CÓDIGO OBRA

DISEÑO DEL PROYECTO

INSTALACIONES ELÉCTRICAS DEL PARQUE DE LA CRUZ SANTA TERESA, CIÉNAGA DE ORO, CÓRDOBA

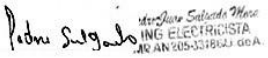
PROYECTISTA
ING. PEDRO JUAN SALGADO MORA MP: AN205-33186

FECHA: DICIEMBRE DE 2025

MODIFICACIONES RESPECTO A LA EDICIÓN ANTERIOR

Edición.	Modificación.	fecha
V 0.0	Proyecto Específico	17/12/2025

Siglas de Responsables y Fechas de las Ediciones.					
Edición	Objeto e Ed.	Elaborado por:	Fecha Elb.	Revisó:	Fecha Rev.
V 0.0	Proyecto Específico	ING. PEDRO SALGADO	17/12/2025		

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

INDICE

1 Memoria

1.2 **Memor ia 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

INDICE

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 Céd ula de Ciudadanía.
3.2. Copia de Tarj eta Profesional.
3.3. Para proy ectos específicos de redes abiertas o subterráneas se debe presentar el document o 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 Afinia S.A E.S.P. Según aplique:

- ☐ Líneas aéreas de media tensión desnuda.
- ☐ Líneas aéreas de baja tensión.
- ☐ Centro de transformación tipo poste.
- ☐ Líneas aéreas de media tensión forradas.
- ☐ Líneas Subterráneas de Media y Baja Tensión.

1.1.2. Peticionario y Objeto

Cliente/Dueño del proyecto:

NOMBRE COMPLETO DEL CLIENTE/DUEÑO DEL PROYECTO:

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: **ING. PEDRO JUAN SALGADO MORA**

CÉDULA/NIT DEL PROMOTOR: **11.000.649**

DIRECCIÓN DEL PROMOTOR: **Carrera 15C #39-73**

CORREO ELECTRÓNICO DEL PROMOTOR: pedrosalgado@hotmail.com

TELÉFONO FIJO Y TELÉFONO CELULAR DEL DISEÑADOR: **3008022024**

Diseñador:

NOMBRE COMPLETO DEL DISEÑADOR: **ING. PEDRO JUAN SALGADO MORA**

CÉDULA/NIT DEL DISEÑADOR: **11.000.649**

CORREO ELECTRÓNICO DEL DISEÑADOR: pedrosalgado@hotmail.com

TELÉFONO FIJO Y TELÉFONO CELULAR DEL DISEÑADOR: **3008022024**

El objeto del presente documento es la obtención de las autorizaciones administrativas de la conexión del proyecto eléctrico a la red de distribución operada por Afinia 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:	CIÉNAGA DE ORO
Localidad:	CENTRO
Zona:	C
Área:	URBANA
Contaminación:	CONTAMINACION NORMAL

1.1.4. Descripción de la instalación

1.1.4.1. Circuito(s) Origen de MT: S/E CIÉNAGA DE ORO, CTO NO. 1

1.1.4.2. Instalación de MT:

DESCRIPCION	CARACTERÍSTICA
Tensión nominal de diseño (kV)	13,2
Potencia máxima de transporte (MVA)	0,025
Conductor(es)	2x CABLE ACSR No. 2
N° Circuitos	1
Origen	CTO NO. 1
Final	TRANSFORMADOR DE ACEITE
Longitud Red Aérea (km)	0,002
Longitud Red Subterránea (km)	0

1.1.4.3. Instalación de BT:

DESCRIPCION	CARACTERÍSTICA
Tensión nominal de diseño (V)	240/120V
Conductores	2No. 4/0 + 1No. 4/0 + 1No. 2 THHN/THWN
Configuración de la línea de B.T	2 FASES + 1 NEUTRO + TIERRA
Número de clientes/Tipo	11
Longitud Red Aérea (km)	0
Longitud Red Subterránea (km)	0,018

1.1.4.4. Instalación CT:

DESCRIPCION	UNIDADES	VALOR
Potencia	**Kva**	**25**
Sistema	**2F**	
Aislante	**ACEITE MINERAL TIPO 2**	
Tensiones	**Vp**	13200
	Vs	240/120
Tipo de transformador	TIPO POSTE	
Grupo de conexión	Li0(-)	
Temperatura de aceite	**°C**	60
Temperatura de devanados	**°C**	65
Bil	**kV**	MT:95 /
Uz	**%**	3,5

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

DESCRIPCION	UNIDADES	VALOR
Tipo de Medida		DIRECTA
Tensión de servicio	**KV**	0,24/0,12
Corriente de servicio	**A**	100
Clase de precisión		1
Cantidad	**Un**	11
Transformadores de Medida		
Relación de transformación (TC´s)	**A**	N/A
Relación de transformación (TP´s)	**V**	N/A
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:	X	No aplica:	

1.2 Cálculos justificativos

Justificación:	Se anexa recomendaciones en planos anexos.

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:		**No aplica:**	X

Justificación:	No aplica no es necesario.

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.
- Tomas de uso general para alimentar equipos de variado uso y de baja potencia.

En este caso las cargas que podrían aportar armónicos en una cantidad importante a la red serían las de iluminación. Las luminarias fluorescentes y balastos electrónicos y con Leds que conforman la iluminación o las debemos considerar como aportante de armónicos.

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.
Aunque teóricamente no se alcanza a cumplir con la norma, el aporte armónico lo produce una corriente de carga de iluminación por leds y por las cargas de tipo electrónico.

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 DE DISTRIBUCIÓN LOCALES (TDL#) (TIPO ENCHUFABLE)

NOMBRE: **TDL#** No. S: **8** | REGULACION TADOR: **2,03** % % | **VOLTAJE: 240-127** V | PROTECCIÓN: **2x30** AMP. °C

LOCALIZACIÓN **LOCALES** | REGUIACIÓN A CTO: **2,36** | **FASES: 2** | TEMP. IENTE: **36-40**

TIPO DE CARGA	No. SALIDA	CARGA x FASES L1	CARGA x FASES L2	PROT. POLO	PROT. AMP.	VOLTAJE	CORRIENTE	C. FASE	C. NEUTRO	C. TIERRA	MATERIAL	T. AISLAM.	TUBERIA	DIAMETRO	LONGITUD	% REGUL.	CTO. No.	2x30	CTO. No.	% REGUL.	LONGITUD	DIAMETRO	TUBERIA	T. AISLAM.	MATERIAL	C. TIERRA	C. NEUTRO	C. FASE	CORRIENTE	VOLTAJE	PROT. AMP.	PROT. POL	CARGA x FASES L1	CARGA x FASES L2	No. SALIDA	TIPO DE CARGA
ILUMINACIÓN GENERAL	4	138		1	20	120	1,15	12 awg	12 awg	12 awg	Cu	THHN	EMT	1/2"	12	2,10	1		2	2,06	3	1/2"	PVC	THHN	Cu	12 awg	12 awg	12 awg	2,08	120	20	1	250		1	TOMACORRIENTES NEVERA
RESERVA																	3		4	2,06	4	1/2"	PVC	THHN	Cu	12 awg	12 awg	12 awg	1,50	120	20	1		180	1	TOMACORRIENTES GFCI MEZON
RESERVA																	5		6	2,36	6	1/2"	PVC	THHN	Cu	12 awg	12 awg	12 awg	10,00	120	20	1	1.200		1	TOMACORRIENTE ESTUFA
RESERVA																	7		8	2,19	3	1/2"	PVC	THHN	Cu	12 awg	12 awg	12 awg	10,00	120	20	1		1.200	1	TOMACORRIENTE REFRIGERADOR

	L1	L2
TOTAL 1	138	-
TOTAL 2	1.450	1.380
TOTAL 1 + 2	1.588	1.380
TOTAL VA	**2.968**	

TOTAL 1.450 1.380

1.2.1.1. CUADROS DE CARGA

TABLERO DE ZONAS COMUNES (BAÑOS) (TDZC) (TIPO ENCHUFABLE)

NOMBRE: **TDZC** No. S: **8** REGULACION TADOR: **0,72** % % **VOLTAJE: 240-127** V PROTECCIÓN: **0** AMP. °C

LOCALIZACIÓN **GABIN TE** REGULACIÓN A CTO: **0,84** **FASES: 2** TEMP. IENTE: **36-40**

TIPO DE CARGA	No. SALIDA	CARGA x FASES L1	CARGA x FASES L2	PROT. POLO	PROT. AMP.	VOLTAJE	CORRIENTE	C. FASE	C. NEUTRO	C. TIERRA	MATERIAL	T. AISLAM.	TUBERIA	DIAMETRO	LONGITUD	% REGUL.	CTO. No.	0	CTO. No.	% REGUL.	LONGITUD	DIAMETRO	TUBERIA	T. AISLAM.	MATERIAL	C. TIERRA	C. NEUTRO	C. FASE	CORRIENTE	VOLTAJE	PROT. AMP.	PROT. POL	CARGA x FASES L1	CARGA x FASES L2	No. SALIDA	TIPO DE CARGA
ILUMINACIÓN BAÑOS COMUNES	8	336		1	20	120	2,80	6 awg	6 awg	6 awg	Al	THHN	PVC	2"	18	0,84	1		2																	RESERVA
RESERVA																	3		4																	RESERVA
RESERVA																	5		6																	RESERVA
RESERVA																	7		8																	RESERVA

TOTAL 1	336	-
TOTAL 2	-	-
TOTAL 1 + 2	336	-
TOTAL VA	**336**	

TOTAL - -

1.2.1.1. CUADROS DE CARGA

TABLERO DE ALUMBRADO PÚBLICO (TAP) (GABINETE A MEDIDA)

NOMBRE: **TDZC** No. S: REGULACION TADOR: **0,63** % **VOLTAJE: 240-127** V PROTECCIÓN: **0** AMP.
LOCALIZACIÓN **GABIN TE** REGUIACIÓN A CTO: **0,99** % **FASES: 2** TEMP. IENTE: **36-40** °C

TIPO DE CARGA	No. SALIDA	CARGA x FASES L1	CARGA x FASES L2	PROT. POLO	PROT. AMP.	VOLTAJE	CORRIENTE	C. FASE	C. NEUTRO	C. TIERRA	MATERIAL	T. AISLAM.	TUBERIA	DIAMETRO	LONGITUD	% REGUL.	CTO. No.	CTO. No.	% REGUL.	LONGITUD	DIAMETRO	TUBERIA	T. AISLAM.	MATERIAL	C. TIERRA	C. NEUTRO	C. FASE	CORRIENTE	VOLTAJE	PROT. AMP.	PROT. POL	CARGA x FASES L1	CARGA x FASES L2	No. SALIDA	TIPO DE CARGA
CIRCUITO 1-3 LUMINARIAS PLAZOLETAS SENDERO SUPERIOR	20	369		2	20	240	1,54	6 awg	6 awg	6 awg	Al	THHN	PVC	2"	45	0,78	1	2	0,99	129	2"	PVC	THHN	Al	6 awg	6 awg	6 awg	1,25	240	20	2	300		15	CIRCUITO 2-4 LUMINARIAS ZONAS DE SENDERO INFERIOR
			369														3	4															300			
CIRCUITO 5-7 CENTRAL SUPERIOR	18	360		2	20	240	1,50	6 awg	6 awg	6 awg	Al	THHN	PVC	2"	84	0,91	5	6	0,65	25	2"	PVC	THHN	Al	6 awg	6 awg	6 awg	0,42	240	20	2	100		2	CIRCUITO 6-8 CANCHA
			360														7	8															100			

	L1	L2
TOTAL 1	729	729
TOTAL 2	400	400
TOTAL 1 + 2	1.129	1.129
TOTAL VA	**2.258**	

	L1	L2
TOTAL	400	400

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.

A continuación 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 REQUIERE 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
CTO 1 - CT	0,002	2	1/0	25	0,05	0,00006	0,00006	5,07975E-05	5,07975E-05

RESUMEN REGULACIÓN Y PERDIDAS POR ALIMENTADOR	
MAXIMA CAIDA DE TENSIÓN CALCULADA (%)	**0,000055**
MAXIMA PERDIDA DE POTENCIA CALCULADA (%)	**0,000051**

1.2.1.3.2 CALCULO DE REGULACION EN BAJA TENSION												Temp. Conductor 75°C						Correc. temp. 36-
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
ACOMETIDA P/PAL	**TP**	**2**	240	22,50	0,9	1	18,00	**4/0 awg**	**1**	104,17	130,21	163,8	Al	PVC	0,55	0,55	2x125	1x3"	1x4/0 awg	2
TABLERO ZONAS COMUNES	**TDZC**	**2**	240	3,00	0,9	1	6,00	**6 awg**	**1**	13,89	17,36	45,5	Al	EMT	0,17	0,72	2x20	1x1"	1x6 awg	6
TABLERO ALUMBR. PÚBLICO	**TAP**	**2**	240	2,03	0,9	1	4,00	**6 awg**	**1**	9,41	11,76	45,5	Al	EMT	0,08	0,63	2x30	1x1"	1x6 awg	6
LOCAL 1	**TDL1**	**2**	240	2,67	0,9	1	18,00	**6 awg**	**1**	12,37	15,46	45,5	Al	PVC	0,46	1,01	2x30	1x1"	1x6 awg	6
LOCAL 2	**TDL2**	**2**	240	2,67	0,9	1	11,00	**6 awg**	**1**	12,37	15,46	45,5	Al	PVC	0,28	0,83	2x30	1x1"	1x6 awg	6
LOCAL 3	**TDL3**	**2**	240	2,67	0,9	1	45,00	**6 awg**	**1**	12,37	15,46	45,5	Al	PVC	1,14	1,70	2x30	1x1"	1x6 awg	6
LOCAL 4	**TDL4**	**2**	240	2,67	0,9	1	52,00	**6 awg**	**1**	12,37	15,46	45,5	Al	PVC	1,32	1,88	2x30	1x1"	1x6 awg	6
LOCAL 5	**TDL5**	**2**	240	2,67	0,9	1	46,00	**6 awg**	**1**	12,37	15,46	45,5	Al	PVC	1,17	1,72	2x30	1x1"	1x6 awg	6
LOCAL 6	**TDL6**	**2**	240	2,67	0,9	1	48,00	**6 awg**	**1**	12,37	15,46	45,5	Al	PVC	1,22	1,77	2x30	1x1"	1x6 awg	6
LOCAL 7	**TDL7**	**2**	240	2,67	0,9	1	55,00	**6 awg**	**1**	12,37	15,46	45,5	Al	PVC	1,40	1,95	2x30	1x1"	1x6 awg	6
LOCAL 8	**TDL8**	**2**	240	2,67	0,9	1	58,00	**6 awg**	**1**	12,37	15,46	45,5	Al	PVC	1,47	2,03	2x30	1x1"	1x6 awg	6
LOCAL 9	**TDL9**	**2**	240	2,67	0,9	1	82,00	**4 awg**	**1**	12,37	15,46	59,15	Al	PVC	1,33	1,88	2x30	1x1¼"	1x4 awg	6
LOCAL 10	**TDL10**	**2**	240	2,67	0,9	1	89,00	**4 awg**	**1**	12,37	15,46	59,15	Al	PVC	1,44	1,99	2x30	1x1¼"	1x4 awg	6

1.2.1.4. CALCULO TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCION

1.2.1.4.1 CALCULO TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCION						
LOCACIÓN	CANT	CARGA DE ALUMBRADO 220.12 (22VA/m2)	OTRAS CARGAS EQUIPOS DE COCINA SEGUN 220.56	FACTOR DE DEMANDA TABLA 220-44 (PRIMEROS 10KVA AL 100% EL RESTO AL 50%)	CARGAS ESPECIALES (KVA) (PLENA)	TOTAL CARGA (KVA)
LOCALES (COCINAS)	10	2,86	22,50			
CARGA ALUMBRADO PARQUE	1				2,26	
TABLERO BAÑOS	1				2,00	
TOTAL		2,86	22,50	17,68	4,26	21,94
NOTA: SE ESCOGE UN TRANSFORMADOR DE 25 KVA BIFASICO CON RELACION DE VOLTAJE DE 13.200/240-120 V						

1.2.1.2. DIMENSIONAMIENTO ECONOMICO Y AMBIENTAL DE CONDUCTORES.

FECHA: DICIEMBRE DE 2025
Proyecto: INSTALACIONES ELÉCTRICAS DEL PARQUE DE LA CRUZ SANTA TERESA, CIÉNAGA DE ORO, CÓRDOBA
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 25KVA, operando a 240/120 Voltios, factor de potencia 0.90, Tensión de operación 240/120 Voltios, con una longitud de 18 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: 990 Col$/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.

Cómo hay muchos conductores en donde se repiten calibres y conductores por fase, se escogerá solamente 1 (el más representativo).

1.2.1.2. DIMENSIONAMIENTO ECONOMICO Y AMBIENTAL DE CONDUCTORES.									
Sección						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	$ 1.701.192	$ 1.092.600	$ 608.592	THWN3/0	$ 837.733	$ 70.300	$ 767.433
TABLERO ZONAS	6 awg	13	$ 128.093	$ 99.000	$ 29.093	THWN8	$ 211.500	$ 165.250	$ 46.250
TABLERO ALUMBR.	6 awg	13	$ 74.900	$ 66.000	$ 8.900	THWN10	$ 62.230	$ 39.700	$ 22.530
LOCAL 1	6 awg	13	$ 366.197	$ 297.000	$ 69.197	THWN8	$ 275.253	$ 165.250	$ 110.003
LOCAL 9	4 awg	21	$ 2.289.174	$ 2.091.000	$ 198.174	THWN8	$ 666.373	$ 165.250	$ 501.123
Total			$ 4.559.556	$ 3.645.600	$ 913.956		$ 2.053.089	$ 605.750	$ 1.447.339

Sección						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	Z1-Z2 Ganancia Ambiental (reducción de
ACOMETIDA P/PAL	3Ø(3Ø-3H y 3Ø-	240	25,00	1	104,17	$ 863.459	-27,2	$ 2.525	-4,1
TABLERO ZONAS	3Ø(3Ø-3H y 3Ø-	240	3,00	1	13,89	$ (83.407)	24,3	$ (244)	-4,1
TABLERO ALUMBR.	3Ø(3Ø-3H y 3Ø-	240	2,97	1	9,41	$ 12.670	-4,6	$ 37	-4,1
LOCAL 1	3Ø(3Ø-3H y 3Ø-	220	2,97	1	12,37	$ 90.944	-11,1	$ 266	-4,1
LOCAL 9	3Ø(3Ø-3H y 3Ø-	220	2,97	1	12,37	$ 1.622.800	-26,8	$ 4.745	-4,1
Total						$ 2.506.467	-9,1	$ 7.329	-4,1

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.

1.2.1.4. 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

Carga Instalada: 25 kVA 2F
Fp: 0.9
In de la carga: 65,6 (linea)

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.		

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

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.

1.2.1.6. CALCULO DE CANALIZACIONES

1.2.1.6.1 Acometida 2xNo. 4/0 F + 1No. 4/0 N Aluminio S. 8000 THHN

Ocupacion de

Cable Monopolar

N°	Calibre	Aislante	Cantidad	Diametro* mm	Area por cable mm2	Total Grupo mm2
1	4/0	THW 600 V	3	17,46	239,43	718,29
2	12	THW 600 V	0			
3	12	THW 600 V	0			
4	12	THW 600 V	0			
5	12	THW 600 V	0			

Area Total **718,29** **mm2**

Tipo de Ducto:

PVC

Diametro:

3 Pulgadas

Diametro** 51,6 mm

Area Total **2091,17** **mm2**

Diámetro mínimo recomendado

3 "

Max. Ocupacion **40,00%** **Ocupación** **34,35%**

1.2.1.6.2 Alimentador locales 2No.6 FASES + 1No.6 NEUTRO + 1No.6 TIERRA AL. S.8000 THWN .

Ocupacion de

Cable Monopolar

N°	Calibre	Aislante	Cantidad	Diametro* mm	Area por cable mm2	Total Grupo mm2
1	6	THW 600 V	12	7,71	46,69	560,25
2	12	THW 600 V	0			
3	12	THW 600 V	0			
4	12	THW 600 V	0			
5	12	THW 600 V	0			

Area Total **560,25** **mm2**

Tipo de Ducto:

PVC

Diametro:

Pulgadas

2

Diametro** 51,6 mm

Area Total **2091,17** **mm2**

Diámetro mínimo recomendado

2 "

Max. Ocupacion **40,00%** **Ocupación** **26,79%**

1.2.1.6. CALCULO DE CANALIZACIONES

1.2.1.6.3 Alimentador locales 2No.4 FASES + 1No.4 NEUTRO + 1No.6 TIERRA AL. S.8000 THWN

.

Ocupacion de

Cable Monopolar

N°	Calibre	Aislante	Cantidad	Diametro* mm	Area por cable mm2	Total Grupo mm2
1	4	THW 600 V	6	8,93	62,63	375,79
2	6	THW 600 V	2	7,71	46,69	93,37
3	12	THW 600 V	0			
4	12	THW 600 V	0			
5	12	THW 600 V	0			

Area Total **469,16** **mm2**

Tipo de Ducto:

Diametro:

Pulgadas

2 **imo recomendado**

2 "

Diametro** 51,6 mm

Area Total **2091,17** **mm2**

Max. Ocupacion **40,00%** **Ocupación** **22,44%**

1.2.1.6.4 Alimentador luminarias 2No.6 FASES + 1No.6 TIERRA AL. S.8000 THWN

.

Ocupacion de

Cable Monopolar

N°	Calibre	Aislante	Cantidad	Diametro* mm	Area por cable mm2	Total Grupo mm2
1	6	THW 600 V	9	7,71	46,69	420,19
2	8	THW 600 V	0			
3	12	THW 600 V	0			
4	12	THW 600 V	0			
5	12	THW 600 V	0			

Area Total **420,19** **mm2**

Tipo de Ducto:

PVC

Diametro:

Pulgadas

2 **imo recomendado**

2 "

Diametro** 51,6 mm

Area Total **2091,17** **mm2**

Max. Ocupacion **40,00%** **Ocupación** **20,09%**

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 1,66 kA

1.2.1.3.2 CALCULO DE REGULACION EN BAJA TENSION

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	Pérdidas de Energía (W)
ACOMETIDA P/PAL	**TP**	**2**	240	22,50	0,9	1	18,00	**4/0 awg**	**1**	104,17	130,21	163,8	Al	PVC	0,55	0,55	124,47
TABLERO ZONAS COMUNES	**TDZC**	**2**	240	3,00	0,9	1	6,00	**6 awg**	**1**	13,89	17,36	45,5	Al	EMT	0,17	0,72	21,74
TABLERO ALUMBR. PÚBLICO	**TAP**	**2**	240	2,03	0,9	1	4,00	**6 awg**	**1**	9,41	11,76	45,5	Al	EMT	0,08	0,63	12,81
LOCAL 1	**TDL1**	**2**	240	2,67	0,9	1	18,00	**6 awg**	**1**	12,37	15,46	45,5	Al	PVC	0,46	1,01	27,00
LOCAL 2	**TDL2**	**2**	240	2,67	0,9	1	11,00	**6 awg**	**1**	12,37	15,46	45,5	Al	PVC	0,28	0,83	22,25
LOCAL 3	**TDL3**	**2**	240	2,67	0,9	1	45,00	**6 awg**	**1**	12,37	15,46	45,5	Al	PVC	1,14	1,70	45,33
LOCAL 4	**TDL4**	**2**	240	2,67	0,9	1	52,00	**6 awg**	**1**	12,37	15,46	45,5	Al	PVC	1,32	1,88	50,09
LOCAL 5	**TDL5**	**2**	240	2,67	0,9	1	46,00	**6 awg**	**1**	12,37	15,46	45,5	Al	PVC	1,17	1,72	46,01
LOCAL 6	**TDL6**	**2**	240	2,67	0,9	1	48,00	**6 awg**	**1**	12,37	15,46	45,5	Al	PVC	1,22	1,77	47,37
LOCAL 7	**TDL7**	**2**	240	2,67	0,9	1	55,00	**6 awg**	**1**	12,37	15,46	45,5	Al	PVC	1,40	1,95	52,13
LOCAL 8	**TDL8**	**2**	240	2,67	0,9	1	58,00	**6 awg**	**1**	12,37	15,46	45,5	Al	PVC	1,47	2,03	54,16
LOCAL 9	**TDL9**	**2**	240	2,67	0,9	1	82,00	**4 awg**	**1**	12,37	15,46	59,15	Al	PVC	1,33	1,88	50,25
LOCAL 10	**TDL10**	**2**	240	2,67	0,9	1	89,00	**4 awg**	**1**	12,37	15,46	59,15	Al	PVC	1,44	1,99	53,28

Lás perdidas por energía en el proyecto, son en total 606,89 W-h

1.2.2.1. ANÁLISIS DE CORTOCIRCUITO Y FALLA A TIERRA

1,1 PARÁMETROS DEL TRANSFORMADOR

Potencia	25,0	**kVA**	
Tensión	240	**V.**	
In	60,14	**A.**	
Impedancia	3,5	**%**	Valor sacado de tablas
Pcu	449	**W**	Valor sacado de tablas
Po	300	**W**	Valor sacado de tablas
Icc en bornes In/Uz	1718,35	**A.**	**I falla Simetrica**
I falla A (Ifs x 1,73)	2972,75	**A.**	**I falla Asimetrica**

Rt=(Pcu W)/(3xInxIn)=	0,041377	**Ohms**
Zt=(Z%*V*V)/(100*P)	0,080640	**Ohms**
$Xt=\sqrt{(Zt*Zt) - (Rt*Rt)}$	0,069215	**Ohms**

1,2 PARÁMETROS DEL ALIMENTADOR HASTA TG

Longitud	18	**Mts**	
Calibre	4/0 awg	**Barra**	
L=	0,018000	**Km**	
R=	0,18348	**ohm/Km**	Valor sacado de tablas
X=	0,09800	**ohm/Km**	Valor sacado de tablas

RL=(R ohm/Km)(L Km)=	0,00330	**Ohms**
XL=(X ohm/Km)(L Km)=	0,00176	**Ohms**

1,3 CORTO CIRCUITO CON BASE EN LAS DOS IMPEDANCIAS

$$Zcc=\sqrt{(RL+Rt)^2 + (XL+Xt)^2}=$$ 0,08387 **Ohms**

CORRIENTE DE CORTO CIRCUITO EN BORNES DEL INTERRUPTOR AUTOMÁTICO

Icc= V/(Zcc) =	**2,9**	**KA.**
	2.861,5	**Amp en BT**
	52,0	**Amp en MT**

DIFERENCIA DE CORRIENTES ENTRE LOS BORNES Y EL PUNTO A **18,0** **Mts**

1.666,3 **Amp**

1.2.2.2. CÁLCULO Y COORDINACIÓN DE PROTECCIONES CONTRA

1.0 Datos del transformador protocolo o NTC 819

Potencia	25	KVA
Tension primario	13200	V
Tension secundario	208	V
Impedancia Uz	6	%

2.0 Calculo de corriente en MT

Corriente nominal del primario	S/V	1,89
Icc Primario	In(prim)/Zcc	31,6

3.0 Calculo de corriente en BT

Corriente nominal del secundario	S/V	120,2
Icc Secundario	In(sec)/Zcc	2003
Icc Secundario referida al primario		31,6

4.0 Curvas de coordinacion

Para el transformador de 25 KVA, se selecciona:

Fusible tipo dual 4 A

Se utiliza en BT un totalizador de 2x150 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)	
2003	50,8	39,5	0,008	→ Icc

Ireferencia 39,5 A Corriente de arranque

4.2 CURVA FUSIBLE MT CURVA 2

Corriente (A)	Icc * 1,25	Tiempo (s)	
31,6	39,46	0,11	→ Icc

Conclusiones

Se garantiza la adecuada coordinación de protecciones el margen de tiempo entre la proteccion de BT y MT es de **102** ms

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

En este proyecto se analizan los conductores de la acometida que viene del transformador al tablero principal y los alimentadores a locales y luminarias

La corriente de corto circuito calculada por baja tensión fue de 1,66 kA

1.2.2.3.1. Acometida 2xNo. 4/0 F + 1No. 4/0 N Aluminio S. 8000 THHN

Calculo de Corriente máxima de Corto Circuito		
Calibre del Cable:	4/0	
Área:	211600	CMIL
Frecuencia:	60	Hz
Duración del Corto C:	5	Ciclos
	0,08	Seg
Temp. De Operación:	90	ºC
Temp. Max Corto C:	250	ºC
Corriente de CC:	52,74	kA

Formula Aplicada

$$I_{cc} = A\sqrt{\frac{0,0297 \log\left[\frac{T_2 + 234}{T_1 + 234}\right]}{t}}$$

Donde:

Icc: Corriente de Corto Circuito
A: Área del Conductor en MCM
t: Tiempo de Corto Circuito en seg.
T1: Temperatura de operación del cable
T2: Temperatura Max. De Corto Circuito

Fuente: Okonite

1.2.2.3.2. Alimentador locales 2No.6 FASES + 1No.6 NEUTRO + 1No.6 TIERRA AL. S.8000 THWN

Calculo de Corriente máxima de Corto Circuito		
Calibre del Cable:	6	
Área:	26240	CMIL
Frecuencia:	60	Hz
Duración del Corto C:	5	Ciclos
	0,08	Seg
Temp. De Operación:	90	ºC
Temp. Max Corto C:	250	ºC
Corriente de CC:	6,54	kA

Formula Aplicada

$$I_{cc} = A\sqrt{\frac{0,0297 \log\left[\frac{T_2 + 234}{T_1 + 234}\right]}{t}}$$

Donde:

Icc: Corriente de Corto Circuito
A: Área del Conductor en MCM
t: Tiempo de Corto Circuito en seg.
T1: Temperatura de operación del cable
T2: Temperatura Max. De Corto Circuito

Fuente: Okonite

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

1.2.2.3.3. Alimentador locales 2No.4 FASES + 1No.4 NEUTRO + 1No.6 TIERRA AL. S.8000 THWN

Calculo de Corriente máxima de Corto Circuito		
Calibre del Cable:	4	
Área:	41740	CMIL
Frecuencia:	60	Hz
Duración del Corto C:	5	Ciclos
	0,08	Seg
Temp. De Operación:	90	ºC
Temp. Max Corto C:	250	ºC
Corriente de CC:	10,40 kA	

Formula Aplicada

$$I_{cc} = A\sqrt{\frac{0,0297 \log\left[\frac{T_2 + 234}{T_1 + 234}\right]}{t}}$$

Donde:

Icc: Corriente de Corto Circuito
A: Área del Conductor en MCM
t: Tiempo de Corto Circuito en seg.
T1: Temperatura de operación del cable
T2: Temperatura Max. De Corto Circuito

Fuente: Okonite

1.2.2.3.4. Alimentador luminarias 2No.6 FASES + 1No.6 TIERRA AL. S.8000 THWN

Calculo de Corriente máxima de Corto Circuito		
Calibre del Cable:	6	
Área:	26240	CMIL
Frecuencia:	60	Hz
Duración del Corto C:	5	Ciclos
	0,08	Seg
Temp. De Operación:	90	ºC
Temp. Max Corto C:	250	ºC
Corriente de CC:	6,54 kA	

Formula Aplicada

$$I_{cc} = A\sqrt{\frac{0,0297 \log\left[\frac{T_2 + 234}{T_1 + 234}\right]}{t}}$$

Donde:

Icc: Corriente de Corto Circuito
A: Área del Conductor en MCM
t: Tiempo de Corto Circuito en seg.
T1: Temperatura de operación del cable
T2: Temperatura Max. De Corto Circuito

Fuente: Okonite

1.2.2.4. CÁLCULO DE PUESTA A TIERRA Y ESTUDIO DE RESISTIVIDAD

DATOS PARA EL CÁLCULO DE LA MALLA DE PUESTA A TIERRA

	Resistencia requerida según aplicación menor a (W)	10	Subestaciones de media tensión
ρ	Resistividad aparente del terreno (Ω.m)	0,84	
I_f	Corriente de falla a tierra simétrica rms (A)	2,972	
t_c	Tiempo de despeje de la falla (ms)	102	
	Marque la casilla si existe una capa superficial ☐	NO	Tabla 7 Pag. 52 IEEE 80-2000
ρ_s	Resistividad de la capa superficial (Ω.m) Ver tabla 7	0,84	
h_s	Espesor de la capa superficial hs (cm)	5	

CARACTERISTICAS DEL CONDUCTOR DE LA MALLA DE PAT

	Tipo de conductor seleccionado		Cobre blando, recocido suave
K_f	Constante del material conductor a utilizar en la PAT	7,00	Tabla 2 Pag. 44 IEEE 80-2000
A_{mm}^2	Área calculada del conductor a utilizar en la malla (mm^2)	0,00	Formula 40 Y 41 Pag. 43 IEEE 80-2000
d	Diámetro del conductor a utilizar en la malla de PAT (mm)	20,70	**Por requerimientos mecánicos**
	Calibre conductor a utilizar en malla de puesta a tierra	2 AWG	

GEOMETRIA DE LA

a	Cuadrada ◉	Ver figura 1	Largo (m)	1	
b	Rectangular ○	Ver figura 2	Ancho (m)	1	
L_1	En forma de L ○	Ver figura 3	L1 (m)	0	
L_2			L2 (m)	0	
D	Longitud de los lados de la cuadrícula (m)			1,0	
h	Profundidad de enterramiento de la malla (cm)			50	
A	Área de la malla de PAT (m^2)			1	
L_p	Longitud del perímetro (m)			4	
	Número de conductores en el sentido longitudinal o "X"			2	
L_x	Longitud Máxima del Conductor en el sentido de "X" (m)			2	
	Número de conductores en el sentido transversal o "Y"			2	
L_y	Longitud Máxima del Conductor en el sentido de "Y" (m)			2	
L_C	Longitud Conductor Horizontal De La Malla (m) ☑			4	
	Empleo de barras copperweld o jabalinas			SI	
	Modelo de barra copperweld				
d_r	Diámetro de la Barra Copperweld o jabalina (mm)			15,88	
L_r	Longitud de la Barra Copperweld o jabalina (m)			2,4	

GEOMETRIA DE LA MALLA CONTINUACION			
n_R	Número de barras copperweld colocadas en el área A	1	
L_R	Longitud total de las Barras Copperweld o Jabalinas (m)	2,40	
L_M	Longitud efectiva sin barras o con ellas no ubicadas en esquinas (m)	6,40	Formula 90 Pag. 94 IEEE 80-2000
L_M	Longitud efectiva con barras en el perímetro y esquinas (m)	10	Formula 91 Pag. 94 IEEE 80-2000
L_S	Longitud efectiva con barras copperweld o sin ellas (m)	5	Formula 93 Pag. 94 IEEE 80-2000
MOLDES Y CARTUCHOS PARA SOLDADURA EXOTERMICA			
CX	Cantidad de conexiones exotérmicas en EQUIS	1	
MX	Molde de grafito para conexión exotérmica en EQUIS	1	
CT	Cantidad de conexiones exotérmicas en TEE	8	
MT	Molde de grafito para conexión exotérmica en TEE	1	
CÁLCULO DE RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA			
R_m	Resistencia de malla (Ω)	0,38	Formula 52 Pag. 65 IEEE 80-2000
R_r	Resistencia de la barra copperweld seleccionada (Ω)	0,27	Barra copperweld 5/8
R_g	Resistencia equivalente del sistema de PAT (Ω)	0,16	Con barras copperweld
CÁLCULO DE CORRIENTE MAXIMA DE MALLA			
I_G	Máxima corriente de malla (A)	0,77	Formula 63 Y 64 Pag. 73 IEEE 80-2000
I_g	Corriente de malla simétrica rms (A)	0,62	Formula 65 Pag. 73 IEEE 80-2000
D_f	Factor de decremento para la determinación de IG	1,232	Formula 79 Pag. 84 IEEE 80-2000
X/R	Valores típicos de la Relación X/R		Tabla 10 Pag. 85 IEEE 80-2000
t_f	Valores típicos del Tiempo de duración de la falla (Seg)		Tabla 10 Pag. 85 IEEE 80-2000
S_f	Factor divisor de la corriente de falla	0,21	Formula 63 Pag. 72 IEEE 80-2000
CÁLCULO DE VOLTAJES PERMISIBLES DE PASO Y TOQUE			
	Peso de la persona para estimación		
E_p	Voltaje de paso tolerable (V)	730	Formula 29 y 30 Pag. 27 IEEE 80-2000
E_t	Voltaje de toque tolerable (V)	727	Formula 32 y 33 Pag. 27 IEEE 80-2000
C_s	Factor de decremento de la capa superficial	1,00	Formula 27 Pag. 23 IEEE 80-2000

CÁLCULO DE VOLTAJES MAXIMOS DE PASO Y TOQUE			
GPR	Máxima elevación del potencial de tierra GPR (V)	**657**	
E_m	Voltaje de malla en caso de falla (V)	**0**	Formula 80 Pag. 91 IEEE 80-2000
E_s	Voltaje de paso en caso de falla (V)	**639**	Formula 92 Pag. 94 IEEE 80-2000
CÁLCULO DE FACTORES GEOMETRICOS			
n	Factor geométrico compuesto de factores: na, nb, nc y nd	**2,00**	Formula 84 Pag. 93 IEEE 80-2000
n_a	Factor geométrico	**2,00**	Formula 85 Pag. 93 IEEE 80-2000
n_b	Factor geométrico	**1,000**	Formula 86 Pag. 93 IEEE 80-2000
n_c	Factor geométrico	**1,000**	Formula 87 Pag. 93 IEEE 80-2000
n_d	Factor geométrico	**1,000**	Formula 88 Pag. 93 IEEE 80-2000
CÁLCULO DE FACTORES CORRECCION			
K_m	Factor de separación para el voltaje de la malla	**0,50**	Formula 81 Pag. 93 IEEE 80-2000
K_{ii}	Factor de ponderación correctiva que se ajusta a los efectos de los conductores internos en la esquina de la malla	**0,25**	Formula 82 Pag. 93 IEEE 80-2000
K_h	Factor de ponderación correctiva que hace hincapié en los efectos de la profundidad de la red	**1,22**	Formula 83 Pag. 93 IEEE 80-2000
K_i	Factor de corrección por geometría de la malla	**0,940**	Formula 89 Pag. 94 IEEE 80-2000
K_s	Factor de separación para el voltaje de paso	**0,531**	Formula 94 Pag. 94 IEEE 80-2000
EVALUACION DE RESULTADOS			
1	¿La resistencia de puesta a tierra R_g obtenida es menor que la resistencia requerida?	***Sí, el diseño cumple con el requerimiento***	
2	¿Es GPR menor que el voltaje de contacto tolerable?	***Sí, el diseño cumple con el requerimiento***	
3	Bajo condiciones de falla, ¿Es el voltaje de malla (E_m) menor que el voltaje de contacto tolerable (E_t)?	***Sí, el voltaje de malla cumple con el***	
4	Bajo condiciones de falla ¿Es el voltaje de paso (E_s) menor que el voltaje de paso tolerable (E_p)?	***Sí, el voltaje de paso cumple con el***	

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: INSTALACIONES ELÉCTRICAS DEL PARQUE DE LA CRUZ SANTA TERESA, CIÉNAGA DE ORO, CÓRDOBA

3. NORMATIVIDAD APLICABLE.

Para la evaluación de los niveles de aislamiento y la coordinación de aislamiento de la subestación de media tensión del proyecto INSTALACIONES ELÉCTRICAS DEL PARQUE DE LA CRUZ SANTA TERESA, CIÉNAGA DE ORO, CÓRDOBA, 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 Ref: 12KV - 10KA, se obtienen los valores de:

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

1.2.3.1 ANÁLISIS DE COORDINACIÓN DE AISLAMIENTO ELÉCTRICO.

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

BIL = 1.4 x 43.3 kV= 60.62 KV

Para la caja cortacircuito el BIL es de 60 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 INSTALACIONES ELÉCTRICAS DEL PARQUE DE LA CRUZ SANTA TERESA, CIÉNAGA DE ORO, CÓRDOBA) 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).

El DPS seleccionado es de tipo 1, el cual es testeado a una tensión de 6kV, 220/127V trifasico y cumple la norma UL1449 3ra Ed, ref: TE-01-XCS-01 a 20kAmp.

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=5.8.

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.
No hay estructuras de gran altura en el proyecto

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) Se recomienda instalar un DPS de 20 kAmp Tipo1 a 240 Voltios, el lado de BT con una distancia del barraje no mayor 40 cm.

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

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. 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.

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

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 la resolución 40117 del 02 de abril de 2024.

CHOQUE ELÉCTRICO POR CONTACTO DIRECTO EN PARTES ENERGIZADAS										
RIESGO A EVALUAR:	**Choque eléctrico**			**por**	**Contacto directo**		**(al) o (en)**	**Partes energizadas**		
	EVENTO O EFECTO				**FACTOR DE RIESGO**			**FUENTE**		
	(Ej:				(Ej: Arco			(Ej: Celda de		
Riesgo potencial	X	**Riesgo materializado**					**PROBABILIDAD**			
	En personas	Economicas	Ambientales	En la imagen de la empresa	Nivel	**E**	**D**	**C**	**B**	**A**
						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.	Contaminación irreparable	Internacional	5	**MEDIO**	**ALTO**	**ALTO**	**ALTO**	**MUY ALTO**
	Incapacidad parcial permanent	Daños mayores, salida de	Contaminación mayor	Nacional	4	**MEDIO**	**MEDIO**	**MEDIO**	**ALTO**	**ALTO**
	Incapacidad temporal (>1día)	Daños severos, Interrupción	Contaminación localizada	Regional	3	**BAJO**	**MEDIO**	**MEDIO**	**MEDIO**	**ALTO**
	Lesión menor (sin incapacidad)	Daños importantes. Interrupció	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 la resolución 40117 del 02 de abril de 2024.

INCENDIO POR CORTOCIRCUITO O SOBRECARGA EN EL EDIFICIO

RIESGO A EVALUAR:	Incendio	por	Cortocircuito o Sobrecarga	(al) o (en)	Parque
	EVENTO O EFECTO (Ej:		FACTOR DE RIESGO (Ej: Arco		FUENTE (Ej: Celda de

Riesgo potencial [X] **Riesgo materializado** [ ]

						PROBABILIDAD				
						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.	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. Interrupció	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 la resolución 40117 del 02 de abril de 2024.

LESIONES O HERIDAS POR MANEJO DE HERRAMIENTAS EN TABLEROS ELÉCTRICOS

RIESGO A EVALUAR:	Lesiones o heridas	por	Manejo de herramientas	(al) o (en)	Tableros eléctricos
	EVENTO O EFECTO (Ej:		FACTOR DE RIESGO (Ej: Arco		FUENTE (Ej: Celda de

Riesgo potencial	X	Riesgo materializado				PROBABILIDAD				
	En personas	Economicas	Ambientales	En la imagen de la empresa	Nivel	E	D	C	B	A
						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.	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. Interrupció	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 la resolución 40117 del 02 de abril de 2024.

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

RIESGO	NIVEL DEL RIESGO	DECISICIONES A TOMAR Y CONTROL
Choque eléctrico por contacto de partes energizadas	MEDIO	Distancias de seguridad adecuadas, aislamiento o recubrimiento de partes activas, elementos de protección personal, puesta a tierra
Incendio por cortacircuito o sobrecarga en el parque	MEDIO	Interruptores automáticos con dispositivos de disparo de máxima corriente o cortacircuitos fusibles.
Lesiones osteomusculares, magulladuras, heridas por manejo de herramientas en tableros eléctricos	MEDIO	Mantenimientos preventivos, trabajos bajo las 5 reglas de oro.

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:

$$E = \frac{1}{(4*\prod*\epsilon)*(Q/r^2)*U} \quad [V/m]$$

donde:

$\epsilon =$ * 0

ε_o	Constante de permitividad eléctrica en el vacío = 8.987552*10⁹ Nm²C⁻²
εr	Permitividad relativa del medio = 1.00058986*10° Adm
ϵ:	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:

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

$E = 47548,83 * 10^2 / 6704,75$ [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:

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

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

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:

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

$B = 3,16 *10^{-7}$ [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

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

			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.