INFORME MEMORIAS ELÉCTRICAS

PROYECTO:

INSTALACIONES ELECTRICAS UNIVERSIDAD DEL ATLANTICO SEDE CENTRO

FECHA

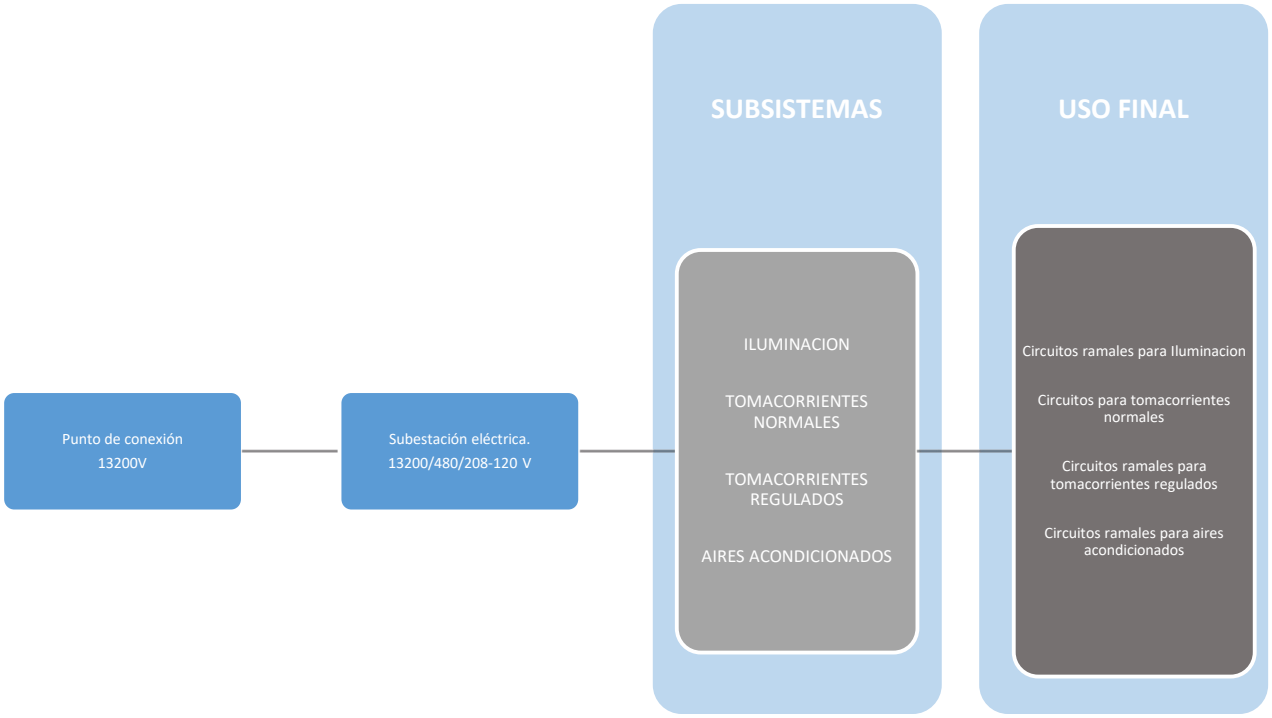
MARZO DE 2020

RPB SAS. ARQUITECTURA E INGENIERIA
CRA 24 # 1A – 24 Portal de Genovés, Puerto Colombia, ATL
NIT: 900.111.740-3
Tel: (5) 3859174 – Mail: cotizaciones@rpbltda.com

1. Introducción

La normatividad legal vigente en Colombia establece que todo diseño de instalaciones eléctricas debe cumplir los ítems establecidos en el reglamento técnico de instalaciones eléctricas (RETIE), y además debe contener un listado de secciones específico. Para dar cumplimiento a lo anterior, se realiza el presente informe como anexo al diseño eléctrico del proyecto INSTALACIONES ELECTRICAS UNIVERSIDAD DEL ATLÁNTICO SEDE CENTRO.

Conceptualización del proyecto



Los siguientes son los requisitos para diseño a cumplir según RETIE:

Contenido	Sección
a. Análisis y cuadros de cargas iniciales y futuras, incluyendo análisis de factor de potencia y armónicos.	Se presenta en ítem 4.1.
b. Análisis de coordinación de aislamiento eléctrico.	Se presenta en ítem 4.2.
c. Análisis de cortocircuito y falla a tierra.	Se presenta en ítem 4.3.
d. Análisis de nivel de riesgo por rayos y medidas de protección contra rayos.	Se presenta en ítem 4.4
e. Análisis de riesgos de origen eléctrico y medidas para mitigarlos.	Se presenta en ítem 4.5
f. Análisis del nivel tensión requerido.	Se presenta en ítem 4.6
g. Cálculo de campos electromagnéticos para asegurar que, en espacios destinados a actividades rutinarias de las personas, no se superen los límites de exposición definidos en la Tabla 14.1	Se presenta en ítem 4.7
h. Cálculo de transformadores incluyendo los efectos de los armónicos y factor de potencia en la carga.	Se presenta en ítem 4.8
i.Cálculo del sistema de puesta a tierra.	Se presenta en ítem 4.9
j. Cálculo económico de conductores, teniendo en cuenta todos los factores de pérdidas, las cargas resultantes y los costos de la energía.	Se presenta en ítem 4.10
k. Verificación de los conductores, teniendo en cuenta el tiempo de disparo de los interruptores, la corriente de cortocircuito de la red y la capacidad de corriente del conductor de acuerdo con la norma IEC 60909, IEEE 242, capítulo 9 o equivalente.	Se presenta en ítem 4.11
l. Cálculo mecánico de estructuras y de elementos de sujeción de equipos.	No se presenta debido a que no habrá estructuras mecánicas soportando equipos de uso eléctrico de gran tamaño.
m. Cálculo y coordinación de protecciones contra sobrecorrientes. En baja tensión se permite la coordinación con las características de limitación de corriente de los dispositivos según IEC 60947-2 Anexo A.	Se presenta en ítem 4.12
n. Cálculos de canalizaciones (tubo, ductos, canaletas y electroductos) y volumen de encerramientos (cajas, tableros, conduletas, etc.).	Se presenta en ítem 4.13
o. Cálculos de pérdidas de energía, teniendo en cuenta los efectos de armónicos y factor de potencia.	Se presenta en ítem 4.10
p. Cálculos de regulación.	Se presenta en ítem 4.10
q. Clasificación de áreas.	Se presenta en ítem 4.14.
r. Elaboración de diagramas unifilares.	Se entrega en planos anexos.
s. Elaboración de planos y esquemas eléctricos para construcción.	Se entrega en planos anexos.
t. Especificaciones de construcción complementarias a los planos, incluyendo las de tipo técnico de equipos y materiales y sus condiciones particulares.	Se entrega en documentos anexos.
u. Establecer las distancias de seguridad requeridas.	Se presenta en ítem 4.15
v. Justificación técnica de desviación de la NTC 2050 cuando sea permitido, siempre y cuando no comprometa la seguridad de las personas o de la instalación.	Se declara que el presente proyecto cumple a cabalidad la normatividad correspondiente.
w. Los demás estudios que el tipo de instalación requiera para su correcta y segura operación, tales como condiciones sísmicas, acústicas, mecánicas o térmicas.	Cantidades de obra, análisis de precios unitarios, presupuestos y especificaciones técnicas

Insumos del diseño Eléctrico suministrado por los diferentes consultores:

a. Planos de arquitectónicos.

Alcance del presente diseño:

a. Planos de instalaciones eléctricas.
b. Memorias de cálculo.
c. Cantidades de obra y presupuesto.
d. Especificaciones técnicas.

2. Ubicación del proyecto

El proyecto UNIVERSIDAD DEL ATLANTICO SEDE CENTRO está ubicado en el municipio de Barranquilla, Atlántico.





3. Características ambientales y eléctricas del sistema:

a. Ambientales

Altitud sobre el nivel del mar	0 metros
Temperatura de ambiente máxima	35° C
Temperatura ambiente promedio	30° C
Temperatura ambiente mínima	25° C
Tipo de instalación	Interior

b. Eléctricas

Tensión nominal media tensión	13200V
Tensión nominal baja tensión	480/208-120V
Frecuencia	60 Hz
Sistema de distribución	Trifásico tetrafilar (3F-4hilos, con el neutro sólidamente puesto tierra en el correspondiente transformador de potencia)
Límites de temperatura	60º C para circuitos ramales y 75º C para alimentadores
Material de los conductores	Cobre

4. Memorias de diseño de instalaciones eléctricas

4.1. Análisis y cuadros de cargas iniciales y futuras.

Para establecer las cargas eléctricas del proyecto se tomaron como referencia los siguientes criterios, basados en la NTC 2050:

1. Carga de alumbrado y tomacorriente de uso general por tipo de ocupación, según tabla 220-3b de NTC 2050.
2. Factor de demanda para cargas de alumbrado y tomacorriente de uso general según tabla 220-13 (Factores de demanda para cargas de tomacorriente en edificaciones no residenciales)
3. Cargas de motores, según artículos 430-24, 430-25 NTC 2050
4. Cargas de sistemas de acondicionamiento térmico según artículo 220-15 NTC 2050
5. Cargas de equipos especiales, según hojas de datos o fichas técnicas, suministradas por cliente o diseñadores del subsistema competente

Anexos técnicos:

- MC – Cuadros de carga

4.2. Análisis de coordinación de aislamiento eléctrico

Se presentan los diferentes aislamientos de los conductores teniendo en cuenta los diferentes niveles de tensión.

Anexos técnicos:

- MC-Análisis de coordinación de Aislamiento.

4.3. Análisis de cortocircuito y falla a tierra

A continuación, se presentan los valores de cortocircuito calculados para los diferentes tableros del proyecto (Barrajes), los datos del punto de conexión serán tomados de la información suministrada por el operador de red o dado el caso no contar con dicha información se modelará el punto de conexión como un barraje infinito.

Anexos técnicos:

- MC-Corriente de Corto Circuito.

4.4. Análisis de nivel de riesgo por rayos y medidas de protección contra rayos.

Anexos técnicos:

- MC-Análisis de Rayos.

4.5. Análisis de riesgos de origen eléctrico y medidas para mitigarlos.

En esta sección se encuentran plasmados los diferentes tipos de riesgo eléctrico considerados para el presente proyecto, y se establecen las medidas para su mitigación.

1. Determinación Aplicabilidad de Factores de Riesgo:

Análisis de riesgos de origen eléctrico y medidas para mitigarlos			
Factores de riesgo eléctrico presentes	**Posibles Causas**	**Medidas de Protección**	**Aplicabilidad**
Arco Eléctrico	Malos contactos, cortocircuitos, aperturas de interruptores con carga, apertura o cierre de seccionadores con carga, apertura de transformadores de corriente, apertura de transformadores de potencia con carga sin utilizar equipo extintor de arco, apertura de transformadores de corriente secundarios con carga, manipulación indebida de equipos de medida, materiales o herramientas olvidadas en gabinetes, acumulación de óxido o partículas conductoras, descuidos en los trabajos de mantenimiento.	Utilizar materiales envolventes resistentes a los arcos, mantener una distancia de seguridad, usar prendas acordes con el riesgo y gafas de protección contra rayos ultravioleta.	Si
Ausencia de Electricidad (En determinados casos)	Apagón o corte del servicio, no disponer de un sistema ininterrumpido de potencia - UPS, no tener plantas de emergencia, no tener transferencia. Por ejemplo: Lugares donde no exijan plantas de emergencia como hospitales y aeropuertos.	Disponer de sistemas interrumpidos de potencia y de plantas de emergencia con transferencia automática.	No
Contacto Directo	Negligencia de técnicos o impericia de no técnicos, violación de las distancias mínimas de seguridad.	Establecer distancias de seguridad, interposición de obstáculos, aislamiento o recubrimiento de partes activas, utilización de interruptores diferenciales, elementos de protección personal, puesta a tierra, probar ausencia de tensión, doble aislamiento.	Si
Contacto Indirecto	Fallas de aislamiento, mal mantenimiento, falta de conductor de puesta a tierra.	Separación de circuitos, uso de muy baja tensión, distancias de seguridad, conexiones	Si

		equipotenciales, sistemas de puesta a tierra, interruptores diferenciales, mantenimiento preventivo y correctivo.	
Cortocircuito	Fallas de aislamiento, impericia de los técnicos, accidentes externos, vientos fuertes, humedades, equipos defectuosos.	Interruptores automáticos con dispositivos de disparo de máxima corriente o cortacircuitos fusibles.	Si
Electricidad Estática	Unión y separación constante de materiales como aislantes, conductores, sólidos o gases con la presencia de un aislante.	Sistemas de puesta a tierra, conexiones equipotenciales, aumento de la humedad relativa, ionización del ambiente, eliminadores eléctricos y radioactivos, pisos conductivos.	Si
Equipo Defectuoso	Mal mantenimiento, mala instalación, mala utilización, tiempo de uso, transporte inadecuado.	Mantenimiento predictivo y preventivo, construcción de instalaciones siguiendo las normas técnicas, caracterización del entorno electromagnético.	Si
Rayos	Fallas en: el diseño, construcción, operación, mantenimiento del sistema de protección.	Pararrayos, bajantes, puestas a tierra, equipotencialización, apantallamientos, topología de cableados. Además, suspender actividades de alto riesgo, cuando se tenga personal al aire libre.	No

Sobrecarga	Superar los límites nominales de los equipos o de los conductores, instalaciones que no cumplen las normas técnicas, conexiones flojas, armónicos, no controla el factor de potencia.	Uso de interruptores automáticos con relés de sobrecarga, interruptores automáticos asociados con cortacircuitos, cortacircuitos, fusibles bien dimensionados, dimensionamiento técnico de conductores y equipos, compensación de energía reactiva con banco de condensadores.	Si
Tensión de Contacto	Rayos, fallas a tierra, fallas de aislamiento, violación de distancias de seguridad.	Puestas a tierra de baja resistencia, restricción de accesos, alta resistividad del piso, equipotencializar.	Si
Tensión de Paso	Rayos, fallas a tierra, fallas de aislamiento, violación de áreas restringida, retardo en el despeje de la falla.	Puestas a tierra de baja resistencia, restricción de accesos, alta resistividad del piso, equipotencializar.	Si

2. Matriz para Análisis de Riesgo

Se analizan las posibles consecuencias de eventos, originados por fallas eléctricas en la instalación y causadas por algunos de los factores de riesgo, ya sea en personas, económicas, ambientales y los efectos en la imagen de la empresa. Para este caso en particular se analizan los eventos más críticos, como incendios y quemaduras.

PASO 2: MATRIZ PARA ANÁLISIS DE RIESGO (POR CADA EVENTO Y EL FACTOR DE RIESGO RELACIONADO)

Riesgo a Evaluar:	**Evento o Efecto:** **Quemaduras**		por	**Factor de Riesgo (Causa):** **Contacto directo/indirecto**		al o (en)	**Fuente:** **Instalación**			
						FRECUENCIA				
	En Personas	**Económicas**	**Ambientales**	**En imagen de la empresa**		E	D	C	B	A
						No ha ocurrido en el sector.	Ha ocurrido en el sector.	Ha ocurrido en la Empresa	Sucede varias veces al año en la Empresa	Sucede varias veces el mes en la Empresa.
CONSECUENCIAS	Una o más muertes	Daño grave en infraestructura. Interrupción regional.	Contaminación irreparable	Internacional.	5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores, salida de subestación	Contaminación mayor.	Nacional.	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	ALTO
	Incapacidad temporal (>1 día)	Daños severos, interrupción temporal.	Contaminación localizada	Regional.	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Lesión menor (sin incapacidad)	Daños importantes. Interrupción breve	Efecto menor.	Local.	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves, no interrupción.	Sin efecto.	Interna.	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO

Se tomaron como posibles consecuencias:

- En personas: Incapacidad parcial permanente.
- Económicas: Daños severos, interrupción temporal.

- Ambiental: Contaminación localizada.
- En la imagen de la Empresa: Regional.

Como en el sector nunca se han presentado este tipo de eventos, el nivel de riesgo se considera como BAJO. Y el nivel predominante de riesgo se relaciona con el número 3.

En el caso hipotético de que se presenten quemaduras a causa de contacto indirecto o directo, la matriz de riesgos arroja:
Se tomaron como posibles consecuencias:

- En personas: Incapacidad parcial permanente.
- Económicas: Daños importantes. Interrupción breve.
- Ambiental: Sin efecto.
- En la imagen de la Empresa: Interna.

Como en el sector nunca se han presentado este tipo de eventos, el nivel de riesgo se considera como BAJO. Y el nivel predominante de riesgo se relaciona con el número 2.

Para cortocircuito:

Se tomaron como posibles consecuencias:

- En personas: Incapacidad parcial permanente.
- Económicas: Daños importantes. Interrupción breve.
- Ambiental: Sin efecto.
- En la imagen de la Empresa: Interna.

Como en el sector nunca se han presentado este tipo de eventos, el nivel de riesgo se considera como BAJO. Y el nivel predominante de riesgo se relaciona con el número 2.

Para equipo defectuoso:

Se tomaron como posibles consecuencias:

- En personas: Incapacidad temporal (>1 día).
- Económicas: Daños importantes. Interrupción breve.
- Ambiental: Sin efecto.
- En la imagen de la Empresa: local.

Como en el sector nunca se han presentado este tipo de eventos, el nivel de riesgo se considera como BAJO. Y el nivel predominante de riesgo se relaciona con el número 2.

Para equipo arco eléctrico:

Se tomaron como posibles consecuencias:

- En personas: Incapacidad parcial permanente
- Económicas: Daños importantes. Interrupción breve.
- Ambiental: Sin efecto.
- En la imagen de la Empresa: regional.

Como en el sector nunca se han presentado este tipo de eventos, el nivel de riesgo se considera como BAJO. Y el nivel predominante de riesgo se relaciona con el número 3.

Para tensión de contacto:

Se tomaron como posibles consecuencias:

- En personas: Incapacidad temporal (>1 día).
- Económicas: Daños importantes. Interrupción breve.
- Ambiental: efecto menor.
- En la imagen de la Empresa: Interna.

Como en el sector nunca se han presentado este tipo de eventos, el nivel de riesgo se considera como BAJO. Y el nivel predominante de riesgo se relaciona con el número 3.

Para tensión de paso:

Se tomaron como posibles consecuencias:

- En personas: Incapacidad temporal (>1 día).
- Económicas: Daños importantes. Interrupción breve.
- Ambiental: efecto menor.
- En la imagen de la Empresa: Interna.

Como en el sector nunca se han presentado este tipo de eventos, el nivel de riesgo se considera como BAJO. Y el nivel predominante de riesgo se relaciona con el número 3.

3. Decisiones y Acciones para controlar el nivel de riesgo:

Como medidas para mitigar el nivel de riesgo presente en este análisis, que es considerado BAJO; se toman las descritas relacionadas con el color amarillo:

PASO 3: DECISIONES Y ACCIONES PARA CONTROLAR EL RIESGO			
Color	**Nivel de Riesgo**	**Decisiones a tomar y control**	**Para ejecutar los trabajos**
	Muy Alto	***Inadmisible para trabajar***. Hay que eliminar fuentes potenciales, hacer reingeniería o minimizarlo y volver a valorarlo en grupo, hasta reducirlo.	Buscar procedimientos alternativos si se deciden hacer el trabajo. La alta dirección participa y aprueba el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y autoriza su realización, mediante un Permiso Especial de Trabajo (PES)
	Alto	***Minimizarlo***. Buscar alternativas que presenten menor riesgo. Demostrar cómo se va a controlar el riesgo, aislar con barreras o distancia, usar EPP. Requiere permiso especial de trabajo.	El jefe o supervisor del área involucrada, aprueba el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y el Permiso de Trabajo (PT) presentados por el líder a cargo del trabajo.
	Medio	***Aceptarlo***. Aplicar los sistemas de control (minimizar, aislar, suministrar EPP, procedimientos, protocolos, lista de verificación, usar EPP). Requiere permiso de trabajo.	El líder del grupo de trabajo diligencia el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y el jefe de área aprueba el Permiso de Trabajo (PT) según procedimiento establecido.

	Bajo	***Asumirlo***. Hacer control administrativo rutinario. Seguir los procedimientos establecidos. Utilizar EPP. No requiere permiso especial de trabajo.	El líder del trabajo debe verificar: ¿Qué puede salir mal o fallar?, ¿Qué puede causar que algo salga mal o falle?, ¿Qué podemos hacer para evitar que algo salga mal o falle?
	Muy Bajo	Vigilar posibles cambios.	No afecta la secuencia de las actividades.

4.6. Análisis del nivel tensión requerido

El nivel de tensión en el punto de conexión está dado por la red de distribución de Electricaribe, y es 13200V. El nivel de tensión en baja del proyecto está dado por la relación de transformación del equipo seleccionado, 13200/480 V.

4.7. Cálculo de campos electromagnéticos

No aplica para este proyecto dado el nivel de tensión de uso.

4.8. Cálculo de transformadores

El transformador seleccionado para el proyecto es uno seco clase F. Este equipo es apto para urbanizaciones puesto que brinda una protección contra humedad, polvo y ambientes salinos o contaminados lo cual reduce sus necesidades de mantenimiento debido a la condición de sus bobinas encapsuladas en resina.

Los efectos de armónicos para el cálculo del transformador se desprecian, debido a la no existencia de cargas de gran capacidad que los generen.

Anexos técnicos:

- MC - Subestación

4.9. Cálculo del sistema de puesta a tierra

Los valores de puesta a tierra garantizarán que las tensiones de paso y de contacto no superarán los valores indicados en la publicación IEEE “Guía para la seguridad en la puesta a tierra en subestaciones de corriente alterna”. La resistencia de puesta a tierra debe ser menor o igual a 10 Ω y garantizar que las tensiones de paso y contacto sean inferiores a las máximas admisibles exigidas por el RETIE.

Anexos técnicos:

- MC-SPT.

4.10. Cálculo de conductores

El cálculo de conductores de alimentadores de baja tensión se basa en los siguientes criterios tomados de la normatividad eléctrica vigente.

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

2. Para el cálculo de los alimentadores, se utilizó la tabla 220-13 de la NTC 2050 que hace referencia al factor de demanda para cargas de tomacorriente en edificaciones no residenciales.

3. El cálculo del neutro de los alimentadores se realizó teniendo en cuenta la sección 220-22 de la NTC 2050, la cual enuncia que la carga del neutro del alimentador debe ser el máximo desequilibrio de la carga, el cual es determinado la sección 220-22. La carga de máximo desequilibrio debe ser la carga neta máxima calculada entre el neutro y cualquier otro conductor no puesto a tierra. Para los sistemas de c.c. o monofásicos de c.a. trifilares, trifásicos tetrafilares, bifásicos trifilares o bifásicos pentafilares, se permite aplicar otro factor de demanda del 70% para la parte de la carga en desequilibrio superior a 200 A.

4. Para el cálculo del conductor de puesta a tierra, alimentadores y subalimentadores se utilizó la tabla 250-95 de la NTC 2050, la cual permite determinar el calibre mínimo de los conductores de puesta a tierra de equipos para puesta a tierra de canalizaciones y equipo.

5. Para determinar la capacidad de corriente permisible en conductores aislados para baja tensión se utilizó la tabla 310-16 de la NTC 2050.

Anexos técnicos:

- MC-Alimentadores MT

4.11. Verificación de los conductores, teniendo en cuenta IEEE 242.

De la norma IEEE Std. 242, se deduce que, la máxima corriente de cortocircuito que puede soportar un conductor de cobre dependiendo de su diámetro y máxima temperatura de uso está dado por:

$$\left(\frac{I}{CM}\right)^2 (tF_{ac}) = 0.0297 \log_{10} \frac{T_f+234}{T_0+234},$$

Donde:

I = Corriente que fluye en el conductor
CM= Tamaño del conductor (Circular Mils)
t= tiempo
Fac= tasa de efecto piel
Tf= Temperatura final después de un cambio de corriente
T0= Temperatura inicial después de un cambio de corriente

Dado que para el proyecto se especifica aislamiento termoplástico (THHN) en baja tensión, la temperatura máxima de corto circuito que se tendrá para los conductores será de 150°C (según tabla 9.2 IEEE std 242). Por tanto, para cada uno de los alimentadores del proyecto tendríamos:

$$I = 0.0568 \frac{CM}{\sqrt{t}}, \text{ para cobre}$$

$$I = 0.0371 \frac{CM}{\sqrt{t}}, \text{ para Aluminio}$$

Donde t= 0,15s, tiempo de despeje de la falla.
Por tanto, para los conductores de baja tensión, se tiene:

Anexos técnicos:

- MC-Validación IEEE-242

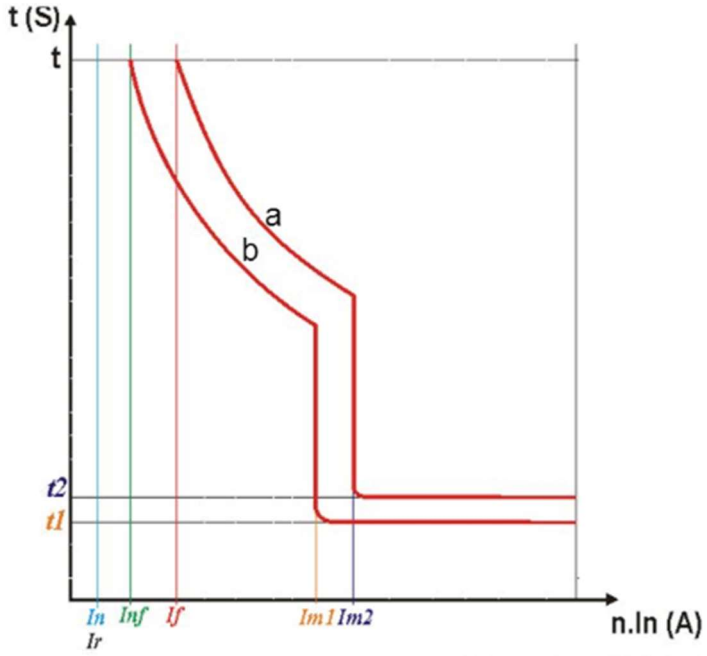
4.12. Cálculo y coordinación de protecciones contra sobrecorrientes

A continuación, se presentan las curvas y características para las protecciones más significativas del proyecto.

- Protecciones en tablero general.

Curva A, correspondiente a protección principal.

Curva B, correspondiente a protecciones secundarias



Anexos técnicos:

- MC-Coordinación protecciones

4.13. Cálculos de canalizaciones y volumen de encerramientos

A continuación, se presentan los cálculos de canalizaciones con sus respectivos porcentajes de ocupación para cada uno de los alimentadores del proyecto.

Anexos técnicos:

- MC-Alimentadores MT
- MC-Alimentadores BT

4.14. Clasificación de áreas

Clasificación de Áreas

PASO 1: DETERMINACIÓN DE LA APLICABILIDAD DEL ÁREA	
I. Áreas Clase I	
Áreas en las cuales gases inflamables, vapores producidos por líquidos inflamables o vapores producidos por combustibles líquidos están o pueden estar presentes en el aire, en cantidades suficientes para producir mezclas explosivas o incendiarias. Pueden ser:	
1. Áreas Clase I - División I	**Aplicabilidad**
En la cual concentraciones inflamables o gases inflamables , vapores producidos por líquidos inflamables producen vapores que pueden existir bajo condiciones normales de operación, o; en la cual concentraciones inflamables como gases inflamables, vapores producidos por líquidos inflamables, vapores producidos por combustibles líquidos que se encuentran por encima de su punto de inflamación, pueden tener lugar frecuentemente, debido a operaciones de reparación o mantenimiento debido a fugas, o; en las cuales el mal funcionamiento de equipos o procesos pueden liberar concentraciones inflamables de gases inflamables, vapores producidos por líquidos inflamables o vapores producidos por combustibles líquidos y que pueden causar también fallas simultáneas en el equipo eléctrico de forma que éste se convierta directamente en fuente de ignición.	No
2. Áreas Clase I- División II	**Aplicabilidad**
En la cual gases volátiles inflamables, vapores producidos por líquidos inflamables o vapores producidos por combustibles líquidos son manejados, procesados o usados, pero en la cual líquidos, vapores y gases normalmente serán confinados dentro de contenedores cerrados o sistemas cerrados de los cuáles sólo pueden escapar en caso de ruptura accidental o mal funcionamiento de dichos contenedores o sistemas, o en caso de operación anormal de los equipos, o; en la cual concentraciones inflamables de gases inflamables, vapores producidos por líquidos inflamables o vapores producidos por combustibles líquidos son normalmente prevenidos por ventilación mecánica positiva y que pueden convertirse en peligrosos a través de mal funcionamiento o condiciones anormales de operación del equipo de ventilación, o; que sea adyacente a un área Clase I división I en la cual concentraciones inflamables de gases inflamables, vapores producidos por líquidos inflamables o vapores producidos por combustible líquido, por encima de su punto de inflamación, pueden estar ocasionalmente en comunicación, a menos que, dicha comunicación será prevenida por una ventilación adecuada de presión positiva proveniente de una fuente de aire limpio y salvaguardas efectivos en caso de que se presente una falla en el sistema de ventilación.	No
II. Áreas Clase II	
Son aquellas áreas que son peligrosas a causa de la presencia de polvo combustible. Pueden ser:	
1. Áreas Clase II - División I	**Aplicabilidad**

En la cual el polvo combustible se encuentra en el aire en operación normal y en cantidades suficientes para producir mezclas explosivas o incendiarias, o; donde fallas mecánicas u operación anormal de la maquinaria, pueden causar que se produzcan mezclas explosivas o incendiarias y puede también, proveer una fuente de ignición a través de fallas simultáneas del equipo eléctrico, a través de la operación de dispositivos de protección o por alguna otra causa, o; en la cual polvo combustible del Grupo E (polvos metal-combustibles, incluyendo magnesio, aluminio y sus aleaciones comerciales u otros polvos combustibles cuyo tamaño de partícula, abrasividad y conductividad presentan peligros similares en el uso de equipos eléctricos) puede estar presente en cantidades suficientes para ser peligrosas.	No
2. Áreas Clase II - División II	
En la cual el polvo combustible, debido a condiciones anormales de operación, puede estar presente en el aire en cantidades suficientes para producir mezclas explosivas o incendiarias; o, donde acumulaciones de polvo combustible estar presentes, pero son normalmente insuficientes para interferir con la operación normal de los equipos eléctricos, pero pueden ser resultado del mal funcionamiento de los quipos eléctricos; o, en la cual la acumulación de polvos combustibles sobre, en, o en la vecindad del equipo eléctrico puede ser suficiente para interferir con la disipación segura de calor del equipo eléctrico, o puede ser inflamable por la operación anormal o falla del equipos eléctrico.	No
III. Áreas Clase III	
Son aquellas áreas que son peligrosas a causa de la presencia de fibras de fácil ignición o donde son manejados, manufacturados o usados materiales que producen partículas combustibles, pero en las cuales tales fibras o partículas no tienden a estar en suspensión en aire en cantidades suficientes para producir mezclas incendiarias. Pueden ser:	
1. Áreas Clase III - División I	**Aplicabilidad**
En la cual, son manejadas, manufacturadas o usadas, partículas o fibras de fácil ignición.	No
2. Áreas Clase III - División II	
En la cual son almacenadas o manejadas, partículas o fibras de fácil ignición, diferentes a las del proceso de manufactura.	No

PASO 2: TÉCNICAS DE PROTECCIÓN ACORDE A APLICABILIDAD.	
I. Áreas Clase I	
1. Áreas Clase I - División I	**Es necesaria su aplicación:**
Equipo a prueba de explosión	No
Purgado y Presurizado	No
Seguridad Intrínseca	No
Otra medida correctiva	No
2. Áreas Clase I - División II	**Es necesaria su aplicación:**
Equipo a prueba de explosión	No
Purgado y Presurizado	No
Seguridad Intrínseca	No
Circuito No Incendiario	No
Equipo No Incendiario	No
Sellado Hermético	No
Componente No Incendiario	No
Inmersión en Aceite	No
Otra medida correctiva	No
II. Áreas Clase II	
1. Áreas Clase II - División I	**Es necesaria su aplicación:**
Prueba de ignición de polvo	No
Purgado y Presurizado	No
Seguridad Intrínseca	No
Otra medida correctiva	No
2. Áreas Clase II - División II	**Es necesaria su aplicación:**
Prueba de ignición de polvo	No
Purgado y Presurizado	No
Seguridad Intrínseca	No
Circuito No Incendiario	No
Sellado Hermético	No
Equipo No Incendiario	No
Componente No Incendiario	No
Otra medida correctiva	No
III. Áreas Clase III	
1. Áreas Clase III - División I	**Es necesaria su aplicación:**
Seguridad Intrínseca	No

Circuito No Incendiario	No
Sellado Hermético	No
Equipo No Incendiario	No
Componente No Incendiario	No
Otra medida correctiva	No
2. Áreas Clase III - División II	**Es necesaria su aplicación:**
Seguridad Intrínseca	No
Circuito No Incendiario	No
Equipo No Incendiario	No
Componente No Incendiario	No
Sellado Hermético	No
Otra medida correctiva	No

Referencias:

[1] NEC/ NFPA 70. National Electrical Code. USA. 2013

2.15. Distancias de seguridad requeridas

Las siguientes son las distancias de seguridad y límites de aproximación para el personal con acceso a cuartos y equipo eléctrico. Se deben tener en cuenta las distancias para los niveles de tensión de 301V-750V (301V- 1kV) y 5,1kV a 15kV.

Tensión nominal del sistema (fase – fase)	Límite de aproximación seguro [m]		Límite de aproximación restringida (m) Incluye movimientos involuntarios.	Límite de aproximación técnica (m)
	Parte móvil expuesta	Parte fija expuesta		
50 V – 300 V	3,0	1,0	Evitar contacto	Evitar contacto
301 V – 750 V	3,0	1,0	0,30	0,025
751 V – 15 kV	3,0	1,5	0,7	0,2
15,1 kV – 36 kV	3,0	1,8	0,8	0,3
36,1 kV – 46 kV	3,0	2,5	0,8	0,4
46,1 kV - 72,5 kV	3,0	2,5	1,0	0,7
72,6 kV – 121 kV	3,3	2,5	1,0	0,8
138 kV - 145 kV	3,4	3,0	1,2	1,0
161 kV - 169 kV	3,6	3,6	1,3	1,1
230 kV - 242 kV	4,0	4,0	1,7	1,6
345 kV - 362 kV	4,7	4,7	2,8	2,6
500 kV – 550 kV	5,8	5,8	3,6	3,5

Tabla 13.7. Distancias mínimas para trabajos en o cerca de partes energizadas en corriente alterna

Tensión nominal	Límite de aproximación seguro [m]		Límite de aproximación restringida (m) Incluye movimientos involuntarios.	Límite de aproximación técnica (m)
	Parte móvil expuesta	Parte fija expuesta		
100 V – 300 V	3,0 m	1,0 m	Evitar contacto	Evitar contacto
301 V – 1 kV	3,0 m	1,0 m	0,3 m	25 mm
1,1 kV – 5 kV	3,0 m	1,5 m	0,5 m	0,1 m
5,1 kV – 15 kV	3,0 m	1,5 m	0,7 m	0,2 m
15,1 kV – 45 kV	3,0 m	2,5 m	0,8 m	0,4 m
45,1 kV – 75 kV	3,0 m	2,5 m	1,0 m	0,7 m
75,1 kV – 150 kV	3,3 m	3,0 m	1,2 m	1,0 m
150,1 kV – 250 kV	3,6 m	3,6 m	1,6 m	1,5 m
250,1 kV – 500 kV	6,0 m	6,0 m	3,5 m	3,3 m
500,1 kV – 800 kV	8,0 m	8,0 m	5,0 m	5,0 m

Tabla 13.8. Distancias mínimas para trabajos en o cerca de partes energizadas en corriente continua.

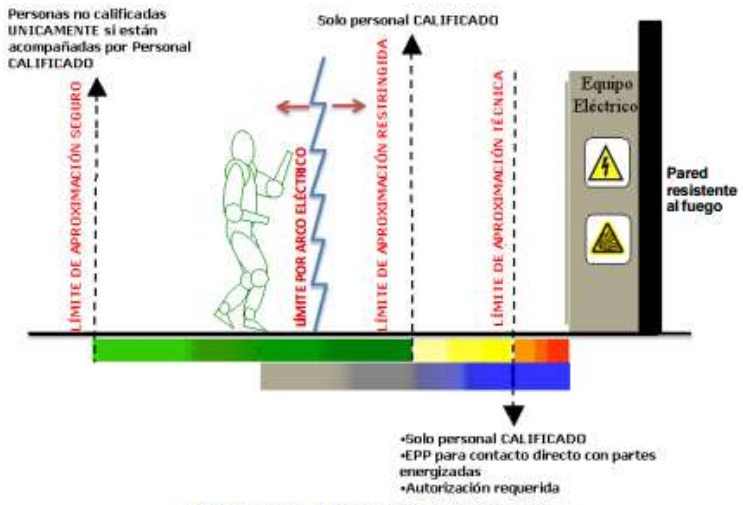


Figura 13.4. Límites de aproximación