

**DISTRITO DE
INNOVACIÓN**
DEL VALLE DEL CAUCA

Estudios de Referenciación del Distrito de Innovación del Valle del Cauca

Tomo I Diseño de Redes
Eléctricas

2/24/23

MEMORIAS DE LAS REDES ELÉCTRICAS DEL PROYECTO

“REALIZAR LOS ESTUDIOS DE LOCALIZACIÓN DE LOTES, DE PLANTA FÍSICA, DE DISEÑO Y PLANOS, DE IMPACTO AMBIENTAL Y SOSTENIBILIDAD, REQUERIDOS EN LA EVALUACIÓN DE LA ADECUADA INFRAESTRUCTURA PARA LA INNOVACIÓN EN CADA UNO DE LOS SEIS MUNICIPIOS SEDE DEL DISTRITO DE LA INNOVACIÓN EN EL DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA, EN EL MARCO DEL PROYECTO DENOMINADO ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA CREACIÓN DEL DISTRITO DE INNOVACIÓN EN EL VALLE DEL CAUCA. IDENTIFICADO CON EL BPIN 2018000100055”.

**JEFFERSON PARRA CAPERA
INGENIERO ELECTRICISTA
M.P. C.N.205-68996 ACIEM- CUNDINAMARCA**

Buenaventura – Valle del Cauca

Octubre, 2023

Contenido

RESUMEN GENERAL DEL PROYECTO	4
1. MEMORIA DE CÁLCULOS SUBESTACIÓN	5
PROCEDIMIENTO PARA LA SELECCIÓN DEL TRANSFORMADOR	5
PARÁMETROS DE DISEÑO.....	8
SUBESTACIÓN	8
MEMORIA DE CALCULO DE REGULACIÓN DE LA ACOMETIDA.....	8
CÁLCULO DE REGULACIÓN DE TENSIÓN	9
COORDINACIÓN DE AISLAMIENTOS	11
ANÁLISIS DE CORTO CIRCUITO Y FALLA A TIERRA	13
Cálculo De La Corriente De Corto Circuito De La Red	13
Corriente de corto circuito en el transformador.....	14
Corriente de corto circuito del sistema:	15
Capacidad Del Cable De Corriente En Corto Circuito	15
EVALUACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO CONTRA RAYOS	16
SOBRETENSIONES	19
SELECCIÓN DPS.....	19
<i>Instalación de DPS de Acuerdo con el Retie.</i>	22
ANÁLISIS DE RIESGO	23
MEDIDAS PARA DISMINUIR LOS RIESGOS.....	35
NIVEL DE TENSIÓN REQUERIDO	35
CÁLCULO DE SISTEMA DE PUESTA A TIERRA	36
PUESTA A TIERRA DE LOS EQUIPOS.....	37
CÁLCULO ECONÓMICO DE CONDUCTORES.....	38
VERIFICACIÓN DE CONDUCTORES.....	40
CÁLCULO MECÁNICO DE ESTRUCTURAS	40

COORDINACIÓN DE PROTECCIONES.....	40
PROTECCIÓN CONTRA SOBRECORRIENTES	41
<i>Dispositivos Contra Sobrecorrientes</i>	42
OCUPACIÓN DE DUCTOS	46
CÁLCULOS DE REGULACIÓN Y PÉRDIDAS DE POTENCIA Y ENERGÍA	46
CÁLCULO TRIANGULO DE POTENCIA.....	48
CLASIFICACIÓN DE ÁREAS (No aplica)	48
CONDICIONES DE INSTALACIÓN (DISTANCIAS DE SEGURIDAD (Retie)).....	49
JUSTIFICACIÓN TÉCNICA DE DESVIACIÓN	50
MEDIDORES DE ENERGÍA.....	50
<i>Límites de carga para medición indirecta en BT</i>	50
ALCANCE DEL TRABAJO	51
1. NORMAS GENERALES DE CONSTRUCCIÓN.....	51
PLANOS.....	51
PREVENCIÓN EN LAS REDES ELÉCTRICAS EXISTENTES	51
INSPECCIÓN FINAL Y PRUEBAS.....	51
1. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS	52
ESTANDARES.....	52
ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES.....	52
1. <i>LUMINARIAS LED</i>	57
1. <i>EMPALMES</i>	57
2. <i>TABLERO DE DISTRIBUCIÓN RED NORMAL, T-N</i>	57
1. <i>BREAKERS</i>	58
2. <i>POLO A TIERRA</i>	59
1. ALTURA DE MONTAJE.....	59
2. ESPECIFICACIONES ESPECIALES:	59
1. <i>SISTEMA DE PUESTA A TIERRA</i>	59
3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	60

RESUMEN GENERAL DEL PROYECTO

El proyecto “REALIZAR LOS ESTUDIOS DE LOCALIZACIÓN DE LOTES, DE PLANTA FÍSICA, DE DISEÑO Y PLANOS, DE IMPACTO AMBIENTAL Y SOSTENIBILIDAD, REQUERIDOS EN LA EVALUACIÓN DE LA ADECUADA INFRAESTRUCTURA PARA LA INNOVACIÓN EN CADA UNO DE LOS SEIS MUNICIPIOS SEDE DEL DISTRITO DE LA INNOVACIÓN EN EL DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA, EN EL MARCO DEL PROYECTO DENOMINADO ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA CREACIÓN DEL DISTRITO DE INNOVACIÓN EN EL VALLE DEL CAUCA. IDENTIFICADO CON EL BPIN 2018000100055.” consiste en la instalación de un transformador de 75kVA trifásico tipo poste, el cual tiene las siguientes características:

Nombre del Proyecto	“REALIZAR LOS ESTUDIOS DE LOCALIZACIÓN DE LOTES, DE PLANTA FÍSICA, DE DISEÑO Y PLANOS, DE IMPACTO AMBIENTAL Y SOSTENIBILIDAD, REQUERIDOS EN LA EVALUACIÓN DE LA ADECUADA INFRAESTRUCTURA PARA LA INNOVACIÓN EN CADA UNO DE LOS SEIS MUNICIPIOS SEDE DEL DISTRITO DE LA INNOVACIÓN EN EL DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA, EN EL MARCO DEL PROYECTO DENOMINADO ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA CREACIÓN DEL DISTRITO DE INNOVACIÓN EN EL VALLE DEL CAUCA. IDENTIFICADO CON EL BPIN 2018000100055” CORRESPONDIENTE AL NODO DE CALI.		
Propietario del Proyecto	<i>Gobernación del Valle del Cauca</i>		
Localización	Municipio: <i>BUENAVENTURA</i> Vereda o Barrio: <i>Dirección o sector:</i>		
Tipo de Servicio	<i>Público</i>		
Estrato Socioeconómico			
Número de Usuarios	<i>1</i>		
Capacidad Instalada	<i>70.949 VA</i>		
Cantidad y potencia de los transformadores instalados	No.	CAPACIDAD ¹ (kVA)	CANTIDAD
	1	<i>75 kVA Trifásico</i>	<i>1</i>
	2		
Longitud de redes en MT	No.	TIPO ²	LONG (m)
	1	<i>Aérea</i>	<i>226</i>
	2		
Longitud de redes en BT	No.	TIPO	LONG (m)
	<i>1</i>	<i>Subterránea</i>	<i>50</i>
Carga Alumbrado Público	No.	TIPO	POTENCIA (W)
	<i>1</i>	<i>LED</i>	

¹ Se debe de especificar la potencia del transformador y si es monofásico y trifásico.

² Se aclara si la red es aérea o subterránea.

MEMORIAS DE CÁLCULO DEL TRANSFORMADOR DEL PROYECTO “REALIZAR LOS ESTUDIOS DE LOCALIZACIÓN DE LOTES, DE PLANTA FÍSICA, DE DISEÑO Y PLANOS, DE IMPACTO AMBIENTAL Y SOSTENIBILIDAD, REQUERIDOS EN LA EVALUACIÓN DE LA ADECUADA INFRAESTRUCTURA PARA LA INNOVACIÓN EN CADA UNO DE LOS SEIS MUNICIPIOS SEDE DEL DISTRITO DE LA INNOVACIÓN EN EL DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA, EN EL MARCO DEL PROYECTO DENOMINADO ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA CREACIÓN DEL DISTRITO DE INNOVACIÓN EN EL VALLE DEL CAUCA. IDENTIFICADO CON EL BPIN 2018000100055”.

1. MEMORIA DE CÁLCULOS SUBESTACIÓN

PROCEDIMIENTO PARA LA SELECCIÓN DEL TRANSFORMADOR

Los transformadores de distribución se ubicarán en el sitio más cercano al centro de carga del grupo de usuarios que se desea servir, teniendo en cuenta en lo posible que ningún usuario quede a más de 500 m del transformador que lo alimente, y que su regulación no supere los valores normalizados y exigibles por la Compañía para el caso rural y urbano. Los diseños de electrificación rural se calcularán como si fuese para el estrato bajo en el área urbana.

Procedimiento de cálculo para transformador en redes de distribución

El cálculo del transformador para un proyecto de redes de distribución, se realiza convencionalmente mediante el uso de las curvas de factores de diversidad o de demanda máxima diversificada y considera la incidencia de otras cargas como la de alumbrado público y servicios comunes. Se utiliza como referencia lo prescrito en la Norma NTC 2050, Artículos, 220-37, 220-10, 220-11, 220-16, 220-18 y 220-19.

Consideraciones previas:

1. Ubicar el transformador bajo diseño en el centro de carga de los usuarios a servir.
2. Aplicar las Tablas de Factor de diversidad normalizadas por la Compañía para el estrato socio-económico en que se encuentre el proyecto.
3. Adicionar las cargas de servicios comunes y las cargas especiales que estén incluidas, como locales comerciales y zonas de cesión.
4. No considerar como carga eléctrica la calefacción de agua y la cocción, en razón a que han sido reemplazadas por el gas domiciliario.
5. La tasa de crecimiento de la demanda debe ser suministrada por la compañía.
6. El cálculo de la carga correspondiente a los servicios comunes se evaluará teniendo en cuenta los siguientes factores de demanda.

Los pasos a seguir son:

1. La capacidad del transformador se puede calcular con base en la expresión

$$S_{transf} = S_{usu\ res} + S_{areas\ comunes} + S_{alum\ públ}$$

S_{transf} : Carga de diseño del transformador (VA)

$S_{usu\ res}$: Carga demandada usuarios sector residencial (VA)

$S_{areas\ comunes}$: Carga áreas comunes Sector residencial (VA)

$S_{alum\ públ}$: Carga demanda alumbrado público (VA)

2. Determinar la carga instalada: Tabla 220-3 b) alumbrado general (incluye tomas de uso general), (Sección 220-16) cargas para pequeños electrodomésticos (incluye lavandería y planchado), y (220-17) artefactos, (220-18) secadoras, (220-19) estufas eléctricas.
3. Hacer uso de los factores de demanda: anexar Tabla 220-11 (alumbrado), Tabla 220-18 y Tabla 220-19. Se deben aplicar a la carga instalada conforme a los criterios referidos.
4. Del paso anterior se determina la Demanda Máxima para un (1) usuario residencial. Las Tablas de Factores de Diversidad según Estrato Socio-Económico aparecen en la norma Codensa.
5. La demanda máxima para un (1) usuario se multiplica por el número de usuarios (n) y se divide entre el Factor de Diversidad para este número de usuarios. En concordancia con la expresión:

$$DMD_{n\ Usuarios} = \frac{Demanda\ Máxima_{1\ Usuario} \times (n_{Usuarios})}{f\ diversidad_{n\ usuarios}}$$

6. El valor obtenido es la Demanda Máxima Diversificada para el número de usuarios calculado.
7. Este valor se proyecta a ocho (8) años, a una Tasa de Crecimiento de la Demanda, definida por la Compañía (p.e. 3% anual), y se obtiene la componente de carga por usuarios del transformador.

$$DMD_{Año\ n} = DMD_{Año\ 0} \times \left(1 + \frac{r}{100}\right)^n$$

8. Al valor calculado en el paso anterior se le suman las cargas por áreas comunes y alumbrado público. Con este valor se selecciona entre las capacidades normalizadas por la compañía, teniendo como criterio “no superar el 20% de sobrecarga”. El tema

sobre la cargabilidad de los transformadores puede ser consultado en la Norma ICONTEC GTC 50.

PROCEDIMIENTO TRAF0

Para el proyecto, se tiene por alumbrado y toma corrientes 20.987 VA, y la carga para pequeños artefactos de 0 VA. La carga instalada (bruta) es 20.987 VA, teniendo en cuenta que los primeros 10.000 VA se toman al 100% y el resto al 50%. Se tiene finalmente una carga (neta), que se asimila como demanda máxima para un (1) usuario, de 15.494 VA.

DIMENSIONAMIENTO TRAF0

Carga de Alumbrado y tomas generales (VA)	20.987 VA
Carga pequeños artefactos (VA)	0 VA
Subtotal carga (bruta)	20.987 VA
Primeros 10000 al 100%	10.000 VA
Resto al 50%	5.494 VA
Subtotal carga (neta)	15.494 VA (DM 1 usuario)
Aplicando la expresión DMD para n usuarios:	
n usuarios	1
fdivers	1
DMD 1 usuario (Año 0)	15.494 VA
y proyectado a 8 años:	
n	8 Años
r	3 % Anual
DMD 1 usuario (Año 8)	19.627 VA
Motobombas, AA, UPS, y ascensor (kVA) con FD=1	49.962 kVA
TOTAL DEMANDA MÁXIMA DIVERSIFICADA	69.589 VA

Nota:

- Las cargas de alumbrado y tomacorrientes, se tomó de los cuadros de carga que se presentan como anexo al documento.

Teniendo en cuenta que el factor de diversidad para el número de usuario (1) es 1, la demanda máxima diversificada se obtiene como el producto de la demanda máxima obtenida para un (1) usuario y el número de usuarios (en este caso 1), todo esto dividido entre el factor de diversidad. Realizando la proyección de crecimiento de la carga para 8 años con un 3% de crecimiento anual obtenemos una carga a suministrar de 19.627VA. Sin embargo, añadimos la carga de la Motobombas, Aires Acondicionado, UPS, y ascensor, sin diversificar, obtenemos una carga total de 69.589VA, por lo tanto se requiere un transformador de 75kVA.

PARÁMETROS DE DISEÑO

A continuación, se presentan los parámetros necesarios, para la realización del presente diseño:

Tensión de Servicio	En el primario	13200 V
	En el secundario	208 / 120 V
Tipo de Red	En el primario	Aéreo 15kV
	En el secundario	Subterráneo
Configuración de Redes	En el primario	Trifásico 3 hilos
	En el secundario	Trifásico 4 hilos
Regulación Permitida	En el primario	3,0 % como máximo
	En el secundario	3,0 % como máximo

SUBESTACIÓN

SELECCIÓN Y CÁLCULO

Teniendo en cuenta la carga diversificada, calculada anteriormente, el transformador adecuado para alimentar el proyecto es de 75kVA, este se dispondrá cerca del proyecto.

Las características del transformador de 75kVA se describen a continuación:

Refrigeración: ONAN

Tipo de conexión: DYN5

Norma: NTC 819

Tensión: 13,2 KV / 120V /208V

MEMORIA DE CALCULO DE REGULACIÓN DE LA ACOMETIDA

CÁLCULO DE CORRIENTE PARA EL PROYECTO

$$P_{trifásica} = \sqrt{3}V_L I_L \cos \phi$$

$$I_L = \frac{P_{trifásica}}{\sqrt{3}V_L \cos \phi}$$

Acometida del Proyecto calculado es

$$S_{trifásica} =$$

$$P_{trifásica} = 75[kVA]$$

$$\cos \phi = 0,9$$

$$V_L = 208V$$

$$I_L = \frac{77018}{\sqrt{3} * 208} = 208,2[A]$$

CÁLCULO DE REGULACIÓN DE TENSIÓN

La caída de tensión se define como:

$$\Delta V = \sqrt{3}.I.L.(R\cos\theta + X\text{sen}\theta)$$

Se elige dos conductores por fase N° 4/0 con capacidad de corriente de 230 [A] THW a 75°C. Este conductor tiene una resistencia R de 0.328 [Ω /km] y la inductancia X de 0.135 [Ω /km].

Con L= 50 m,

$$\Delta V = \sqrt{3} * (208,2) * (0,05) * ((0,328*0,9) + (0,141*0,436))$$

$$\Delta V = 6.43$$

La regulación de tensión o Porcentaje de caída de tensión se define como:

$$\%Regulación = \left[\frac{\Delta V}{V_r} \right] * 100$$

Por lo tanto, la regulación es:

$$\%Regulación = \left[\frac{6.43}{208} \right] * 100$$

$$\%Regulación = 3.0\%$$

PARA UN CONDUCTOR N° 4/0 AWG POR FASE QUE FUE EL ELEGIDO, LA REGULACIÓN ES DEL 3%.

Los ductos a utilizar para 3N°4/0+1N°2/0+1N°2 en ducto de 3" PVC

Se presenta el cálculo de regulación a través de un cuadro de regulación.

Caída de tensión sistemas Trifásico (Conductor de Cobre)			
Carga:	75000 VA	75 kVA	$k = \frac{(r \times \cos\theta + x \times \text{sen}\theta)}{15 \times kV^2}$
Longitud del circuito:	50 m		
Tensión del sistema:	208 V		
FP:	0,9		
Calibre del Cable:	4/0	-	1 Cond. por fase
Material de la tubería:	PVC		k=0,0005
R:	0,203 OHM/km		
X:	0,135 OHM/km		$\Delta V(\%) = (kVA \times m) \times k$
Caída de tensión:		$\Delta V(\%) = 2,09$	
Voltaje Final:		203,64 V	

Cálculos Eléctricos Para Transformador

Nombre del Proyecto: ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA L

Código:

Nombre del transformador:

Fecha

24/10/2023

Datos Eléctricos

Potencia: 75 kVA
 Tipo de alimentación: Trifásico
 Impedancia base: 2323,20 mΩ
 Frecuencia: 60 Hz
 Relación de Trans.: 15384615385:1

Clase del transformador :
 Transformadores Monofásicos de Distribución Tipo Intemperie/Pc
 Enfriamiento: (IEEE C57.93)
 TIPO OA Sumergido en aceite, con enfriamiento natural.

Primario

Tipo de conexión: Delta
 Hilos: 3
 Voltaje de línea: 13,2 kV L-L
 Voltaje de fase: 13,2 kV
 Corriente de línea: 3,28 A
 Corriente de Fase: 1,89 A
 Conexión del neutro: No tiene

Secundario

Tipo de conexión: Estrella
 Hilos: 4
 Voltaje de línea: 0,208 kV L-L (208 V)
 Voltaje(s) de fase: 0,12008886 kV (0 V)
 Corriente de línea: 208,18 A
 Corriente de Fase: 208,18 A
 Conexión del neutro: solidamente a tierra

Alimentadores

Primario

Factor mult. de corriente: 125 %
 Corriente de diseño: 4,10 A
 Material: ALUMINIO
 Voltaje de Operación Cable: 5001-35000 V
 Tabla aplicada: Tabla 310.74 CEN 2004
 Calibre: 2 AWG / MCM
 Temp. Op.: 90°C
 Fact. Temp.: 36-40 °C
 Corriente nominal cable: 115 A
 Conductores por fase: 1
 Cap. Total por fase: 115 A
 % carga en el cable: 3,57%
 % Reserva: 96,43%
 Calibre del neutro: AWG / MCM
 Conductores por neutro:

Secundario

Factor mult. de corriente: 100 %
 Corriente de diseño: 208,18 A
 Material: COBRE
 Voltaje de Operación Cable: 0 - 2000 V
 Tabla aplicada: Tabla 310.16 CEN 2004
 Calibre: 4/0 AWG / MCM
 Temp. Op.: 90°C
 Fact. Temp.: 36-40 °C
 Corriente nominal cable: 236,6 A
 Conductores por fase: 1
 Cap. Total por fase: 236,6 A
 % carga en el cable: 87,99%
 % Reserva: 12,01%
 Calibre del neutro: 2/0 AWG / MCM <--- Considere
 Conductores del neutro: 2 <--- Verifique

Datos de canalización

Primario

Calibre de conductores: 2 AWG / MCM
 Aislante: THW
 Área del cable: 86,14 mm²
 Cantidad de cables: 3 (Fases + Neutro igual calibre)
 Área Total: 258,42 mm²
 Tamaño tubería: 4 "
 Tipo: Tubo de PVC, Tipo A
 Área Total: 8946,53 mm²
 % de Ocupación: 2,89%

Secundario

Calibre de conductores: 4/0 AWG / MCM
 Aislante: THW
 Área del cable: 240,28 mm²
 Cantidad de cables: 5 (Fases + Neutro igual calibre)
 Área Total: 1201,42 mm²
 Tamaño tubería: 3 "
 Tipo: Tubo de PVC Rígido, Sch. 80
 Área Total: 4161,11 mm²
 % de Ocupación: 28,87%

Protecciones

Primario

Limitaciones sobre el lugar: Cualquiera
 % Impedancia del TX: Mas de 6% pero menos de 10%
 Tipo de protección: Fusible
 Tabla 450.3(A) CEN-2004
 Ajuste max. del dispositivo: 300 % I de diseño
 Cap. de corriente del dispositivo: 15 A AF
 Max corriente de ajuste: 12,30 A AD

Secundario

Tipo de protección: Interruptor automático
 Tabla 450.3(A) CEN-2004
 Ajuste max. del dispositivo: 125 % I de diseño
 Cap. de corriente del dispositivo: 225 A AF
 Max corriente de ajuste: 260,22 A AD

Sistema de puesta a tierra

Tipo de conductor: Desnudo
 Cantidad de conexiones: 2 CEN 2004 tabla 250-122
 Calibre mínimo: 2

AF: AMPERIOS FRAME
 AD: AMPERIOS DE DISPARO

Otras características

- Indicador de temperatura
 Descargador de sobre voltajes
 Indicador de presión
 Indicador de nivel de líquido
 Indicador de sobrecarga
 Color de pintura: Gris
- Instalado en
 Interior
 Exterior

COORDINACIÓN DE AISLAMIENTOS

Niveles de aislamientos normalizados

TENSIÓN NOMINAL DEL SISTEMA (kV)	NIVEL DE AISLAMIENTO – BIL (kV)
13,2	110
34,5	200

Fuente: EBSA S.A. E.S.P.

Estos niveles de aislamiento deben ser tomados como referencia para todos los equipos que formen parte del sistema de distribución.

Tipos de aisladores

TIPO DE AISLADOR	CARACTERÍSTICAS
DE PIN	Se emplean como aisladores soporte y alineamiento en líneas de distribución. Son excelentes para el control de corriente de fuga. Aplicado en tensiones de distribución y subtransmisión, para ambientes normales y contaminados.
DE DISCO	Empleados en líneas eléctricas de transmisión (10”) y distribución (6”). Sus características están normalizadas según el peso o fuerza soportable, el nivel de contaminación admisible y el diámetro.
POLIMERICICO	Se emplean cuando han de soportar grandes esfuerzos mecánicos, debido a que su resistencia mecánica es aproximadamente el doble que los de porcelana, y sus propiedades aislantes también son superiores; sin embargo, el inconveniente es que tiene mayor costo.
TENSOR	Aislador de porcelana o sintético, de forma cilíndrica con dos agujeros y ranuras transversales. Se usa como soporte aislador entre el poste y el suelo en los cables tensores, y para tensar líneas aéreas y estructuras de distribución. Es particularmente resistente a compresión.

Fuente: EBSA S.A. E.S.P.

Distancias mínimas de fuga

Las distancias mínimas de fuga, según el grado de contaminación establecido en la norma IEC 60071-2, se observan en la tabla 25. La distancia total de fuga necesaria se calcula según la ecuación 13:

$$D_t = \frac{V_{m\acute{a}x}}{\sqrt{3}} \cdot D_t \cdot \delta \quad (\text{Ec. 13})$$

Donde:

D_t es la distancia total de fuga, en mm.

$V_{m\acute{a}x}$ es el valor eficaz de la tensión máxima de operación, en kV. Para redes de 13,2 kV y 34,5 kV se deben tomar 17,5 kV y 36 kV como las tensiones máximas respectivamente.

D_t es la distancia mínima de fuga, en mm/kV.

δ es el factor de corrección por densidad del aire, dado por la ecuación 14:

$$\delta = e^{h/8150} \quad (\text{Ec. 14})$$

Donde:

h es la altura sobre el nivel del mar, en m.

El número de aisladores a instalar, por estructura, se calcula como la razón entre la distancia total de fuga, y la distancia de fuga del aislador seleccionado, como se muestra en la siguiente ecuación:

$$\# \text{ de aisladores} = \frac{D_t}{D_{\text{aislador}}}$$

El número total de aisladores requerido se calcula como la razón entre la distancia total de Fuga D_t y la distancia de fuga de cada aislador.

GRADO DE CONTAMINACIÓN	DESCRIPCIÓN	DISTANCIA MÍNIMA DE FUGA (D_t)
I - Insignificante	Áreas no industriales y de baja densidad de casas equipadas con equipos de calefacción. Áreas con baja densidad de industrias o casas, pero sometidas a fuertes vientos o lluvia. Áreas agrícolas, Áreas montañosas. Todas las áreas anteriores deben estar situadas al menos entre 10 y 20 km del mar y no estar sometidas a vientos provenientes del mismo.	16 mm/kV
II - Medio	Área con industrias poco contaminantes y con casas equipadas con plantas de calefacción. Áreas con alta densidad de casas o industrias, pero sujetas a fuertes vientos o lluvias. Áreas expuestas a vientos del mar, pero no próximas a la costa.	20 mm/ kV
III - Fuerte	Áreas con alta densidad de industrias y suburbios de grandes ciudades con alta densidad de plantas de calefacción produciendo contaminación. Áreas próximas al mar o expuestas a vientos relativamente fuertes procedentes del mar.	25 mm/ kV
IV - Muy Fuerte	Áreas sometidas a humos contaminantes que producen depósitos conductores espesos. Áreas muy próximas al mar sujetas a vientos muy fuertes. Áreas desiertas expuestas a vientos fuertes que contienen arena y sal.	31 mm/ kV

Para la aplicación al proyecto se escogerá un D_t de 16 mm/kV.

$h = 7$ m.s.m para municipio de **Buenaventura**.

$V_{Max} = 17.5$ KV para una tensión de 13.2 KV

$$D_t = \frac{V_{m\acute{a}x}}{\sqrt{3}} \cdot D_t \cdot \delta$$

$$D_t = \frac{17,5}{\sqrt{3}} \cdot 16 \cdot e^{7/8150} = 161,8 \text{ mm (distancia total de fuga).}$$

Entonces D_t es 161,8 mm y la distancia de fuga (dt) proporcionado por el fabricante CORONA es de 127 mm para aisladores tipo PIN de porcelana CLASE ANSI (C29.5 - 1984) 55-2 y 178 mm para aisladores de SUSPENSIÓN de porcelana CLASE ANSI (C29.2- 1992) 52-9^a.

Aisladores de suspensión

$$\# \text{ de aisladores} = \frac{D_t}{D_{aislador}} = \frac{161.8}{178} = 0.9$$

aproximadamente se necesitan un (1) juego de aisladores de suspensión porcelana mínimo por cada línea de energía de 13,2 KV.

ANÁLISIS DE CORTO CIRCUITO Y FALLA A TIERRA

Se calculará la corriente de cortocircuito del transformador a instalar, y se analizarán las corrientes simétricas y asimétricas de la red a la que se encuentre conectado el Centro de Distribución del cual se alimentará la subestación perteneciente al proyecto, y que está especificado en la factibilidad de servicio.

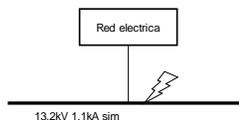
Cálculo De La Corriente De Corto Circuito De La Red

Se calcula esta corriente de corto circuito a partir de la tensión nominal y de la corriente de corto circuito que da el operador de red.

Calculo de corriente de corto circuito

Aporte de corriente de la red electrica

Tension Nominal:	13,2 kV
Icc:	1,1 kA sim
Scc:	14,52 MVA
Icc Asimetrica:	2,28 kA asim
Ra/Za:	0,242
Za:	12,000 Ω
Xa:	11,644 Ω
Ra:	2,901 Ω
Ra/Xa:	0,249
Factor K:	1,463 (IEC 60909)



Método Explicado en:
De Metz-Noblet, B. Cálculo de corrientes de cortocircuito (Cuaderno Técnico nº 158).
Barcelona: Schneider, 2000.

Nota: los valores de corto circuito de la red, son dados por el Operador de Red en la factibilidad, pero para este proyecto, se asumió de 1,1kA.

Corriente de corto circuito en el transformador

Calculo de corriente de corto circuito

Transformador trifásico

Potencia: 75 kVA
 Voltaje en lado de falla (V2): 0,208 kV
 Voltaje de corto circuito %: 4 Tabla T1
 Ra: 2,91090868 Ohm
 Xa: 11,6508729 Ohm
 V1: 13,2 kV
 Rr 0,00072278 Ohm reflejada
 Xr 0,00289293 Ohm reflejada

T1. Tensión de cortocircuito Vcc normalizada para los transformadores MT/BT de distribución pública.

kVA	≤630	800	1000	1250	1600	2000
Vcc (%)	4	4,5	5	5,5	6	7

Se tiene que: $Z_t = V_{cc} \times \frac{V_n^2}{S_n}$ Z del transformador

Por lo tanto: $Z_t = 23,07413333 \text{ m}\Omega$

Se tiene que: $X_t \approx Z_t$ X del transformador

Por lo tanto: $X_t = 23,07413333 \text{ m}\Omega$ $X_r = 2,892 \text{ m}\Omega$

Se tiene que: $R_t \approx 0,20 \times X_t$ R del transformador

Por lo tanto: $R_t = 4,614826667 \text{ m}\Omega$ $R_r = 0,722 \text{ m}\Omega$

Luego: $\frac{R_{total}}{X_{total}} = 0,21$

$Z_{total} = \sqrt{(R_t + R_r)^2 + (X_t + X_r)^2}$ $Z_t = 26,51 \text{ m}\Omega$

Se tiene que: $I_{cc, sim} = \frac{V_n^2}{\sqrt{3} \times Z_t}$

Por lo tanto: $I_{cc, sim} = 4,53 \text{ kA simetricos}$

Luego tenemos que: $K = 1,53$, para $\frac{R_t}{X_t} = 0,21$ (IEC 60909)

$I_{cc} = \sqrt{2} \times K \times I_{cc, sim}$

Finalmente: $I_{cc} = 9,81 \text{ kA asimetricos}$

Basado en la norma UTEC 15- 105 y IEC 60 909.

Para la resistencia y reactancia de los conductores se tiene:

Resistencia y reactiva de conductores			
Calibre:	4/0	Conductores por fase	1
Mat. de la tubería:	PVC		
Distancia:	50 m		
Resistencia	0,203 Ohm/km		R: 0,010
Reactiva	0,135 Ohm/km		X: 0,007

Basado en la Tabla 9 CEN-2004

Corriente de corto circuito del sistema:

Para el cálculo de corto circuito se debe tener en cuenta la impedancia de la red y del cable de la acometida.

Calculo de corriente de corto circuito		
Tension del sistema:	0,208 kV	
Lugar:	Barra 208	
Impedancias del sistema		
Equipo	R	X
Red	2,901	11,644
Cable	0,010	0,007
Total		
Rt =	2,9109 Ω	
Xt =	11,6509 Ω	
Zt =	12,0090 Ω	
Icc =	0,01 kA sim	
R/X =	0,25	
Factor K =	1,46	IEC60909
Icc asimetria =	0,02 kA asim	

Capacidad Del Cable De Corriente En Corto Circuito

La máxima corriente de corto circuito permisible para cables THHN y THW, se calcula por medio de la siguiente fórmula:

$$ijkI_{cc} = A * k * \sqrt{\frac{\log\left(\frac{T_2 + \lambda}{T_1 + \lambda}\right)}{t}}$$

Dónde:

A: Área del conductor en mm^2

k: 341 para cobre y 224 para aluminio.

λ : 234 para cobre y 228 para aluminio.

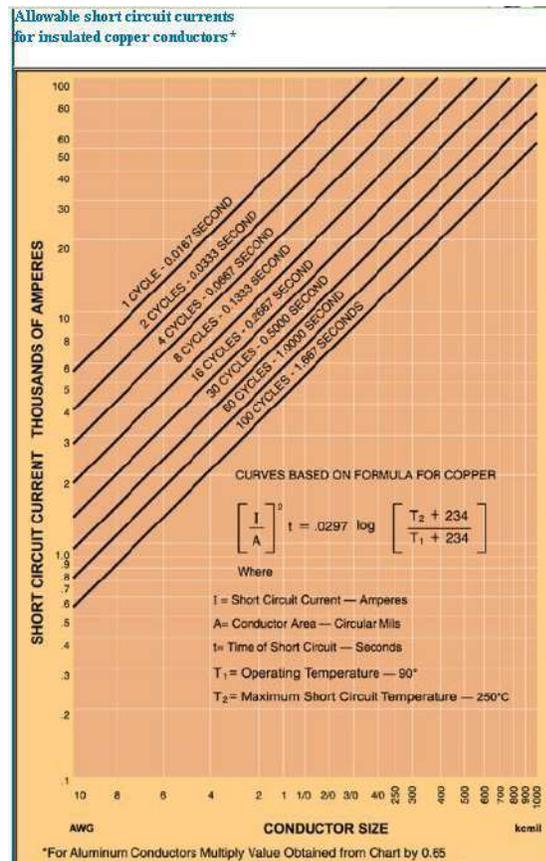
t: Tiempo de duración del corto circuito en segundos.

T_1 : Máxima temperatura de operación; THW: 75°C.

T_2 : Máxima temperatura permisible de corto circuito.

Reemplazando los valores, da:

Calculo de Corriente máxima de Corto Circuito en el cable	
Calibre de Cable:	4/0 AWG o MCM
Área:	107,22 mm ²
Frecuencia:	60 Hz
Duración de Corto Circuito:	100 Ciclos
	1,67 seg.
Temp. De Operación:	75 °C
Temp. Máx. Corto C:	250 °C
Corriente de C.C.:	12,50 kA



FUENTE: <http://www.okonite.com/engineering/short-circuit-currents.html>

En conclusión, podemos decir que después revisar la gráfica, los conductores en M.T y B.T anteriormente calculados para la electrificación del proyecto, soportaran la corriente de corto circuito para el transformador de 75kVA.

EVALUACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO CONTRA RAYOS

Se evaluará mediante la metodología de la NTC 4552-1-2-3 actualización del 2008.

La evaluación del nivel de riesgo se realiza para determinar si se requiere implementar un sistema de protección contra rayos y las acciones que permitan disminuir el riesgo a un nivel tolerable.

El nivel del riesgo se obtiene de la ponderación de los indicadores de exposición al rayo y de la gravedad que puede implicar un impacto directo o indirecto de rayo sobre una estructura, según la NTC 4552 del 2008.

Densidad de descargas a tierra $DDT = 0.0017 NC^{1.56}$ del mapa de niveles cerámico de Colombia:

NC= Nivel cerámico

Para **Municipio Buenaventura**, NC=120, por lo tanto: DDT= 2.98 rayos por Km² – Año.

A Continuación, se presenta la memoria de cálculos del cálculo de SIPRA, de acuerdo a la NTC 4552.

PROYECTO: CENTRO DE INVESTIGACIÓN – BUENAVENTURA – VALLE	
FACTOR DE RIESGO PARA PROTECCIÓN CONTRA RAYOS SEGÚN NORMA: NTC 4552-2 Protección contra Rayos - Parte 2: Evaluación de riesgo por rayos. PROYECTO: CENTRO DE INVESTIGACIÓN - BUENAVENTURA - VALLE	
INFORMACIÓN GENERAL	
UBICACIÓN PROYECTO:	Valle del Cauca, Buenaventura
OBJETO A PROTEGER:	Centro de investigación
TIPO DE RIESGO A EVALUAR:	Riesgo de lesiones a seres vivos R1 Riesgo de pérdida del servicio público R2 Riesgo de pérdida de valor cultural R3 Riesgo de pérdidas económicas R4
I. DATOS DE LA ESTRUCTURA	
1. UBICACIÓN Y ENTORNO.-	
LARGO [m]:	19,00
ANCHO [m]:	29,00
ALTO [m]:	14,00
ESTRUCTURA CON ELEMENTOS PROTUBERANTES:	NO
CIUDAD:	Buenaventura
DDT [rayos/km ² -año]:	2 (TABLA NTC 4552-2)
UBICACIÓN RELATIVA:	Rodeado por objetos de la misma altura
TIPO DE AMBIENTE [ENTORNO]:	Urbano (estructuras entre 10 y 20 m)
TIPO DE PISO [INTERIORES]:	Rcontacto < 100-1000 kilo Ohmio (Asfalto - Madera)
TIPO DE SUELO [EXTERIORES]:	Rcontacto < 100-1000 kilo Ohmio (Asfalto - Madera)
2. ACOMETIDAS DE SERVICIOS	
UBICACIÓN DE LA ACOMETIDA:	Rodeado por objetos de la misma altura
RESISTIVIDAD DEL TERRENO ρ :	100 Ω-m
2,1 ACOMETIDAS DE ENERGÍA:	
TIPO DE ACOMETIDA:	Aérea Con Transformador
Longitud de la Sección de la Acometida de servicio, de la estructura al primer nodo [m]:	22
Altura de la estructura de donde proviene la acometida de Servicio [m]:	12
Altura del punto de la estructura por donde ingresa la acometida de Servicio [m]:	12
Altura sobre la tierra de los conductores de Servicio [m]:	0
INFORMACIÓN DE ESTRUCTURAS ADYACENTES QUE COMPARTEN LA MISMA ACOMETIDA ELÉCTRICA:	
UBICACIÓN RELATIVA:	Rodeado por objetos de la misma altura

2,2 ACOMETIDAS DE TELECOMUNICACIONES:

TIPO DE ACOMETIDA: **Subterránea**

Longitud de la Sección de la Acometida de servicio, de la estructura al primer nodo [m]: **0**

Altura de la estructura de donde proviene la acometida de Servicio [m]: **0**

Altura del punto de la estructura por donde ingresa la acometida de Servicio [m]: **0**

Altura sobre la tierra de los conductores de Servicio [m]: **0**

INFORMACIÓN DE ESTRUCTURAS ADYACENTES QUE COMPARTEN LA MISMA ACOMETIDA DE TELCO:

UBICACIÓN RELATIVA: **Rodeado por objetos de la misma altura**

II. INFORMACIÓN DE LOS SISTEMAS DE PROTECCIÓN

1. INFORMACIÓN DE LA ESTRUCTURA.-

PROBABILIDAD DE TENSIONES DE PASO Y CONTACTO DENTRO DE LA ESTRUCTURA:

Existen medidas de protección: **NO** Avisos de peligro: **NO**

Aislamiento eléctrico de las bajantes: **NO** Concreto reforzado como bajante: **NO**

Equipotencialización del suelo: **NO**

PROBABILIDAD DE DAÑOS EN LA ESTRUCTURA: **Sin SIPRA**

2. INFORMACIÓN DE PROTECCIONES EN ACOMETIDAS DE SERVICIOS .-

TIPO DE DPS's: **No existen DPS's coordinados**

CARACTERÍSTICAS DEL CABLEADO INTERNO: **No apantallado, formando lazos**

III. TIPOS DE PÉRDIDAS

1. PELIGROS EXISTENTES.

RIESGOS DE FUEGO: **Bajo o Ninguno**

MEDIDAS PARA REDUCIR EL RIESGO DE FUEGO: **Extintor, Hidrante, etc.**

CLASE DE PELIGROS: **Bajo nivel de pánico (menos de 100 personas)**

2. PÉRDIDAS ANUALES PARA R1 (RIESGO LESIONES A SERES VIVOS)

TIPOS / USOS DE LA ESTRUCTURA: **Hoteles, escuelas, oficinas, centros comerciales, Iglesias, bancos**

PERSONAS EXPUESTAS: **Personas fuera de la estructura y Personas dentro de la estructura**

POSIBLES FALLAS EN LOS SERVICIOS QUE REPRESENTEN PÉRDIDAS DE VIDAS HUMANAS:

3. PÉRDIDAS PROMEDIO ANUALES PARA R2 (PÉRDIDA DEL SERVICIO PÚBLICO)

TIPO DE ACOMETIDA: **Televisión, TV Cable, Energía Eléctrica**

4. PÉRDIDAS PROMEDIO ANUALES PARA R3 (PÉRDIDAS DE PATRIMONIO CULTURAL) **0,1**

5. PÉRDIDAS ANUALES PARA R4 (PÉRDIDAS ECONÓMICAS) **INCIERTO**

TIPOS / USOS DE LA ESTRUCTURA: **Hoteles, escuelas, oficinas, centros comerciales, Iglesias, bancos**

PERSONAS EXPUESTAS: **Personas fuera de la estructura y Personas dentro de la estructura**

POSIBLES FALLAS EN LOS SERVICIOS QUE REPRESENTEN PÉRDIDAS DE VIDAS HUMANAS:
Museos, uso agrícola, escuelas, iglesias, centros comerciales

IV. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DE RIESGO

1. NÚMERO DE EVENTOS PELIGROSOS:

Impacto en la estructura	Nd =	0,00290750	Rayos/año
Impactos cercanos a la estructura	Nm =	0,31221695	Rayos/año
Impactos en las acometidas	NL =	0,00080485	Rayos/año
Impactos cercanos a la acometida de servicio	Ni =	0,00000000	Rayos/año
Impactos en las estructuras adyacentes	Nda =	0,00232684	Rayos/año

2. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DE RIESGO Y CÁLCULO DE LA EFICIENCIA DEL SIPRA A IMPLEMENTAR

Comparación del Riesgo Total Rx con el Riesgo Tolerable RT:

OBSERVACIÓN	R	RT	R>RT?	Eficiencia SIPRA IEC61024
RIESGO DE PÉRDIDAS DE VIDAS HUMANAS	R1	1,17E-04	1,00E-05	SI 91%
RIESGO DE PÉRDIDA DEL SERVICIO PÚBLICO	R2	2,21E-04	1,00E-03	NO -352%
RIESGO DE PÉRDIDAS DE PATRIMONIO CULTURAL	R3	5,84E-05	1,00E-03	NO -1611%
RIESGO DE PÉRDIDAS ECONÓMICAS	R4	3,32E-04	1,00E-03	NO -201%

V. CONCLUSIONES

Instalar medidas de protección para reducir el riesgo total R

SIPRA recomendado a implementar: **SIPRA II**

Radio de la esfera a utilizar [m]: **40**

Método de enmallado [m]: **10 x 10**

Separación entre bajantes mínima [m]: **10**

SOBRETENSIONES

Se denomina sobretensión a toda onda que viaje por un conductor que supere en magnitud y duración los niveles máximos permitidos, lo cual implica la necesidad de reducir su magnitud y duración y proteger contra daños y efectos indeseables al sistema y los equipos conectados a él.

En un sistema de potencia se pueden presentar de manera general dos tipos de sobretensiones en relación a su origen, por fenómenos externos al sistema (es decir por descargas atmosféricas), y por fenómenos internos al sistema (como los que se pueden presentar por operaciones de maniobra de interruptores, fallas, reconexión de cargas, y operaciones temporales).

Aunque las descargas atmosféricas, por sus condiciones naturales, no pueden ser controladas, sus efectos sobre un sistema de potencia si pueden serlo mediante una concepción adecuada del diseño, y lo mismo puede decirse de las sobretensiones de origen interno, por ejemplo, las temporales que pueden ser eficazmente reducidas mediante el establecimiento de condiciones de diseño que involucren la selección de los DPS (pararrayos), y una adecuada puesta a tierra.

La protección contra descargas atmosféricas debe ser de la mayor importancia, debido a que los niveles de aislamiento normalmente usados en los circuitos de distribución pueden soportar sobretensiones por operaciones de maniobra que superan temporalmente el valor normal de operación.

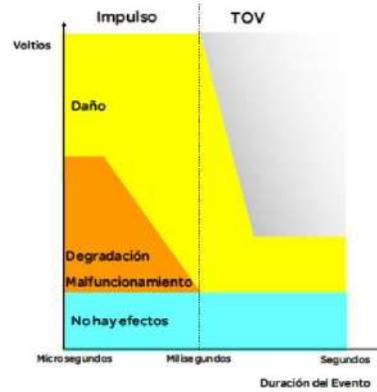
Este proyecto cuenta con un diseño de apantallamiento realizado por el método de la esfera rodante, y con DPS instalados en el transformador.

SELECCIÓN DPS

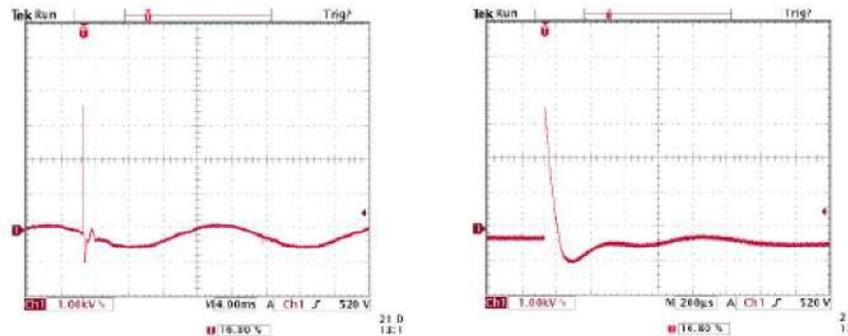
El DPS es un dispositivo de protección contra sobretensiones.

¿Qué es una sobretensión transitoria?

- Elevados Impulsos de tensión
 - Pueden alcanzar varios miles de voltios.
- Duración muy corta
 - Del orden de microsegundos.
 - Sobretensión Transitoria ≠ sobretensión Permanente (TOV)
- Frente de onda muy rápido (di/dt).
- Origen
 - 35% son externos a la instalación
 - 65% son internos a la instalación



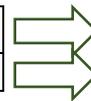
- La sobretensión Transitoria dura solo microsegundos.



- Los DPS NO protegen contra otros Problemas de Calidad de Energía como Sobretensiones Permanentes, Subtensiones, Factor de Potencia o Armónicos. Los DPS están diseñados para proteger contra Sobretensiones Transitorias únicamente.

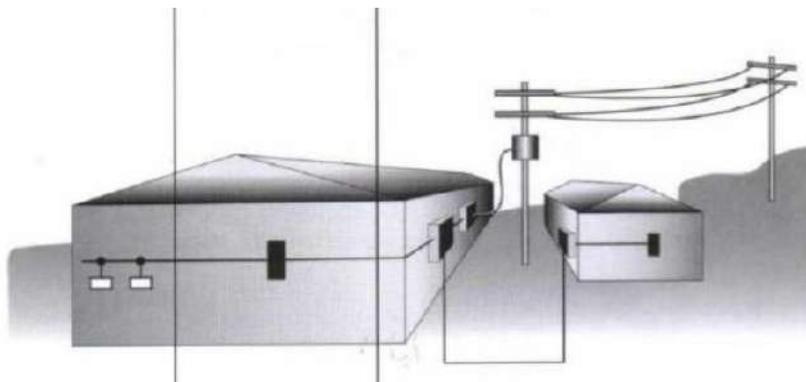
Clasificación según la norma

Categoría A	Categoría B	Categoría C
Tipo 3	Tipo 2	Tipo 1



ANSI/IEEE C62.41
(TVSS)

IEC 61643-1(SPD)



Tecnologías Utilizadas

- Todos los Dispositivos de Protección contra Sobretensiones (DPS) Utilizan diferentes tecnologías para derivar los impulsos de corriente lejos de las cargas finales. Las principalmente utilizadas son:

- MOV: Varistores de Oxido Metálico
- Spark Gap: Descargador vía chispas



- Los DPS limitan una sobretensión transitoria a valores seguros relacionados con el Máximo Voltaje de Operación Continuo (MCOV) del supresor.

Selección de un DPS

- Ubicación geográfica de la

Nivel Isocerámico	Puntos
Alto	18
Medio	10
Bajo	2

aplicación.

Días de Tormentas al Año	
Alto	30 ó más
Medio	15 a 30
Bajo	0 a 15

- Ubicación respecto a otras actividades.

Ambiente	Puntos
Rural	11
Sub-urbano	6
Urbano	1

- Ubicación respecto a otras construcciones.

Construcción	Puntos
El más Alto	11
Mediano	6
El más pequeño	1

- Tipo de Acometida.

Acometida	Puntos
Ultimo Cliente	11
Clientes Múltiples	6
Independiente	1



- Histórico de Disturbios.

Disturbios	Puntos
Frecuentes	11
Ocasionales	6
Escasos	1

- Costos de Reparación del Equipo que se daña.

Reparación	Puntos
Costosa	19
Moderada	11
Económica	3

- Importancia del Equipo que va a ser Protegido.

Equipos	Puntos
Indispensable	19
Medios	11
Pueden Detenerse	3

Tabla de Selección

ANSI/EEE C 62.41	INDICE DE EXPOSICIÓN CALCULADO				
	De 12 a 24	De 25 a 38	De 39 a 55	De 56 a 75	De 75 a 100
Categoría C	120 kA 120 kA	160 kA 120 kA	240 kA 160 kA	320 kA 240 kA	480 kA 320 kA
Categoría B	50 kA 36 kA	80 kA 50 kA	120 kA 80 kA	160 kA 120 kA	240 A 160 kA
Categoría A		36 kA	50 kA 36 kA	80 kA 50 kA	160 kA 120 kA

Se requiere Un DPS 3F+N+T Clase I+II 3x230V <=20kA

Instalación de DPS de Acuerdo con el Retie.

En su artículo 17.6 “DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES TRANSITORIAS (DPS)”, se establecen los siguientes requisitos para instalación de DPS:

A. Toda subestación (transformador) y toda transición de línea aérea a cable aislado de media, alta o extra alta tensión, debe disponer de DPS. En los equipos de media, alta o extra alta tensión o en redes de baja tensión o de uso final, la necesidad de DPS dependerá del resultado de una evaluación técnica objetiva del nivel de riesgo por sobretensiones transitorias a que pueda ser sometido dicho equipo o instalación.

B. El DPS debe estar instalado como lo indica la siguiente Figura 1. Se debe tener como objetivo que la tensión residual del DPS sea casi igual a la aplicada al equipo.

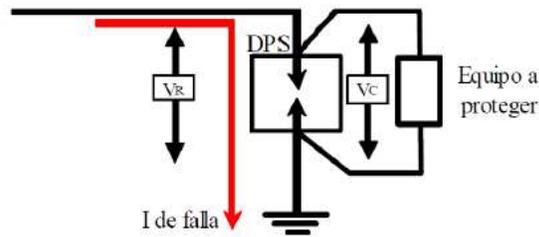


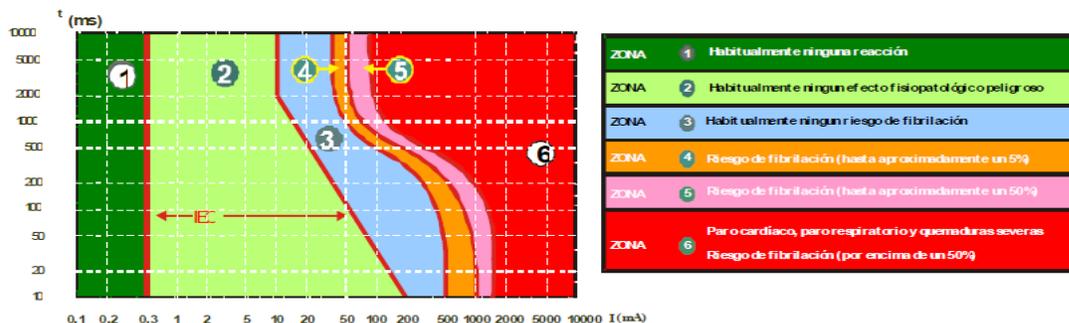
Figura 1. Dimensionamiento del local

En subestaciones de distribución al interior de edificios, el diseñador evaluará y justificará la posibilidad de instalar sólo los DPS en la transición a la acometida subterránea y no en el transformador. Para la instalación de un DPS se debe tener en cuenta que la distancia entre los bornes del mismo y los del equipo a proteger debe ser lo más corta posible, de tal manera que la inductancia sea mínima.

ANÁLISIS DE RIESGO

Evaluación de riesgos y medidas para mitigarlos NTC 4120.

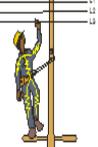
Según Art. 9.1 Electropatología del RETIE, se debe tener en cuenta los criterios establecidos en las normas sobre la soportabilidad de la energía eléctrica para seres humanos tomados de la gráfica de la norma NTC 4120, con referente a la IEC 60479-2, que detalla las zonas de los efectos de la corriente alterna de 15 a 100Hz.



1. Zonas de tiempo/corriente de los efectos de las corrientes alternas de 15 Hz a 100 Hz

Encontramos que los equipos de protección y aislamiento a utilizar (según norma constructiva CODENSA CTU 510-2 / LA 202) y de acuerdo al nivel de tensión asignado en la factibilidad de servicio, se encuentran operando en la Zona 6 (paro cardíaco, paro respiratorio, quemaduras severas, riesgo de fibrilación por encima del 50%), para lo cual aplica:

- Nivel de Frecuencia Bajo, ya que solo se puede presentar cuando se realiza mantenimiento o maniobras, en presencia de personal calificado.
- Nivel de Consecuencias 5, ya que la exposición a estos niveles de tensión de los equipos a instalar puede producir lesiones mortales.

	<p>CONTACTO DIRECTO POSIBLES CAUSAS: Negligencia de técnicos o impericia de no técnicos, violación de las distancias mínimas de seguridad. MEDIDAS DE PROTECCIÓN: 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.</p>
---	--

Matriz para el análisis de Riesgos

Riesgo a evaluar	Contacto Directo <input type="checkbox"/> por Evento o efecto				Violacion de distancias minimas <input type="checkbox"/> Factor de riesgo				S/E 75 kVA <input type="checkbox"/> Fuente	
	Potencia <input type="checkbox"/>	Real <input type="checkbox"/>								
CONSECUENCIAS	En Personas	Económicas	Ambientales	En la 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 al mes en la empresa
	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

EVALUADOR: ING. JEFFERSON PARRA C. MP 205-68996 ACIEM FECHA: 20 DE OCTUBRE DE 2023

COLOR	NIVEL DE RIESGO	DECISIONES A TOMAR Y CONTROL	
X	MUY ALTO	Inadmisible para trabajar. Hay que eliminar fuentes potenciales, hacer reingeniería o minimizarlo y volverlo a valorar el grupo, hasta reducirlo. Requiere permiso especial de trabajo.	Buscar procedimientos alternativos si se decide 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).
X	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 lider a cargo del trabajo.
X	MEDIO	Aceptario. Aplicar los sistemas de control (minimizar, aislar, suministrar EPP, procedimientos, protocolos, lista de verificación, usar EPP). Requiere permiso de trabajo.	El lider de grupo de trabajo diligencia el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y el jefe de área aprueba el Permiso de Trabajo (PT) según procedimiento establecido.
X	BAJO	Asumirlo. Hacer control administrativo rutinario. Seguir los procedimientos establecidos. Utilizar EPP. No requiere permiso especial de trabajo.	El lider 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?
X	MUY BAJO	Vigilar posibles cambios.	No afecta la secuencia de las actividades

	<p>RAYOS</p> <p>POSIBLES CAUSAS: Fallas en: el diseño, construcción, operación, mantenimiento del sistema de protección.</p> <p>MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Pararrayos, bajantes, puestas a tierra, equipotencialización, apantallamientos, topología de cableados. Además suspender actividades de alto riesgo, cuando se tenga personal al aire libre.</p>
---	--

Matriz para el análisis de Riesgos

Riesgo a evaluar	Rayos por Evento o efecto		Fallas en el diseño o construcción Factor de riesgo			S/E 75 kVA Fuente				
	Potencia <input type="checkbox"/>		Real <input type="checkbox"/>							
CONSECUENCIAS	En Personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa	5	E No ha ocurrido en el sector	D Ha ocurrido en el sector	C Ha ocurrido en la empresa	B Sucede varias veces al año en la empresa	A Sucede varias veces al mes en la empresa
	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
EVALUADOR: <u>ING. JEFFERSON PARRA C.</u> MP <u>205-68996 ACIEM</u> FECHA: <u>20 DE OCTUBRE DE 2023</u>										

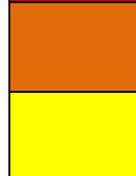
COLOR	NIVEL DE RIESGO	DECISIONES A TOMAR Y CONTROL	
[Red]	MUY ALTO	Inadmisible para trabajar. Hay que eliminar fuentes potenciales, hacer reingeniería o minimizarlo y volverlo a valorar el grupo, hasta reducirlo. Requiere permiso especial de trabajo.	Buscar procedimientos alternativos si se decide hacer 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).
[Orange]	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.
[Yellow]	MEDIO	Aceptarlo. Aplicar los sistemas de control (minimizar, aislar, suministrar EPP, procedimientos, protocolos, lista de verificación, usar EPP). Requiere permiso de trabajo.	El líder de grupo de trabajo diligencia el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y el jefe de área aprueba el Permiso de Trabajo (PT) según procedimiento establecido.
[Green X]	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?
[Light Green]	MUY BAJO	Vigilar posibles cambios.	No afecta la secuencia de las actividades

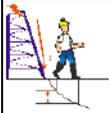
	TENSION DE CONTACTO
	POSIBLES CAUSAS: Rayos, fallas a tierra, fallas de aislamiento, violación de distancias de seguridad. MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Puestas a tierra de baja resistencia, restricción de accesos, alta resistividad del piso, equipotencializar

Matriz para el análisis de Riesgos

Riesgo a evaluar	Tesion de contacto por Evento o efecto				Fallas de aislamiento Factor de riesgo				S/E 75 kVA Fuente	
	Potencia <input type="checkbox"/>	Rea <input type="checkbox"/>								
CONSECUENCIAS	En Personas	Económicas	Ambientales	En la 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 al mes en la empresa
	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	

EVALUADOR: ING. JEFFERSON PARRA C. MP 205-68996 ACIEM FECHA: 20 DE OCTUBRE DE 2023

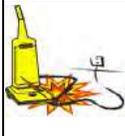
COLOR	NIVEL DE RIESGO	DECISIONES A TOMAR Y CONTROL	
	MUY ALTO	Inadmisible para trabajar. Hay que eliminar fuentes potenciales, hacer reingeniería o minimizarlo y volverlo a valorar el grupo, hasta reducirlo. Requiere permiso especial de trabajo.	Buscar procedimientos alternativos si se decide hacer el 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 de 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

	<p>TENSION DE PASO POSIBLES CAUSAS: Rayos, fallas a tierra, fallas de aislamiento, violación de áreas restringidas, retardo en el despeje de la falla, MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Puestas a tierra de baja resistencia, restricción de accesos, alta resistividad del piso, equipotencializar.</p>
---	---

Matriz para el análisis de Riesgos

Riesgo a evaluar	Tension de paso <input type="checkbox"/> por <input type="checkbox"/> Rea <input type="checkbox"/>				Fallas de aislamiento		S/E 75 kVA			
	Evento o efecto				Factor de riesgo		Fuente			
CONSECUENCIAS	En Personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa	5	E No ha ocurrido en el sector	D Ha ocurrido en el sector	C Ha ocurrido en la empresa	B Sucede varias veces al año en la empresa	A Sucede varias veces al mes en la empresa
	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
	EVALUADOR: <u>ING. JEFFERSON PARRA C.</u> MP: <u>205-68996 ACIEM</u> FECHA: <u>20 DE OCTUBRE DE 2023</u>									

COLOR	NIVEL DE RIESGO	DECISIONES A TOMAR Y CONTROL	
	MUY ALTO	Inadmisible para trabajar. Hay que eliminar fuentes potenciales, hacer reingeniería o minimizarlo y volverlo a valorar el grupo, hasta reducirlo. Requiere permiso especial de trabajo.	Buscar procedimientos alternativos si se decide 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 de grupo de trabajo diligencia el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y el jefe de área aprueba el Permiso de Trabajo (PT) según procedimiento establecido.
X	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

	CORTOCIRCUITO
	POSIBLES CAUSAS: Fallas de aislamiento, impericia de los técnicos, accidentes externos, vientos fuertes, humedades, equipos defectuosos.
	MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Interruptores automáticos con dispositivos de disparo de máxima corriente o cortacircuitos fusibles.

Matriz para el análisis de Riesgos

Riesgo a evaluar	Cortocircuito por		Accidentes externos		S/E 75 KVA					
	Evento o efecto		Factor de riesgo		Fuente					
	Potencia <input type="checkbox"/>	Real <input type="checkbox"/>								
CONSECUENCIAS	En Personas	Económicas	Ambientales	En la 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 al mes en la empresa
	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	
EVALUADOR: <u>ING. JEFFERSON PARRA C.</u> MP <u>205-68996 ACIEM</u> FECHA: <u>20 DE OCTUBRE DE 2023</u>										

COLOR	NIVEL DE RIESGO	DECISIONES A TOMAR Y CONTROL	
	MUY ALTO	Inadmisible para trabajar. Hay que eliminar fuentes potenciales, hacer reingeniería o minimizarlo y volverlo a valorar el grupo, hasta reducirlo. Requiere permiso especial de trabajo.	Buscar procedimientos alternativos si se decide 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 de grupo de trabajo diligencia el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y el jefe de área aprueba el Permiso de Trabajo (PT) según procedimiento establecido.
X	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

	ELECTRICIDAD ESTÁTICA
	<p>POSIBLES CAUSAS: Unión y separación constante de materiales como aislantes, conductores, sólidos o gases con la presencia de un aislante.</p> <p>MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Sistemas de puesta a tierra, conexiones equipotenciales, aumento de la humedad relativa, ionización del ambiente, eliminadores eléctricos y radiactivos, pisos conductivos.</p>

Matriz para el análisis de Riesgos

Riesgo a evaluar	Electricidad estática por Evento o efecto		Presencia de un aislante Factor de riesgo		S/E 75 KVA Fuente					
	Potencia <input type="checkbox"/>	Real <input type="checkbox"/>			E	D	C	B	A	
CONSECUENCIAS	En Personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		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 al mes en la empresa
	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

EVALUADOR: ING. JEFFERSON PARRA C. MP 205-68996 ACIEM FECHA: 20 DE OCTUBRE DE 2023

COLOR	NIVEL DE RIESGO	DECISIONES A TOMAR Y CONTROL	
	MUY ALTO	Inadmisible para trabajar. Hay que eliminar fuentes potenciales, hacer reingeniería o minimizarlo y volverlo a valorar el grupo, hasta reducirlo. Requiere permiso especial de trabajo.	Buscar procedimientos alternativos si se decide 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 de grupo de trabajo diligencia el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y el jefe de área aprueba el Permiso de Trabajo (PT) según procedimiento establecido.
X	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

	<p>EQUIPO DEFECTUOSO POSIBLES CAUSAS: Mal mantenimiento, mala instalación, mala utilización, tiempo de uso, transporte inadecuado. MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Mantenimiento predictivo y preventivo, construcción de instalaciones siguiendo las normas técnicas, caracterización del entorno electromagnético.</p>
---	--

Matriz para el análisis de Riesgos

Riesgo a evaluar	Equipo defectuoso por Evento o efecto		Mala utilización Factor de riesgo		S/E 75 kVA Fuente					
CONSECUENCIAS	Potencia <input type="checkbox"/>		Rea <input type="checkbox"/>			E	D	C	B	A
	En Personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa	5	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 al mes en la empresa
	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
EVALUADOR: <u>ING. JEFFERSON PARRA C.</u> MP: <u>205-68996 ACIEM</u> FECHA: <u>20 DE OCTUBRE DE 2023</u>										

COLOR	NIVEL DE RIESGO	DECISIONES A TOMAR Y CONTROL	
X	MUY ALTO	Inadmisible para trabajar. Hay que eliminar fuentes potenciales, hacer reingeniería o minimizarlo y volverlo a valorar el grupo, hasta reducirlo. Requiere permiso especial de trabajo.	Buscar procedimientos alternativos si se decide 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).
X	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.
X	MEDIO	Aceptarlo. Aplicar los sistemas de control (minimizar, aislar, suministrar EPP, procedimientos, protocolos, lista de verificación, usar EPP). Requiere permiso de trabajo.	El líder de grupo de trabajo diligencia el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y el jefe de área aprueba el Permiso de Trabajo (PT) según procedimiento establecido.
X	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?
X	MUY BAJO	Vigilar posibles cambios.	No afecta la secuencia de las actividades

	<p>ARCOS ELÉCTRICOS POSIBLES CAUSAS: 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 en 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. MEDIDAS DE PROTECCIÓN: 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.</p>
---	---

Matriz para el análisis de Riesgos

Riesgo a evaluar	Arcos electricos por Evento o efecto				Malos contactos Factor de riesgo				S/E 75 KVA Fuente				
	Potencia <input type="checkbox"/>				Real <input type="checkbox"/>								
CONSECUENCIAS	En Personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa	5	E No ha ocurrido en el sector	D Ha ocurrido en el sector	C Ha ocurrido en la empresa	B Sucede varias veces al año en la empresa	A Sucede varias veces al mes en la empresa			
	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			
EVALUADOR: <u>ING. JEFFERSON PARRA C.</u> MP: <u>205-68996 ACIEM</u> FECHA: <u>20 DE OCTUBRE DE 2023</u>													

COLOR	NIVEL DE RIESGO	DECISIONES A TOMAR Y CONTROL	
	MUY ALTO	Inadmisible para trabajar. Hay que eliminar fuentes potenciales, hacer reingeniería o minimizarlo y volverlo a valorar el grupo, hasta reducirlo. Requiere permiso especial de trabajo.	Buscar procedimientos alternativos si se decide 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 de grupo de trabajo diligencia el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y el jefe de área aprueba el Permiso de Trabajo (PT) según procedimiento establecido.
X	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

	<p>AUSENCIA DE ELECTRICIDAD (EN DETERMINADOS CASOS) POSIBLES CAUSAS: 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 se exijan plantas de emergencia como hospitales y aeropuertos. MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Disponer de sistemas ininterrumpidos de potencia y de plantas de emergencia con transferencia automática.</p>
---	---

Matriz para el análisis de Riesgos

Riesgo a evaluar	Ausencia de electricidad por Evento o efecto				Apagón o corte de servicio Factor de riesgo			S/E 75 KVA Fuente		
	Potencia	Real			E	D	C	B	A	
CONSECUENCIAS	En Personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa	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 al mes en la empresa	
	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

EVALUADOR: ING. JEFFERSON PARRA C. MP 205-68996 ACIEM FECHA: 20 DE OCTUBRE DE 2023

COLOR	NIVEL DE RIESGO	DECISIONES A TOMAR Y CONTROL
	MUY ALTO	Inadmisibles para trabajar. Hay que eliminar fuentes potenciales, hacer reingeniería o minimizarlo y volverlo a valorar el grupo, hasta reducirlo. Requiere permiso especial de trabajo.
	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.
	MEDIO	Aceptarlo. Aplicar los sistemas de control (minimizar, aislar, suministrar EPP, procedimientos, protocolos, lista de verificación, usar EPP). Requiere permiso de trabajo.
X	BAJO	Asumirlo. Hacer control administrativo rutinario. Seguir los procedimientos establecidos. Utilizar EPP. No requiere permiso especial de trabajo.
	MUY BAJO	Vigilar posibles cambios.

	<p>CONTACTO INDIRECTO POSIBLES CAUSAS: Fallas de aislamiento, mal mantenimiento, falta de conductor de puesta a tierra. MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Separación de circuitos, uso de muy baja tensión, distancias de seguridad, conexiones equipotenciales, sistemas de puesta a tierra, interruptores diferenciales, mantenimiento preventivo y correctivo.</p>
---	---

Matriz para el análisis de Riesgos

Riesgo a evaluar	Contacto directo <u>por</u> Evento o efecto		Fallas de aislamiento Factor de riesgo		S/E 75 KVA Fuente					
	Potencia <input type="checkbox"/>	Real <input type="checkbox"/>			E	D	C	B	A	
CONSECUENCIAS	En Personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa	5	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 al mes en la empresa
	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
	EVALUADOR: <u>ING. JEFFERSON PARRA C.</u> MP: <u>205-68996 ACIEM</u> FECHA: <u>20 DE OCTUBRE DE 2023</u>									

COLOR	NIVEL DE RIESGO	DECISIONES A TOMAR Y CONTROL	
[Red]	MUY ALTO	Inadmisible para trabajar. Hay que eliminar fuentes potenciales, hacer reingeniería o minimizarlo y volverlo a valorar el grupo, hasta reducirlo. Requiere permiso especial de trabajo.	Buscar procedimientos alternativos si se decide 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).
[Orange]	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.
[Yellow]	MEDIO	Aceptarlo. Aplicar los sistemas de control (minimizar, aislar, suministrar EPP, procedimientos, protocolos, lista de verificación, usar EPP). Requiere permiso de trabajo.	El líder de grupo de trabajo diligencia el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y el jefe de área aprueba el Permiso de Trabajo (PT) según procedimiento establecido.
[Green X]	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?
[Light Green]	MUY BAJO	Vigilar posibles cambios.	No afecta la secuencia de las actividades

	<p>SOBRECARGA POSIBLES CAUSAS: Superar los límites nominales de los equipos o de los conductores, instalaciones que no cumplen las normas técnicas, conexiones flojas, armónicos, no controlar el factor de potencia. MEDIDAS DE PROTECCIÓN: 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.</p>
---	--

Matriz para el análisis de Riesgos

Riesgo a evaluar	Sobre Carga por Evento o efecto				Inst. que no cumple las normas tecnica Factor de riesgo				S/E 75 kVA Fuente	
	Potencia <input type="checkbox"/>	Rea <input type="checkbox"/>								
CONSECUENCIAS	En Personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa	5	E No ha ocurrido en el sector	D Ha ocurrido en el sector	C Ha ocurrido en la empresa	B Sucede varias veces al año en la empresa	A Sucede varias veces al mes en la empresa
	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
	EVALUADOR: _____ ING. JEFFERSON PARRA C. _____ MP _____ 205-68996 ACIEM _____ FECHA: _____ 20 DE OCTUBRE DE 2023 _____									

COLOR	NIVEL DE RIESGO	DECISIONES A TOMAR Y CONTROL	
X	MUY ALTO	Inadmisible para trabajar. Hay que eliminar fuentes potenciales, hacer reingeniería o minimizarlo y volverlo a valorar el grupo, hasta reducirlo. Requiere permiso especial de trabajo.	Buscar procedimientos alternativos si se decide 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).
X	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.
X	MEDIO	Aceptarlo. Aplicar los sistemas de control (minimizar, aislar, suministrar EPP, procedimientos, protocolos, lista de verificación, usar EPP). Requiere permiso de trabajo.	El líder de grupo de trabajo diligencia el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y el jefe de área aprueba el Permiso de Trabajo (PT) según procedimiento establecido.
X	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?
X	MUY BAJO	Vigilar posibles cambios.	No afecta la secuencia de las actividades

MEDIDAS PARA DISMINUIR LOS RIESGOS

Por favor acatar las siguientes medidas de control para disminuir los riesgos:

1. Mantener en buenas condiciones las instalaciones y equipos.
2. Hacer mantenimientos y revisiones periódicas a los elementos e instalaciones por medio de un profesional calificado. Es importante que los elementos instalados estén acordes con la carga a atender.
3. Las instalaciones eléctricas deben ser intervenidas únicamente por personal calificado.
4. Verificar que los equipos y aparatos que va a conectar se encuentran en buen estado y son compatibles con los niveles de tensión: 120V entre fase y neutro, o 208V entre fases en el caso de un sistema trifásico
5. Conecte correctamente los equipos. Por convención las clavijas y toma corrientes tienen una pata más ancha que la otra, esta se refiere al neutro y debe conectarse correctamente. Asimismo, no desconecte tirando del cable, sino de la clavija.
6. Prefiera los electrodomésticos que tienen protección de puesta a tierra. (Usualmente clavija de tres patas donde la redonda es la de tierra).
7. Las partes metálicas de las máquinas y equipos, aunque no estén ligados a la corriente eléctrica pueden conducirla provocando un accidente. Para evitar esto todas las partes metálicas de máquinas y equipos que usualmente no conduzcan corriente, deben ser debidamente conectadas a tierra.
8. Instale el conductor a tierra y dispositivos diferenciales (estos últimos donde sean áreas húmedas y haya riesgo de contacto).
9. Evite usar extensiones, ni tampoco multitomas que no estén certificadas por el CIDET.
10. No use ni conecte equipos o aparatos que tengan cables o elementos deteriorados.
11. Lea y acate las recomendaciones de los manuales de sus equipos y herramientas que funcionen con electricidad.
12. No sobrecargue los circuitos derivados o secundarios. Es aconsejable tener separados los circuitos de alumbrado, de tomacorrientes y de equipos especiales.
13. Ubique los tableros de circuitos en un lugar limpio, adecuado, ventilado y de fácil acceso.

NIVEL DE TENSIÓN REQUERIDO

Como se diseña una red de media tensión 3 No.2 SEMIASILADO, para alimentar un transformador de 75 kVA, la tensión requerida será a NIVEL 2 (Sistema con tensión mayor o igual a 1kV y menor a 30kV).

CÁLCULOS DE CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS (No Aplica)

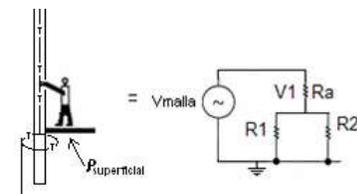
CÁLCULO DE SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

Cálculo de la Malla de Puesta a Tierra			
Basado en la norma IEEE 80-2000 "IEEE Guide for Safety in AC Substation Grounding"			
NOTA: según medida de resistividad terreno realizada el día 9/02/2012 (ver anexo fotografico)			
Medida 1	Ω.m	52	
Medida 2	Ω.m	50,8	
Medida 3	ΔΣΣ	46,6	
Medida Promedio	Ω.m	49,80	
DATOS DEL TERRENO			
Resistividad equivalente del terreno ρ	Ω.m	49,8	NOTA
Resistividad Capa Superficial ρs	Ω.m	3000	
Profundidad de la Malla h	m	0,6	
Espesor Capa Superficial hs	m	0,25	
DATOS DE CONEXIÓN (Operador de Red)			
Corriente de Falla Monofasica Io	A	1140	
Tiempo de Despeje de la Falla tr	seg	0,15	
GEOMETRIA DE MALLA			
INGRESE # DE ELECTRODOS N	-	3	
INGRESE LONGITUD CONDUCTOR ENTERRADO Lc	m	6,83	
LARGO DE MALLA	m	2	
ANCHO DE MALLA	m	2	
Area de la Malla A	m ²	2	
Longitud del Perimetro de Malla lp	m	8	
RESISTENCIA DE MALLA Rg (METODO LAURENT-NIEMANN)			
P	$R_1 = \rho \left(\frac{1}{4 r_{anillo}} + \frac{1}{L_{conductor}} \right)$		
Resistencia Geometria de Malla R1	Ω	13,52	
P	$R_2 = \frac{\rho}{2 \pi L_{var\ illa}} Ln \frac{2 L_{var\ illa}}{r_{var\ illa}}$		
Resistencia Electrodo R2	Ω	6,68	
P	$R_g = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$		
Resistencia de Malla Rg	Ω	4,47	
MAXIMO POTENCIAL DE TIERRA GPR			
Maximo Potencial de Tierra GPR	$GPR = 0.6 I_0 R_g$	V	3056,71
TENSIONES TOLERABLES 50kg			
Factor de Reducción del Terreno Cs	$C_s = 1 - \left[\frac{0.09 \left(1 - \frac{\rho}{\rho_s} \right)}{2h + 0.09} \right]$		
	-	0,85	
Tensión de Toque Tolerable Etouch	$E_{touch} = (1000 + 1.5 C_s \rho_s) \left(\frac{0.116}{\sqrt{t_s}} \right)$		
	V	1445,13	
Tensión de Paso Tolerable Estop	$E_{stop} = (1000 + 6 C_s \rho_s) \left(\frac{0.116}{\sqrt{t_s}} \right)$		
	V	4881,97	
Tensión de Toque Maxima Tolerable (según RETIE)	$E_{toque\ max\ imo} = \frac{116}{\sqrt{t_s}}$		
	V	299,51	
SI GPR < Etouch	LOS REQUISITOS DE MALLA SE CUMPLE		
TENSIONES DE PASO Y TOQUE CALCULADAS PARA LA MALLA			
Factor de Geometria n	$n = \frac{2 L_{conductor}}{L_{perimetro}} \sqrt{\frac{L_{perimetro}}{4A}}$		
	-	2,03	
Factor Correctivo del Efecto de los Electrodo Kij	$K_{ij} = \frac{1}{2n^{2/n}}$		
	-	0,25	
Factor Correctivo por Profundidad de los Conductores Kh	$K_h = \sqrt{1+h}$		
	-	1,26	
Factor de Espaciamento Para Tensión de Toque Km	$K_m = \frac{1}{2\pi} Ln \left[\frac{2r_{anillo}^2 + (2r_{anillo} + 2h)^2}{16hd_{conductor}} - \frac{h}{4d_{conductor}} \right] + \frac{K_{ij}}{K_h} Ln \frac{8}{\pi(2n-1)}$		
	-	0,80	
Factor Correctivo por Geometria de la Malla Ki	$K_i = 0.644 + (0.148n)$		
	-	0,94	
Factor de Espaciamento Para Tensión de Paso Ks	$K_s = \frac{1}{\pi} \left[\frac{1}{2h} + \frac{1}{2r_{anillo} + h} + \frac{1}{2r_{anillo}} (1 - 0.5^{n-2}) \right]$		
	-	0,34	
Tensión de Paso Estop	$E_{stop} = \frac{\rho I_g K_s K_i}{0.75 L_{conductor} + 0.85 n L_{var\ illa}}$		
	V	953,26	

Tensión de Toque E_{touch}	$E_{touch} = \frac{D I_g K_m K_i}{L_{conductor} + \left[1.55 + 1.22 \left(\frac{L_v}{r_{anillo}} \right) \right] n L_{vavilla}}$	V	885,16
VERIFICACION DEL DISEÑO SPT			
SI Etouch (calculado) < Etouch		LOS REQUISITOS DE MALLA CUMPLE	
SI Estop (calculado) < Estop		LOS REQUISITOS DE MALLA CUMPLE	
Especificaciones Técnicas:			
❖ El calibre mínimo a usar en las mallas de tierra según RETIE es de 2/0 AWG.			
❖ Los Electrodoos convencionales utilizados son de 2.4 m de largo y 5/8 pulgadas (0.625 pulg).			
❖ Se debe utilizar soldadura exotermica			

CALCULO DE LA TENSION DE CONTACTO APLICADA A UN SER HUMANO EN CASO DE FALLA

Para este cálculo se toma como punto de contacto del ser humano cualquier parte del SPT o malla, la cual tendrá un voltaje de malla en el momento de una falla, en cualquier punto; teniendo en cuenta que la persona estará fuera de la malla y sobre una superficie con una resistividad superficial específica, y tomando el caso mas crítico que sería con las piernas separadas.



V1= Máxima tensión de contacto resultante
R1= Resistencia del suelo en el punto de apoyo 1
R2= Resistencia del suelo en el punto de apoyo 2
Ra= Resistencia del cuerpo de el individuo =1000 Ohm
Rb= Resistencia superficial de el piso debajo de el individuo = 3000

Vmalla= Voltaje de la malla

$$R_b = \frac{R_1 * R_2}{R_1 + R_2}$$

$$V_1 = V_{malla} \left(\frac{R_a}{R_a + R_b} \right)$$

Rb= 4500 Ohm
V1= 161 V

Según RETIE tabla 22 máxima tensión de contacto para un ser humano es:
Máxima tensión de contacto = $\frac{116}{\sqrt{t}}$ [V.c.a.] , Para Ts= 0,15
= 299,51 V

Entonces
V1 < Máxima tensión de contacto permisible
La tensión de contacto CUMPLE para Ts= 0,15

PUESTA A TIERRA DE LOS EQUIPOS

Para la selección de conductores de puesta a tierra de los equipos, se considerará las disposiciones descritas en la Sección 250, Artículo 250-95 y la Tabla 250-95 del Código Eléctrico Colombiano NTC 2050 que dice:

“El calibre de los conductores de puesta a tierra de los equipos, de cobre, aluminio o aluminio recubierto de cobre, no debe ser menor al especificado en la Tabla 250-95 de la NTC 2050.

Cuando se instalen conductores de varios calibres para compensar caídas de tensión, los conductores de puesta a tierra de los equipos, cuando deban instalarse, se deberán ajustar proporcionalmente según su sección transversal. Cuando un conductor sencillo de puesta a tierra de equipos vaya con circuitos múltiples en el mismo conducto o cable, su calibre se debe determinar de acuerdo con el mayor dispositivo de protección contra sobrecorriente que proteja a los conductores del mismo conducto o cable.

Corriente nominal o ajuste máximo del dispositivo automático de protección contra	Sección Transversal	
	Alambre de cobre	Alambre de aluminio o de aluminio revestido de cobre *

sobrecorriente en el circuito antes de los equipos, tubos conduit, etc. (A)	mm2	AWG o kcmil	mm2	AWG o kcmil
15	2,08	14	3,30	12
20	3,30	12	5,25	10
30	5,25	10	8,36	8
40	5,25	10	8,36	8
60	5,25	10	8,36	8
100	8,36	8	13,29	6
200	13,29	6	21,14	4
300	21,14	4	33,62	2
400	26,66	3	42,20	1
500	33,62	2	53,50	1/0
600	42,20	1	67,44	2/0
800	53,50	1/0	85,02	3/0
1.000	67,44	2/0	107,21	4/0
1.200	85,02	3/0	126,67	250 kcmil
1.600	107,21	4/0	177,34	350 kcmil
2.000	126,67	250 kcmil	202,68	400 kcmil
2.500	177,34	350 kcmil	304,02	600 kcmil
3.000	202,68	400 kcmil	304,02	600 kcmil
4.000	253,25	500 kcmil	405,36	800 kcmil
5.000	354,69	700 kcmil	608,04	1.200 kcmil
6.000	405,36	800 kcmil	608,04	1.200 kcmil

* Véanse limitaciones a la instalación en el artículo 250-92. a).

Si el dispositivo de protección contra sobrecorriente consiste en un interruptor automático de circuitos con disparo instantáneo o un protector de un motor contra cortocircuitos, como permite el Artículo 430-52, el calibre del conductor de puesta a tierra de los equipos se puede calcular de acuerdo con la corriente nominal del dispositivo de protección del motor contra sobrecarga, pero no debe ser menor al especificado en la Tabla 250-95.”

Según la tabla 250-94 de la NTC 2050 el calibre mínimo para la conexión del electrodo de puesta a tierra para la sección transversal del conductor de acometida 4/0 THW AWG es el 4 AWG, pero se instalará 2 AWG y 1/0 (ver plano), la puesta del armario de medida se hará a través de un electrodo como el indicado en los planos (varilla de cobre 99% pureza 5/5” 2.4 m) y la malla del sistema de apantallamiento será de calibre 2/0 AWG.

CÁLCULO ECONÓMICO DE CONDUCTORES

El método de selección del conductor económico para redes de baja tensión, consiste en considerar además de la capacidad ampérica del conductor y la caída de tensión a lo largo de este, las pérdidas de potencia, y energía de los conductores durante la vida útil de la instalación. La selección consiste en hacer un balance entre los costos de inversión en el suministro y la instalación de conductores y el valor presente acumulado del costo de pérdidas de potencia y energía a través de los años.

Utilizamos la siguiente fórmula

$$Vp = 0,001 * N * I_0^2 * R * (Kp * Kc^2 + 8760 * Ke * FP) * \sum_{i=1}^n \frac{(1 + j)^{2i}}{(1 + t)^i}$$

Dónde:

V_p : Valor presente de las pérdidas de potencia y energía por kilómetro de red en el año considerado.

N : Número de fases de sistema.

I_o : Corriente pico por fase en 1 año.

R : Resistencia CC del conductor considerado en Ω/km .

K_p : Costo anual marginal de kW de pérdidas de potencia pico, (podemos considerarlo como \$193.000,00). Es el costo que tiene para el operador de red la generación de 1kW de potencia durante un año.

K_c : Factor de coincidencia de la demanda, se sugiere para caso más crítico igual a 1.

K_e : Costo marginal de kWh de pérdidas de energía. Se considera el costo de kWh para el usuario. (Podemos considerar para el cálculo un costo de \$380,00).

FP : Factor de reconocimiento de pérdidas. Se considera en un 27%.

j : Tasa de crecimiento de la demanda. Se considera una de 3%.

Tasa de descuento utilizada para el cálculo del valor presente. Se considera un 12% para el presente cálculo.

i : Año considerado en el estudio.

V_c : Valor comercial del conductor por metro.

M : Mano de obra por metro lineal.

L : Longitud del tramo analizado en metros.

C_{total} : Costo Total.

Para los transformadores se toma el tramo el tramo más crítico que es el ramal principal.

PROCEDIMIENTO

Primero aplicamos la fórmula del Valor presente. Luego, multiplicamos la longitud del cable por el costo de la mano de obra, más la longitud del cable por el costo del mismo, más la longitud del cable por el costo del valor presente. A continuación, se presenta la tabla con el resultado obtenido.

PARAMETROS / CALIBRE CONDUCTOR	CONDUCTOR AWG # 500	CONDUCTOR AWG # 4/0
N:	3	6
Io:	380	230
R:	0,089	0,1015
Kp:	\$ 193.000	\$ 193.000

Kc:	1	1
Ke:	\$ 380	\$ 380
FP:	0,27	0,27
j:	0,03	0,03
t:	0,12	0,12
i:	20	20
n:	8	8
Vp:	\$ 500.090.678	\$ 417.871.997
L:	40	40
Vc:	\$ 87.950	\$ 33.800
M:	\$ 7.500	\$ 4.000
Ctotal:	\$ 23.821.627	\$ 18.226.880

VERIFICACIÓN DE CONDUCTORES

En la verificación de conductores se resumirá el calibre y tipo de conductor seleccionado para cada tramo del proyecto en M.T. y B.T; se compararán los valores de corriente máxima soportada por el conductor seleccionado para cada tramo, y corriente máxima que se podría presentar a través del mismo.

También se incluirá el dato de la capacidad en Amperios de la protección instalada en cada circuito, y el tiempo de disparo en caso de presentarse una falla.

TRAMO	VOLT [V]	LONG [m]	CARGA [kVA]	CORRIEN [A]	CONDUCT Calibre	CORRIENTE MÁX. CONDUCT. [A]	PROTECCIÓN INSTALADA	TIEMPO DE DISPARO
TRAMO 1	13200	227	75	3.28	2 compacta	177	5.2 A	300 seg
TRAMO 2	208	46	75	208.2	4/0	230	225A	5 seg

CÁLCULO MECÁNICO DE ESTRUCTURAS

Se utilizarán estructuras estipuladas en las normas CELSIA y normas locales.

NORMA	DESCRIPCION	VANO MAXIMO	TIPO DE POSTE	CANT
		Trans. Máximo		
NC 711	TRANSFORMADOR	75 kVA	12 m. 1050 kg.	1

COORDINACIÓN DE PROTECCIONES

INTRODUCCIÓN

En el siguiente informe se presentan los cálculos y curvas obtenidas como resultado de las simulaciones en el Software LSPS para cálculo de corrientes de cortocircuito en cada uno de los ramales y barrajes del sistema; además del estudio de coordinación de protecciones donde se evidencia de forma gráfica el comportamiento termomagnético de las curvas asociadas a los diferentes tipos de Interruptores ACB, MCCB y MCB de la marca LS de LG

mediante el software LSPS de este fabricante; el cual se ha seleccionado como referencia para este informe.

El cálculo y coordinación de protecciones se encuentra dentro de las exigencias establecidas por **RETIE 2013 en el artículo 10.1 literal m, como se evidencia a continuación:**

10.1 DISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Toda instalación eléctrica a la que le aplique el RETIE, debe contar con un diseño realizado por un profesional o profesionales legalmente competentes para desarrollar esa actividad. El diseño podrá ser detallado o simplificado según el tipo de instalación.

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.**

Para el cálculo de coordinación de protecciones, se determinan dos zonas de influencia, parte alta y parte baja del transformador, con los datos suministrados por fabricantes de equipos y datos de cálculo. Se realiza un cálculo de coordinación entre las protecciones del transformador tanto por el lado de Media como por el lado de Baja Tensión, basándose en el tiempo de despeje de la falla en cada una de las protecciones. Calculamos los tiempos de despeje de fallas para las condiciones más adversas.

Protección a utilizar en el Primario

Para el primario del transformador calculamos la corriente de corto circuito y encontramos el tiempo de despeje de la falla para un fusible K de acuerdo a la norma CTU-515.

$$I_N = \frac{s}{\sqrt{3} * V} = \frac{75000}{1.732 * 13200} = 3,28 [A]$$

Se requiere utilizar un fusible tipo K de 5,2 [A] para la subestación para el arranque del proyecto.

Protección a utilizar en el Secundario

Para la capacidad de 75kVA del lado del secundario con relación de 208 V del transformador se tiene la siguiente protección para el proyecto.

$$I_N = \frac{P}{V} = \frac{75000}{\sqrt{3} * 208} = 308.2 [A]$$

PROTECCIÓN CONTRA SOBRECORRIENTES

Los equipos de protección contra sobrecorriente deben ser coordinados para asegurar la adecuada operación del sistema. La coordinación de estos equipos es un compromiso entre la máxima protección y la máxima continuidad del servicio; esta coordinación se logra con las siguientes reglas básicas:

A. Evitar que las fallas temporales se conviertan en fallas permanentes.

B. Aislar las fallas permanentes mediante la remoción de la mínima parte del sistema que contenga las líneas o dispositivos fallados.

C. Prevenir el peligro al público mediante el despeje de las líneas en falla.

Dispositivos Contra Sobrecorrientes

Interruptor

El interruptor es un aparato de accionamiento automático localizado en las bahías de línea transformador subestación. Sus funciones de apertura y cierre obedecen a un número ajustado de operaciones, que permiten desenergizar un alimentador en falla. La extinción del arco puede ser por medio de aceite, chorro de aire, gas SF₆ o soplado magnético.

Relés de sobrecorriente

Este tipo de relé está diseñado para operar, cuando fluye por una parte del sistema, una corriente superior a un valor predeterminado permitido. La característica de operación del relé es tal que su tiempo de operación varía inversamente a la magnitud de la corriente. Se pueden encontrar dos tipos básicos de relés de sobrecorriente:

A. Tipo instantáneo: Se utiliza generalmente como protección primaria para complementar la protección con relés de tiempo-sobrecorriente cuando la corriente de falla es sustancialmente mayor que la corriente en condiciones de cortocircuito u otra condición posible. El valor de corriente al cual se fija generalmente la operación de estas unidades es alrededor del 25% por encima de la máxima corriente de cortocircuito trifásico, que puede ocurrir en el extremo de la sección de línea que el relé está protegiendo.

B. Tipo de tiempo de retardo, los tres tipos más comunes son:

- Tiempo inverso
- Tiempo muy inverso
- Tiempo extremadamente inverso

Fusibles

El fusible es un dispositivo no ajustable que sirve para una aplicación específica. Es diseñado para despejar sobrecorrientes, proteger equipo y seccionar; suministra protección contra sobrecarga o contra cortocircuito. Es un elemento básico para la interrupción de corrientes.

El fusible se funde en un tiempo inversamente proporcional a la magnitud de las corrientes de falla. Se instalan dentro de cortocircuitos que pueden ser cerrados y abiertos, con o sin cañuela.

El fusible tiene dos curvas características:

- A. La de mínimo tiempo de fusión, o sea el tiempo entre la iniciación de la corriente de falla y la iniciación del arco.

- B. La de máximo tiempo de despeje, que es el tiempo comprendido entre la iniciación de la corriente de falla y la extinción total del arco.

Los fusibles según el tiempo de despeje de falla se clasifican en los tipos H, K, y T, siendo los tipo H los más rápidos, y los tipo T los más lentos. Se definen las curvas características de tiempo inverso y las capacidades nominales para tres categorías:

- A. Capacidades preferidas: 6, 10, 15, 25, 45, 65, 100, 140, 200 A
B. Capacidades no preferidas: 8, 12, 20, 30, 50, 80 A
C. Capacidades por debajo de 6 A: 1, 2, 3, 5 A

Fusibles Duales

Son fusibles en cuya construcción incorporan dos elementos en serie, unidos por una soldadura (construcción de elemento dual). Los elementos duales le permiten al fusible responder a las mismas bajas temperaturas de fusión que los fusibles de un elemento para sobrecargas prolongadas, a la vez que tienen superior capacidad de soporte de las ondas de choque. La primera parte fusible asume las veces de un fusible convencional que cumplirá las siguientes funciones:

- A. Ser sensible a condiciones de sobrecorriente en el circuito que está protegiendo.
B. Interrumpir la sobrecorriente y resistir la tensión de reposición (TRV) durante y siguiente a la interrupción.
C. Ser capaz de coordinarse con otros dispositivos de protección para minimizar el número de usuarios afectados por su acción.

Para la selección del fusible dual, basta con hallar la corriente primaria del transformador, a tensión nominal, y seleccionar el fusible con el valor obtenido más cercano, lo cual evita los inconvenientes de utilizar factores como en la selección de los fusibles convencionales y permite que el operario utilice el fusible adecuado, ya que corresponde a un valor próximo a la corriente nominal.

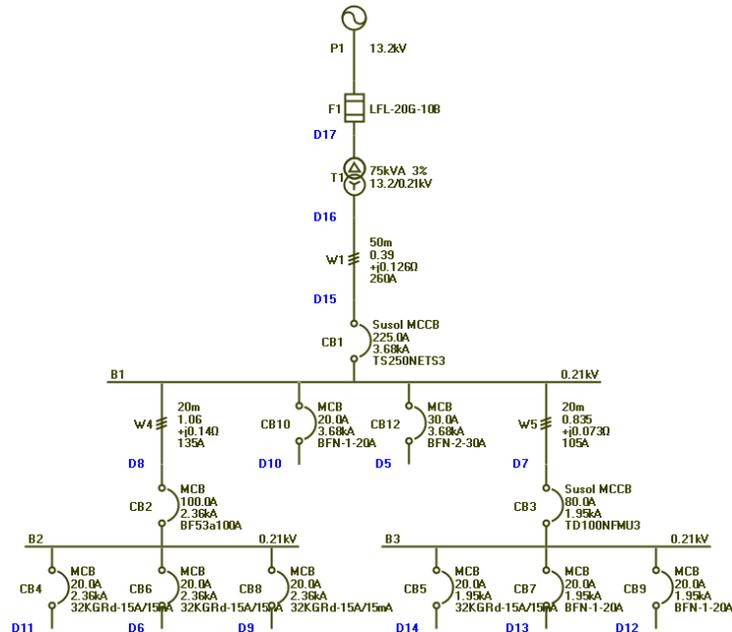
Los valores de la corriente nominal para los fusibles duales son: 0.4 - 0,6 - 0.7 – 1.0 – 1.3 – 1,4 - 2.1 – 3.1– 3.5 – 4,2 - 5.2 –6.3 – 7.0 – 7.8 – 10.4 – 14 – 21 (A).

Para este proyecto, el fusible dual sería de:

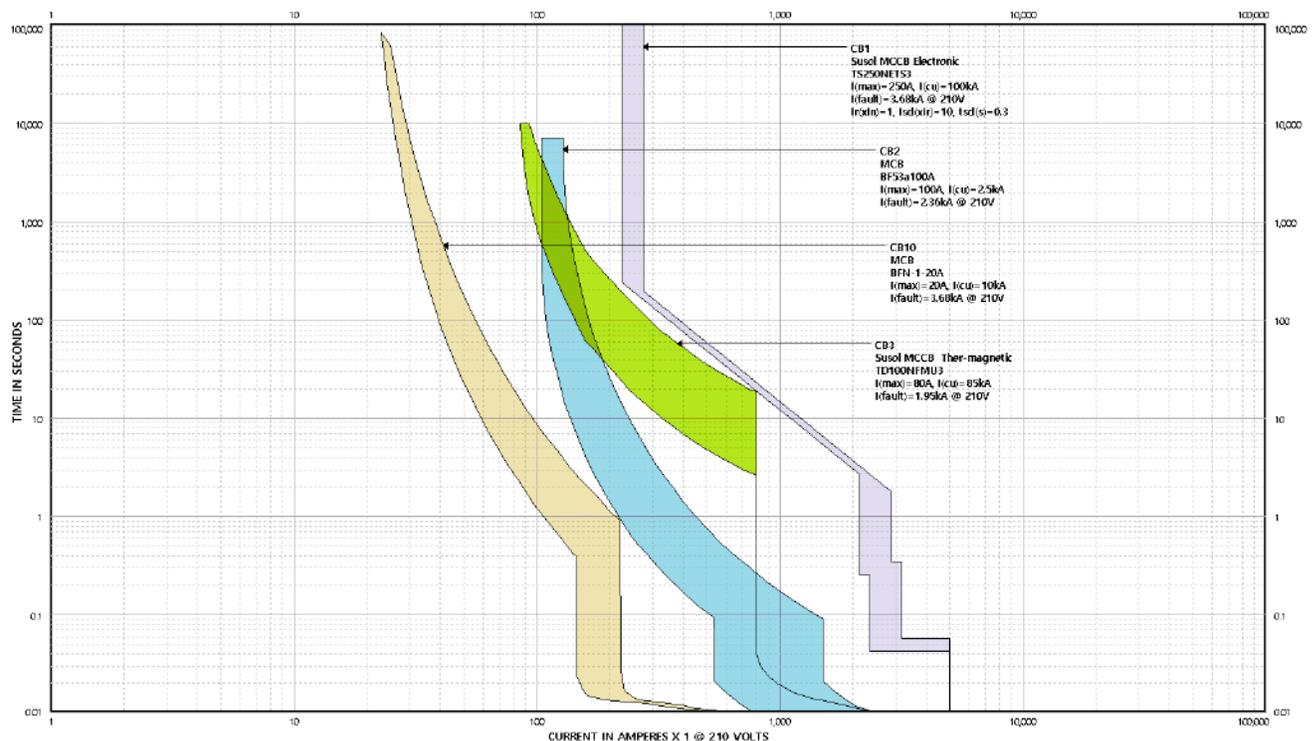
$$I_p = \frac{75000}{1.732 * 13200} = 3.28 [A]$$

Por lo tanto, el fusible recomendado es: 5.2.

1)SIMULACIÓN PARA CÁLCULO DE LOS NIVELES DE CORTOCIRCUITO



2) Comportamiento Termomagnético de las referencias de Interruptores marca LS de LG. Los Interruptores que se muestran a continuación cumplen los niveles de I_{cu} e I_{cs} calculados mediante el software LSPS, y se han escogido como referencia para la coordinación de protecciones exigida por el RETIE 2013 en el artículo 10.1 literal m. A continuación, se muestran los ramales más representativos del proyecto; superponiendo las curvas termomagnéticas de todos los Interruptores presentes en dichos ramales.



3) Selección de la marca de Interruptores y especificaciones técnicas. Como se evidenció en los numerales anteriores; la marca que se seleccionó como referencia desde el diseño para la coordinación de protecciones es **LS de LG**; sin embargo, en caso de que se utilice otra marca diferente; esta debe presentar características técnicas iguales o

superiores y tener un precio en el mercado igual o inferior dicha marca seleccionada para estos cálculos.

Además, debe contar con software de coordinación de protecciones para la adecuada selección de referencias y sus respectivas curvas termomagnéticas; con el fin evidenciar de forma gráfica la asertiva selectividad entre las protecciones de los diferentes ramales del sistema; ya que las curvas y especificaciones técnicas varían entre los diferentes fabricantes.

Aclaración importante: Para efectos de garantizar Alta Confiabilidad y Robustez Técnica de los interruptores seleccionados en el proyecto ante eventuales sobrecargas o cortocircuitos reiterativos en el sistema; todos los Interruptores MCCB fijos hasta 800Amperios, deben garantizar cumplir con las condiciones técnicas que indiquen:

Ics = 100Icu, Ue >= 750Voltios e Uimp >= 8KV; donde bajo Norma IEC60947-2 indican lo siguiente:

- **Ics** (Corriente de corte en servicio) - **Icu** (Capacidad de Ruptura última)
- **Ue** (Tensión de Aislamiento) - **Uimp** (Tensión de Impulso)

INTERRUPTORES TIPO CAJA MOLDEADA (MCCB) HASTA 800A.

Interruptores Caja Moldeada MCCB Fijos hasta 800 Amperios	
<i>Característica técnica</i>	<i>Solicitado</i>
Tensión de Aislamiento Ui (Voltios)	750
Tensión Nominal Ue (Voltios)	690
Máxima Tensión de Pico Uimp (KV)	8
Poder de Corte en Servicio Ics (KA) bajo IEC 60947-2	100% de Icu
Certificaciones y Homologaciones	KS / KEMA / IEC / CE

MiniBreakers Riel Din MCB - hasta 63 Amperios	
<i>Característica técnica</i>	<i>Solicitado</i>
Tensión Nominal Ue (Voltios)	400VAC @50/60HZ
Temperatura ambiente de conformidad a IEC 60898	-5°C to +40°C
Poder de Corte último Icu (KA Sym) @230/400VAC bajo IEC 60898	10KA
Curva característica	Curva B, Curva C, Curva D
Tipo de disparo	Magnético-Térmico
Tipo de terminal	Tipo dual (Túnel & Bornes)
Sección del cable	Cable hasta 25mm ²
Instalación	Montaje en riel DIN de 35mm
Ancho	17.8mm por polo
Durabilidad en operaciones	8000

INTERRUPTORES TIPO ENCHUFABLES HASTA 50A.

Interruptor Enchfable - hasta 50 Amperios	
Característica técnica	Solicitado
Tensión Nominal Ue (Voltios)	1polo 230VAC / 2,3polos 400VAC
Poder de Corte último Icu (KA Sym) @230/400VAC bajo IEC 60947-2	10KA
Curva característica	Curva B, Curva C, Curva D
Tipo de disparo	Magnético-Térmico
Tipo de terminal	Túnel (14 - 6 AWG)
Sección del cable	Cable hasta 25mm ²
Ranura	60mm
Ancho	56mm
Durabilidad en operaciones	10000

OCUPACIÓN DE DUCTOS

El cálculo de ocupación de ductos, se hace según Norma NTC 2050 Tabla C9, aplicando los factores de corrección por agrupamiento y temperatura (tabla 310-16, NTC 2050).

Se calcula la ocupación de ducto del conductor principal, que en este caso es de 3x4/0 AWG + 1x2/0AWG + 1x2AWG.

Ocupacion de ductos						
Cable Monopolar						
Nº	Calibre	Aislante	Cantidad	Diametro* mm	Area por cable mm ²	Total Grupo mm ²
1	4/0	THW 600 V	3	17,46	239,43	718,29
2	2/0	THW 600 V	1	14,66	168,79	168,79
3	2	THW 600 V	1	10,46	85,93	85,93
4	4	TTU 90 (XLPE-PVC) 600 V	0			
5	12	TTU 90 (XLPE-PVC) 600 V	0			
					Area Total	973,02 mm²
Tipo de Ducto: Tubo de PVC Rigido, Sch. 80						
Diametro: 3 Pulgadas						
Diámetro mínimo recomendado 2 1/2 "					Diametro**	72,7 mm
					Area Total	4151,06 mm²
Max. Ocupacion				40,00%	Ocupación	23,44%

CÁLCULOS DE REGULACIÓN Y PÉRDIDAS DE POTENCIA Y ENERGÍA

Las pérdidas de potencia en una línea serán las debidas al efecto Joule causado por la resistencia de la misma.

Para una línea trifásica vendrán dadas por la siguiente expresión:

$$P_p = 3 * R_f * L * I^2$$

Con:

$$P = \sqrt{3} * U * I * \cos\varphi$$

Donde:

R_f : Resistencia del conductor de fase por kilómetro (Ω/km)

L: Longitud de la línea (km)

I: Intensidad de la línea (A)

P_p : Pérdida de potencia (kW)

P: Potencia trifásica transportada por la línea (kW)

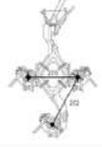
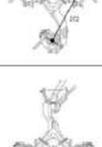
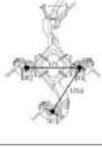
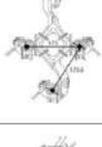
Tensión compuesta (fase-fase) de la línea (V)

$\cos\phi$: Factor de potencia de la carga

El porcentaje de potencia en la línea vendrá dado por el cociente entre la potencia perdida y la potencia transportada:

$$\Delta(\%) = \frac{P_p}{P} * 100 = \frac{3 * R_f * L * I^2}{\sqrt{3} * U * I * \cos\phi} * 100$$

Los valores de la constante de regulación y la resistencia del cable, se obtienen de las tablas de Codensa “Constantes de Regulación de cables MT y BT”.

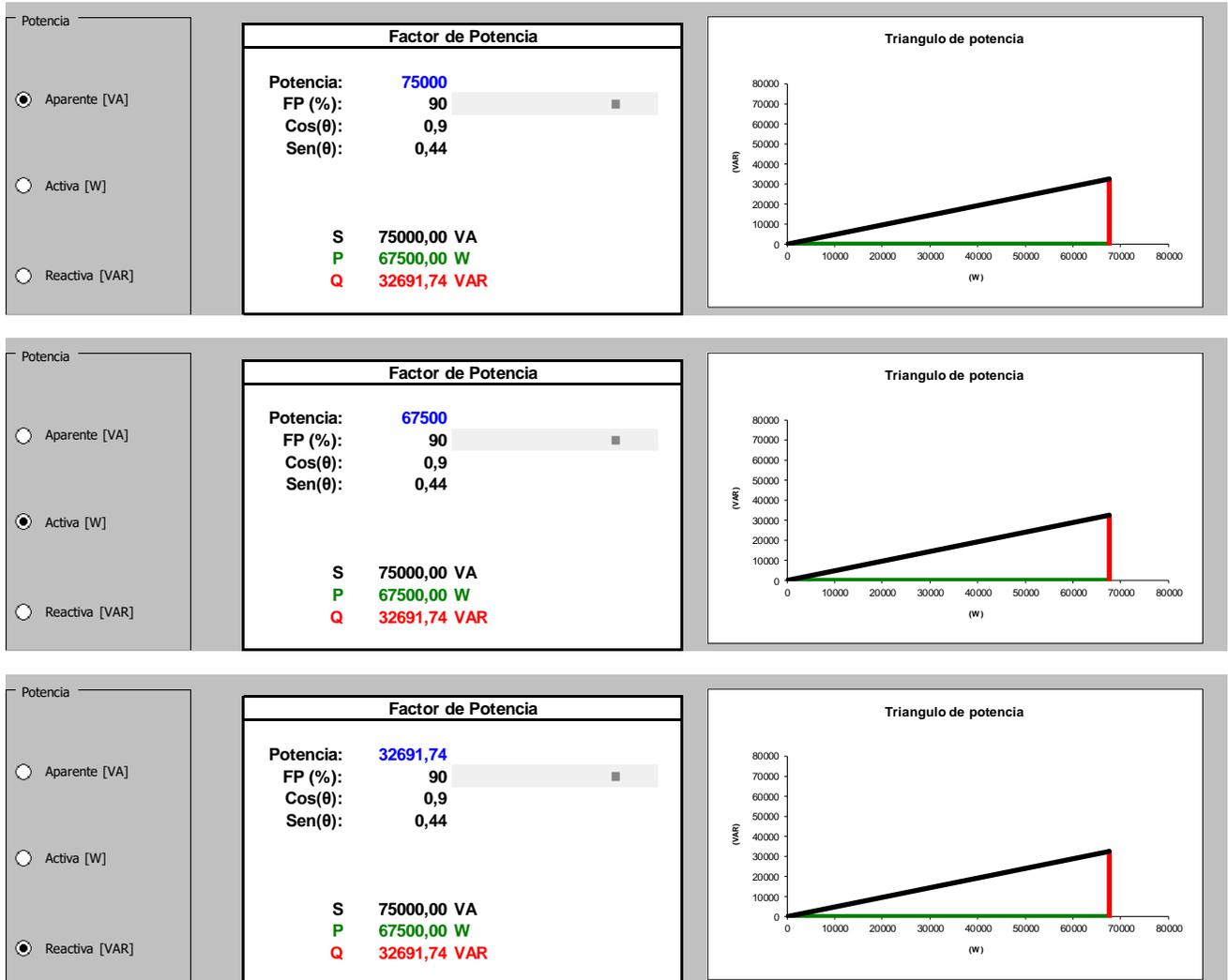
enel			CONSTANTES DE REGULACIÓN							
TIPO	APLIC	CALIBRE mm ²	R Equiv 20°C [Ω / Km]	XL disposición triangular [Ω / Km]	K [% / kVA-m]	In. Aire. [A]	Tensión de Servicio [V]	Material	Sistema	Estructura
AAAC Semiaislado	Red aérea de M.T.	125	0.2351	0.2884	2.83E-08	364	34500	ALUMINIO	3 ϕ , 3 hilos	
		100	0.2939	0.2966	3.31E-08	334	34500	ALUMINIO	3 ϕ , 3 hilos	
		125	0.2351	0.2551	2.48E-07	364	11400	ALUMINIO	3 ϕ , 3 hilos	
		100	0.2939	0.2632	2.92E-07	334	11400	ALUMINIO	3 ϕ , 3 hilos	
		125	0.2351	0.2551	1.85E-07	364	13200	ALUMINIO	3 ϕ , 3 hilos	
		100	0.2939	0.2632	2.18E-07	334	13200	ALUMINIO	3 ϕ , 3 hilos	

Los valores calculados son:

CALCULO DE REGULACIÓN - PERDIDA DE POTENCIA Y ENERGÍA EN MEDIA TENSIÓN																
TRAMOS	LONG. Mts	USUARIOS prop. de calc.	NRO HILOS	mm ² FASE	KVA Dem'usu	CORRIENT E I	DE REGULACIÓN	MOMENTO KVA*LONG	REGULACIÓN PARCIAL	REGULACIÓN TOTAL	% DE PERDIDAS DE POTENCIA			% PERDIDAS DE ENERGÍA W-HORAS(12)		
											R=r*L/1000	Pp=3*I ² *R	%Pp PARCIAL	% Pp TOTAL	% PE PARCIAL	% PE TOTAL
TRAMO A-B	227	1	3	100	75	3.28	2.18000E-07	17025.00	0.0037	0.0037	0.0667153	2.15390025	0.00319087	0.00319087	0.000382904	0.000382904

De tal manera que la regulación acumulada para el transformador de 75kVA hasta la red de Media Tensión será de 0,0037% y habrá una pérdida de potencia del 0,0031% y una pérdida de energía de 0,00038W-hora cada 12 horas se perderá esta energía en M.T.

CÁLCULO TRIANGULO DE POTENCIA



Técnicas para mejorar el factor de potencia

1. Suministrar la potencia reactiva localmente con condensadores o motores sincrónicos.
2. Controlando la potencia reactiva requerida por controladores estáticos.
3. Desconectando motores y transformadores sin carga.

Motivación para corregir factor de potencia

1. Disminuir penalización aplicada al consumo de energía.
2. Liberar capacidad de alimentadores y transformadores.
3. Disminuir pérdidas en alimentadores.
4. Disminuir la caída de tensión en alimentadores.

CLASIFICACIÓN DE ÁREAS (No aplica)

Según IEC la clasificación de zonas peligrosas es así:

La Zona 0 abarca áreas, en las cuales exista la presencia de una atmósfera de gas explosivo de manera permanente o por periodos prolongados.

La Zona 1 abarca áreas en las cuales se puede esperar que exista la presencia de una atmósfera de gas explosivo de manera ocasional o poco frecuente.

La Zona 2 abarca áreas, en las cuales sólo puede esperarse la presencia de una atmósfera de gas explosivo de manera muy poco frecuente constituida por una mezcla de aire con sustancias inflamables en forma de gas, vapor o niebla y si ella genera, existirá por periodos breves únicamente.

En el presente proyecto no se cuenta con áreas peligrosas según esta clasificación.

CONDICIONES DE INSTALACIÓN (DISTANCIAS DE SEGURIDAD (Retie))

Una vez concebida la factibilidad del servicio por parte del operador de Red, se procede con la construcción de la red de media tensión y la subestación, verificando con planeación municipal, que las estructuras a ubicar no invadan propiedad y no tengan problemas de servidumbres, de igual manera se deberán respetar las siguientes distancias de seguridad:

DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD EN ZONAS CON CONSTRUCCIONES		
Descripción	Tensión nominal entre fases (kV)	Distancia (m)
Distancia vertical "a" sobre techos y proyecciones, aplicable solamente a zonas de muy difícil acceso a personas y siempre que el propietario o tenedor de la instalación eléctrica tenga absoluto control tanto de la instalación como de la edificación (Figura 13.1).	44/34,5/33	3,8
	13,8/13,2/11,4/7,6	3,8
	<1	0,45
Distancia horizontal "b" a muros, balcones, salientes, ventanas y diferentes áreas independientemente de la facilidad de accesibilidad de personas. (Figura 13.1)	66/57,5	2,5
	44/34,5/33	2,3
	13,8/13,2/11,4/7,6	2,3
	<1	1,7
Distancia vertical "c" sobre o debajo de balcones o techos de fácil acceso a personas, y sobre techos accesibles a vehículos de máximo 2,45 m de altura. (Figura 13.1)	44/34,5/33	4,1
	13,8/13,2/11,4/7,6	4,1
	<1	3,5
Distancia vertical "d" a carreteras, calles, callejones, zonas peatonales, áreas sujetas a tráfico vehicular. (Figura 13.1) para vehículos de más de 2,45 m de altura.	115/110	6,1
	66/57,5	5,8
	44/34,5/33	5,6
	13,8/13,2/11,4/7,6	5,6
	<1	5

Tabla 13.1 distancias mínimas de seguridad en zonas con construcciones

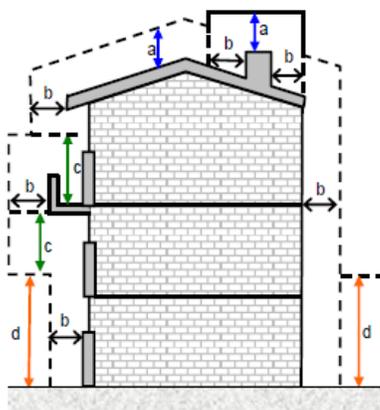


Figura 13.1. Distancias de seguridad en zonas con construcciones

La red de MT va aérea en red compacta y se revisó en planos y fotos, que no hubiera construcciones aledañas y que se respetara distancias de seguridad. La red de BT va subterránea y en cable aislado.

JUSTIFICACIÓN TÉCNICA DE DESVIACIÓN

No se realiza desviación al RETIE ni a la NTC 2050.

MEDIDORES DE ENERGÍA

Los medidores de energía son equipos usados para proporcionar la medida del consumo de energía; existen varios tipos de medidores dependiendo de su construcción, de la energía que mide, de la clase de precisión y de la forma de conexión a la red eléctrica.

Los medidores de energía se ubicarán de forma que sea fácil su acceso para la toma de lectura, por lo tanto, se establece que el equipo de medida este en el exterior del inmueble.

Para este proyecto, que va a tener un transformador de 75kVA, la medición tiene que ser indirecta.

Límites de carga para medición indirecta en BT

Cargas alimentadas con transformador de distribución de uso dedicado y medida en BT: 120/208 V.

No.	Capacidad del transformador KVA	Corriente nominal B.T. (A)	Transformadores de Corriente	Tensiones y corrientes del Medidor	Calibre mínimo de acometida Cobre THW 600V	Capacidad de los conductores (A)
1	45	125	3 x 150/5	3 x 120/208V 5A	3x1/0+1x2/0	150
2	75	208	3 x 200/5	3 x 120/208V 5A	3x4/0+1x4/0	230
3	112,5	312	3 x 300/5	3 x 120/208V 5A	3x500+1x250	380
4	150	416	3 x 400/5	3 x 120/208V 5A	6x4/0+3x4/0	460

ALCANCE DEL TRABAJO

El trabajo comprende el suministro de materiales nuevos, homologados y de primera calidad y que cumplen con las normas respectivas; mano de obra calificada con amplia experiencia en trabajos similares, dirección técnica, equipos y herramientas necesarios para una óptima ejecución, instalación, certificación, pruebas y puesta en funcionamiento DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS, cumpliendo con las cantidades de obra, las especificaciones técnicas, los planos y las normas técnicas nacionales e internacionales vigentes para la ejecución de estas obras.

A continuación, se nombra los criterios tenidos en cuenta para los alcances del trabajo y la realización del presupuesto de la parte eléctrica.

1. NORMAS GENERALES DE CONSTRUCCIÓN

PLANOS

El contratista deberá mantener permanentemente en la obra un juego de planos del proyecto que se utilizará para anotar en ellos los cambios que se presenten y hacer seguimiento del desarrollo de la obra.

El contratista elaborará planos actualizados de acuerdo a la obra ejecutada si es necesario, en la escala adecuada y copia en medio magnética, de las instalaciones eléctricas de acuerdo con las normas y con todos los detalles necesarios.

PREVENCIÓN EN LAS REDES ELECTRICAS EXISTENTES

El contratista debe tomar los cuidados necesarios para que no se presenten daños ni interrupciones del servicio eléctrico en las instalaciones existentes en horas normales de funcionamiento, para conectar salidas nuevas o acometidas a estas instalaciones.

En los puntos obligados en que se requiera hacer cortes o desconexiones de circuitos y se prevea suspensiones del servicio, el contratista fijará en concordancia con la interventoría o dirección de la obra, las fechas y horarios en que se realizarán dichas maniobras.

INSPECCION FINAL Y PRUEBAS

Una vez finalizada la obra, o si es necesario durante el desarrollo de la misma, el contratista hará los ensayos y pruebas que sean necesarios supervisados por la interventoría, para entregar en óptimo funcionamiento las instalaciones y que permitan sea aprobada y recibida por la dirección de la obra.

Las verificaciones y pruebas a realizarse, incluirá, pero no se limitará a las siguientes:

- Verificación de continuidad de todos los conductores de tomas, alumbrado y control.*
- Verificación visual de todas las conexiones de los conductores, incluyendo el alambrado interno de los tableros.*
- Verificación de todos los circuitos de control, para determinar la presencia de posibles cortocircuitos o conexiones a tierra.*

- Verificación del funcionamiento eléctrico de todas las tomas monofásicas, interruptores, luminarias, tableros, y demás aparatos instalados.
- Verificación balanceo de tableros.
- Verificación del nivel del voltaje de neutro a tierra, en tableros, para comprobar que esté en el rango adecuado para la conexión de equipos y aparatos.
- Verificar que se haya aplicado el código de colores en las redes eléctricas.
- Verificar la identificación de los circuitos de los tableros
- La interventoría se reserva el derecho de exigir cualquier prueba, que estime conveniente para el correcto funcionamiento de las instalaciones.

1. ESPECIFICACIONES TECNICAS DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS

ESTANDARES

Las instalaciones eléctricas cumplirán estrictamente con las normas técnicas colombianas e internacionales, así mismo deberán contar con la homologación de la electrificadora local:

- ICONTEC 2050
- RETIE
- RETILAP
- CELSIA
- NEC
- IEEE
- IEC
- ANSI, NEMA
- Las presentes especificaciones, los planos y las recomendaciones que durante el desarrollo de la obra exija la interventoría.

La especificación de materiales, no se deberá cambiar sin la autorización del diseñador o del interventor.

ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES

- Se deberá informar al interventor con suficiente anticipación acerca de la disponibilidad de los materiales para su inspección y aprobación antes de su instalación.

- Los materiales y elementos utilizados en la obra deberán ser nuevos y de la mejor calidad, resistentes a la corrosión, a la temperatura y a los demás agentes atmosféricos tales como: Polvo, lluvia, humedad y elementos básicos ácidos.
- Todos los elementos que presenten la misma función deben ser idénticos en diseño y manufactura, de tal forma que puedan ser intercambiables sin necesidad de ninguna adaptación.
- El contratista debe suministrar, muestras de los materiales y elementos que pretenda instalar en la obra cuando el interventor lo solicite, para someterlas a su aprobación. Los elementos o materiales que no estén de acuerdo con lo establecido en las normas y especificaciones, o su decoración, o color, o no armonicen con la obra, pueden ser rechazados por la interventoría.
- 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 y por consiguiente, este no puede solicitar ampliación del plazo, ni justificar y demorar la fecha de la entrega de la obra por causa del suministro deficiente o inoportuno de los materiales.
- El contratista es responsable del cuidado y buen manejo de los materiales. Para lo cual debe solicitar a la dirección de la obra un lugar para su bodegaje adecuado.
- Los materiales y equipos instalados y entregados a la dirección de la obra, corren por cuenta y riesgo exclusivo de esta. Antes por cuenta y riesgo exclusivo del contratista, quien deberá solicitar la vigilancia que sea necesaria de las instalaciones a la dirección de la obra o a la interventoría.
- Todos los materiales y equipos a suministrar por el contratista deben tener la información técnica precisando las normas ICONTEC o en su defecto las normas internacionales que cumple con sus características de construcción y funcionamiento.

TUBERIA Y ACCESORIOS

- La tubería conduit y su localización se muestra detalladamente en planos. Parte de la tubería ira embebida en las bases, piso o mampostería.
- Los planos muestran en líneas generales la localización aproximada de los equipos y el recorrido de la tubería conduit. Se pueden hacer cambios menores durante el proceso de instalación para que el sistema se adapte a los detalles arquitectónicos y las condiciones estructurales mecánicas de los equipos.
- Se utilizará tubería Conduit norma ICONTEC 979, marca PAVCO, COLMENA, RALCO o de especificaciones similares a las fabricadas por PAVCO, para todos los circuitos de las salidas que estén embebida (tomacorrientes, interruptores, etc.), y las salidas eléctricas que queden a la vista será en tubería EMT de ½" y ¾".

- Estas tuberías deberán estar de acuerdo a los diámetros mostrados en los planos. Un tramo de tubería entre salida y salida, no debe tener más de 3 curvas de 90°.
- Cuando se requieran curvas solamente se permitirá el doblado de acuerdo a las instrucciones del fabricante de la tubería evitándose que el tubo se lastime o sufra reducción en su diámetro interior.
- Las curvas efectuadas en la obra serán hechas de tal forma que el radio mínimo de la curva corresponda mínimo a 6 veces el diámetro del tubo que se está figurando.
- En todo su recorrido la tubería no debe presentar deformaciones ni aplastamientos.
- Toda la tubería que llegue a los tableros y a las cajas de salida, debe llegar en forma perpendicular y en ningún caso en forma diagonal.
- La tubería conduit destinada a las salidas de alumbrado, en aquellas zonas donde exista cielo raso falso, ira sobre puesta en la placa respectiva. Se deberá llevar cada tramo de la tubería paralelo o en ángulo recto a los soportes estructurales o muros adyacentes.
- Toda la tubería que deba quedar incrustada será inspeccionada antes de la fundición de la placa correspondiente con el fin de asegurar su continuidad y correcta instalación.
- La tubería conduit deberá inspeccionar cuidadosamente antes de la instalación de los conductores, para verificar que no existen obstrucciones, soportes inadecuados o flojos, terminales de conexión sueltos u otros defectos que hagan que la instalación no cumpla con estas especificaciones.
- Durante la construcción de todos los extremos de tubería conduit permanecerán sellados con tapones plásticos y con boquillas provistas de discos.
- La tubería se fijará en las cajas de salida y tableros 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.
- Se utilizará limpiador y pegante pvc o similar homologado por Icontec, para la unión de las tuberías se deben utilizar campanas adecuadas.
- Deberá utilizarse conduit flexible donde el conduit rígido sea inadecuado debido a vibración o movimiento, de acuerdo con lo indicado a los planos.
- Se utilizará tubería conduit IMC para toda la tubería que quede a la vista. Los accesorios como curvas, uniones, universales, deberán ser de tipo metálico.

CAJAS PARA SALIDA

Las cajas para salidas se utilizarán de la siguiente forma:

- Cajas PVC de 2x4" (REF. 5800) para todas las salidas de tomas monofásicas dobles e interruptores, que no le lleguen más de 2 tubos PVC de ½ " y/o más de 4 conductores N° 12.

- Cajas PVC de 4x4" (REF. 2400) para salidas con más de 2 tubos o más de 4 conductores N° 12 y se proveerá del correspondiente suplemento.
- Cajas PVC octogonales, 4x1 ½", para salidas de alumbrado, en techo o muro.
- Cajas PVC de 4x4" doble fondo, para salidas especiales (salidas para estufa o motores) y que no están incluidas en los casos anteriores.
- Las cajas de salida que queden a la vista serán metálicas galvanizadas serán fabricadas en lámina COLL ROLLED calibre mínimo N° 20 (espesor de 1,6 mm) y resistentes a la corrosión; deberán estar bien galvanizadas, esmaltadas o recubiertas en forma apropiada tanto por dentro como por fuera la impedir dicha corrosión.
- Las cajas metálicas se fijarán a la línea de tierra por medio de un tornillo. Todas las tapas de las cajas, así como los aparatos que se instalen deberán ser niveladas y a ras con las paredes.

CONDUCTORES

- Cumplirán la norma ICONTEC 1332 - UL83.
- El aislamiento de los conductores para tomas normales será: alambre TW
- El aislamiento de los conductores para calibres 10, 8 y mayores será: THW
- El calibre de los conductores, será de acuerdo con los planos y cantidades de obra, cumpliendo con los términos de referencia, marca CENTELSA o similar calidad.
- Para los circuitos de distribución de tomacorrientes monofásicas normales y alumbrado se utilizará el código de colores para su identificación así:

Blanco = Neutro

Rojo - Amarillo o Azul = Fases

Cobre desnudo No. 12 = Continuidad

Los planos indican el lugar exacto de la ubicación de las salidas de alumbrado.

- Para el alumbrado y los tomacorrientes de la red se utilizará alambre TW No. 12
- Conductores de neutro y tierras superiores al calibre N° 8 deberán quedar marcados en los extremos y en todas las cajas de paso intermedias.
- Todas las derivaciones o empalmes de los conductores deberán quedar dentro de las cajas de salida o de paso y en ningún caso en los ductos. Entre caja y caja los tramos de conductores serán continuos. Las conexiones de los circuitos de alumbrado y tomacorrientes quedarán con doble capa de cinta aislante tipo termoencogible, norma UL o ICONTEC, marca 3M o similar.

- Sin excepción todas las conexiones de conductores cuyos calibres sean superiores al N° 10AWG, se harán mediante bornes terminales o especiales para tal fin.
- La punta de los cables que entran a los tableros de distribución se dejará de suficiente longitud con el fin de que permita una correcta derivación del mismo.

TOMACORRIENTES

Se suministrarán e instalarán para las salidas eléctricas normales, tomacorrientes monofásicos dobles con polo a tierra, con capacidad de 15 amperios a 250 voltios con todos los accesorios, en color blanco o beige, o color según interventoría, marca LEGRAND-LUMINEX, LEVITON (USA) o de similar calidad y condiciones. Estos tomacorrientes serán ubicados a 50 cm del piso terminado, con terminales de tornillo apropiados para el anclaje de los alambres de cobre y se suministrarán completos con sus herrajes, tornillos y tapas correspondientes.

Los tomacorrientes monofásicos en general deben ser dobles con polo a tierra, diseñadas para incrustar, tipo residencial, color marfil, configuración NEMA 5-15 R, 2 polos, 15 amperios, 120 V ca., con terminales de tornillo adecuados para recibir alambres sólidos de cobre calibre No. 12 y 10 AWG.

Deben tener los contactos dobles de escobilla en aleación de cobre, tratados térmicamente, contenidos en caja moldeada de alta resistencia dieléctrica, completos de fijación y placa o tapa.

Los tomacorrientes bifásicos en general deben ser sencillas, de 2 polos, 3 hilos y polo de tierra, 20 y 30 amperios, 208 V ca., configuración NEMA 6-20 R, diseñadas para incrustar, tipo industrial, color marfil, adecuadas para trabajo pesado y suministradas e instaladas completamente con todas sus partes, incluyendo herrajes y placa metálica o tapa.

Los tomacorrientes trifásicos en general deben ser sencillas, de 3 polos, 4 hilos y polo a tierra, 30, 40, 50 y 60 amperios, 208 V, configuración NEMA L, 15-50 R, diseñadas para incrustar, tipo industrial, color marfil, adecuadas para trabajo pesado y suministradas e instaladas completamente con todas sus partes, incluyendo herrajes y placa metálica o tapa.

INTERRUPTORES

Para el control del alumbrado, donde van, se utilizarán interruptores de incrustar, del número de polos según los planos, marca LEGRAND-LUMINEX, en color beige o blanco, según exigencia de interventoría o dirección de la obra.

Los interruptores serán del tipo unipolar, de incrustar, con capacidad para 10 amperios a 250 voltios, ubicados a 1.10m del piso terminado, con terminales de tornillo apropiados para recibir alambres y se instalarán con sus herrajes, tornillos y tapas respectivas.

Esto serán distribuido tal como se especifican en los planos y pueden ser sencillos, dobles, triples, conmutables o tipo pulsador.

1. LUMINARIAS LED

Las luminarias led serán para uso interior de fabricante “Philips” o similar, de 22W 120 V, 60 Hz, o según indique los planos, con grado de protección para los conjuntos eléctricos y ópticos respectivamente.

En el plano se indican las características y localización de estos elementos.

1. EMPALMES

Todos los empalmes y ramificaciones para iluminación y toma corrientes se harán con conectores aislados sin soldar del tipo resorte y las uniones se asegurarán eléctrica y mecánicamente.

No se deben permitir empalmes en ramales a no ser que se hagan en cajas de conexión o accesorios que sean permanentemente accesibles y el alambrado de las instalaciones de alumbrado y tomacorrientes, deberá ser ordenado y bien organizado.

Todos los aparatos deberán quedar nivelados. Los conductores que terminan en los mismos se conectarán en forma rígida de tal manera que se evite el aflojamiento, desconexión y recalentamiento en los puntos de contacto.

En la instalación se deberá asegurar, que todos los elementos queden firmemente fijados de modo que no se aflojen con el uso. Se deberá asegurar también, en las instalaciones en conduit a la vista, que los elementos utilizados para la fijación sean galvanizados en caliente, de modo que, en las zonas húmedas, no faciliten la corrosión de tubería conduit.

2. TABLERO DE DISTRIBUCIÓN RED NORMAL, T-N

– Los tableros para protección y control de las redes eléctricas se encuentran localizados en la subestación y al interior de la construcción, estos deberán ser de marcas y especificaciones homologadas por Icontec o la Empresa de Energía.

– La ubicación de los tableros en este diseño permite acceso permanente al personal calificado de las empresas, sin riesgo de humedad localizado en un lugar seco.

– Los tableros de distribución será trifásico de 24 circuitos, o según cantidad de circuitos especificados en los planos, barrajes a 225A/240V, con puerta, chapa y cerradura, 5 hilos (3 fases + neutro + tierra), que cumpla con las normas UL-67, NTC 3475, NTC 2050 y N.E.C., marca LUMINEX o de similar especificación, con chapa y cerradura, se deberá ubicar marquillas al lado del breaker que controle la iluminación para definir qué tipo de circuito controla.

– Este tablero deberá ser provisto de contactos a presión para un alimentador con ingreso por la pared inferior del tablero.

– La caja deberá ser fabricada en lámina de acero calibre americano no inferior al No. 16 y su ejecución deberá ser tipo clima tropical y aplicado sobre un inhibidor de corrosión.

– Los tableros deberán estar provistos de puerta con manija de accionamiento, llave y puertatarjetero.

Los tableros de distribución eléctrica deberán instalarse de tal forma que su parte inferior este como mínimo a 1.2 m por encima del piso acabado.

– La derivación en estos cálculos dentro del tablero se debe ejecutar de forma ordenada, con los conductores en ángulos rectos de tal forma que quede clara la trayectoria de todos los conductores y posteriormente se puede retirar, arreglar o cambiar cualquiera de las conexiones de los automáticos sin interferir el resto de las conexiones, tal como se indica en los planos.

– Una vez se ha terminado la derivación del tablero, se debe revisar la totalidad de las conexiones y se apretarán los bornes de entrada tornillo de derivación en cada uno de los automáticos, tornillos en el barraje de neutros y conexión de línea a tierra.

– El tablero debe ser empotrado en la pared, en el lugar indicado en los planos y debe quedar a ras con la pared y nivelado.

– Los circuitos de distribución deben ir debidamente identificados y su conexión en el tablero deberá hacerse de acuerdo al cuadro de cargas. En todo caso se debe verificar su balanceo.

Los interruptores deberán tener una capacidad de interrupción de corto circuito mayor o igual, que la capacidad de cortocircuito del barraje del tablero donde se encuentren instalados.

1. BREAKERS

– Los breakers de protección para los circuitos de distribución del tablero de distribución de la red normal, serán del tipo enchufable (QPX), capacidad interruptiva 10KA a 120/240 V, que cumplan con las normas IEC 898 y NTC 2116. El número de polos y amperajes será de acuerdo a las memorias y planos eléctricos. El tablero será marca LUMINEX, GENERAL ELECTRIC o de igual calidad.

– La capacidad y ubicación de estos breakers depende del circuito a alimentar, en el presente diseño se calcularon breaker de 15 A, ubicados dentro del tablero de distribución tal como lo indica el diagrama de conexión del mismo.

– Es de suma importancia ubicar estos breaker tal como se indica en el diagrama, ya que de ello depende que la instalación eléctrica general se encuentre balanceada en sus 3 fases (R-S-T).

– Todos los aparatos deberán quedar nivelados. Los conductores que terminan en los mismos se conectarán en forma rígida de tal manera que se evite el aflojamiento, desconexión y recalentamiento en los puntos de contacto.

– En la instalación se deberá asegurar, que todos los elementos queden firmemente fijados de modo que no se aflojen con el uso. Se deberá asegurar también, en las instalaciones en conduit a la vista, que los elementos utilizados para la fijación sean galvanizados en caliente, de modo que, en las zonas húmedas, no faciliten la corrosión de tubería conduit.

2. POLO A TIERRA

Cada tablero de distribución se aterrizará con una varilla de cobre puro de 5/8" x 1,80 mts, soldadura exotérmica tipo CADWELD para la unión varilla-cable.

1. ALTURA DE MONTAJE

La altura de montaje de aparatos y materiales, por encima del piso acabado, son las siguientes:

- Interruptores: 1,20 metros
- Tomacorrientes de pared: 30 cms.
- Tomas en cafetería y baños: 1,10 metros
- Tableros de distribución: 1,20 a 1,40 metros
- Lámpara tipo aplique en muro: 30 cms abajo del techo
- Canaleta: Por encima del guarda escoba si lleva o 4 cms por encima del piso

2. ESPECIFICACIONES ESPECIALES:

1. SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

Alimentación en cable de cobre teniendo en cuenta las resistencias máximas especificadas a continuación:

Utilización	Ohmios
Acometida media tensión	10.00
Subestación eléctrica	5.00
Tableros de baja tensión.	30.00
Tableros de automáticos	30.00

Todas las varillas de puesta a tierra llevarán empalmes soldados exotérmicamente con molde de grafito tipo "Cadweld" que garanticen contacto sólido y permanente de las partes y se alojarán en fosos de inspección terminados en tapas superficiales en rejillas de aluminio de 6" de diámetro que permitan su mantenimiento permanente.

Cuando en primera instancia no se logre la impedancia máxima indicada en cada caso, se podrá mejorar ésta mediante la instalación de contrapesos o tratamientos con elementos minerales (no orgánicos).

La puesta a tierra de referencia se llevará en conductores aislados según los calibres indicados en cada caso particular, conectados a barrajes aislados de cobre en tableros, cajas de derivación o paso, cajas de inspección, de donde se derivará a las salidas que requieran la conexión.

Los conductores de continuidad de puesta a tierra se fijarán directamente a todos los elementos metálicos de tal manera que se garantice un camino de baja resistencia hasta la malla de puesta a tierra.

3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Se puede observar según lo previamente evidenciado que el proyecto cumple con los niveles de iluminación requeridos para diseño de interiores. Esto se encuentra mencionado en el RETILAP capítulo 410.1.
- Se proyecta la implementación de una puesta a tierra para el respectivo transformador tipo poste.
- Se recomienda tener muy en cuenta el sistema de puesta a tierra del proyecto, revisión de resistividad y resistencia del terreno, continuidad de este sistema de puesta a tierra con la estructura y programación del mantenimiento de la misma.
- En el proceso de ejecución de la obra, se debe tener en cuenta todo lo que exige el RETIE como el código de colores, el rotulado de los circuitos de los tableros de distribución y tomacorrientes, altura de montaje, etc.
- Se afirma que mientras se cambie el posicionamiento de las luminarias o la cantidad de estas, los niveles de iluminación no se verán respaldado por el estudio fotométrico lo cual genera alteraciones en el cumplimiento del RETILAP.
- Se recomienda tener muy en cuenta el uso de las estructuras de baja tensión, su aplicación y correcta instalación con el fin de ofrecer un servicio de calidad para los usuarios de las mismas.



ANEXOS

DI-BUENAVENTURA													
TABLERO	LOCALIZACIÓN	CARGA INSTALADA VA	CORRIENTE DEMANDA Amp	FASES		CONDUCTOR AWG = COBRE		LONG. MTS.	REGUL. PARC.		CAIDA DE TENSION		
				No.	CAL.	Cap. Cort Amp	Res 25°C Ohm/km		%	Vin	VII		
TD-DI-PISO 2	TN	8514	23,63	3	No. 2	4	115	0,553	10	0,11	119,87	207,77	
TD-DI-REGULADA PISO 3	TN	10320	28,65	3	No. 8	8	50	2,162	30	1,55	118,14	204,78	
TD-AA-PISO 2	TN	26980	74,89	3	No. 4	4	85	0,883	10	0,55	119,34	206,85	
TD-DI-PISO 3	TN	23625	65,58	3	No. 4	4	85	0,883	20	0,96	118,84	205,99	
GENERAL DE DISTRIBUCIÓN	ACOMETIDA B.T.	70949	197,17	3	No. 4/0	No. 2/0	230	0,172	50	1,41	118,31	205,06	