximo que cumple con el porcentaje de ocupación es 185 mm².

Diagrama Unifilar

Esquema de interconexión de todas las subestaciones desde el punto de conexión, solo debe indicar:

- Potencia de los transformadores.
- Nivel de tensión de transformadores en Media Tensión.
- Celdas o cajas de maniobras, de entrada, salida y/o protección.
- Calibre y longitud de conductores.
- Tipo de protecciones en M.T para cada subestación sin datos característicos.
- Si la carga es igual o mayor a 2MW incluir una celda de protección con interruptor, relés y seccionador de operación bajo carga a la entrada del proyecto, después de la celda de salida (sector comercial y/o industrial)

Listado de Equipos

Listado de equipos utilizados en el proyecto.
Se debe indicar norma técnica, potencia y número de transformador en el proyecto (deben ser fácilmente localizables en el diagrama unifilar (4) y en la localización general de M.T. (1)

Ítem	Descripción Equipo	No. Subestación	Potencia (kVA)	Norma Técnica
1	Celdas con interruptor en SF6			CTS 508
2	Celdas con seccionador en SF6 (2L+P)			CTS 508
3	Celdas con seccionador en SF6 (2L+P)			CTS 508
4	Transformador en aceite	1	150	CTU 500
5	Transformador en aceite	2	225	CTU 510
6	Transformador en aceite	3	400	CTS516-2

Llamados de Atención

Aclaraciones que el ingeniero diseñador considere necesarias para la interpretación del plano.

LLAMADOS DE ATENCIÓN

-
-
-
-

Nota General

Con el objetivo que todos los diseñadores involucrados en el proyecto consideren en sus Proyectos los estándares de ENEL-CODENSA, se debe incluir la siguiente nota:

Las redes de uso general definidas en los Proyectos de Conexión de Subestaciones (Serie 3) y/o Transformadores en Poste (Serie 5) asociados al presente Proyecto de Conexión, serán susceptibles de reconocimiento (compra por parte del operador de red) si se proyectan bajos los estándares de ENEL-CODENSA:

- Celdas con seccionadores en SF6.
- Transformadores en aceite (Potencias específicas), consulta estándar aquí.
- Conductores de Media y Baja tensión (Calibres específicos), consulta estándar aquí.

- Elaboración de ANEXO: Estudio Técnico de Puesta en Servicio (ETPS), en software especializado.

ANEXO: Estudio Técnico de Puesta en Servicio (ETPS)



La presentación de un Estudio Técnico de Puesta en Servicio solo se requiere para los siguientes casos:

- Proyectos cuya factibilidad indique que se debe realizar un estudio técnico de puesta en servicio (ETPS).
- Proyectos de tipo industrial cuyas potencias conjuntas o individuales sean mayores o iguales a 1MVA.
- Proyectos Cuyo Nivel de Tensión sean Nivel 3 y 4.

Este estudio se debe realizar en un software especializado y debe ser presentado en la plantilla, descargue la plantilla aquí. Incluyendo los siguientes ítems:

- Datos del proyecto.
- Diagrama Unifilar.
- Flujo de Carga del proyecto simulando el punto de conexión con parámetros entregados por el O.R
- Distorsión de corriente (Armónicos individuales y TDD).
- Distorsión de tensión individual y distorsión total de tensión.
- Desbalance de tensión.
- Factor de Potencia.
- Análisis de Flicker.
- Compatibilidad Electromagnética (SAGS) Curva ITIC.
- Resumen de cargas Lineales y no Lineales.
- En caso de requerir medidas para normalizar parámetros, debe explicar la solución entregando valores de diseño, re cálculo de los parámetros y unifilar con equipos nuevos instalados.

Consideraciones para realizar el Estudio Técnico de Puesta en Servicio (ETPS)

- Solicitar información de la red; escribiendo al correo servicioalcliente.empresarial@enel.com dirigido al departamento de Network Analysis, incluyendo los parámetros que requieren para el análisis del estudio.
- Solicitar las curvas de protecciones que contienen información para simular la red, la corriente simétrica trifásica y los datos del circuito de conexión, en la línea de atención al cliente 601-5801000 opción 2.
- El punto donde se deben realizar las medidas de la simulación es en la frontera comercial.
- El estudio se debe radicar con el Proyecto de Conexión que aplique para su obra.
- ENEL-CODENSA emitirá una respuesta vía correo electrónico con las observaciones cuando aplique o recomendaciones con la aprobación del estudio.
- El modelo realizado se debe realizar desde el equivalente de 115 kV o 34,5 kV según corresponda, - Transformador de AT/MT o MT/MT - carga denominada otros circuitos para reflejar la cargabilidad del transformador de potencia, modelo detallado del alimentador en MT que va a conectar la nueva carga e incluir el punto de conexión

Límites de parámetros para estudios técnicos de puesta en servicio

Nivel de Tensión Entre 120V-69kV						
Máxima Distorsión de Corriente Armónica en porcentaje (%) de IL						
Armónicos Impares de Orden h						
Isc/IL	<11	11 ≤ h <17	17 ≤ h < 23	23 ≤ h < 35	35 ≤ h	TDD
>20	4,00	2,00	1,50	0,60	0,30	5,00
20<50	7,00	3,50	2,50	1,00	0,50	8,00
50<100	10,00	4,50	4,00	1,50	0,70	12,00
100<1000	12,00	5,50	5,00	2,00	1,00	15,00
>1000	15,00	7,00	6,00	2,50	1,40	20,00
Armónicos Pares de Orden h						
Isc/IL	<11	11 ≤ h <17	17 ≤ h < 23	23 ≤ h < 35	35 ≤ h	TDD
>20	1,00	0,50	0,38	0,15	0,08	
20<50	1,80	0,88	0,63	0,25	0,13	
50<100	2,50	1,13	1,00	0,38	0,18	
100<1000	3,00	1,38	1,25	0,50	0,25	
>1000	3,80	1,75	1,50	0,63	0,35	
IL: Máxima Corriente de carga a 60Hz en el punto de conexión (Pcc)						
Isc: Corriente de corto Circuito Simétrica Trifásica; h: Orden del Armónico						
TDD: Índice de distorsión total de la demanda.						

Distorsión de Tensión	
Distorsión Individual de Voltaje (%)	Distorsión Total de Voltaje THDv (%)
3	5
Desbalance de Tensión	
V2/V1 (%)	2
Factor de Potencia	
FP	≥ 0,9 Inductivo
Fluctuación de Tensión - Flicker	
Max. PST (percentil_95)	1.0
Max. PLT (percentil_95)	0,8
Instalaciones Eléctricas Internas cumplen RETIE	
Fuente: IEEE Std 519-1992 Recommended practices and requirements for harmonic control in electrical power systems Sistema de autocontrol ENEL-CODENSA	

Límites de parámetros para estudios técnicos de puesta en servicio

Nivel de Tensión Entre 69kV-161kV						
Máxima Distorsión de Corriente Armónica en porcentaje (%) de IL						
Armónicos Impares de Orden h						
Isc/IL	<11	11 ≤ h <17	17 ≤ h < 23	23 ≤ h < 35	35 ≤ h	TDD
>20	2,00	1,00	0,75	0,30	0,15	5,00
20<50	3,50	1,75	1,25	0,50	0,25	8,00
50<100	5,00	2,25	2,00	0,75	0,35	12,00
100<1000	6,00	2,75	2,50	1,00	0,50	15,00
>1000	7,50	3,50	3,00	1,25	0,70	20,00
Armónicos Pares de Orden h						
Isc/IL	<11	11 ≤ h <17	17 ≤ h < 23	23 ≤ h < 35	35 ≤ h	TDD
>20	0,50	0,25	0,19	0,08	0,04	
20<50	0,90	0,44	0,31	0,13	0,06	
50<100	1,30	0,56	0,50	0,19	0,09	
100<1000	1,50	0,69	0,63	0,25	0,13	
>1000	1,90	0,88	0,75	0,31	0,18	
IL: Máxima Corriente de carga a 60Hz en el punto de conexión (Pcc)						
Isc: Corriente de corto Circuito Simétrica Trifásica; h: Orden del Armónico						
TDD: Indice de distorsión total de la demanda.						

Distorsión de Tensión	
Distorsión Individual de Voltaje (%)	Distorsión Total de Voltaje THDv (%)
1,5	2,5
Desbalance de Tensión	
V2/V1 (%)	1,5
Factor de Potencia	
FP	≥ 0,9 Inductivo
Fluctuación de Tensión - Flicker	
Max. PST (percentil_95)	1.0
Max. PLT (percentil_95)	0,8
Instalaciones Eléctricas Internas cumplen RETIE	
Fuente: IEEE Std 519-1992 Recommended practices and requirements for harmonic control in electrical power systems Sistema de autocontrol ENEL-CODENSA	

Nivel de Tensión Mayor a 161kV						
Máxima Distorsión de Corriente Armónica en porcentaje (%) de IL						
Armónicos Impares de Orden h						
Isc/IL	<11	11 ≤ h <17	17 ≤ h < 23	23 ≤ h < 35	35 ≤ h	TDD
<50	2,00	1,00	0,75	0,30	0,15	2,50
≥ 50	3,00	1,50	1,15	0,45	0,22	3,75
Armónicos Pares de Orden h						
Isc/IL	<11	11 ≤ h <17	17 ≤ h < 23	23 ≤ h < 35	35 ≤ h	TDD
<50	0,50	0,25	0,19	0,08	0,04	
≥ 50	0,80	0,38	0,29	0,11	0,06	
IL: Máxima Corriente de carga a 60Hz en el punto de conexión (Pcc)						
Isc: Corriente de corto Circuito Simétrica Trifásica; h: Orden del Armónico						
TDD: Indice de distorsión total de la demanda.						

Distorsión de Tensión	
Distorsión Individual de Voltaje (%)	Distorsión Total de Voltaje THDv (%)
1,00	1,5
Desbalance de Tensión	
V2/V1 (%)	1,5
Factor de Potencia	
FP	≥ 0,9 Inductivo
Fluctuación de Tensión - Flicker	
Max. PST (percentil_95)	1.0
Max. PLT (percentil_95)	0,8
Instalaciones Eléctricas Internas cumplen RETIE	
Fuente: IEEE Std 519-1992 Recommended practices and requirements for harmonic control in electrical power systems Sistema de autocontrol ENEL-CODENSA	

- Presentación del proyecto ante la División de Ingeniería del operador de red de acuerdo a la guía vigente, junto con todos sus anexos y documentos que soliciten.



Presentación y aprobación del proyecto

El contratista deberá:

- Presentar el proyecto ante la división de ingeniería del operador de red.
- Radicar la totalidad de documentos exigidos por la guía técnica vigente.
- Atender las observaciones técnicas realizadas por el operador de red.
- Realizar los ajustes requeridos en planos, memorias y estudios eléctricos.
- Realizar seguimiento al proceso hasta obtener la aprobación final del diseño eléctrico.

Documentación técnica a entregar

El contratista deberá elaborar y presentar como mínimo la siguiente documentación:

- Memorias de cálculo del sistema eléctrico.
- Diagramas unifilares.
- Cuadros de carga.
- Planos eléctricos del proyecto.
- Estudio técnico de puesta en servicio (ETPS).
- Diseño detallado conforme a los literales del RETIE (A a X).
- Evaluación del nivel de riesgo eléctrico.
- Resultados de mediciones y pruebas eléctricas (cuando aplique).
- Declaración de cumplimiento RETIE suscrita por el responsable de la instalación eléctrica.

Notas

- El contratista será responsable de asumir todos los costos asociados a este ítem, incluyendo la elaboración de estudios, planos, memorias de cálculo, software especializado, derechos de radicación, tasas y demás pagos exigidos por el operador de red o autoridades competentes.
- El contratista deberá realizar todos los ajustes y modificaciones solicitados por el operador de red hasta obtener la aprobación final del diseño eléctrico.
- La aprobación del diseño por parte del operador de red será requisito indispensable para la ejecución de las obras eléctricas y la posterior energización del proyecto.
- Los planos, memorias, etc, deberán presentarse en los formatos del operador de red que le aplique al proyecto.

26.5 PRUEVA VLF PARA TRAMO DE RED DE MEDIA TENSIÓN TRIFÁSICA

Unidad de medida y pago: La indicada en el cuadro de cantidades.

Alcance

El contratista deberá realizar pruebas de diagnóstico tipo VLF (Very Low Frequency) a todos los conductores de media tensión instalados en el proyecto, con el fin de verificar la integridad del aislamiento de los cables antes de la energización del sistema eléctrico.

Las pruebas deberán realizarse por cada tramo de cable instalado superior a 10 metros, incluyendo la verificación de:

- Conductores de media tensión.
- Empalmes.
- Terminales.
- Conectores tipo codo o accesorios de conexión.

Las pruebas deberán ejecutarse una vez los conductores se encuentren completamente instalados, conectados y listos para energizar, y nunca mientras los cables se encuentren en carrete o almacenados en bodega.

1. Descripción de la prueba

La prueba VLF (Very Low Frequency) es un ensayo de tensión aplicada a muy baja frecuencia (generalmente 0.1 Hz) utilizado para evaluar el estado del aislamiento en cables de media tensión con aislamiento polimérico, tales como:

- XLPE (Polietileno Reticulado)
- EPR (Etileno Propileno)

El objetivo del ensayo es detectar posibles defectos en el aislamiento del cable o en sus accesorios, tales como:

- Impurezas de fabricación
- Presencia de humedad
- Porosidades
- Burbujas de aire
- Daños mecánicos en el aislamiento
- Defectos en empalmes o terminales

Durante la aplicación del voltaje de prueba pueden presentarse corrientes de fuga en el aislamiento, lo que permite identificar debilidades o defectos que podrían generar fallas prematuras del cable durante la operación del sistema.

2. Condiciones de la prueba

La prueba deberá realizarse bajo las siguientes condiciones:

- Los cables deben estar completamente instalados en su ubicación final.
- El conductor central deberá estar aislado del sistema eléctrico.
- La pantalla metálica del cable deberá conectarse a tierra.
- La salida de alta tensión del equipo VLF se conectará al conductor central del cable.
- La conexión de tierra del equipo deberá estar firmemente conectada al sistema de puesta a tierra.

Posteriormente se aplicará la tensión de prueba de manera progresiva hasta alcanzar el valor requerido, manteniéndola durante el tiempo establecido por la norma.

3. Normatividad aplicable

Las pruebas deberán ejecutarse conforme a las recomendaciones de las siguientes normas internacionales:

- IEEE 400 – Guide for Field Testing and Evaluation of the Insulation of Shielded Power Cable Systems.
- IEEE 400.2 – Guide for Field Testing of Shielded Power Cable Systems Using Very Low Frequency (VLF).

- Recomendaciones técnicas de EPRI y otros organismos internacionales de ingeniería eléctrica.

4. Tensión de prueba

Diversos organismos de normalización como IEEE, EPRI y CEA recomiendan aplicar tensiones de ensayo entre 2 y 3 veces la tensión Uo del cable (tensión fase–tierra).

Valores típicos de referencia:

Nivel del sistema	Tensión Uo aproximada	Tensión de prueba VLF
Sistema 15 kV	7.2 – 8 kV	aproximadamente 22 kV
Sistema 34.5 kV	19.9 kV	aproximadamente 60 kV

Los valores exactos de tensión deberán definirse conforme a la norma IEEE 400.2 y las especificaciones del fabricante del cable.

5. Duración de la prueba

De acuerdo con las recomendaciones de la norma IEEE 400.2, la duración del ensayo puede variar entre:

- 15 minutos y 60 minutos por fase

Como práctica adoptada en gran parte de los proyectos eléctricos en Colombia, se establece una duración estándar de 60 minutos por fase.

6. Resultados del ensayo

Los resultados del ensayo se expresarán bajo el criterio de:

PASA / NO PASA

- Pasa: el cable soporta la tensión de prueba durante el tiempo establecido sin presentarse ruptura dieléctrica.
- No pasa: se presenta perforación del aislamiento o falla durante la prueba.

En caso de presentarse fallas, el contratista deberá:

- Identificar el tramo defectuoso.

- Realizar las reparaciones necesarias.
- Repetir la prueba hasta obtener resultados satisfactorios.

7. Entregables

El contratista deberá entregar a la interventoría y/o supervisión:

- Informe técnico de pruebas VLF.
- Registro de tensiones aplicadas.
- Tiempo de duración del ensayo.
- Identificación del tramo de cable probado.
- Resultados obtenidos.
- Certificado de calibración vigente del equipo VLF utilizado.
- Registro fotográfico de las pruebas realizadas.

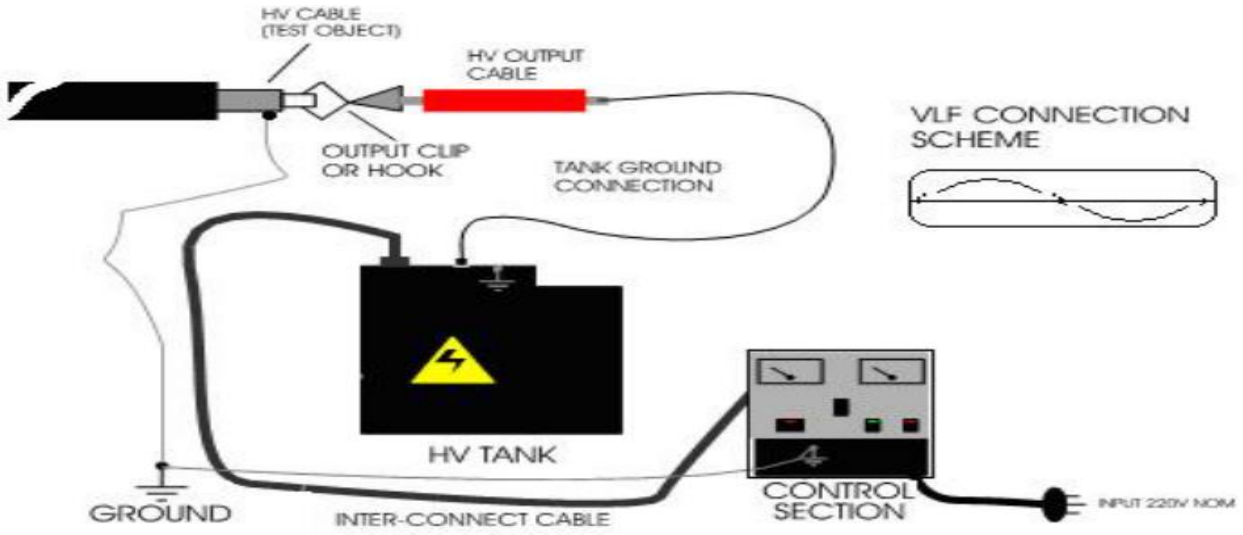
El informe deberá estar firmado por el ingeniero electricista responsable de la ejecución de las pruebas.

8. Pruebas de seguimiento

De acuerdo con las recomendaciones de la norma IEEE 400, se recomienda realizar un nuevo ensayo de verificación aproximadamente a los tres (3) años de operación del sistema, con el fin de evaluar el envejecimiento del aislamiento de los cables.

Notas

- El contratista deberá suministrar todos los equipos, instrumentos, personal especializado y elementos de seguridad necesarios para la ejecución de las pruebas.
- Todos los equipos de medición deberán contar con certificados de calibración vigentes emitidos por laboratorios acreditados.
- Las pruebas deberán realizarse antes de la energización del sistema eléctrico y serán requisito para la puesta en servicio de la red de media tensión.



TENSION	INSTALACION	ACEPTACION	MANTENIMIENTO
rms voltage in kV	rms or (peak voltage)	rms or (peak voltage)	rms or (peak voltage)
5	9 (13)	10 (14)	7 (10)
8	11 (16)	13 (18)	10 (14)
15	18 (25)	20 (28)	16 (22)
25	27 (38)	31 (44)	23 (33)
35	39 (55)	44 (62)	33 (47)
IEEE Std 400.2–2004	30 minutos @ 0,1 Hz	30 minutos @ 0,1 Hz	15 minutos @ 0,1 Hz

CT. GERMAN ANDRES GONZALEZ AGUIRRE
Comité Estructurador Técnico

ST. DIDSON STIWARD BAUTISTA GARCIA
Comité Estructurador Técnico