CÓDIGO OBRA

DISEÑO DEL PROYECTO

DISEÑO DEL SISTEMA ELÉCTRICO, PROYECTO INSTITUCIÓN EDUCATIVA SIMÓN BOLIVAR

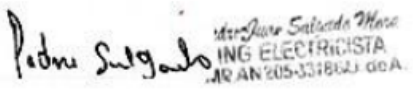
PROYECTISTA
PEDRO JUAN SALGADO MORA
M.P. AN205-33186

FECHA: 16 DE DICIEMBRE 2025

MODIFICACIONES RESPECTO A LA EDICIÓN ANTERIOR

Edición.	Modificación.	fecha
V 0.0	Proyecto Específico	16/12/2025

Siglas de Responsables y Fechas de las Ediciones.					
Edición	Objeto e Ed.	Elaborado por:	Fecha Elb.	Revisó:	Fecha Rev.
V 0.0	Proyecto Específico	0	16/12/2025		

Elaborado Por: PEDRO JUAN SALGADO MORA M.P. AN205-33186	Revisado Por:
 FIRMA 0	FIRMA M.P.:

INDICE

1 Memoria

1.2 **Memoria descriptiva**

1.1.1 Preambulo

1.1.2 Peticionario y Objeto

1.1.3 Emplazamiento

1.1.4 Descripción de la instalación

1.1.4.1. Circuito (s) Origen de MT

1.1.4.2. Instalación de MT

1.1.4.3. Instalación de BT

1.1.4.4. Instalación CT

1.1.4.5. Equipos de medida

1.2 Cálculos justificativos

1.2.1 Cálculos Eléctricos: Regulación y Capacidad

1.2.1.1. Análisis y cuadros de cargas iniciales y futuras, incluyendo análisis de factor de potencia y armónicos.

1.2.1.2. Análisis del nivel tensión requerido.

1.2.1.3. Cálculos de regulación MT y BT.

1.2.1.4. Cálculo de transformadores incluyendo los efectos de los armónicos y factor de potencia en la carga

1.2.1.5. Cálculo económico de conductores, teniendo en cuenta todos los factores de pérdidas, las cargas resultantes y los costos de la energía.

1.2.1.6. Cálculos de canalizaciones (tubo, ductos, canaletas y electroductos) y volumen de encerramientos (cajas, tableros, conduletas, etc.).

1.2.1.7. Cálculos de pérdidas de energía, teniendo en cuenta los efectos de armónicos y factor de potencia.

1.2.2 Cálculos Eléctricos: Cortocircuito, Protecciones y PT

1.2.2.1. Análisis de cortocircuito y falla a tierra.

1.2.2.2. 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.

1.2.2.3. Verificación de los conductores, teniendo en cuenta el tiempo de disparo de los interruptores, la corriente de cortocircuito de la red y la capacidad de corriente del conductor de acuerdo con la norma IEC 60909, IEEE 242, capítulo 9 o equivalente

1.2.2.4. Calculo de puesta a tierra y estudio de resistividad.

1.2.3 Cálculos Eléctricos: Aislamiento, y protección contra Rayos, Riesgo eléctrico.

1.2.3.1. Análisis de coordinación de aislamiento eléctrico.

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

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

1.2.3.4. Cálculo de campos electromagnéticos para asegurar que en espacios destinados a actividades rutinarias de las personas, no se superen los límites de exposición definidos en la Tabla 14.1 del RETIE.

1.2.3.5. Clasificación de áreas.

1.2.4 Cálculos mecánicos

1.2.4.1. Datos de la Red

1.2.4.2. Cálculos mecánicos De Conductores

1.2.4.3. Cálculos mecánicos De Postes Autosoportados.

1.2.4.4. Cálculos mecánicos De Postes Con Retenida.

1.2.4.5. Calculo mecánico de cimentaciones y estudio de suelos

2. Planos

2.1. Plano planta, de situación y emplazamiento.

2.2. Planos De Detalle para validar distancias de seguridad.

2.3. Diagramas Unifilares.

3. Anexos

3.1. Copia de Cédula de Ciudadanía.

3.2. Copia de Tarjeta Profesional.

3.3. Para proyectos específicos de redes abiertas o subterráneas se debe presentar el documento de aprobación del diseño del alumbrado público por parte del Municipio y /o Concesión.

1. Memoria

1.1 Memoria descriptiva

1.1.1. Preámbulo

El presente proyecto se ajusta a lo solicitado por el RETIE y a lo especificado en los proyectos tipos de CARIBEMAR DE LA COSTA S.A E.S.P. Según aplique:

	Aplica	No aplica
Líneas aéreas de media tensión desnuda.		x
Líneas aéreas de baja tensión.	x	
Centro de transformación tipo poste.	x	
Líneas aéreas de media tensión forradas.	x	
Líneas Subterráneas de Media y Baja Tensión.	x	

1.1.2. Peticionario y Objeto

Cliente/Dueño del proyecto:

NOMBRE COMPLETO DEL CLIENTE/DUEÑO DEL PROYECTO:

MUNICIPIO DE PLANETA RICA

CÉDULA/NIT DEL CLIENTE/DUEÑO DEL PROYECTO:

CORREO ELECTRÓNICO DEL CLIENTE/DUEÑO DEL PROYECTO:

TELÉFONO FIJO Y TELÉFONO CELULAR DEL CLIENTE/DUEÑO DEL PROYECTO:

Promotor:

NOMBRE COMPLETO DEL PROMOTOR:

CÉDULA/NIT DEL PROMOTOR:

DIRECCIÓN DEL PROMOTOR:

CORREO ELECTRÓNICO DEL PROMOTOR:

TELÉFONO FIJO Y TELÉFONO CELULAR DEL DISEÑADOR:

Diseñador:

NOMBRE COMPLETO DEL DISEÑADOR: **0**

CÉDULA/NIT DEL DISEÑADOR: **0**

CORREO ELECTRÓNICO DEL DISEÑADOR: **0**

TELÉFONO FIJO Y TELÉFONO CELULAR DEL DISEÑADOR: **0**

El objeto del presente documento es la obtención de las autorizaciones administrativas de la conexión del proyecto eléctrico a la red operada por CARIBEMAR DE LA COSTA S.A E.S.P.

1.1.3. Emplazamiento

En la siguiente tabla se incluye la localización geográfica del proyecto y su categorización según Proyectos Tipo.

Departamento:	CÓRDOBA
Municipio:	PLANETA RICA
Localidad:	
Zona:	A
Área:	URBANA
Contaminación:	CONTAMINACION NORMAL

1.1.4. Descripción de la instalación

1.1.4.1. Circuito(s) Origen de MT: (Circuito aprobado en la factibilidad vigente del proyecto eléctrico).

1.1.4.2. Instalación de MT:

DESCRIPCION	CARACTERÍSTICA
Tensión nominal de diseño (kV)	**13,2**
Potencia máxima de transporte (kVA)	**112,5**
Conductor(es)	**2x ACSR No. 1/0**
N° Circuitos	**PLANETA RICA S/E**
Origen	**ESTRUCTURA FL 12/1030 321**
Final	**TRANSFORMADOR TIPO POSTE**
Longitud Red Aérea (km)	**0,19**
Longitud Red Subterránea (km)	**No aplica**

1.1.4.3. Instalación de BT:

DESCRIPCION	CARACTERÍSTICA
Tensión nominal de diseño (V)	**208-120**
Conductores	**2 x (3 x No. 4/0 Cu THHN (F) + 1xNo. 4/0 (N) + 1 x No. 1/0 (T)) THWN**
Configuración de la línea de B.T	**No aplica**
Número de clientes/Tipo	**1/ Particular**
Longitud Red Aérea (km)	**No aplica**
Longitud Red Subterránea (km)	**0,01**

1.1.4.4. Instalación CT:

DESCRIPCION	UNIDADES	VALOR
Potencia	**Kva**	**112,5**
Sistema	**2F**	
Aislante	**Resina epoxica**	
Tensiones	**Vp**	13200
	Vs	240/120
Tipo de transformador	(seco, pad mounted, tipo poste o convencional)	
Grupo de conexión	P.e: Dyn5	
Temperatura de aceite	**°C**	65
Temperatura de devanados	**°C**	55
Bil	**kV**	95
Uz	**%**	6

1.1.4.5. Equipos de medida (Tener presente RES CREG 038 de 2014):

DESCRIPCION	UNIDADES	VALOR
Tipo de Medida		Semidirecta
Tensión de servicio	**V**	208-120
Corriente de servicio	**A**	5
Clase de precisión		n/a
Transformadores de Medida		
Relación de transformación (TC´s)	**A**	300:5.
Relación de transformación (TP´s)	**V**	
Tipo		n/a
Clase de precisión	n/a	

1.2 Cálculos justificativos

1.2.1. Cálculos Eléctricos: Regulación y Capacidad.

1.2.1.1. Análisis y cuadros de cargas iniciales y futuras, incluyendo análisis de factor de potencia y armónicos.

Aplica:	X	No aplica:	

Justificación:	No aplica el analisis de armonicos ya que la instalación no se ubican cargas de alta incidencia de armónicos y el factor de potencia esta predefinido.

1.2.1.2. Análisis del nivel tensión requerido.

Aplica:	x	No aplica:	

Justificación:	Se realizó analisis de nivel de tensión (ver hoja anexa).

1.2.1.3. Cálculos de regulación MT y BT.

Aplica:	x	No aplica:	

Justificación:	Se realizó análisis de regulación para la alimentación principal y sus derivadas. (ver hoja anexa).

1.2.1.4. Cálculo de transformadores incluyendo los efectos de los armónicos y factor de potencia en la carga

Aplica:	x	No aplica:	

Justificación:	Se realizó calculo de transformador (ver hoja anexa).

1.2.1.5. Cálculo económico de conductores, teniendo en cuenta todos los factores de pérdidas, las cargas resultantes y los costos de la energía.

Aplica:	x	No aplica:	

Justificación:	Se realizó análisis para la alimentación principal y sus derivadas (ver hoja anexa).

1.2.1.6. Cálculos de canalizaciones (tubo, ductos, canaletas y electroductos) y volumen de encerramientos (cajas, tableros, conduletas, etc.).

Aplica:	x	No aplica:	

Justificación:	Se realizó análisis para la alimentación principal y sus derivadas (ver hoja anexa).

1.2 Cálculos justificativos

1.2.1.7. Cálculos de pérdidas de energía, teniendo en cuenta los efectos de armónicos y factor de potencia.

Aplica:		**No aplica:**	x

Justificación:	Según el tipo de instalación son cargas resistivas

1.2.2. Cálculos Eléctricos: Cortocircuito, Protecciones y PT.

1.2.2.1. Análisis de cortocircuito y falla a tierra.

Aplica:	x	**No aplica:**	

Justificación:	Se realizó análisis en MT y BT (ver hoja anexa).

1.2.2.2. 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.

Aplica:	x	**No aplica:**	

Justificación:	Se realizó análisis en MT y BT (ver hoja anexa).

1.2.2.3. Verificación de los conductores, teniendo en cuenta el tiempo de disparo de los interruptores, la corriente de cortocircuito de la red y la capacidad de corriente del conductor de acuerdo con la norma IEC 60909, IEEE 242, capítulo 9 o equivalente

Aplica:	x	**No aplica:**	

Justificación:	Se realizó análisis en MT y BT (ver hoja anexa).

1.2.2.4. Cálculo de puesta a tierra y estudio de resistividad.

Aplica:	x	**No aplica:**	

Justificación:	Se realizó cuadro de parámetros y resultados según la norma IEEE80 en el caso de puestas a tierra en mallas y para el caso de varillas análisis especial para validar los requisitos del RETIE.

1.2 Cálculos justificativos

1.2.3. Cálculos Eléctricos: Aislamiento, y protección contra Rayos, Riesgo eléctrico.

1.2.3.1. Análisis de coordinación de aislamiento eléctrico.

Aplica:	x	**No aplica:**	

Justificación:	Se realizó análisis en MT (ver hoja anexa).

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

Aplica:	x	**No aplica:**	

Justificación:	Se realizó análisis (ver hoja anexa).

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

Aplica:	x	**No aplica:**	

Justificación:	Se realizó análisis (ver hoja anexa).

1.2.3.4. Cálculo de campos electromagnéticos para asegurar que en espacios destinados a actividades rutinarias de las personas, no se superen los límites de exposición definidos en la Tabla 14.1 del RETIE.

Aplica:		**No aplica:**	x

Justificación:	No hay líneas o subestaciones de tensión superior a 57,5 kV, en zonas donde se tengan en las cercanías edificaciones ya construidas, por lo tanto no se necesita un análisis del campo electromagnético en los lugares donde se vaya a tener la presencia de personas.

1.2.3.5. Clasificación de áreas.

Aplica:		**No aplica:**	x

Justificación:	Se realizó análisis (ver hoja anexa).

1.2.3.6. Especificaciones de construcción complementarias a los planos, incluyendo las de tipo técnico de equipos y materiales y sus condiciones particulares.

Aplica:		**No aplica:**	x

Justificación:	Los detalles se encuentran predefinidos en el plano general.

1.2 Cálculos justificativos

1.2.3.7. Justificación técnica de desviación de la NTC 2050 cuando sea permitido, siempre y cuando no comprometa la seguridad de las personas o de la instalación.

Aplica:		**No aplica:**	x

Justificación:	No aplica no es necesario.

1.2.3.8. Los demás estudios que el tipo de instalación requiera para su correcta y segura operación, tales como condiciones sísmicas, acústicas, mecánicas o térmicas.

Aplica:		**No aplica:**	x

Justificación:	No aplica no es necesario.

1.2.3.9. Cálculo mecánico de estructuras y de elementos de sujeción de equipos.

Aplica:	x	**No aplica:**	

Justificación:	Se realizó análisis (ver hoja anexa).

1.2.3.10. Distancias de seguridad requeridas

Aplica:	X	**No aplica:**	

Justificación:	Se establecen las distancias en hojas anexas

1.2.1.1. ANALISIS DE CARGA

Las cargas a usar en este proyecto son:
- Cargas de iluminación de baja potencia.
- Tomacorrientes de variado uso.

Iluminación exterior / interior

Dentro de las cagas esxisten no existen cargas que podrían aportar armónicos en una cantidad importante.

Si hacemos un análisis de armónicos siguiendo la noma de la IEEE592-92 tenemos que de acuerdo al diagrama de flujo siguiente podemos lograr una aproximación adecuada, en el cuadro siguiente se muestran los limites armónicos según la IEEE592

IEEE519
Límites de la distorsión armónica en corriente en la acometida

I_{cc}/I_L	TDD	h<11	11≤h<17	17≤h<23	23≤h<35	h≥35
$V_n \leq 69$ kV						
<20	5.0%	4.0%	2.0%	1.5%	0.6%	0.3%
20-50	8.0%	7.0%	3.5%	2.5%	1.0%	0.5%
50-100	12.0%	10.0%	4.5%	4.0%	1.5%	0.7%
100-1000	15.0%	12.0%	5.5%	5.0%	2.0%	1.0%
>1000	20.0%	15.0%	7.0%	6.0%	2.5%	1.4%

CONCLUSIONES.

Para tratar el problema de armónicos se toman valores de peso armónico en cada una de las cargas y se valoran en los cuadros de carga (incluido en los planos), lo que conlleva a tener en cuenta las mayores corrientes que se puedan presentar en las redes y por lo tanto se calculan calibres de conductores de acuerdo a estos valores. Es de anotar que este método de cálculo no soluciona el problema de armónicos, aunque sí previene su impacto con el dimensionamiento adecuado de los conductores.

1.2.1.1. CUADROS DE CARGA

TABLERO GENERAL TPPAL- MONOFÁSICO, 240-120 V

DESTINO: **SUBESTACIÓN - TRANSFORMADOR PROYECTADO** | VOLTAJE: **240-120** Voltios

TABLERO: **GENERAL CONTROL CARGAS DE ILUMINACIÓN** | FASES: **2** | FASES: L1 - L2

TIPO DE CARGA	FASES L1	FASES L2	INTERRUP. POLO	INTERRUP. AMP.	CONDUCTOR	CTO. No.	TABLERO GENERAL	CTO. No.	CONDUCTOR	INTERRUP. AMP.	INTERRUP. POLO	FASES L1	FASES L2	TIPO DE CARGA
TABLERO DISTRIBUCIÓN BLOQUE A TD-BA	6.450		2	70	3 xNo.4 (2F +1N) + 1 x No. 6 (T) THHN	1		2	3 xNo.6 (2F +1N) + 1 x No. 8 (T) THHN	15	2	5.625		TABLERO DISTRIBUCIÓN BLOQUE B TD-BB
		6.528				3		4					5.625	
TABLERO DISTRIBUCIÓN BLOQUE C TD-BC	5.877		2	60	3 xNo.6 (2F +1N) + 1 x No. 8 (T) THHN	5		6	3 xNo.4 (2F +1N) + 1 x No. 6 (T) THHN	150	2	8.956		TABLERO DISTRIBUCIÓN BLOQUE D TD-BD
		5.877				7		8					6.850	
TABLERO DISTRIBUCIÓN BLOQUE E TD-BE	7.326		2	150	3 xNo.2 (2F +1N) + 1 x No. 6 (T) THHN	9		10	3 xNo.10 (2F +1N) + 1 x No. 12 (T) THHN			3.000		TABLERO CUARTO BOMBAS DE AGUA 1.5HP
		6.732				11		12					3.000	
TABLERO DISTRIBUCIÓN CANCHA CUBIERTA	3.000		2	32	3 xNo.8 (2F +1N) + 1 x No. 10 (T) THHN	9		10						RESERVA
		3.000				11		12						

22.653	22.137	TOTAL 1
17.581	15.475	TOTAL 2
40.234	37.612	TOTAL 1+2
	1.000	RESERVA
	78.846	**TOTAL VA**

TOTAL 2 | 17.581 | 15.475 |

TEMPERATURA AMBIENTE = 40

1.2.1.2. ANALISIS DEL NIVEL DE TENSIÓN REQUERIDO

Acorde con la normativa de construcción de redes de baja tensión y acometidas de la empresa comercializadora de energia, se establece que para cargas alimentadas, el nivel de tensión en baja tensión (BT requerida se pueden conectar los equipos directamente a la red.

Para determinar el nivel de tensión de conexión de una carga, se utilizaron caracterizaciones de demanda típicas y se efectuaron flujos de carga sucesivos para los niveles de tensión en media tensión (BT) y según las configuraciones típicas de la red, estableciendo la máxima potencia que puede ser atendida por los circuitos de media tensión del operador de red.

Es de anotar que en estos análisis se verifica que las variables eléctricas estén dentro de los límites de capacidad máxima de corriente y regulación de tensión. Para cargas con potencia demandada mayor a la carga máxima a conectar en nivel de tensión de alta tensión (AT) y extra alta tensión (EAT). Al aplicar la metodología descrita se obtienen resultados para varios escenarios de análisis eléctricos considerando longitudes del alimentador, carga demandada, corriente, pérdidas y regulación de tensión.

Acontinuación se relacionan los niveles de tensión y se escoge el que aplica al proyecto:

	Baja Tensión (BT):	X	Los de tensión nominal mayor o igual a 25 V y menor o igual a 1000 V.
	Media tensión (MT):	X	Los de tensión nominal superior a 1000 V e inferior a 57,5 kV.
	Alta tensión (AT):		Tensiones mayores o iguales a 57,5 kV y menores o iguales a 230 kV.
	Extra alta tensión (EAT):		Corresponde a tensiones superiores a 230 kV.
JUSTIFICACION:		SE REQUEIRE NIVEL DE TENSIÓN (BT), y (MT), YA QUE EL PROYECTO NECESITA TENSION A 240-120V PARA LOS EQUIPOS Y NIVEL II PORQUE NECESITA LA INSTALACION DE UN TRANSFORMADOR A 13,2KV	

1.2.1.3. CALCULO DE REGULACION EN MEDIA Y BAJA TENSION

1.2.1.3.1 CALCULO REGULACION EN MEDIA TENSION

Tramo	L(km)	# de hilos	Calibre	P (KVA)	M (PxL)	ΔU%	ΔU Total	ΔP %	ΔP Total
0 - CT1	0,19	2	1/0	112,5	21,375	0,02370	0,02370	0,02171594	0,02171594

RESUMEN REGULACIÓN Y PERDIDAS POR ALIMENTADOR	
MAXIMA CAIDA DE TENSIÓN CALCULADA (%)	**0,023705**
MAXIMA PERDIDA DE POTENCIA CALCULADA (%)	**0,021716**

1.2.1.3.2 CALCULO DE REGULACION EN BAJA TENSION — Temp. Conductor 75°C — Correc. temp. 36-40

Tramo	Ident.	No. de Fases	Voltaje (V)	Potencia (kW)	F.P CosØ	Fact. de Div.	Long. cto mts	Calib. Fase AWG	No. Cond. Fase	C/te Nom. C. (A)	C/te Factor seguridad	Corrte. Cond. (A)	Tipo conductor	Tipo Conduit	% Reg. Pacial	% Reg. Total	Prot. Cal. (A)	Canal Tubo pulg.	Calib. Neutro AWG	Calib. Tierra AWG
CT - TPPAL	**TD1**	**3**	208	78,85	0,9	1	19,00	**4/0 awg**	**2**	243,18	303,97	418,6	Cu	IMC	1,08	1,08	3x350	1 x 3 "	1xNo.4/0 awg	1/0
TABLERO DISTRIBUCIÓN BLOQUE A TD-BA	**TD2**	**2**	240	12,98	0,9	1	22,00	**4 awg**	**1**	60,08	75,10	77,35	Cu	PVC	1,20	1,20	2x70	1 x 1 1/2"	1xNo.4 awg	6
TABLERO DISTRIBUCIÓN BLOQUE B TD-BB	**TD3**	**2**	240	11,25	0,9	1	32,00	**6 awg**	**1**	52,08	65,10	59,15	Cu	PVC	2,34	2,34	2x60	1x 1 1/2"	1xNo.6 awg	8
TABLERO DISTRIBUCIÓN BLOQUE C TD-BC	**TD4**	**2**	240	11,75	0,9	1	38,00	**6 awg**	**1**	54,42	68,02	59,15	Cu	PVC	2,90	2,90	2x60	1 x 1 1/2"	1xNo.6 awg	8
TABLERO DISTRIBUCIÓN BLOQUE D TD-BD	**TD5**	**2**	240	15,81	0,9	1	55,00	**2 awg**	**1**	73,18	91,47	104,65	Cu	PVC	2,31	2,31	2x80	1 x 1 1/2"	1xNo.2 awg	6
TABLERO DISTRIBUCIÓN BLOQUE E TD-BE	**TD6**	**2**	240	14,06	0,9	1	67,00	**2 awg**	**1**	65,08	81,35	104,65	Cu	PVC	2,50	2,50	2x80	1x 1 1/2"	1xNo.2 awg	6
TABLERO CUARTO BOMBAS DE AGUA 1.5HP	**TD7**	**2**	240	6,00	0,9	1	12,00	**10 awg**	**1**	27,78	34,72	31,85	Cu	PVC	1,11	1,11	2x30	1 x 1 1/2"	1xNo.10 awg	12
TABLERO DISTRIBUCIÓN CANCHA CUBIERTA	**TD8**	**2**	240	6,00	0,9	1	40,00	**8 awg**	**1**	27,78	34,72	45,5	Cu	PVC	2,44	2,44	2x30	1 x 1 1/2"	1xNo.8 awg	10

1.2.1.4. CALCULO DE TRANSFORMADOR INCLUYENDO LOS EFECTOS DE LOS ARMONICOS Y FACTOR DE POTENCIA EN LA CARGA

1.2.1.4.3. EFECTOS DE ARMÓNICOS Y FACTOR DE POTENCIA.

Para nuestro caso tenemos que las cargas son de iluminación de pequeña potencia, motores de arranque directo y tomas de pequeña potencia para alimentar equipos varios.

Estas cargas aportan armónicos en pequeña cantidad a la red y hay que tenerlos en cuenta para el cálculo de la carga total. En la Norma IEEE519-92, se establecen los límites de armónicos que se pueden aportar a un sistema de potencia.

Con esta información y teniendo en cuenta la carga instalada, la corriente de corto circuito de la red y la corriente máxima de la carga, se procede a calcular el porcentaje de aportes de armónicos a la red teniendo en cuenta la tabla 10.3 de la IEEE519-92.

Nivel de tensión:13200/240/120V
Icc: 1560kV
Carga Instalada: 112,5 kVA 2F
Fp: 0.9
In de la carga: 295,24 (linea)
Icc/In (Isc/IL) =5,28
THD: Distorsión Total de Voltaje: 5,0 %, según tabla 1. IEEE519-92
TDD: Distorsión Total demandada: (20<50) 8,0 %, según tabla 1. IEEE519-92

Table 1. *IEEE Std 519-1992 Harmonic Voltage Limits*

Voltage Distortion Limits

Bus Voltage at PCC	Individual Voltage Distortion (%)	Total Voltage Distortion THD (%)
Below 69 kV	3.0	5.0
69 kV to 161 kV	1.5	2.5
161 kV and above	1.0	1.5
NOTE: High-voltage systems can have up to 2.0% THD where the cause is an HVDC terminal that will attenuate by the time it is tapped for a user.		

Con los datos anteriores, y con la tabla 2, calculamos el porcentaje de aportes de armónicos a la red, el cual sería menor al 10%. Para nuestro caso tomaremos un porcentaje de distorsión por Armónicos de un 8%, el cual aplicaremos en los cálculos de cargas existentes y futuras.

Table 2. *IEEE Std 519-1992 Harmonic Current Limits*

Current Distortion Limits for General Distribution Systems (120 V Through 69000 V)

Maximum Harmonic Current Distortion in Percent of I_L						
Individual Harmonic Order (Odd Harmonics)						
I_{SC}/I_L	<11	11≤*h*<17	17≤*h*<23	23≤*h*<35	35≤*h*	TDD
<20*	4.0	2.0	1.5	0.6	0.3	5.0
20<50	7.0	3.5	2.5	1.0	0.5	8.0
50<100	10.0	4.5	4.0	1.5	0.7	12.0
100<1000	12.0	5.5	5.0	2.0	1.0	15.0
>1000	15.0	7.0	6.0	2.5	1.4	20.0
Even harmonics are limited to 25% of the odd harmonic limits above.						
Current distortions that result in a dc offset, e.g. half-wave converters, are not allowed.						
* All power generation equipment is limited to these values of current distortion, regardless of actual I_{sc}/I_L.						
Where I_{sc} = maximum short-circuit current at PCC. I_L = maximum demand load current (fundamental frequency component) at PCC. TDD = Total demand distortion (RSS), harmonic current distortion in % of maximum demand load current (15 or 30 min demand). PCC = Point of common coupling.						

Los armónicos, aumentan la corriente del sistema por lo cual hay que dimensionar los conductores teniendo en cuenta este factor al igual que el transformador.

Es importante resaltar que aunque se calcule el aporte de los armónicos a la red, esto no solucionan el problema de los mismos, pero si nos ayuda a determinar el dimensionamiento de los conductores y evitar posibles fallas.

1.2.1.4. CALCULO TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCION

1.2.1.4.1 CALCULO TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCION							
LOCACIÓN	**IDENT.**	**CANT**	**CARGA DE TABLEROS DE DISTRIBUCION**	**CARGA DE ALUMBRADO Y OTRAS (KVA)**	**CARGAS ESPECIALES (KVA)**	**TOTAL CARGA EN KVA**	**TRANFO ESCOGIDO (KVA)**
TABLERO PRINCIPAL	**TP**	1	78,85	78,85		78,85	
RESERVA		1	10,00		5,00	5,56	
TOTAL			88,85	78,85	5,00	84,40	**112.5kVA**
NOTA: SE ESCOGE UN TRANSFORMADOR DE 112.5KVA MONOFASICO CON RELACION DE VOLTAJE DE 13.200/240-120 V							

1.2.1.5. DIMENSIONAMIENTO ECONOMICO Y AMBIENTAL DE CONDUCTORES.

FECHA: 26 DE ENERO 2025

Proyecto: DISEÑO DEL SISTEMA ELÉCTRICO, PROYECTO INSTITUCIÓN EDUCATIVA SIMÓN BOLIVAR

Descripción: Se realiza cálculo de dimensionamiento económico y ambiental de la acometida principal, porque es conductor más representativo en toda la carga.

El cálculo busca encontrar el conductor para el alimentador a utilizar para una carga Trifásica de 112,5KVA, operando a 240/120 Voltios, factor de potencia 0.90, Tensión de operación 240/120 Voltios, con una longitud de 10 metros, operando a 60 Hz.

Normas de Referencia: El presente cálculo se realizó con base a los procedimientos indicados en la Norma IEC 60287-3-2:1995.

[1] Guía Técnica Colombiana GTC 221 - 2011-11-30

[2] IEC 60287-3-2:1995

[3] Software técnico Procobre - DEAC2011.

Precio Estimado de la Energía Activa: 842Col$/kWh

Precio Aprox de la Energía Activa: 20 Años.

Aumento Anual de costos de energía, sin incluir efectos de la inflación: 3%.

Precio de la variación de la demanda: 0 Col$ / WAño

Tasa de capitalización: 6%.

Vida económica de la instalación: 20 Años.

Emisiones de CO2 al momento de la generación por unidad de energía eléctrica (kg-CO2/kWh): 0,149

Emisiones de CO2 al momento de la producción del cobre por Kilo de cobre kg-CO2/kg-Cu): 4,09

Horas Diarias promedio de Utilización de la Carga: 12 Horas, 22 Dias al mes, durante 12 meses.

Nota: *El constructor de la instalación debe atender este requerimiento de diseño y no podrá disminuir las especificaciones del conductor, el conductor mínimo a utilizar es el calculado por el criterio técnico.*

El procedimiento generalmente, (selección técnica) utilizado para la escoger la sección del conductor de un cable permite determinar la sección mínima admisible, con lo cual se reduce al mínimo el costo de la inversión inicial en el cable. En dicho procedimiento no se tiene en cuenta el costo de las pérdidas que se producen durante la vida de servicio del cable que es lo que busca la selección económica del conductor el cual se presenta a continuación.

Sección Técnica						Sección Económica y Ambiental.			
Circuito	Descripcion	Sección Nominal AWG	CT(tec)	CI(tec)	CJ(tec)	Sección Nominal AWG	CT(eco)	CI(eco)	CJ(eco)
ACOMETIDA P/PAL	4/0 awg	107	$ 1.256.200	$ 2.560.000	$ 2.560.000	THWN6	$ 1.757.567	$ 412.500	$ 412.500
CT - TPPAL	4 awg	21	$ 8.448.000	$ 61.050.000	$ 61.050.000	THWN10	$ 3.435.899	$ 1.517.500	$ 1.517.500
TABLERO DISTRIBUCIÓN	10 awg	5	$ 300.000	$ 2.769.110	$ 2.769.110	THWN8	$ 1.872.269	$ 1.757.500	$ 1.757.500
Total			$ 10.004.200	$ 66.379.110	$ 66.379.110		$ 7.065.735	$ 3.687.500	$ 3.687.500

Sección Técnica						HUELLA DE CARBONO			
Circuito	Sistema	Tensión	KVA	N° de Conductores por Fase	Imax (Por conductor	Ahorro de Inversión ($)	Tiempo de retorno de la inversión (Años)	Ahorro de Energía (kWh) - Valor Aproximado	Z1-Z2 Ganancia Ambiental (reducción de CO2) (kg-CO2)
ACOMETIDA P/PAL	3Ø(3Ø-3H y 3Ø-4H)	220	15,00	1	62,50	$ (840.829)	17,1	$ (2.459)	0.4
CT - TPPAL	3Ø(3Ø-3H y 3Ø-4H)	220	3,73	1	243,18	$ 6.718.125	0,0	$ 19.644	0.5
TABLERO DISTRIBUCIÓN BLOQUE A TD-BA	3Ø(3Ø-3H y 3Ø-4H)	220	2,24	1	60,08	$ 1.196.841	5,9	$ 3.500	0.6
Total						$ 7.074.137	$ 23	$ 20.685	$ 0

Los cálculos dependen de muchas Variables entre las cuales esta (A) "Precio del conductor por unidad de longitud por mm²", Por este motivo un cálculo puede diferir de otro calculo realizado por otra firma de ingeniería.

1.2.1.6. CALCULO DE CANALIZACIONES

1.2.1.6.1. Alimentadores 2 (2x No. 4/0 AWG (F) + 1 x No.4/0 (N) AWG + 1 x No.1/0 (T) AWG) THHN

Ocupacion de ductos

Cable Monopolar

N°	Calibre	Aislante	Cantidad	Diametro* mm	Area por cable mm2	Total Grupo mm2
1	4/0	THW 600 V	6	17,46	239,43	1436,58
2	1/0	THW 600 V	1	13,51	143,35	143,35
3	6	THW 600 V				
4	10	THW 600 V				
5	10	THW 600 V				

Area Total **1579,93** **mm2**

Tipo de Ducto:

Tubo Metalico Intermedio IMC

Diametro:

3 Pulgadas

Diametro** 80,7 mm

Diámetro mínimo recomendado **Area Total** **5114,90 mm2**

1 "

Max. Ocupacion **40,00%** **Ocupación** **30,89%**

1.2.1.6.2. Alimentadores 2 xNo. 4 FASES + 1x No. 4 NEUTRO + 1xNo.6 TIERRA COBRE THWN

Ocupacion de ductos

Cable Monopolar

N°	Calibre	Aislante	Cantidad	Diametro* mm	Area por cable mm2	Total Grupo mm2
1	4	THW 600 V	3	8,93	62,63	187,89
2	6	THW 600 V	1	7,71	46,69	46,69
3	6	THW 600 V	0			
4	10	THW 600 V	0			
5	10	THW 600 V	0			

Area Total **234,58** **mm2**

Tipo de Ducto:

Tubo de PVC, Tipo A

Diametro:

1 1/2 Pulgadas

Diametro** 43,7 mm

Diámetro mínimo recomendado **Area Total** **1499,87 mm2**

1 1/2 "

Max. Ocupacion **40,00%** **Ocupación** **15,64%**

1.2.1.6. CALCULO DE CANALIZACIONES

1.2.1.6.3. Alimentadores 2 xNo. 6 FASES + 1x No. 6 NEUTRO + 1xNo. 8 TIERRA COBRE THWN

Ocupacion de ductos

Cable Monopolar

N°	Calibre	Aislante	Cantidad	Diametro* mm	Area por cable mm2	Total Grupo mm2
1	6	THW 600 V	3	7,71	46,69	140,06
2	8	THW 600 V	1	5,99	28,18	28,18
3	6	THW 600 V	0			
4	10	THW 600 V	0			
5	10	THW 600 V	0			

Area Total **168,24** **mm2**

Tipo de Ducto:

Tubo de PVC, Tipo A

Diametro:

1 Pulgadas

Diametro** 29,8 mm

Diámetro mínimo recomendado **Area Total** **697,46 mm2**

1 1/2 "

Max. Ocupacion **40,00%** **Ocupación** **24,12%**

1.2.1.6.4. Alimentadores 2xNo. 6 FASES + 1x No. 6 NEUTRO + 1xNo. 8 TIERRA COBRE THWN

Ocupacion de ductos

Cable Monopolar

N°	Calibre	Aislante	Cantidad	Diametro* mm	Area por cable mm2	Total Grupo mm2
1	6	THW 600 V	3	7,71	46,69	140,06
2	8	THW 600 V	1	5,99	28,18	28,18
3	10	THW 600 V	0			
4	10	THW 600 V	0			
5	10	THW 600 V	0			

Area Total **168,24** **mm2**

Tipo de Ducto:

Tubo de PVC, Tipo A

Diametro:

1 Pulgadas

Diametro** 29,8 mm

Diámetro mínimo recomendado **Area Total** **697,46 mm2**

1 1/2 "

Max. Ocupacion **40,00%** **Ocupación** **24,12%**

1.2.1.6. CALCULO DE CANALIZACIONES

1.2.1.6.5. Alimentadores 2xNo. 4 FASES + 1x No. 4 NEUTRO + 1xNo. 6 TIERRA COBRE THWN

Ocupacion de ductos

Cable Monopolar

N°	Calibre	Aislante	Cantidad	Diametro* mm	Area por cable mm2	Total Grupo mm2
1	4	THW 600 V	3	8,93	62,63	187,89
2	6	THW 600 V	1	7,71	46,69	46,69
3	10	THW 600 V	0			
4	10	THW 600 V	0			
5	10	THW 600 V	0			

Area Total **234,58** **mm2**

Tipo de Ducto:

Tubo de PVC, Tipo A

Diametro:

1 1/2 Pulgadas

Diametro** 43,7 mm

Diámetro mínimo recomendado **Area Total** **1499,87** **mm2**

1 1/4. "

Max. Ocupacion **40,00%** **Ocupación** **15,64%**

1.2.1.6.6. Alimentadores 2xNo. 2 FASES + 1x No. 2 NEUTRO + 1xNo. 6 TIERRA COBRE THWN

Ocupacion de ductos

Cable Monopolar

N°	Calibre	Aislante	Cantidad	Diametro* mm	Area por cable mm2	Total Grupo mm2
1	2	THW 600 V	3	10,46	85,93	257,80
2	6	THW 600 V	1	7,71	46,69	46,69
3	10	THW 600 V	0			
4	10	THW 600 V	0			
5	10	THW 600 V	0			

Area Total **304,48** **mm2**

Tipo de Ducto:

Tubo de PVC, Tipo A

Diametro:

1 1/2 Pulgadas

Diametro** 43,7 mm

Diámetro mínimo recomendado **Area Total** **1499,87** **mm2**

2 "

Max. Ocupacion **40,00%** **Ocupación** **20,30%**

1.2.1.6. CALCULO DE CANALIZACIONES

1.2.1.6.7. Alimentadores 2 xNo. 10 FASES + 1x No. 10 NEUTRO + 1xNo. 12 TIERRA COBRE THWN

Ocupacion de ductos

Cable Monopolar

N°	Calibre	Aislante	Cantidad	Diametro* mm	Area por cable mm2	Total Grupo mm2
1	10	THW 600 V	4	4,47	15,69	62,77
2	12	THW 600 V	1	3,84	11,58	11,58
3	10	THW 600 V	0			
4	10	THW 600 V	0			
5	10	THW 600 V	0			

Area Total **74,35** **mm2**

Tipo de Ducto:

Tubo de PVC Rigido, Sch. 40 y tubo de PE-AD

Diametro:

1 Pulgadas

Diametro** 26,1 mm

Diámetro mínimo recomendado **Area Total** **535,02** **mm2**

3/4 "

Max. Ocupacion **40,00%** **Ocupación** **13,90%**

1.2.1.6.8. Alimentadores 2xNo. 8 FASES + 1x No. 8 NEUTRO + 1xNo. 10 TIERRA COBRE THWN

Ocupacion de ductos

Cable Monopolar

N°	Calibre	Aislante	Cantidad	Diametro* mm	Area por cable mm2	Total Grupo mm2
1	8	THW 600 V	3	5,99	28,18	84,54
2	10	THW 600 V	1	4,47	15,69	15,69
3	10	THW 600 V	0			
4	10	THW 600 V	0			
5	10	THW 600 V	0			

Area Total **100,23** **mm2**

Tipo de Ducto:

Tubo de PVC Rigido, Sch. 40 y tubo de PE-AD

Diametro:

1 Pulgadas

Diametro** 26,1 mm

Diámetro mínimo recomendado **Area Total** **535,02** **mm2**

3/4 "

Max. Ocupacion **40,00%** **Ocupación** **18,73%**

1.2.1.7. CÁLCULOS DE PÉRDIDAS DE ENERGÍA, TENIENDO EN CUENTA LOS EFECTOS DE ARMÓNICOS Y FACTOR DE POTENCIA.

Para se tienen en cuenta los efectos de armónicos y factor de potencia.
El cálculo de pérdidas de energía se justifica en el cálculo de conductores económicos bajo la norma IEC IEC 60287-3-2:1995 (Ver ítem 1.2.1.5).

La corriente de corto circuito calculada por baja tensión fue de 17,84 kA

1.2.2.1. ANÁLISIS DE CORTOCIRCUITO Y FALLA A TIERRA

1,1 PARÁMETROS DEL TRANSFORMADOR

Potencia	112,5	**kVA**	
Tensión	208	**V.**	
In	540,87	**A.**	
Impedancia	3	**%**	Valor sacado de tablas
Pcu	290	**W**	Valor sacado de tablas
Po	100	**W**	Valor sacado de tablas
Icc en bornes In/Uz	18028,85	**A.**	**I falla Simetrica**
I falla A (Ifs x 1,73)	31189,90	**A.**	**I falla Asimetrica**

Rt=(Pcu W)/(3xInxIn)=	0,000330	**Ohms**
Zt=(Z%*V*V)/(100*P)	0,011537	**Ohms**
Xt=$\sqrt{(Zt*Zt) - (Rt*Rt)}$	0,011532	**Ohms**

1,2 PARÁMETROS DEL ALIMENTADOR HASTA TG

Longitud	19	**Mts**	
Calibre	THWN 2/0	**Barra**	
L=	0,019000	**Km**	
R=	0,69093	**ohm/Km**	Valor sacado de tablas
X=	0,00012	**ohm/Km**	Valor sacado de tablas

RL=(R ohm/Km)(L Km)=	0,01313	**Ohms**
XL=(X ohm/Km)(L Km)=	0,00000	**Ohms**

1,3 CORTO CIRCUITO CON BASE EN LAS DOS IMPEDANCIAS

Zcc= $\sqrt{(RL+Rt)^2 + (XL+Xt)^2}$ **=** 0,01772 **Ohms**

CORRIENTE DE CORTO CIRCUITO EN BORNES DEL INTERRUPTOR AUTOMÁTICO

Icc= V/(Zcc) =	**11,7**	**KA.**
	11.735,0	**Amp en BT**
	184,9	**Amp en MT**

DIFERENCIA DE CORRIENTES ENTRE LOS BORNES Y EL PUNTO A : **19,0** **Mts**

17.843,9 **Amp**

Se escoge una protección con una ICC de 25kA

1.2.2.2. CÁLCULO Y COORDINACIÓN DE PROTECCIONES CONTRA SOBRECORRIENTES

1.0 Datos del transformador protocolo o NTC 819

Potencia	112,5	KVA
Tension primario	13200	V
Tension secundario	240	V
Impedancia Uz	4	%

Instalado en poste

2.0 Calculo de corriente en MT

Corriente nominal del primario	S/V	8,52
Icc Primario	In(prim)/Zcc	213,1

3.0 Calculo de corriente en BT

Corriente nominal del secundario	S/V	468,8
Icc Secundario	In(sec)/Zcc	11719
Icc Secundario referida al primario		213,1

4.0 Curvas de coordinacion

Para el transformador de 112,5 KVA, se selecciona:

Fusible tipo dual 10 A

Se uiliza en BT un totalizador de 2x500 A

Se presenta la curva caracteristica del fusible MT y la del totalizador BT

4.1 CURVA PROTECCION BT CURVA 1

Icc	Factor	Corriente	Tiempo (s)	
11719	44,0	266,3	0,008	→ Icc

Ireferencia 266,3 A Corriente de arranque

4.2 CURVA FUSIBLE MT CURVA 2

Corriente (A)	Icc * 1,25	Tiempo (s)	
213,1	266,34	0,135	→ Icc

Conclusiones

Se garantiza la adecuada coordinación de protecciones el margen de tiempo entre la proteccion de BT y MT es de **127** ms

1.2.2.3. VERIFICACION DE CONDUCTORES TIEMPO DISPARO Y POR CORTO CIRCUITO.

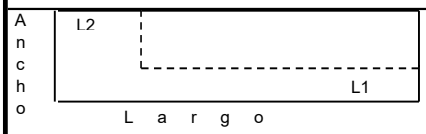
En este proyecto se analizan los conductores del alimentador que viene del transformador a el tablero principal de medidores y de el tablero de medidores a tablero de distribución interna en cada apartamento.

La corriente de corto circuito calculada por baja tensión fue de 17,84 kA

1.2.2.3.1. Alimentadores 2 (2x No. 4/0 AWG (F) + 1 x No.4/0 (N) AWG + 1 x No.1/0 (T)

Calculo de Corriente máxima de Corto Circuito			Formula Aplicada
Calibre del Cable:	4/0		$I_{cc} = A\sqrt{\frac{0,0297 \log\left[\frac{T_2 + 234}{T_1 + 234}\right]}{t}}$
Área:	211600	CMIL	
Frecuencia:	60	Hz	Donde:
Duración del Corto C:	10	Ciclos	
	0,17	Seg	*Icc:* Corriente de Corto Circuito
Temp. De Operación:	90	ºC	*A:* Área del Conductor en MCM
Temp. Max Corto C:	250	ºC	*t:* Tiempo de Corto Circuito en seg.
			T1: Temperatura de operación del cable
Corriente de CC:	37,29	kA	*T2:* Temperatura Max. De Corto Circuito
			Fuente: Okonite

1.2.2.4. CÁLCULO DE PUESTA A TIERRA Y ESTUDIO DE RESISTIVIDAD

DATOS DE LA RED DE TIERRA		
Uso de la red de tierra		Subestaciones de media tension de uso exterior
Peso de la persona a considerar en la falla (kg)		70
Resistencia maxima de puesta a tierra R_{max} (Ω)		10
Resistividad del Terreno ρ (Ω-m)		6,49
Cte. de falla monof. a tierra en MT I_0 (Amp)		1.560
Cte. de falla monof. a tierra en BT I (Amp)		
Tiempo de despeje de la falla t_c (s)		0,05
Material a utilizar con temp. ambiente de 40ºC		Cobre duro con soldadura exotermica
Existe capa superficial?		si
Resistividad de la Capa superficial ρ_s (Ω-m)		5.000
Espesor de la Capa superficial h_s (m)		0,30
Geometria de la malla		Rectangular
	Largo (m)	5,00
	Ancho (m)	5,00
	L1 (m)	x
	L2 (m)	x
Profund. de enterramiento de la Malla h (m)		0,50
Area de la Malla A_m (m^2)		25,00
Perimetro de la Malla L_p (m)		20,00
Lado de la cuadricula de la Malla D (cm)		1,5
Longitud total del conductor horizontal L_T (m)		43
Numero de electrodos conectados a la malla N		4
Long. del electrodo de la malla L_v (m)		2,40
Long. total de los electrodos de malla L_{tv} (m)		9,60
RESULTADOS DE CALCULOS		
Area minima del conductor a utilizar A_c (mm^2)		**3,74**
Calibre del conductor escogido (AWG)		**2/0 AWG**
Diametro del conductor escogido d (m)		**0,0093**
Tension de contacto tolerable $V_{contacto.\ Tolerable.}$ (V)		**5.282**
Tension de paso tolerable $V_{paso\ tolerable.}$ (V)		**19.022**
Resistencia de puesta a tierra R_g (Ω)		**0,61**
Maximo potencial de tierra GPR (V)		**1.627**
Tension de malla en caso de falla V_{malla} (V)		**192**
Tension de paso en caso de falla V_{paso} (V)		**352**
ANALISIS DE RESULTADOS		
Si $GPR < V_{contacto\ Tolerable}$		*OK!!! Su diseño ha sido EXITOSO*
$V_{malla} < V_{contacto\ Tolerable}$		*OK!!! La tension de malla cumple*
$V_{paso} < V_{paso\ tolerable}$		*OK!!! La tension de paso cumple*
$R_g < R_{max}$		*OK!!! Su diseño ha sido EXITOSO*

1.2.3.1 ANÁLISIS DE COORDINACIÓN DE AISLAMIENTO ELÉCTRICO.

1. INTRODUCCION.

Las instalaciones eléctricas frecuentemente están sujetos a sobre tensiones que pueden modificar los parámetros o variables del sistema eléctrico, debe existir una coordinación razonable entre las sobretensiones existentes, los aislamientos auto-regenerativos, los aislamientos de los equipos eléctricos y el nivel de respuesta de los descargadores.

Es importante también conocer las pruebas finales de evaluación de los aislamientos de las maquinas, componentes y equipos de media tensión y uso final.

2. OBJETO.

Presentar el informe del análisis de coordinación de aislamiento, con el fin especificar los niveles de aislamiento que deben soportar los equipos de protección a instalar en Media tensión y baja tensión, verificando su adecuada coordinación entre los dispositivos del Proyecto: DISEÑO DEL SISTEMA ELÉCTRICO, PROYECTO INSTITUCIÓN EDUCATIVA SIMÓN BOLIVAR

3. NORMATIVIDAD APLICABLE.

Para la evaluación de los niveles de aislamiento y la coordinación de aislamiento de la subestación de media tensión del proyecto DISEÑO DEL SISTEMA ELÉCTRICO, PROYECTO INSTITUCIÓN EDUCATIVA SIMÓN BOLIVAR
, se siguen los lineamientos de las normas relacionadas:

- ✓ [1] Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE.
- ✓ [2] Norma colombiana NTC 4552-1.
- ✓ [3] IEC 60071-1 Términos, definiciones, principios y reglas.
- ✓ [4] IEC 60071-2 Guía de aplicación.
- ✓ [5] Libro, Subestaciones de Alta y Extra Alta Tensión, Segunda edición, HMV Ingenieros 2003.
- ✓ [6] Ficha técnica de descargadores en Media tensión Marca Celsa, Gamma.

4. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN COODINACION DE AISLAMIENTO.

Para el sistema en media tensión, caso específico de las protecciones contra sobretensiones DPS, comúnmente llamados pararrayos, ubicados en el primario del centro de transformación, el BIL se calcula como sigue:

1.2.3.1 ANÁLISIS DE COORDINACIÓN DE AISLAMIENTO ELÉCTRICO.

4.1 Calculo de la tensión continua de operación COV.

COV = Um/√3

De donde:

U_m : Tensión máxima de operación del sistema.
U_{RMS}: Tensión nominal entre fases.

U_m=U_RMS*1,1=13,2 kV ×1,1=14,52 kV

Entonces el COV es:

COV = 14.52 kV /√3 = 8.38 KV.

De la tabla especificaciones técnicas de DPS marca Celsa, el cual está conectado del lado primario del transformador, se selecciona un DPS con el valor superior del COV, el cual es de 8,4 kV, que es el más cercano y superior al calculado y comercialmente distribuido.

4.2 Cálculo y verificación de la sobretensión temporal TOV.

TOV = Ke x COV

Para un sistema sólidamente aterrizado

Ke =1,4

Se calcula el TOV de la siguiente forma:

TOV = 1.4 x 8.38KV = 11.73 kV

Del DPS anteriormente seleccionado se verifica que el TOV sea mayor al calculado, el cual es 11.88 kV, para un tiempo de duración de 1,0 s.

4.3 Característica del DPS a instalar.

De la tabla característica del DPS en media tension marca Celsa Ref: 12KV - 10KA, se obtienen los valores de.

1.2.3.1 ANÁLISIS DE COORDINACIÓN DE AISLAMIENTO ELÉCTRICO.

NPR: Nivel de protección para impulso atmosférico, y NPM: Nivel de protección para impulso de maniobra.

Con un **COV = 8,4 kV** y **TOV = 11.84kV** el **NPR = 43.3 kV** para una tensión de impulso de tiempo de frente
8/20µs a 40kAmp

El nivel básico de aislamiento según IEC 60071-1, la tensión de soportabilidad normalizada al impulso tipo rayo debe ser mayor o igual a 40kV.

El BIL se calcula con un factor de seguridad **Ke** que relaciona el NPR y el BIL.

Para sistemas con tensión nominal inferior a 52 KV, se establece que Ke=1.4 entonces el BIL calculado es

BIL = 1.4 x 43.3 kV= 60.62 KV

Para la caja cortacircuito el BIL es de 110 kV.

Para el transformador de potencia el Nivel Básico de Aislamiento calculado BIL, es menor al BIL normalizado para los transformadores de distribución tipo poste sumergidos en aceite (como el que instalará en el proyecto DISEÑO DEL SISTEMA ELÉCTRICO, PROYECTO INSTITUCIÓN EDUCATIVA SIMÓN BOLIVAR
) que es de 90kV, el cual garantiza en su implementación una protección adecuada para el centro de transformación.

En baja tensión, el **BIL** se especifica para los equipos correspondientes al usuario y están normalizados en la norma NTC 4552-1 literal E.5 Información general relacionada con DPS, en la tabla E.3 “tensión al impulso que deben soportar los equipos”

Nivel de tensión de operación de los equipos V	BIL requerido en (kV)			
	Contadores	Tableros, interruptores, cables, etc.	Electrodomésticos, herramientas portátiles	Equipo electrónico
	Categoría IV	Categoría III	Categoría II	Categoría I
120 – 240 ; 120 / 208	4	2,5	1,5	0,8
254 / 440 ; 277 / 480	6	4	2,5	1,5

Tabla E.3. Tensión al impulso que deben soportar los equipos NTC 4152-1

En esta tabla E3 se especifica, por ejemplo, para:

- Tableros, interruptores y cables CAT IV BIL 4kV para contadores y CAT III: BIL=2.5 kV para sistemas de hasta 240V de operación. (DPS Tipo 1 y tipo 2).

Si se cambian los equipos seleccionados, deben cumplir las especificaciones indicadas, de lo contrario el diseñador no se hace responsable.

1.2.3.2 ANÁLISIS DE NIVEL DE RIESGO POR RAYOS Y MEDIDAS DE PROTECCIÓN CONTRA RAYOS.

Colombia está situado en una de las zonas de mayor incidencia de rayos en el mundo, por ello cobra vital importancia el realizar una evaluación del nivel de riesgo por escargas atmosféricas para procurar un adecuado sistema de protección a las estructuras y a sus acometidas de servicios.

Un rayo sobre una estructura puede provocar:

• Daños en la estructura y su contenido
• Fallos en los sistemas eléctricos y electrónicos asociados
• Daños a los seres vivos situados en las estructuras o próximos a ellas.

Para reducir estas pérdidas por rayo pueden necesitarse medidas de protección. La necesidad de estas medidas así como sus características deberá determinarse mediante la evaluación del riesgo.

El riesgo es el valor de una pérdida anual media probable. Para cada tipo de pérdida que puede presentarse en una estructura o servicio debe evaluarse el riesgo correspondiente. Estos riesgos en una estructura pueden ser los siguientes:

1. Riesgo de pérdida de vida humana.
2. Riesgo de pérdida de servicio público.
3. Riesgo de pérdida de patrimonio cultural.
4. Riesgo de pérdida de valor económico.

Dicho de otra manera 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. Es el elemento más importante en el procedimiento para diseñar un sistema de protección contra rayos y especialmente en el procedimiento de selección del nivel de protección.

Este documento contiene la metodología propuesta por la norma IEC 62 305 para la determinación del nivel de riesgo contra descargas atmosféricas del presente proyecto.

Para la evaluación del sistema de protección contra rayos seguimos los lineamientos de las:

1.2.3.2.1. Normatividad Aplicable.

 [1] Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE.
 [2] Norma colombiana NTC 4552-1.
 [3] Norma colombiana NTC 4552-2.
 [4] Norma colombiana NTC 4552-3.
 [5] Protection of structures against lightning, Series IEC 62305, considerando los parámetros del rayo de la zona tropical donde está ubicada Colombia, y las fórmulas matemáticas desarrolladas y aprobadas para Colombia.

1.2.3.2.2. Visita técnica.

Se efectuaron visitas por parte del Diseñador, lo cual permitió tener los parámetros para la realización de los cálculos de la Evaluación del nivel de riesgo, de las instalaciones del presente proyecto.

1.2.3.2 ANÁLISIS DE NIVEL DE RIESGO POR RAYOS Y MEDIDAS DE PROTECCIÓN CONTRA RAYOS.

1.2.3.2.3. Metodología de evaluación de nivel de riesgo por rayos aplicando la metodología de IEC 62 305-2

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.

Para dar cumplimiento al RETIE y de acuerdo con la norma IEC 62 305-2, antes de diseñar el apantallamiento de una estructura o de una instalación, debe evaluarse el nivel de riesgo para el sitio en particular donde se ubicará el proyecto.

El nivel de riesgo se evaluará a partir de la corriente del rayo, la cual es la fuente primaria de daños, de las características de la estructura, de los servicios que llegan a ella y de las estructuras que la rodean

1.2.3.2.4. Definiciones.

RA: Componente del riesgo que considera daños a seres vivos.
RB: Componente del riesgo que considera daños físicos en la estructura.
RC: Componente del riesgo que considera fallo de un servicio interno.
RM: Componente del riesgo que considera fallo de sistemas internos.
RU: Componente del riesgo que considera daños a seres vivos.
RV: Componente del riesgo que considera daños físicos en la estructura.
RW: Componente del riesgo que considera fallo de sistemas internos.
RZ: Componente del riesgo que considera fallo de sistemas internos.
Cd: Factor de emplazamiento

Los Riesgos a considerar para cada tipo de pérdidas en el presente proyecto son:

R1: Riesgo de pérdida de vida humana.
R2: Riesgo de pérdida de servicio público.
R3: Riesgo de pérdida de patrimonio cultural.
R4: Riesgo de pérdida de valor económico.

1.2.3.2.5. Determinación de la densidad de descargas a tierra DDT.

El número anual N de descargas que afectan un objeto a ser protegido depende de la actividad atmosférica de la región donde está localizado el objeto y de sus características físicas. Este número es aceptado generalmente como el producto de la densidad de rayos a tierra (DDT) por el área efectiva del elemento a proteger.
La densidad de rayos a tierra DDT, se debe obtener de una red de localización de descargas o en su defecto mediante la estimación de la siguiente ecuación1:

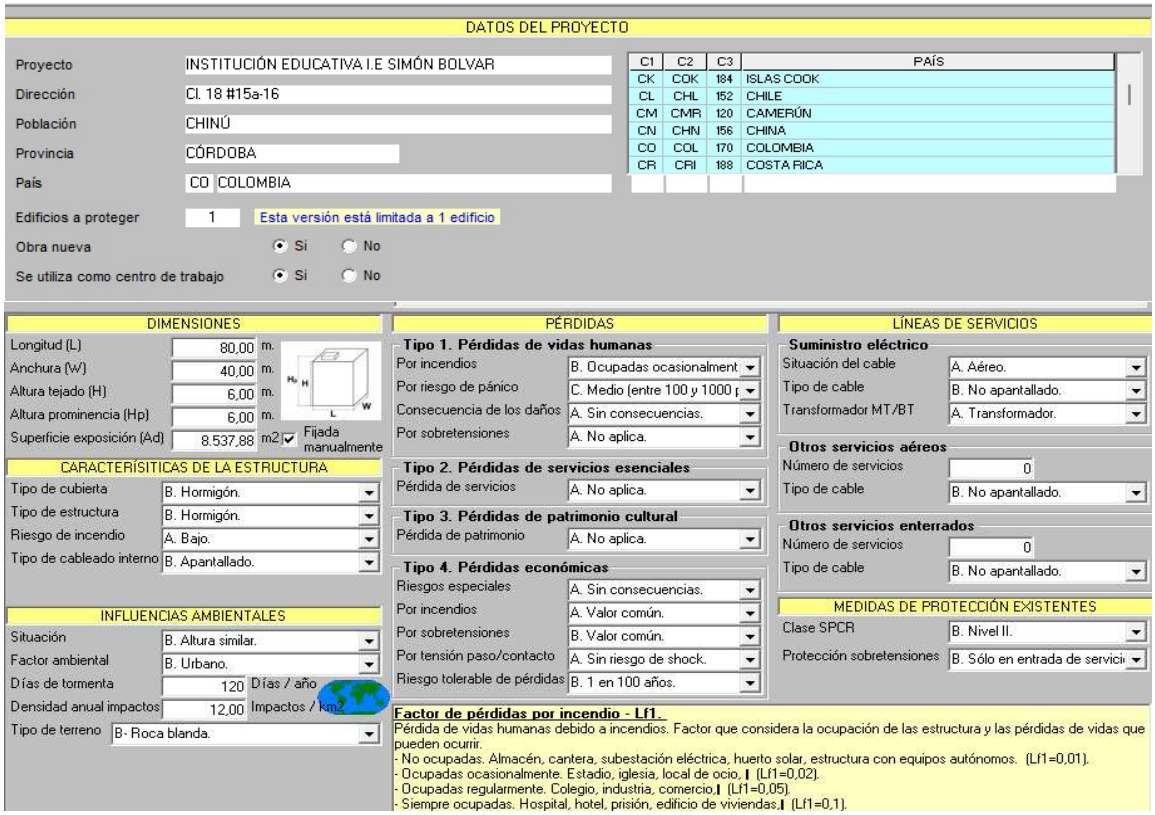
$$DDT = 0{,}0017 * Nc^{1{,}56}$$

Nc = Número de días tormentosos al año.
Para el presente estudio se tomó un DDT=4.

1.2.3.2 ANÁLISIS DE NIVEL DE RIESGO POR RAYOS Y MEDIDAS DE PROTECCIÓN CONTRA RAYOS.

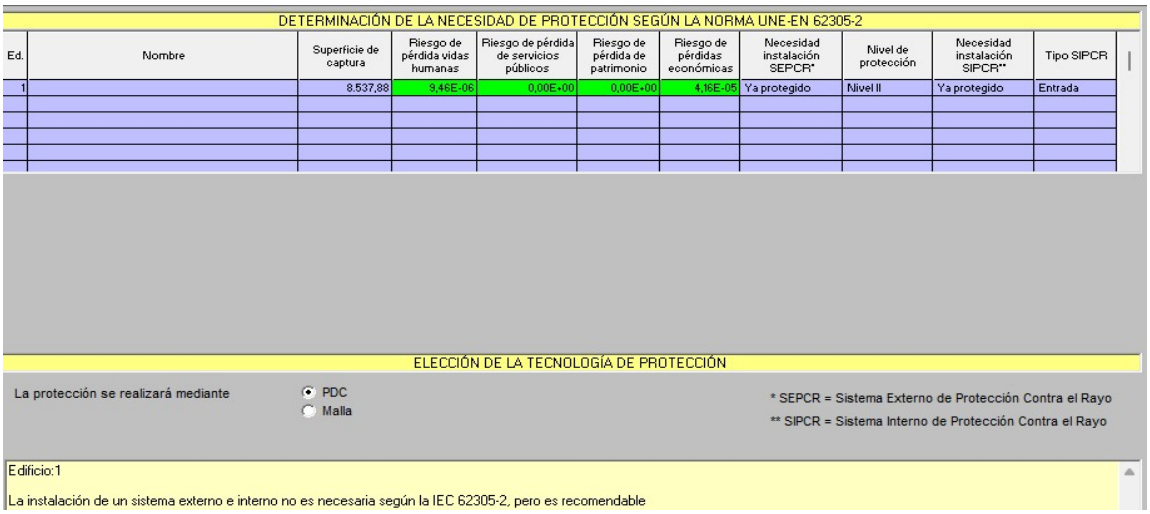
1.2.3.2.6. Análisis de Nivel de riesgo.

Se realiza el cálculo con la herramienta IEC Risk Assesment Calculator, los cuales se anexan.



1.2.3.2 ANÁLISIS DE NIVEL DE RIESGO POR RAYOS Y MEDIDAS DE PROTECCIÓN CONTRA RAYOS.

1.2.3.2.7. Análisis de los resultados.



DETERMINACIÓN DE LA NECESIDAD DE PROTECCIÓN SEGÚN LA NORMA UNE-EN 62305-2

Ed.	Nombre	Superficie de captura	Riesgo de pérdida vidas humanas	Riesgo de pérdida de servicios públicos	Riesgo de pérdida de patrimonio	Riesgo de pérdidas económicas	Necesidad instalación SEPCR*	Nivel de protección	Necesidad instalación SIPCR**	Tipo SIPCR
1		8.537,88	9,46E-06	0,00E+00	0,00E+00	4,16E-05	Ya protegido	Nivel II	Ya protegido	Entrada

ELECCIÓN DE LA TECNOLOGÍA DE PROTECCIÓN

La protección se realizará mediante
- (•) PDC
- ( ) Malla

* SEPCR = Sistema Externo de Protección Contra el Rayo
** SIPCR = Sistema Interno de Protección Contra el Rayo

Edificio:1

La instalación de un sistema externo e interno no es necesaria según la IEC 62305-2, pero es recomendable

1.2.3.2 ANÁLISIS DE NIVEL DE RIESGO POR RAYOS Y MEDIDAS DE PROTECCIÓN CONTRA RAYOS.

Al aplicar cuidadosamente la metodología para la evaluación del nivel de riesgo por rayo a la estructura típica (1 estructuras), hemos calculado que la estructura que compone el presente proyecto, los riesgos son menores que los tolerables y pueden ser itigados por medio de la acciones recomendadas

(RCALCULADO) que superen los niveles establecido por las autoridades colombianas Riesgo Tolerable (RT) como podemos observar en la tabla resumen que sigue.

Análisis de riesgos calculados.

TIPOS DE PÉRDIDAS	RT	RCALCULADO	NIVEL DEL RIESGO
Pérdidas de vida humana daños	$1x10^{-5}$	$9,40x10^{-6}$	N/A < RT
Pérdidas de servicio público	$1x10^{-3}$	0	N/A < RT
Pérdidas de patrimonio cultural	$1x10^{-3}$	0	N/A < RT
Pérdidas económicas	$1x10^{-3}$	$4,16x10^{-5}$	N/A < RT

1.2.3.2.8. Acciones recomendadas.

Como las perturbaciones en la red pueden ser generadas por sobretensiones o por incidencias de rayos en la estructura o la misma red, se deben realizar las siguientes recomendaciones.

A) Debe realizarse la construcción del Cableado y Sistema de Puesta a tierra según norma NTC 2050

B) Se requiere la instalación de protección externa, la construcción de SPCR queda a criterio del cliente, pero este deberá cumplir con NTC 4552.

1.2.3.2.9. Guía general de seguridad personal durante tormentas eléctricas

Durante una tormenta eléctrica son evidentes los peligros a los que se exponen, no solo las edificaciones y los sistemas eléctricos y electrónicos, sino las personas. Es por ello que se deben conocer algunas recomendaciones para tener en cuenta durante una tormenta, evitando riesgos para las personas.

El riesgo de ser alcanzado por un rayo es mayor entre las personas que trabajan, juegan, caminan o permanecen al aire libre durante una tormenta eléctrica.

Cuando se tiene indicio de tormenta eléctrica es recomendable, como medida de protección, tener en cuenta las siguientes instrucciones:

1.2.3.2 ANÁLISIS DE NIVEL DE RIESGO POR RAYOS Y MEDIDAS DE PROTECCIÓN CONTRA RAYOS.

1. Aterrice y proteja adecuadamente los equipos sensibles de uso eléctrico, electrónico, telefónico o de comunicaciones contra sobretensiones de acuerdo con los criterios y recomendaciones presentadas en esta norma, de lo contrario desconéctelos retirando el enchufe del tomacorriente evitando así el uso de ellos.

2. Busque refugio en el interior de vehículos, edificaciones y estructuras que ofrezcan protección contra rayos.

3. A menos que sea absolutamente necesario, no salga al exterior ni permanezca a la intemperie durante una tormenta eléctrica.

Permanezca en el interior del vehículo, edificación o estructura hasta que haya desaparecido la tormenta.

Protéjase de los rayos en:

1. Contenedores totalmente metálicos.
2. Refugios subterráneos.
3. Automóviles y otros vehículos cerrados con carrocería metálica.
4. Viviendas y edificaciones con un sistema adecuado de protección contra rayos.

Estos sitios ofrecen poca o ninguna protección contra rayos:

1. Edificaciones no protegidas alejadas de otras viviendas.
2. Tiendas de campaña y refugios temporales en zonas despobladas.
3. Vehículos descubiertos o no metálicos.

Aléjese de estos sitios en caso de tormenta eléctrica:

1. Terrenos deportivos y campo abierto.
2. Piscinas, playas y lagos.
3. Cercanía a líneas de transmisión eléctrica, cables aéreos, vías de ferrocarril, tendederos de ropa, cercas ganaderas, mallas eslabonadas y varillas metálicas.
4. Árboles solitarios.
5. Torres metálicas: de comunicaciones, de líneas de alta tensión, de perforación, etc.

Si debe permanecer en una zona de tormenta:
1. Busque zonas bajas.
2. Evite edificaciones sin protección adecuada y refugios elevados.
3. Prefiera zonas pobladas de árboles, evitando árboles solitarios.
4. Busque edificaciones y refugios en zonas bajas.

Si se encuentra aislado en una zona donde se esté presentando una tormenta:
1. No se acueste sobre el suelo.
2. Junte los pies.
3. No escampe bajo un árbol solitario.
4. No coloque las manos sobre el suelo, colóquelas sobre las rodillas.
5. Adopte la posición de cuclillas.

1.2.3.3 ANALISIS DE RIESGO DE ORIGEN ELECTRICO Y MEDIDAS PARA MITIGARLO

Para evaluar el grado de riesgo de tipo eléctrico, aplicaremos la matriz de análisis de riesgo establecida en RETIE de agosto 30 de 2013.

TENSIÓN DE PASO DE CONTACTO TRANSFERIDAS

RIESGO A EVALUAR:	Electrización	Por	Tensión de paso	(al) o (en)	RED BT - TABLERO PPAL
	EVENTO O EFECTO (Ej: Quemaduras)		FACTOR DE RIESGO (Ej: Arco Electrico)		FUENTE (Ej: Barraje de 0,240kV)

POTENCIAL [X] REAL [ ]

						FRECUENCIA				
						E	D	C	B	A
	En personas	Economicas	Ambientales	En la imagen de la Empresa	Nivel	No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la empresa	Sucede varias veces en el año en la Empresa	Sucede varias veces al mes en la Empresa
CONSECUENCIAS	Una o más muertos	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 (>1día)	Daños severos, Interrupción breve	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 fiuncional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves No Interrupción.	Sin efecto	Interna	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO

CHOQUE ELECTRICO POR CONTACTO DE PARTES ENERGIZADAS

RIESGO A EVALUAR:	Quemaduras	Por	Arco electrico	(al) o (en)	RED BT - TABLERO
	EVENTO O EFECTO (Ej: Quemaduras)		FACTOR DE RIESGO (Ej: Arco Electrico)		FUENTE (Ej: Barraje de 0,240kV)

POTENCIAL [X] REAL [ ]

						FRECUENCIA				
						E	D	C	B	A
	En personas	Economicas	Ambientales	En la imagen de la Empresa	Nivel	No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la empresa	Sucede varias veces en el año en la Empresa	Sucede varias veces al mes en la Empresa
CONSECUENCIAS	Una o más muertos	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 (>1día)	Daños severos, Interrupción breve	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 fiuncional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves No Interrupción.	Sin efecto	Interna	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO

1.2.3.3 ANALISIS DE RIESGO DE ORIGEN ELECTRICO Y MEDIDAS PARA MITIGARLO
Para evaluar el grado de riesgo de tipo eléctrico, aplicaremos la matriz de análisis de riesgo establecida en RETIE de agosto 30 de 2013.

1.2.3.3 ANALISIS DE RIESGO DE ORIGEN ELECTRICO Y MEDIDAS PARA MITIGARLO

Para evaluar el grado de riesgo de tipo eléctrico, aplicaremos la matriz de análisis de riesgo establecida en RETIE de agosto 30 de 2013.

Los conceptos evaluativos se han plasmado en la siguiente tabla, que define también la forma como se valoran las actividades de riesgos.

RIESGO	VALORACION	NIVEL	MEDIDAS DE MITIGACION
Tensión de paso de contacto transferidas	Gravedad moderada y freq. Ocasional	Medio	Sistema de puesta a tierra
Choque eléctrico por contacto de partes energizadas	Gravedad moderada y freq. Ocasional	Medio	Señalización, equipo de protección personal, protecciones electricas diferenciales, conservar distancias de seguridad. Cumplir las 5 reglas de oro.
Choque eléctrico por descargas atmosfericas	Gravedad severa ocasional y posible	Alto	Precaución al trabajar con mal tiempo
Incendio por cortacircuito o sobrecarga	Gravedad severa frecuente remota y posible	Medio	Coordinación de protecciones, mantenimiento periodico
Lesiones osteomusculares, magulladuras, heridas ocasionadas por manejo de herramientas	Gravedad moderada y freq. Ocasional	Bajo	Uso de elementos de protección personal, supervisión y pausas activas
Incidentes por vehículos en vía pública anexa	Gravedad moderada y freq. Ocasional	Muy bajo	Demarcación del area de trabajo y supervisión.

1.2.3.4. CÁLCULO DE CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS PARA ASEGURAR QUE EN ESPACIOS DESTINADOS A ACTIVIDADES RUTINARIAS DE LAS PERSONAS, NO SE SUPEREN LOS LÍMITES DE EXPOSICIÓN DEFINIDOS EN LA TABLA 14.1 DEL RETIE.

El Reglamento de RETIE en el Capitulo 2, Artículo 14, define requisitos para intensidad de campo eléctrico y densidad de flujo magnético para las zonas donde pueda permanecer público, basado en criterios de la institución internacional ICNIRP, la cual es una comisión perteneciente a la Internacional Radiation Protection Association (IRPA) para la protección de la población y el medio ambiente frente a las radiaciones no-ionizantes y, en particular, proporciona guías y recomendaciones para evitar la exposición a dichas radiaciones, teniendo en cuenta la actividad del individuo, si se trata de una exposición Ocupacional o si es Público en general.

1) CALCULO DEL CAMPO ELECTRICO INDUCIDO:

El campo eléctrico es producido por la presencia de cargas eléctricas estáticas o en movimiento en un medio cercano al receptor.

La fórmula para el cálculo de la Intensidad del Campo Eléctrico inducido está dada por:

$$E = 1/(4*\prod*\in)*(Q/r^2)*U \qquad [V/m]$$

donde:

$\in = \varepsilon r * \varepsilon 0$

ε_o	Constante de permitividad eléctrica en el vacío = 8.987552*10⁹ Nm^2C^{-2}	
εr	Permitividad relativa del medio = 1.00058986*10° Adm	
$\in$:	Permitividad Absoluta	
U:	Tensión de la línea a tierra = 7620 V	
Q:	Carga eléctrica emisora = 6.24*10¹⁵ Unid. Electronicas	
r:	Distancia del emisor al receptor en cm = 720	cm

Para el caso de la línea de Media Tensión que estamos analizando, tenemos:

$$E = (1/(4*3{,}1416*1.00058986*10^{o}*8.987552*10^{9}\ Nm^2C^{-2}))*(6.24*10^{15}\ el/(7.2^2*10^2cm)^2)*7620V \qquad [V/m]$$

$$E = 47548{,}83 * 10^2 / 6704{,}75 \qquad [V/m]$$

E = 709,18 [V/m]

Por tanto: E= **0,71 KV/m**

En este caso se trata de una exposición del público en general hasta 8 horas continuas.

Según el Reglamento del RETIE, en el Artículo 14.4 del Capítulo 2, se especifica que el Campo Eléctrico inducido no debe ser superior a **4,16 KV/m.**

En conclusión ***Sí cumple con la norma del Campo Eléctrico inducido, indicado en el Retie.***

2) CALCULO DEL CAMPO MAGNETICO INDUCIDO:

El campo magnético es producido por la presencia de cargas magnéticas en movimiento en el medio cercano al receptor.

La fórmula para el cálculo de la Intensidad del Campo Magnético inducido está dada por:

$$B = (\mu/(2 * \prod)) * (I/d) \qquad [T]$$

$$\mu = \mu o * \mu r$$

Donde:

B:	Densidad de flujo magnética	[T]
μo:	Permitividad magnética del vacío = $4*\prod*10^{-7}$ T m A^{-1}	$[TmA^{-1}]$
μr:	Permitividad magnética del aire	Adim
μ:	Permitividad magnética absoluta	$[TmA^{-1}]$
I:	Intensidad de la corriente eléctrica de MT= 1,136363 Amp	[Amp]
d:	Distancia del emisor al receptor = 7,2 mt	

Para fines prácticos hacemos $\mu r = \mu_o$, dado que la permitividad magnética del vacío es muy cercana a la del aire.

Para el caso de la línea de Media Tensión que estamos analizando, tenemos:

$$B = (\mu/(2 * \prod)) * (I/d) = (4*\prod*10^{-7}/(2*3{,}1416))*(1{,}136363/7.2) \qquad [T]$$

$$B = 3{,}16 * 10^{-7} \qquad [T]$$

B = 0,32 [μT]

Por tanto: B= **0,32 μT**

En este caso se trata de una exposición del público en general hasta 8 horas continuas.

Según el Reglamento del RETIE, en el Artículo 14.4 del Capítulo 2, se especifica que el Campo Magnético inducido no debe ser superior a 200 microTeslas,

En conclusión ***Sí cumple con la norma del Campo Magnétiico inducido, indicado en el Retie.***

1.2.3.5 CLASIFICACION DE AREAS					
La clasificación de areas es un metodo de analisis que se palica al medio ambiente donde pueden existir gases, nieblas o vapores inflamables, fibras o polvos, con el fin de establecer las precauciones especiales que se deben considerar para la construcción, instalación o uso de materiales y equipos electricos. En instalaciones donde exista una alta probabilidad de presencia de una atmosfera explosiva se deberan utilizar equpos electricos con una muy baja probabilidad de crear una fuente de ignición. En consecuencia, la clasificación de las areas según su clase es:					
	NO APLICA	X	No esta expluesta a ningún tipo de gases que puedan causar alguna explosión.		
Según la IEC	**ZONA 0:**		Abarca áreas, en las cuales exista la presencia de una atmósfera de gas explosivo de manera permanente o por períodos prolongados.		
	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.		
	ZONA 2:		Abarca áreas, en las cuales sólo puede esperarse la presencia de una atmósfera de gas explosivo de manera muy poco frecuente de atmósfera explosiva constituida por una mezcla de aire con sustancias inflamables en forma de gas, vapor o niebla o y si ella se genera, existirá por períodos breves únicamente.		
Según la NFPA	**CLASE I:**		Gases, vapores y líquidos inflamables. (A Acetileno, B Hidrogeno, C Etileno y D Propano.)		
	CLASE II:		Polvos combustibles. (E Metales, F Carbón y G granos orgánicos.)		
	CLASE III:		Fibras y partículas combustibles. (no hay clasificación por grupos.)		
	La Divisiones hace referencia a la frecuencia que en un sitio puede estar presente en el aire gases o vapores inflamables		**División 1:**		Condiciones normales de Operación o de Mantenimiento
			División 2:		Operación anormal, o lugar adyacente a División 1.
JUSTIFICACION:					

1.2.3.10. DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD EN REDES DE MT Y TABLEROS DE BT

Se debe cumplir con las siguientes tablas, según el nivel de tensión del diseño.

1.2.3.10.1. Distancias en media tensión.

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

		DISTANCIAS EN METROS								
Tensión nominal (kV) entre fases de la línea superior	500	4,8	4,2	4,2	4,2	4,3	4,3	4,6	5,3	7,1
	230/220	3,0	2,4	2,4	2,4	2,5	2,6	2,9	3,6	
	115/110	2,3	1,7	1,7	1,7	1,8	1,9	2,2		
	66	2,0	1,4	1,4	1,4	1,5	1,5			
	57,5	1,9	1,3	1,3	1,3	1,4				
	44/34,5/33	1,8	1,2	1,2	1,3					
	13,8/13,2/11,4/7,6	1,8	1,2	0,6						
	<1	1,2	0,6							
	Comunicaciones	0,6								
		Comunicación	<1	13,8/ 13,2/ 11,4/ 7,6	44/ 34,5/ 33	57,5	66	115/ 110	230/ 220	500
		Tensión nominal (kV) entre fases de la línea inferior								

Tabla 13.3. Distancias verticales mínimas en vanos con líneas de diferentes tensiones

CLASE DE CIRCUITO Y TENSIÓN ENTRE LOS CONDUCTORES CONSIDERADOS	DISTANCIAS HORIZONTALES DE SEGURIDAD (cm)
Conductores de comunicación expuestos	15 (1) 7,5 (2)
Alimentadores de vías férreas 0 a 750 V (4/0 AWG o mayor calibre). 0 a 750 V (calibre menor de 4/0 AWG). Entre 750 V y 8,7 kV.	 15 30 30
Conductores de suministro del mismo circuito. 0 a 8,7 kV Entre 8,7 y 50 kV Más de 50 kV	 30 30 más 1 cm por kV sobre 8,7 kV Debe atender normas internacionales
Conductores de suministro de diferente circuito (3) 0 a 8,7 kV Entre 8,7 y 50 kV Entre 50 kV y 814 kV	 30 30 más 1 cm por kV sobre 8,7 kV 71,5 más 1 cm por kV sobre 50 kV

Tabla 13.4. Distancia horizontal entre conductores soportados en la misma estructura de apoyo

1.2.3.10. DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD EN REDES DE MT Y TABLEROS DE BT

			CONDUCTORES A MAYOR ALTURA CONDUCTORES DE SUMINISTRO A LA INTEMPERIE (TENSIÓN EN kV)	
			HASTA 1 kV	ENTRE 7,6 Y 66 kV
CONDUCTORES A MENOR ALTURA	Conductores y cables de comunicación, localizados en el apoyo de empresa de energía, o de empresas comunicaciones.		0,4	0,4 más 0,01 m por kV sobre 7,6 kV.
	Conductores de suministro eléctrico a la intemperie	Hasta 1 kV	0,4	0,4 más 0,01 m por kV sobre 7,6 kV
		Entre 1 kV y 7,6 kV	No permitido	0,4 más 0,01 m por kV sobre 7,6 kV
		Entre 11,4 kV y 34,5 kV	No permitido	0,6 más 0,01 m por kV sobre 7,6 kV
		Entre 44 kV y 66 kV	No permitido	0,6 más 0,01 m por kV sobre 7,6 kV

Tabla 13.5. Distancia vertical mínima en metros entre conductores sobre la misma estructura

1.2.3.10.2. Distancias en Baja tensión.

En este proyecto las distancias de seguridad básicamente se refieren a la los espacios de trabajo para el tablero de distribución del apartamento y en este caso sería dejar espacio libre al frente del tablero de distribución evitar que instalen equipos o se pongan elementos como muebles al frente del tablero y bloqueen el acceso a este.

El espacio de trabajo está definido en el artículo 110-16 de la NTC 2050

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

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

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

Tabla 110-16.a). Espacio de trabajo

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

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

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

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

1.2.4.1. DATOS DE LA RED.

DATOS INICIALES DE LA RED DE M.T.

ZONA	B	AREA	URBANO

TENDIDOS					EQUIPOS		COORDENADAS			POSTE		CIMENTACION		ARMADOS			
No. Apoyo	Tipo de Apoyo	Canton	Conductor	Tipo Tense	Trafo No. 1	Trafo No. 2	N	W	Z	H/ CR	ORIGEN	TIPO	TERRENO	# Perfor	TIPO DE ARMADO	DISPOSICIÓN	No. Fases
EPP-06	ANC	1	ACSR 1/0	NORMAL						12/1030	N	MONO CIL	NORMAL	2	HORIZONTAL	SENCILLO	3
EPP-07	FL	1	ACSR 1/0	NORMAL	112.5T					12/1030	N	MONO CIL	NORMAL	2	HORIZONTAL	SENCILLO	3

1.2.4.2. CALCULO MECANICO DE CONDUCTORES

VANOS IDEALES DE REGULACION DEL CONDUCTOR EN M.T.											
Cantón No.	**Apoyo Inicial**	**Apoyo Final**	**Longitud Cantón (M)**	**Vano de Regulación (M)**	**Tense de Flecha Máxima (daN)**	**Tense de Flecha Mínima (daN)**	**Flecha Máxima (m)**	**Flecha Mínima (m)**	**Parámetro de Flecha Máxima (m)**	**Parámetro de Flecha Mínima (m)**	**Flecha Máxima (m)**
1	EPP-06	EPP-07	58	58.00	83.24	254.04	1.07	0.36	392.98	1199.28	1.07

1.2.4.3. CALCULOS MECANICOS DE POSTES AUTOSOPORTADOS.

CALCULO DEL POSTE AUTOSOPORTADO				
INFORMACION DEL APOYO				
Numero de apoyo	**Poste L-CR**	**b**	**Armado**	**Vano anterior**
EPP-06	12/1030	60	ANC	50
EPP-07	12/1030	180	FL	58

1.2.4.2. CALCULO MECANICO DE CONDUCTORES

CÁLCULO DE EOLOVANOS Y GRAVIVANOS

No. Apoyo	No de Cantón	Conductor	Eolovano (m)	Gravivano (m)	
				Hipótesis de viento	Flecha mínima
EPP-06	1	ACSR 1/0	54.00	54.00	54.00
EPP-07	1	ACSR 1/0	29.00	29.00	29.00

1.2.4.3. CALCULOS ESFUERZOS COMBINADOS

CALCULO DE ESFUERZOS COMBINADOS SOBRE EL APOYO														ANALISIS HIPOTESIS NORMALES								
														Validacion del poste autosoportado a la flexion			Esfuerzo Vertical Total			Esfuerzo Vertical a la altura de los equipos.		
Numero de apoyo	Tipo esfuerzo MT	Tipo esfuerzo BT	FTVP	FTVC	FTVE	FTEC	FTEE	FLEE	FLTC	FLMC	Fvc	Fve	Fva	FHR	C.R.	C.S. (2.5)	FVR	E.V.U.	C.S. (1.2)	FVR	E.V.U.	C.S. (1.2)
EPP-06	ANC		44.41	797.12	-	0.54	-	-	39.53	393.43	34.18	-	3.72	842.99	1,030	1.22	66.87	2,034	30.42		2,835	
EPP-07	FL		44.41	17.98	77.74	-	35.22	-	747.33	-	18.36	36.36	-	788.62	1,030	1.31	541.66	2,034	3.76	493.14	2,835	5.75

1.2.4.3. CALCULOS MECANICOS DE POSTES AUTOSOPORTADOS.

CALCULO DE ESFUERZOS SOBRE EL APOYO											
Numero de apoyo	**FTVP**	**FTVC**	**FTVE**	**FTEC**	**FTEE**	**FLEE**	**FLTC**	**FLMC**	**Fvc**	**Fve**	**Fva**
EPP-06	44.41	797.12	-	0.54	-	-	39.53	393.43	34.18	-	3.72
EPP-07	44.41	17.98	77.74	-	35.22	-	747.33	-	18.36	36.36	-

1.2.4.3. CALCULOS MECANICOS DE POSTES AUTOSOPORTADOS.

ANALISIS HIPOTESIS NORMALES									
Numero de apoyo	Validacion del poste autosoportado a la flexion			Esfuerzo Vertical Total			Esfuerzo Vertical a la altura de los equipos.		
	FHR	C.R.	C.S. (2.5)	FVR	E.V.U.	C.S. (1.2)	FVR	E.V.U.	C.S. (1.2)
EPP-06	842.99	1,030	1.22	66.87	2,034	30.42		2,835	
EPP-07	788.62	1,030	1.31	541.66	2,034	3.76	493.14	2,835	5.75

1.2.4.3. CALCULOS MECANICOS DE POSTES AUTOSOPORTADOS.

ANALISIS HIPOTESIS ANORMALES									
Numero de apoyo	Esfuerzo horizontal longitudinal por 50% de desequilibrio de tracciones			Momento Torsor por Rotura de un Conductor			Esfuerzo Vertical Total		
	Fl	C.R.	C.S. (1.5)	Mr	Mut	Cs (1,5)	Fv	E.V.U.	C.S. (1.2)
EPP-06	393.429	1,030	2.62	206.55	891	4.31	66.87	2,034	30.42
EPP-07	-	1,030	-	206.55	891	4.31	541.66	2,034	3.76

1.2.4.4. CALCULOS MECANICOS DE POSTES CON RETENIDA.

CALCULO DEL POSTE CON RETENIDAS								
INFORMACION DEL APOYO					RETENIDAS			
Numero de apoyo	Tipo de poste	Angulo de deflexion de la linea	Armado	Vano anterior	Fuerza horizontal Fh (daN)	Fuerza Residual Fres (daN)	Fuerza vertical por retenida Fvert (daN)	Peso de cond., acc. Y
EPP-06	12/1030	60	ANC	50	842.99	153.09	219.75	66.87
EPP-07	12/1030	180	FL	58	788.62	143.21	205.58	541.66

1.2.4.4. CALCULOS MECANICOS DE POSTES CON RETENIDA.

Numero de apoyo	Validacion del poste a compresión			Validacion del Cable de la Retenida			Validacion del poste por fuerza residual		
	Fuerza vertical total (daN)	Capacidad vertical del poste (daN)	C.S. (1.2)	Tracción total cable ret.(daN)	Carga rotura cable ret. (daN)	C.S. (1.5)	Fuerza Total Horiz. Resultante (daN)	Carga de rotura del poste (daN)	C.S. (2.5)
EPP-06	1,436.64	7614	5.30	771.96	6840	8.86	159.40	1,030	6.46
EPP-07	1,351.13	7614	5.64	722.17	6840	9.47	149.94	1,030	6.87

1.2.4.4. CALCULOS MECANICOS DE POSTES CON RETENIDA.

Numero de apoyo	TIPO DE RETENIDA				Pretensionado de la Retenida (daN)	Validacion del Ancla al tense de la Retenida		
	Hr: Distancia desde la cogolla para fijar la retenida	TIPO DE RETENIDAS	CONFIGURACION DE LA RETENIDAS	CABLE DE LA RETENIDA		Fuerza Total (daN)	Fuerza maxima del Ancla (daN)	C.S. (1,2)
EPP-06	0.4	ALINEADA	RDT	3/8"	416.46	771.96	8,975	11.63
EPP-07	0.4	ALINEADA	RDT	3/8"	409.50	722.17	8,975	12.43

1.2.4.4. CALCULOS MECANICOS DE POSTES CON RETENIDA.

DIMENSION DEL ANCLA					
Numero de apoyo	**a (base Mayor)**	**b (altura)**	**c (Base menor)**	**Y (profundidad)**	**Vol. Horm. (m3)**
EPP-06	0.4	0.25	0.3	2.2	0.352
EPP-07	0.4	0.25	0.3	2.2	0.352

1.2.4.5. CALCULO MECANICO DE CIMENTACIONES Y ESTUDIO DE SUELOS.

CALCULO DE CIMENTACIONES														
No. Apoyo	Tipo de Cimentacion	Terreno	Cimentación		Vol. Excav. (m^3)	Vol. Horm. (m^3)	Mv	Me	CS	CS lim	σ contacto (daN/m2)	σ admisible (daN/m2)	σa–σc	origen de Apoyo
			d (m)	h (m)			(daN m)	(daN m)						
EPP-06	MONO CIL	NORMAL	0.55	1.90	0.451	0.272	9,498	923.21	9.72	1.6	8630.00	6607.64	-2022.36	**N**
EPP-07	MONO CIL	NORMAL	0.55	1.90	0.451	0.272	8,885	923.21	10.39	1.6	8630.00	6607.64	-2022.36	**N**

1.3. Documentación para ejecución

1.3.1. Red MT

1.3.1.1. Vanos ideales de regulación.

Cantón No.	Apoyo Inicial	Apoyo Final	Longitud Cantón (M)	Vano de Regulación (M)	Tense de Flecha Máxima (daN)	Tense de Flecha Mínima (daN)	Flecha Máxima (m)	Flecha Mínima (m)	Parámetro de Flecha Máxima (m)	Parámetro de Flecha Mínima (m)	Flecha Máxima (m)
1	EPP-06	EPP-07	58	58.00	83.24	254.04	1.068	0.356	392.98	1199.28	1.068

1.3.1.2. Tablas de regulación MT

CONDUCTOR - TABLA DE REGULACIÓN													
CANTON No.		1	VANO DE REGULACIÓN:		58.00								
APOYO INICIAL No.		EPP-06	APOYO FINAL No.		EPP-07								
Longitudes y Flechas de cada vano del Cantón													
		Vano 1	Vano 2	Vano 3	Vano 4	Vano 5	Vano 6	Vano 7	Vano 8	Vano 9	Vano 10	Vano 11	Vano 12
Longitudes del Vano (m)		58	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Diferencia de nivel (m)													
Temperatura (ºC)	Tense Máximo (daN)	Flecha (m)	Flecha (m)	Flecha (m)	Flecha (m)	Flecha (m)	Flecha (m)	Flecha (m)	Flecha (m)	Flecha (m)	Flecha (m)	Flecha (m)	Flecha (m)
15	254.04	0.356											
20	221.30	0.404											
25	193.18	0.462											
30	169.86	0.530											
35	150.84	0.588											
40	135.66	0.656											
45	123.34	0.724											
50	113.38	0.784											

1.3.1.4. TABLA DE PAT

No. Apoyo	Tipo de PAT	Dimensiones	Material y calibre del conductor de tierra
EPP-06	SPT 001	2.4	ACERO AUSTENISTICO
EPP-07	SPT 001	2.4	ACERO AUSTENISTICO

1.3.1.5. TABLA DE FUSIBLES

Apoyo	Elemento a proteger	Tipo de fusible	Capacidad
EPP 06	TRAMO DE RED	H	20A

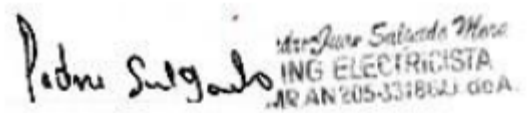
1.3.3. CENTROS DE TRANSFORMACION

1.3.3.1. TABLA DE FUSIBLES

Apoyo	Elemento a proteger	Tipo de fusible	Capacidad
EPP 07	TRANSFORMADOR DE 112.5KA	D	5

1.3.3.1. TABLA DE PAT x CT

No. Apoyo	Tipo de PAT	Dimensiones	Material y calibre del conductor de tierra
EPP 07	SPT 001	2.4	ACERO AUSTENISTICO



DISEÑO: ING. PEDRO JUAN SALGADO MORA
INGENIERO ELECTRICISTA
M.P. AN 205 – 33186