



MEMORIAS DE CÁLCULO DISEÑOS ELÉCTRICOS

INSTITUCIÓN EDUCATIVA TÉCNICA ALVARO ULCUE CHOCUE

ANDRES F. MORALES P.
INGENIERO ELÉCTRICISTA
AT205-139421
TUCHÍN - CÓRDOBA
MARZO 2025

ANDRES F. MORALES P.
AT205-139421

INGENIERO ELECTRICISTA
TUCHÍN - CÓRDOBA
MARZO 2025

Tabla de contenido

1	INTRODUCCIÓN	5
2	DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN	5
2.1.1	Instalación de MT	6
2.1.2	Instalación de BT	6
2.1.3	Instalación de transformador	7
3	MEMORIAS DE CÁLCULO	8
3.1	Análisis de riesgos de origen eléctrico y medidas para mitigarlos.	9
3.2	Análisis de riesgos por descargas eléctricas atmosféricas (rayos) y medidas de protección.	12
3.3	Análisis y cálculo de cargas iniciales y futuras, incluyendo factor de potencia y armónicos.	13
3.4	Coordinación de aislamiento eléctrico	14
3.5	Análisis y cálculos de cortocircuito, arco eléctrico y falla a tierra	15
3.6	Análisis del nivel tensión requerido.	16
3.7	Cálculo de campos electromagnéticos	16
3.8	Cálculo de transformadores incluyendo efectos de los armónicos y factor de potencia en la carga.	17
3.9	Sistema de puesta a tierra.	17
3.10	Cálculo económico de conductores, teniendo en cuenta todos los factores de pérdidas, las cargas resultantes y los costos de la energía.	21
3.11	Especificación 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 u otra equivalente.	23
3.12	Cálculo mecánico de estructuras y de elementos de sujeción y soporte de redes de transmisión, de distribución, subestaciones y centrales de generación.	24
3.13	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.	32
3.14	Cálculos de canalizaciones (tubos, ductos, canales y electroductos), bandejas portables y volumen de cerramientos (cajas, conduletas, armarios, etc.).	33

3.15	Cálculo de pérdidas de energía, teniendo en cuenta los efectos de armónicos y factor de potencia.....	34
3.16	Cálculos de regulación de tensión.	34
3.17	Áreas clasificadas como peligrosas.	34
3.18	Diagramas unifilares.....	35
3.19	Planos eléctricos para construcción.	35
3.20	Especificaciones de construcción complementarias a los planos, incluyendo las de tipo técnico de equipos y materiales y sus condiciones particulares.	35
3.21	Distancias de seguridad o servidumbre requeridas.....	35
3.22	Justificación de desviaciones técnicas cuando sea estrictamente necesarias, siempre y cuando no comprometa la seguridad de las personas o de la instalación.	36
3.23	Los demás estudios que el tipo de instalación requiera para su correcta y segura operación, tales como condiciones sísmicas, acústicas, mecánicas o térmicas.	36
3.24	Selección, cálculo y especificación de equipos de generación de energía convencionales y no convencionales.	36
4	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	38
5	ANEXOS	39
5.1	Cédula de ciudadanía Diseñador	39
5.2	Tarjeta Profesional Diseñador	40
6	REFERENCIAS	41

TABLAS

Tabla 1 Instalaciones de MT	6
Tabla 2 Instalaciones de BT	6
Tabla 3 Características Transformador	7
Tabla 4 Resumen cálculo de efectos armónicos.....	13
Tabla 6 Tensión al impulso que deben soportar los equipos NTC 4152-1	15
Tabla 7 Configuración de parámetros de estudio de resistividad.....	20
Tabla 8 Cálculo de conductores y regulación de tensión.....	23
Tabla 9 Verificación de capacidad de corriente por conductor	24
Tabla 10 Cálculo de ocupación de canalizaciones	33
Tabla 11 Cálculo de pérdidas de energía	34

FIGURAS

Figura 1 Análisis de riesgo de electrocución por contacto directo	10
Figura 2 Análisis de riesgo de quemaduras por cortocircuito	10
Figura 3 Análisis de riesgo de quemaduras por arco eléctrico.....	11
Figura 4 Análisis de riesgo contra descargas atmosféricas.....	12
Figura 5 Cuadro de carga TG Principal	13
Figura 6 Forma de onda.....	14
Figura 7 Medidas de resistividad de terreno	18
Figura 8 Resumen de mediciones.....	18
Figura 9 Grafica curva de resistividad	19
Figura 10 Resultados de resistividad del terreno	19
Figura 11 Resultado estudio de resistividad (tensiones de paso y contacto)	20
Figura 12 Referencia de malla a tierra evaluada	21
Figura 13 Cálculo económico de conductores para acometida BT	21
Figura 14 Curva de cálculo económico de conductores para acometida BT	22
Figura 15 Coordinación de protecciones	32

1 INTRODUCCIÓN

El presente informe hace parte de los entregables del proyecto “ESTUDIOS Y DISEÑOS SISTEMA ELÉCTRICO INSTITUCIÓN EDUCATIVA TÉCNICA ALVARO ULCUE CHOCUE” y corresponde al estudio y memorias de cálculo del sistema eléctrico. El cuál se ajusta a lo solicitado por el reglamento técnico de instalaciones eléctricas RETIE, y a lo especificado en las normas técnicas del operador de red (OR).

2 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN

El proyecto consiste en el diseño de las instalaciones eléctricas integrales para la **Institución Educativa Técnica Álvaro Ulué Chocué**, ubicada en el municipio de **Tuchín, Córdoba**. La infraestructura está concebida como un complejo educativo de alta demanda, distribuido en áreas pedagógicas, administrativas y de servicios generales que requieren un suministro eléctrico altamente confiable y seguro.

La instalación abarca una diversidad de espacios con requerimientos específicos, incluyendo:

- **Zonas Académicas:** Aulas de preescolar, primaria, bachillerato y aulas polivalentes.
- **Zonas Especializadas:** Laboratorios, biblioteca, museo y oratorio.
- **Zonas de Concurrencia y Servicios:** Auditorio, cancha deportiva, comedor, cocina industrial y áreas administrativas.

El sistema eléctrico ha sido dimensionado para soportar una demanda diversificada, clasificada principalmente en:

- **Iluminación y Tomas de Uso General:** Sistemas LED de alta eficiencia y tomas reguladas/no reguladas.
- **Sistemas de Climatización:** Cargas de aire acondicionado para áreas administrativas, laboratorios y auditorio.
- **Fuerza y Equipamiento:** Equipos de cocina, laboratorios y bombeo hidráulico.
- **Cargas Críticas:** Sistema de alimentación para la **bomba contra incendio**, garantizando su operación autónoma bajo condiciones de emergencia.

Para garantizar la continuidad del servicio y el cumplimiento normativo (RETIE, NTC 2050), el diseño integra:

- **Subestación Eléctrica:** Instalación de un transformador trifásico de **225 kVA**, con relación de transformación **13200 / 208-120 V**.
- **Respaldo de Energía:** Grupo electrógeno de **230 kVA (Prime)**, configurado para cubrir la demanda total o esencial de la institución ante fallas en la red pública.

- **Sistemas de Protección:** Diseño integral de **Apantallamiento (SIPRA)** y **Sistema de Puesta a Tierra (SPT)** para la mitigación de riesgos por descargas atmosféricas y fallas eléctricas.
- **Redes de Media Tensión:** Diseño de la infraestructura de conexión al punto de servicio local.

La memoria técnica contempla el cálculo detallado del dimensionamiento de conductores por capacidad de corriente y regulación de tensión, coordinación de protecciones en tableros de distribución general y derivados, estudio de iluminación según niveles de lux exigidos para entornos educativos. cálculos mecánicos y eléctricos para la red de media tensión y la subestación.

2.1.1 Instalación de MT

DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICA
Tensión nominal de diseño (V)	13200
Conductores	3x1/0 XLPE + 250KCMIL
Configuración de la línea de B.T	3 FASES + TIERRA
Número de clientes/Tipo	1/OFICIAL
Longitud Red Aérea (km)	1.2
Longitud Red Subterránea (km)	0,025

Tabla 1 Instalaciones de MT

2.1.2 Instalación de BT

DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICA
Tensión nominal de diseño (V)	220-127
Conductores	3x(3x350F+350N) +2/0kcmil T
Configuración de la línea de B.T	3 FASES + 1 NEUTRO + TIERRA
Número de clientes/Tipo	1/OFICIAL
Longitud Red Aérea (km)	0
Longitud Red Subterránea (km)	0,005

Tabla 2 Instalaciones de BT

2.1.3 Instalación de transformador

DESCRIPCIÓN	UNIDADES	VALOR
Potencia	KVA	225
Refrigeración	SECO TIPO H	
Tensiones	Vp Vs	13200 220/127
Tipo de transformador	SECO TIPO H	
Grupo de conexión	Dyn5	
Refrigeración	-	AIRE
Impedancia máxima	%	6

Tabla 3 Características Transformador

3 MEMORIAS DE CÁLCULO

En este punto se puede incluir una descripción general de los cálculos incluidos en la memoria, una guía para el seguimiento de los cálculos puede ser generar una tabla con base en los numerales del artículo 3.3.1.1. del RETIE.

ALCANCE DE LAS MEMORIAS

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UBICACIÓN O JUSTIFICACIÓN
A	Análisis de riesgos de origen eléctrico y medidas para mitigarlos.	Sección 3.1
B	Análisis de riesgos por descargas eléctricas atmosféricas (rayos) y medidas de protección.	Sección 3.2
C	Análisis y cálculo de cargas iniciales y futuras, incluyendo factor de potencia y armónicos.	Sección 3.3
D	Coordinación de aislamiento eléctrico.	Sección 3.4
E	Análisis y cálculos de cortocircuito, arco eléctrico y falla a tierra.	Sección 3.5
F	Análisis del nivel tensión requerido.	Sección 3.6
G	Cálculos de campos electromagnéticos.	Sección 3.7
H	Cálculo de transformadores incluyendo efectos de los armónicos y factor de potencia en la carga.	Sección 3.8
I	Sistema de puesta a tierra.	Sección 3.9
J	Cálculo económico de conductores, teniendo en cuenta todos los factores de pérdidas, las cargas resultantes y los costos de la energía.	Sección 3.10
K	Especificación 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 u otra equivalente.	Sección 3.11
L	Cálculo mecánico de estructuras y de elementos de sujeción y soporte de redes de transmisión, de distribución, subestaciones y centrales de generación.	Sección 3.12
M	Cálculo y coordinación de protecciones contra sobrecorrientes. En baja tensión se permite la coordinación con las características de limitación de corriente de los dispositivos según IEC 60947-2 Anexo A.	Sección 3.13
N	Cálculos de canalizaciones (tubos, ductos, canales y electroductos), bandejas portacables y volumen de encerramientos (cajas, conduletas, armarios, etc.)	Sección 3.14
O	Cálculo de pérdidas de energía, teniendo en cuenta los efectos de armónicos y factor de potencia.	Sección 3.15
P	Cálculos de regulación de tensión.	Sección 3.16
Q	Áreas clasificadas como peligrosas.	Sección 3.17
R	Diagramas unifilares.	Sección 3.18
S	Planos eléctricos para construcción.	Sección 3.19
T	Especificaciones de construcción complementarias a los planos, incluyendo las de tipo técnico de equipos y materiales y sus condiciones particulares.	Sección 3.20
U	Distancias de seguridad o servidumbre requeridas.	Sección 3.21
V	Justificación de desviaciones técnicas cuando sea estrictamente necesarias, siempre y cuando no comprometa la seguridad de las personas o de la instalación.	Sección 3.22
W	Los demás estudios que el tipo de instalación requiera para su correcta y segura operación, tales como condiciones sísmicas, acústicas, mecánicas o térmicas.	Sección 3.23
X	Selección, cálculo y especificación de equipos de generación de energía convencionales y no convencionales.	Sección 3.24

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

Se realiza el estudio de análisis de riesgo por rayos donde se tuvo en cuenta la identificación del Peligro para Localizar las fuentes de energía y las condiciones que pueden causar daño (arcos eléctricos, contacto directo/indirecto, rayos). Se realiza la evaluación de exposición para determinar quiénes están expuestos (estudiantes, personal de mantenimiento) y con qué frecuencia. Se estima de la severidad para evaluar las consecuencias posibles, desde una leve percepción hasta la electrocución o el incendio de la infraestructura y se realiza la valoración del riesgo donde se utilizar una matriz de riesgos (como la recomendada por el RETIE o la norma IEC 60479) para cruzar la Probabilidad de ocurrencia con la Severidad del daño.

Se consideran los principales riesgos y medidas para mitigarlos mediante tres capas de protección como son:

1. Medidas de Ingeniería (Diseño)

- Sistemas de Puesta a Tierra (SPT): Diseño de mallas para limitar las tensiones de paso y contacto, garantizando que las corrientes de falla se disipen de forma segura.
- Protección contra Rayos (SIPRA): Instalación de pararrayos y bajantes para proteger la estructura del colegio y a sus ocupantes.
- Protecciones Diferenciales (GFCI): Instalación obligatoria en zonas húmedas (baños, laboratorios, cocina) para evitar electrocución por fugas de corriente.
- Coordinación de Protecciones: Asegurar que los interruptores actúen de forma selectiva ante sobrecargas o cortocircuitos.

2. Medidas Administrativas (Gestión)

- Señalización y Bloqueo: Uso de avisos de seguridad y procedimientos de Etiquetado y Bloqueo (LOTO) durante el mantenimiento del transformador o el grupo electrógeno.
- Distancias de Seguridad: Respetar estrictamente las distancias mínimas a partes energizadas en celdas de media tensión y tableros.
- Certificación de Productos: Uso exclusivo de materiales con certificado de conformidad RETIE.

3. Elementos de Protección Personal (EPP)

Para el personal técnico que operará el transformador de 225 kVA y la planta:

- Uso de guantes dieléctricos, cascos con viseras contra arco eléctrico (Arc Flash) y ropa de dotación resistente a la llama.

RIESGO A EVALUAR:		Electrocución		por	Contacto directo		(al) o (en)	Tableros General		
		EVENTO O EFECTO			FACTOR DE RIESGO (CAUSA)			FUENTE		
		(Ej.: Quemaduras)			(Ej.: Arco eléctrico)			(Ej.: Celda de 13.8kV)		
POTENCIAL x REAL					FRECUENCIA					
CONSECUENCIAS	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		E	D	C	B	A
						No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la empresa	Sucede varias veces en el año en la empresa	Sucede varias veces al mes en la Empresa
	Una o más muertes	Daño grave en infraestructura. Interrupción regional	Contaminación irreparable	Internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores, salida de subestación.	Contaminación mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	ALTO
	Incapacidad temporal (>1 día)	Daños severos. Interrupción temporal.	Contaminación localizada	Regional	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Lesión menor (sin incapacidad)	Daños importantes. Interrupción breve.	Efecto menor	Local	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	Molestia funcional (Afecta rendimiento)	Daños leves. No interrupción.	Sin efecto	Interna	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO

Figura 1 Análisis de riesgo de electrocución por contacto directo

Elementos aterrizados a tierra, especialmente los metálicos.

RIESGO A EVALUAR:		Quemaduras		por	Cortocircuito		(al) o (en)	TABLERO GENERAL		
		EVENTO O EFECTO			FACTOR DE RIESGO (CAUSA)			FUENTE		
		(Ej.: Quemaduras)			(Ej.: Arco eléctrico)			(Ej.: Celda de 13.8kV)		
POTENCIAL x REAL					FRECUENCIA					
CONSECUENCIAS	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		E	D	C	B	A
						No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la empresa	Sucede varias veces en el año en la empresa	Sucede varias veces al mes en la Empresa
	Una o más muertes	Daño grave en Infraestructura. Interrupción regional	Contaminación irreparable	Internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores, salida de subestación.	Contaminación mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	ALTO
	Incapacidad temporal (>1 día)	Daños severos. Interrupción temporal.	Contaminación localizada	Regional	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Lesión menor (sin incapacidad)	Daños importantes. Interrupción breve.	Efecto menor	Local	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	Molestia funcional (Afecta rendimiento)	Daños leves. No interrupción.	Sin efecto	Interna	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO

Figura 2 Análisis de riesgo de quemaduras por cortocircuito

Se emplea una adecuada coordinación de protecciones, y se usan protecciones termomagnéticas en los tableros de distribución.

RIESGO A EVALUAR:		Quemaduras		por		Arco eléctrico		(al) o (en)		Red 220/127V	
		EVENTO O EFECTO				FACTOR DE RIESGO (CAUSA)				FUENTE	
		(Ej.: Quemaduras)				(Ej.: Arco eléctrico)				(Ej.: Celda de 13.8KV)	
POTENCIAL X REAL						FRECUENCIA					
CONSECUENCIAS	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		E	D	C	B	A	
						No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la empresa	Sucede varias veces en el año en la empresa	Sucede varias veces al mes en la Empresa	
	Una o más muertes	Daño grave en infraestructura. Interrupción regional	Contaminación irreparable	Internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO	
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores, salida de subestación.	Contaminación mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	ALTO	
	Incapacidad temporal (>1día)	Daños severos. Interrupción temporal.	Contaminación localizada	Regional	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	
	Lesión menor (sin incapacidad)	Daños importantes. Interrupción breve.	Efecto menor	Local	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	
	Molestia funcional (Afecta rendimiento laboral)	Daños leves. No interrupción.	Sin efecto	Interna	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO	

Figura 3 Análisis de riesgo de quemaduras por arco eléctrico

Se emplea adecuada protección de sobretensiones. Y se recomienda el uso de EPP al momento de trabajos y maniobras en los tableros de distribución.

3.2 Análisis de riesgos por descargas eléctricas atmosféricas (rayos) y medidas de protección.

Se realiza el estudio de análisis de riesgo por rayos.

Dimensiones de la estructura:

Longitud de la estructura (m): 105
Anchura de la estructura (m): 200
Altura del plano del tejado (m)*: 11
Altura del mayor saliente del tejado (m)*: 11
* Medido desde la tierra
Área de colección (m2): 44 651 m2

Características de la estructura:

Riesgo de incendio y daños físicos: Bajo
Eficacia del apantallamiento: Media
Tipo de cableado interno: No apantallado

Influencias ambientales:

Situación respecto a los alrededores: Estructura aislada
Factor ambiental: Urbano
Nº de días de tormenta: 60 days/year
Densidad anual equivalente de rayos: 6.0 flashes/km2
Ver mapa isoceraúnico: Ver Mapa

Líneas de conducción eléctrica:

Línea eléctrica:

Línea que llega a la estructura: Cable aéreo
Tipo de cable externo: No apantallado
Existencia de transformador MT/BT: Transformador

Otros servicios aéreos:

Número de servicios conducidos: 0
Tipo de cable externo: No apantallado

Otros servicios enterrados:

Número de servicios conducidos: 0
Tipo de cable externo: No apantallado

Medidas de protección:

Clase de SPCR: Nivel IV
Protección contra incendios: Sistemas automáticos
Protección contra sobretensiones: Coord. según IEC62305-4

Tipos de las pérdidas:

Tipo 1 - Pérdidas de vidas humanas:

Riesgos especiales para la vida: Riesgo de pánico medio
Por incendios: Comercios, colegios, ...
Por sobretensiones: No aplica

Tipo 2 - Pérdidas de servicios esenciales:

Por incendios: No hay servicios esenciales
Por sobretensiones: No hay servicios esenciales

Tipo 3 - Pérdidas de patrimonio cultural:

Por incendios: Pérdidas irremplazables

Tipo 4 - Pérdidas económicas:

Riesgos económicos especiales: Sin riesgos especiales
Por incendios: Oficina, escuela
Por sobretensiones: Museo, escuela
Por tensión de paso/contacto: Ganado en el interior
Riesgo tolerable de pérd. económ.: 1 en 1000 años

Riesgos calculados:

	Riesgo calculated (Pa)		Riesgo imp. calculated (Pa)		Riesgo imp. calculated (Pa)		Riesgo calculated (Pa)
Pérdidas de vidas humanas:	1,00E-05	=>	2,94E-06	+	6,39E-08	=	3,00E-06
Pérdidas de serv. públicos:	1,00E-03	=>	0,00E+00	+	0,00E+00	=	0,00E+00
Pérdidas de patrimonio:	1,00E-03	=>	1,07E-06	+	2,51E-08	=	1,09E-06
Pérdidas económicas:	1,00E-03	=>	3,69E-05	+	6,23E-05	=	9,92E-05

IEC

Este cálculo del índice de riesgo de IEC pretende orientar en el análisis de diversos criterios que determinan el riesgo de pérdidas debidas al rayo. No es posible cubrir todos los elementos especiales de una estructura que puedan hacer que sufra más o menos daños debidos al rayo. En casos especiales hay factores económicos y personales que podrían ser muy importantes y considerarse junto con el riesgo tolerable de pérdida económica.

Cálculos

Figura 4 Análisis de riesgo contra descargas atmosféricas.

Se requiere instalar sistema de protección externo de nivel IV. Adicional a ello, se recomienda instalar un dispositivo de protección de sobretensiones (DPS) en cada tablero de distribución principal, la elección del DPS se dejará a criterio del fabricante del tablero.

3.3 Análisis y cálculo de cargas iniciales y futuras, incluyendo factor de potencia y armónicos.

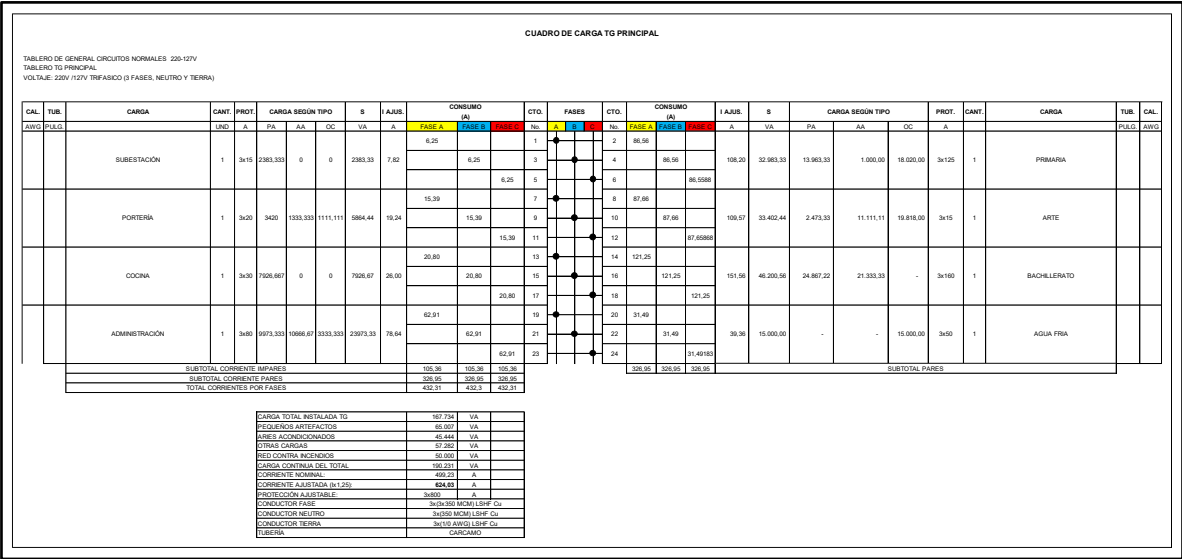


Figura 5 Cuadro de carga TG Principal

Así mismo, teniendo en cuenta los efectos de los armónicos producidos por las luminarias LED, aires acondicionados tipo inverter y las posibles cargas de pequeños artefactos. Obtenemos el siguiente. Cálculo de transformador teniendo en cuenta los Armónicos.

RESUMEN DE DIMENSIONAMIENTO	
Tipo de transformador	Seco
kVA total de cargas	215,41
Factor de demanda aplicado	0,80
kVA de diseño (con demanda)	172,33
α (derating por armónicos)	0,93
kVA requeridos antes de margen	184,86
Margen de crecimiento (%)	0,10
kVA requeridos con margen	185,04
Capacidad estándar sugerida (kVA)	225,00
K-factor calculado	1,70
THDi del sistema (%)	18,24

Tabla 4 Resumen cálculo de efectos armónicos

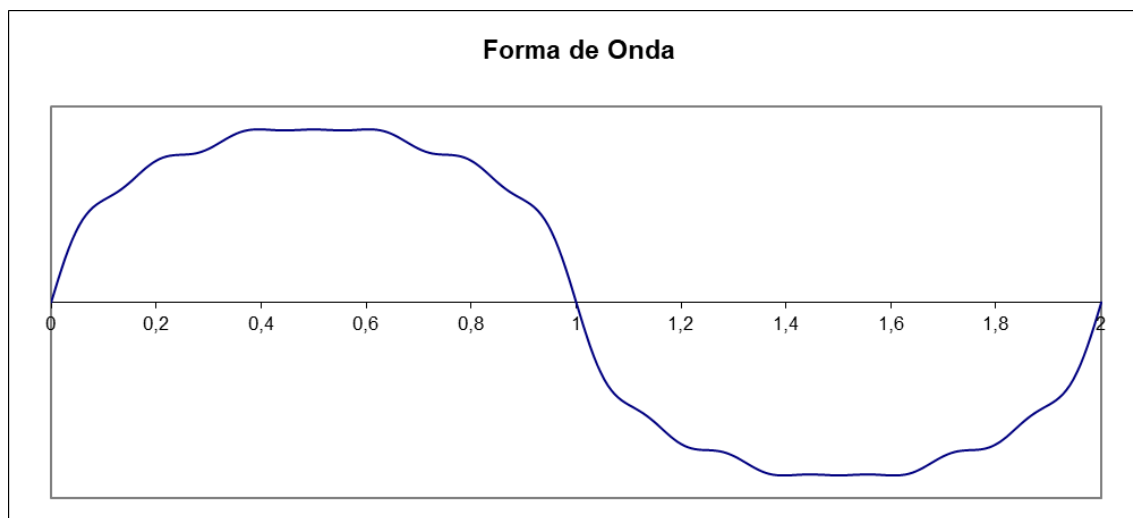
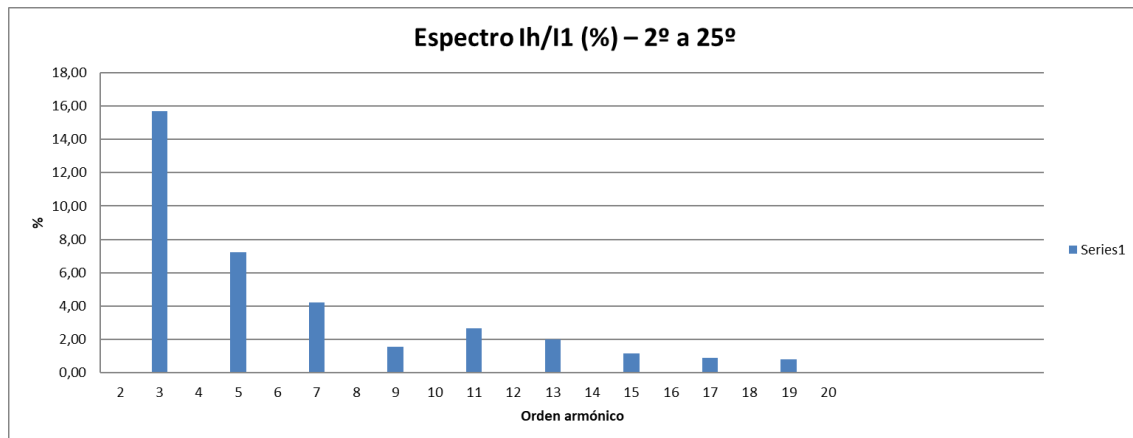


Figura 6 Forma de onda

3.4 Coordinación de aislamiento eléctrico

En baja tensión, el nivel básico de aislamiento (BIL) se especifica para los equipos correspondientes al usuario y están normalizados en la norma NTC 4152-1 literal E.5 Información general relacionada con dispositivos de protección de sobretensiones (DPS), en la tabla 2 se especifica la “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 5 Tensión al impulso que deben soportar los equipos NTC 4152-1

Para tableros, interruptores y cables CAT III BIL 2,5kV; para contadores CAT IV: BIL=4 kV. Por lo tanto, para sistemas de hasta 220V de operación. (DPS Tipo 1 y tipo 2).

Las demás características del DPS se dejan a disposición del fabricante del tablero, teniendo en cuenta las especificaciones anteriormente descritas.

3.5 Análisis y cálculos de cortocircuito, arco eléctrico y falla a tierra

MEGACOLEGIO ULCUE TUCHIN	
Análisis de corto circuito	Regresar al HOME

La intensidad de cortocircuito en bornes de BT se calcula de la siguiente forma:

$$I_{cc} = \frac{100 * I_n}{Z_{cc}}$$

eficiones de los termino.

- I_{cc}** Intensidad de cortocircuito (A)
- I_n** Intensidad nominal (A)
- V_f** Voltaje de fase en el secundario
- Z_{cc}** Impedancia máxima (%)

Cálculo y resultado del analisis de cortocircuito en bornes BT

Datos de entrada	
I_n (A)	590,47
Z_{cc}	6
I_{cc} (A)	9841,198
I_k (KA)	40

3.6 Análisis del nivel tensión requerido.

Se requiere nivel de tensión (BT), y (MT), Se requiere nivel de tensión (BT), ya que el proyecto necesita tensión a 220-127V para las salidas de tomacorrientes, luces y bombas, y nivel II porque se necesita la instalación de transformador a 13,2kV, en subestación interna y punto de conexión.

3.7 Cálculo de campos electromagnéticos

el diseño contempla la evaluación de los campos eléctricos y magnéticos generados por la infraestructura de potencia del proyecto.

El análisis se centra en los puntos de mayor densidad de carga y tensión:

- Acometida de Media Tensión (13.2 kV): Generación de campos eléctricos y magnéticos en el entorno del punto de conexión.
- Subestación de 225 kVA: El transformador y las barras de baja tensión son las principales fuentes de inducción magnética.
- Cuarto de Planta Eléctrica: El generador de 230 kVA y los conductores de gran calibre que alimentan el Tablero de Distribución General.

En las áreas de permanencia (aulas, laboratorios y oficinas), los niveles no superan los límites establecidos por la ICNIRP y adoptados por el RETIE:

- Campo Eléctrico: Máximo 5 kV/m en áreas de acceso público.
- Campo Magnético: Máximo 200 T (o 2000 mG) para exposición continua.

Para garantizar que la I.E.T. Álvaro Ulcué Chocué sea un entorno seguro, el procedimiento de diseño incluyó:

- Distanciamiento Físico: Ubicación estratégica de la subestación y el grupo electrógeno lejos de las aulas de preescolar y zonas de alta permanencia.
- Blindaje Natural: Uso de canalizaciones metálicas puestas a tierra para los alimentadores principales, lo cual contribuye a la reducción del campo eléctrico.
- Simetría de Fases: Disposición geométrica de los conductores para favorecer la cancelación mutua de campos magnéticos.

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

Para el cálculo del transformador se tuvieron en cuenta los datos de carga instalada en los tableros de distribución. VER INCISO 3.3

Para ello se elige un transformador trifásico de 225kVA 13200/220-127, 3F+N. Para instalación en subestación interna, refrigerado en aire. Transformador seco en celda, con celdas de remonte y protección.

3.9 Sistema de puesta a tierra.

Al momento de la construcción de la puesta a tierra, se deben realizar las mediciones de paso y contacto. Los lineamientos establecidos en RETIE (Numeral 15.5.3) para las mediciones de tensiones de paso y contacto son las siguientes:

- Las mediciones se harán preferiblemente en la periferia de la instalación de la puesta a tierra. Los electrodos de medida para simulación de los pies deberán tener cada uno una superficie de 200 cm² y ejercer sobre el suelo una fuerza de 250 N.
- Se emplearán fuentes de alimentación de potencia adecuada para simular la falla, de forma que la corriente inyectada sea suficientemente alta, a fin de evitar que las medidas queden falseadas como consecuencia de corrientes espurias o parásitas circulantes por el terreno.
- Consecuentemente, y a menos que se emplee un método de ensayo que elimine el efecto de dichas corrientes, por ejemplo, método de inversión de la polaridad, se procurará que la corriente inyectada sea del 1% de la corriente para la cual ha sido dimensionada la instalación y preferiblemente no inferior a 50 amperios para centrales y subestaciones de alta tensión y 5 amperios para subestaciones de media tensión.
- Los cálculos se harán suponiendo que existe proporcionalidad para determinar las tensiones máximas posibles.
- El proyecto estará provisto de una instalación de puesta a tierra, con objeto de limitar las tensiones de defecto que se pueden originar en la propia instalación.
- Esta instalación deberá asegurar la descarga a tierra de la intensidad de defecto y disminuir el riesgo eléctrico debido a la aparición de tensiones peligrosas de paso y contacto, con las masas eventualmente puestas en tensión.



Figura 7 Medidas de resistividad de terreno

	Active	Probe Distance (m)	Measured Resistivity (ohm-m)	Calculated Resistivity (ohm-m)	Error %
► 1	☒	1,000	9,61	8,175	14,93
2	☒	2,000	5,890	6,657	-13,02
3	☒	3,000	5,320	5,376	-1,05
4	☒	4,000	4,870	4,599	5,57

Max Iteration

999

Precision

0,0001

Top Layer

Depth

1,529

m

Resistivity

8,697

ohm-m

Lower Layer

Resistivity

3,46

ohm-m

RMS Error

10,3

%

Add

Insert

Delete

Copy

Calculate

Figura 8 Resumen de mediciones

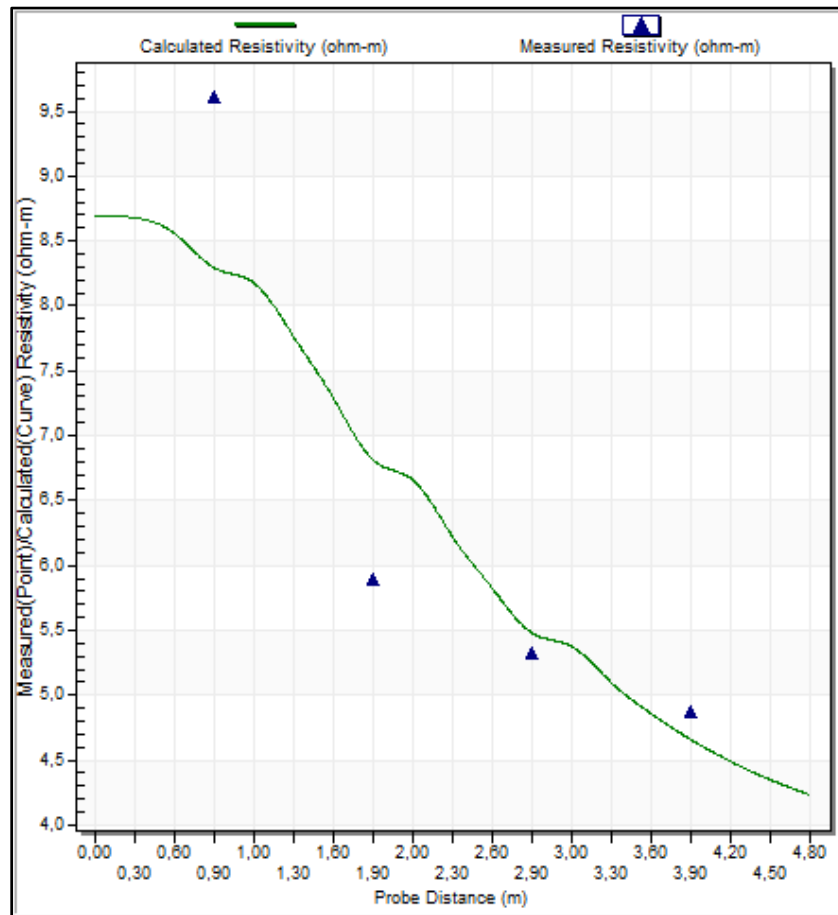


Figura 9 Grafica curva de resistividad

Top Layer	
Depth	1,529 m
Resistivity	8,697 ohm-m
Lower Layer	
Resistivity	3,46 ohm-m

Figura 10 Resultados de resistividad del terreno

Se selecciona una malla de puesta a tierra en base a los siguientes resultados.

Study Case

Study Case ID:

Options

Weight: ☒ 50 kg ☐ 70 kg

Ambient Temperature: °C

Method

☒ Finite Element

☐ IEEE 80 - 2000/2013

☐ IEEE 80 - 1986

☐ IEEE 665 - 1995

Reports & Plots

☒ Auto Display Summary & Alert

☐ Report Details

Plot Step:

Boundary Extension:

Update

☐ # of Conductors and Rods (Optimization)

Fault Durations

tf: Sec tc: Sec ts: Sec

Ground Short-Circuit Current

☒ User Specified Ifg: kA X/R:

☐ Short-Circuit Study

Grid Current Factors

Sf: %

Cp: %

Tabla 6 Configuración de parámetros de estudio de resistividad

Result Summary

	Calculated Volts	Tolerable Volts	Location	
			X	Y
Touch	290.8	1330.3	10	10 m
Step	197.7	4422.6	0.0	9.9 m

GPR: Volts Rg: Ohm

Figura 11 Resultado estudio de resistividad (tensiones de paso y contacto)

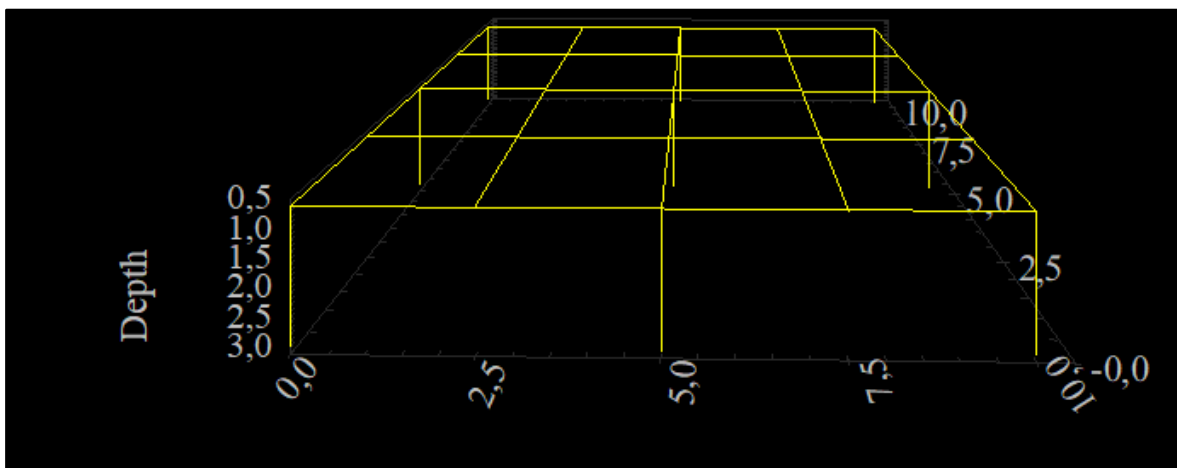


Figura 12 Referencia de malla a tierra evaluada

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

DATOS FINANCIEROS			
MEGACOLEGIO ULCUE TUCHIN			
Parámetros	Variable	Valor	Unidad
Vida económica	N	5	Años
Tiempo de funcionamiento con las pérdidas máximas	T	3400	h/año
Precio de las perdidas por efecto Joules al final del primer año a 10 kV	P	\$ 0,100	COP/W.h
Gastos debidos a las pérdidas	D	\$ 0,15	COP/W.año
Componente variable del costo Relativo a la sección del conductor	A	\$ 50	COP/m.mm2
Aumento anual de la carga	a	0,6%	%
Aumeto anual del costo de la energía (Precio del kW.h)	b	3%	%
Tasa anual de depreciación	i	3%	%
Características de la instalación			
Número de conductores de fase por circuito	Np	3	Unidades
Numero de circuitos que transporten una carga del mismo valor y tipo	Nc	1	Unidades
Longitud del segmento	l	5	m
Corriente máxima del cable durante el primer año	Imax	590	A
Corriente máxima del cable durante el ultimo año (Previsto)	ImaxN	603	A
Capacidad de transporte de corriente minima para el ultimo año (Previsto)	IminN	543	A
Descripción del segmento(s) por analizar	ACOMETIDA PPAL		
Número de segmentos por analizar (Solo coloque mas de 1, si los segmentos son identicos)	1		
Comentarios	-		
Características del conductor			
Sección del conductor recomendada	Sec	221,14	mm2
Calibre del conductor seleccionada	-	350	AWG o KCMIL
Costo de la longitud del cable a instalar por segmento	Cl	\$ 1.787.205,00	COP
Costo equivalente en la fecha de compra de la instalación por segmento	CJ	\$ 2.428.898,49	COP
Costo total del conductor en el tiempo estipulado por segmento	CT	\$ 4.216.103,49	COP
Costo total de todos los segmentos	CTT	\$ 4.216.103,49	COP

Figura 13 Cálculo económico de conductores para acometida BT

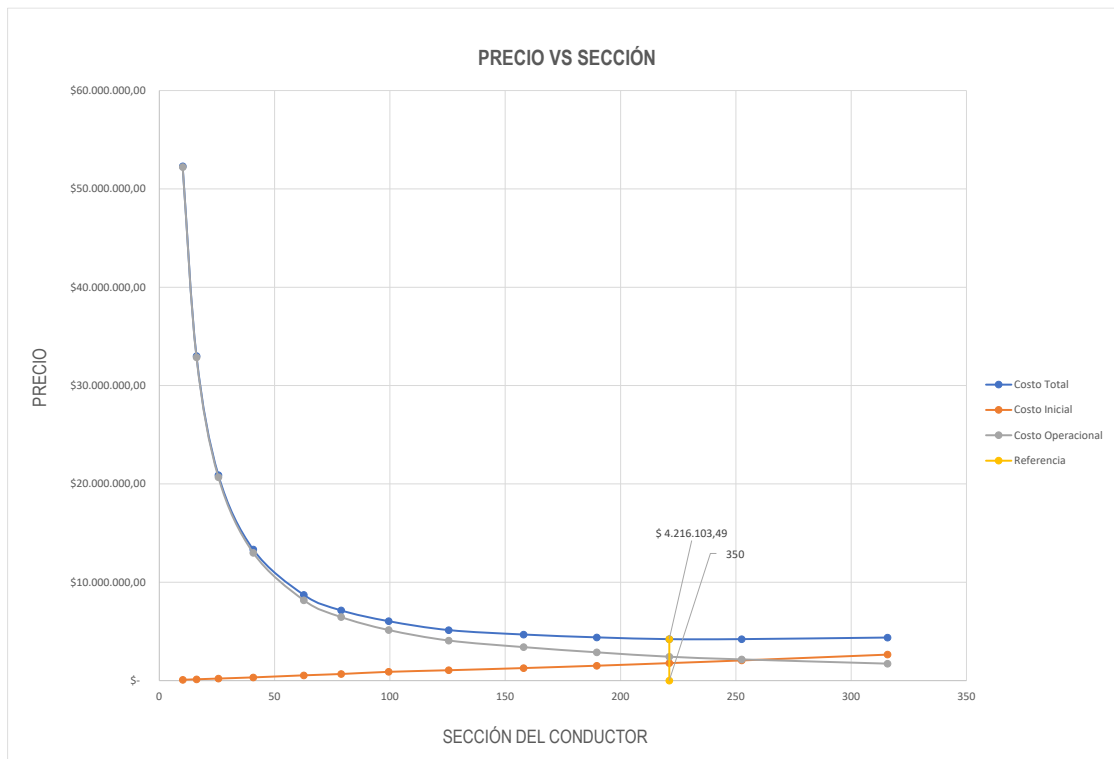


Figura 14 Curva de cálculo económico de conductores para acometida BT

3.11 Especificación 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 u otra equivalente.

MEGACOLEGIO ULCUE TUCHIN											Tipo de Subestación:		Trifásica		V (F-N)	127		
															V (F-F)	220		
DESCRIPCIÓN	LONG (m)	D. MAX (kVA)	F.P.	FASES	In (A)	Verificación corriente <1	Protoc:	CONDUCTOR						REGULACIÓN (%)				
								MATERIAL	TRAS	DUCTO	CALIBRE	CANT	R	X	Sen α	FC	PARCIAL	ACUM.
TG	15	225,0	0,90	3	590,5	0,84	3 x 800	CU-THHN	Ducto	PVCTL	350	3	0,1247	0,1312	0,435889894	1	0,3938	0,39
TCI	145	50,0	0,90	3	131,2	0,34	3 x 175	CU-THHN	Ducto	PVCTL	250	2	0,1706	0,1345	0,435889894	1	1,5891	1,98
TD-ABASTO AGUA	160	15,0	0,90	3	39,4	0,30	3 x 50	CU-THHN	Ducto	PVCTL	2/0	1	0,3281	0,1411	0,435889894	1	1,7692	2,16
TD-SUBESTACIÓN	15	3,0	0,90	3	7,9	0,26	3 x 15	CU-THHN	Ducto	PVCTL	8	1	2,5591	0,1706	0,435889894	1	0,2211	0,61
TD- PORTERÍA	25	6,0	0,90	3	15,7	0,52	3 x 20	CU-THHN	Ducto	PVCTL	8	1	2,5591	0,1706	0,435889894	1	0,7368	1,13
UPS PORTERÍA	8	3,0	0,90	2	11,8	0,39	2 x 15	CU-THHN	Ducto	PVCTL	8	1	2,5591	0,1706	0,435889894	2	0,1769	1,31
TD-COCINA	55	8,0	0,90	3	21,0	0,51	3 x 30	CU-THHN	Ducto	PVCTL	6	1	1,6076	0,1673	0,435889894	1	1,3816	1,78
TD-ADMINISTRACIÓN	35	24,0	0,90	3	63,0	0,73	3 x 80	CU-THHN	Ducto	PVCTL	2	1	0,6234	0,1476	0,435889894	1	1,0854	1,48
UPS ADMINISTRACIÓN	8	5,0	0,90	2	19,7	0,65	2 x 30	CU-THHN	Ducto	PVCTL	8	1	2,5591	0,1706	0,435889894	2	0,2948	1,77
TD-PRIMARIA P1	95	33,0	0,90	3	86,6	0,50	3 x 125	CU-THHN	Ducto	PVCTL	4/0	1	0,2034	0,1345	0,435889894	1	1,5655	1,96
TD-PRIMARIA P2	15	19,0	0,90	3	49,9	0,58	3 x 70	CU-THHN	Ducto	PVCTL	2	1	0,6234	0,1476	0,435889894	1	0,3683	2,33
TD-ARTE	165	34,0	0,90	3	89,2	0,26	3 x 125	CU-THHN	Ducto	PVCTL	4/0	2	0,2034	0,1345	0,435889894	1	1,4007	1,79
TD- TECNOLOGÍA 1	20	5,0	0,90	2	19,7	0,65	2 x 30	CU-THHN	Ducto	PVCTL	8	1	2,5591	0,1706	0,435889894	2	0,7369	2,53
TD-POLIVALENTE 1	8	4,0	0,90	2	15,7	0,52	2 x 20	CU-THHN	Ducto	PVCTL	8	1	2,5591	0,1706	0,435889894	2	0,2358	2,03
TD-TECNOLOGÍA 2	25	5,0	0,90	2	19,7	0,65	2 x 30	CU-THHN	Ducto	PVCTL	8	1	2,5591	0,1706	0,435889894	2	0,9212	2,72
TD-POLIVALENTE 2	15	4,0	0,90	2	15,7	0,52	2 x 20	CU-THHN	Ducto	PVCTL	8	1	2,5591	0,1706	0,435889894	2	0,4422	2,24
TD-BACHILLERATO 1	120	47,0	0,90	3	123,3	0,36	3 x 160	CU-THHN	Ducto	PVCTL	4/0	2	0,2034	0,1345	0,435889894	1	1,4082	1,80
TD-BACHILLERATO 2	15	16,0	0,90	3	42,0	0,80	3 x 60	CU-THHN	Ducto	PVCTL	4	1	1,0171	0,1575	0,435889894	1	0,4880	2,29
TD-BIBLIOTECA	50	23,0	0,90	3	60,4	0,70	3 x 80	CU-THHN	Ducto	PVCTL	2	1	0,6234	0,1476	0,435889894	1	1,4860	1,88
TD-AUDITORIO	25	9,0	0,90	3	23,6	0,45	3 x 30	CU-THHN	Ducto	PVCTL	4	1	1,0171	0,1575	0,435889894	1	0,4575	2,26
TD-LABORATORIO	25	4,0	0,90	2	15,7	0,52	2 x 20	CU-THHN	Ducto	PVCTL	8	1	2,5591	0,1706	0,435889894	2	0,7369	2,54
TD-MUSEO	30	5,0	0,90	2	19,7	0,48	2 x 30	CU-THHN	Ducto	PVCTL	6	1	1,6076	0,1673	0,435889894	2	0,7066	2,51
TD-ORATORIO	20	5,0	0,90	2	19,7	0,48	2 x 30	CU-THHN	Ducto	PVCTL	6	1	1,6076	0,1673	0,435889894	2	0,4711	2,27
TD-CANCHA	40	4,0	0,90	2	15,7	0,38	2 x 20	CU-THHN	Ducto	PVCTL	6	1	1,6076	0,1673	0,435889894	2	0,7537	2,55
BOMBAS 3HP AGUA ABASTO	15	3,0	0,90	2	11,8	0,52	2 x 15	CU-THHN	Ducto	PVCTL	10	1	3,9370	0,1640	0,435889894	2	0,5042	2,67

Tabla 7 Cálculo de conductores y regulación de tensión

MEGACOLEGIO ULCUE TUCHIN							VERIFICACIÓN POR CORRIENTE						
DESCRIPCIÓN	LONG (m)	D. MAX (kVA)	F.P.	FASES	In (A)	Verificación corriente <1	In del cto (A) x 1.25	Capacidad Cable	F. Corrección Temp	F. Corrección Agrup	Capacidad Acometida (A)	Factor < 1	Protección
							1,25		31-35 °C	1,0			
TG	15	225,0	0,90	3	590,5	0,84	738,1	310	0,94	1,0	874	0,84	800
TCI	145	50,0	0,90	3	131,2	0,34	164,0	255	0,94	1,0	479	0,34	175
TD-ABASTO AGUA	160	15,0	0,90	3	39,4	0,30	49,2	175	0,94	1,0	165	0,30	50
TD-SUBESTACIÓN	15	3,0	0,90	3	7,9	0,26	9,8	40	0,94	1,0	38	0,26	15
TD- PORTERÍA	25	6,0	0,90	3	15,7	0,52	19,7	40	0,94	1,0	38	0,52	20
UPS PORTERÍA	8	3,0	0,90	2	11,8	0,39	14,8	40	0,94	1,0	38	0,39	15
TD-COCINA	55	8,0	0,90	3	21,0	0,51	26,2	55	0,94	1,0	52	0,51	30
TD-ADMINISTRACIÓN	35	24,0	0,90	3	63,0	0,73	78,7	115	0,94	1,0	108	0,73	80
UPS ADMINISTRACIÓN	8	5,0	0,90	2	19,7	0,65	24,6	40	0,94	1,0	38	0,65	30
TD-PRIMARIA P1	95	33,0	0,90	3	86,6	0,50	108,3	230	0,94	1,0	216	0,50	125
TD-PRIMARIA P2	15	19,0	0,90	3	49,9	0,58	62,3	115	0,94	1,0	108	0,58	70
TD-ARTE	165	34,0	0,90	3	89,2	0,26	111,5	230	0,94	1,0	432	0,26	125
TD- TECNOLOGÍA 1	20	5,0	0,90	2	19,7	0,65	24,6	40	0,94	1,0	38	0,65	30
TD-POLIVALENTE 1	8	4,0	0,90	2	15,7	0,52	19,7	40	0,94	1,0	38	0,52	20
TD-TECNOLOGÍA 2	25	5,0	0,90	2	19,7	0,65	24,6	40	0,94	1,0	38	0,65	30
TD-POLIVALENTE 2	15	4,0	0,90	2	15,7	0,52	19,7	40	0,94	1,0	38	0,52	20
TD-BACHILLERATO 1	120	47,0	0,90	3	123,3	0,36	154,2	230	0,94	1,0	432	0,36	160
TD-BACHILLERATO 2	15	16,0	0,90	3	42,0	0,80	52,5	70	0,94	1,0	66	0,80	60
TD-BIBLIOTECA	50	23,0	0,90	3	60,4	0,70	75,4	115	0,94	1,0	108	0,70	80
TD-AUDITORIO	25	9,0	0,90	3	23,6	0,45	29,5	70	0,94	1,0	66	0,45	30
TD-LABORATORIO	25	4,0	0,90	2	15,7	0,52	19,7	40	0,94	1,0	38	0,52	20
TD-MUSEO	30	5,0	0,90	2	19,7	0,48	24,6	55	0,94	1,0	52	0,48	30
TD-ORATORIO	20	5,0	0,90	2	19,7	0,48	24,6	55	0,94	1,0	52	0,48	30
TD-CANCHA	40	4,0	0,90	2	15,7	0,38	19,7	55	0,94	1,0	52	0,38	20
BOMBAS 3HP AGUA ABASTO	15	3,0	0,90	2	11,8	0,52	14,8	30	0,94	1,0	28	0,52	15

Tabla 8 Verificación de capacidad de corriente por conductor

3.12 Cálculo mecánico de estructuras y de elementos de sujeción y soporte de redes de transmisión, de distribución, subestaciones y centrales de generación.

Datos de la red.

No. Apoyo	Tipo de Apoyo	Canton es	CONDUCTOR	TIPO TENSE	TRAFO 1	TRAFO2	CAJAS	X	Y	Z	Altura CR Poste	No Postes	ORIGEN	TIPO	TERRENO	# Perfor	TIPO DE ARMADO	No. Fases
1	FL	I	1/OACSR	NORMAL	0,0	0,0	0,0	435.445	25.614	12 / 1324	1	E	C	NORMAL	1	HORIZONTAL	3	
2	AL		1/OACSR	NORMAL	0,0	0,0	0,0	435.544	25.592	12 / 735	1	N	C	NORMAL	1	HORIZONTAL	3	
3	AL		1/OACSR	NORMAL	0,0	0,0	0,0	435.618	25.580	12 / 735	1	N	C	NORMAL	1	HORIZONTAL	3	
4	AL		1/OACSR	NORMAL	0,0	0,0	0,0	435.691	25.564	12 / 735	1	N	C	NORMAL	1	HORIZONTAL	3	
5	AL		1/OACSR	REDUCIDO	0,0	0,0	0,0	435.741	25.555	12 / 1324	1	N	C	NORMAL	1	HORIZONTAL	3	
6	FL	F	1/OACSR		0,0	0,0	0,0	435.755	25.550	12 / 735	1	E	C	NORMAL	1	HORIZONTAL	3	
7	FL	I	1/OACSR	FLOJO	0,0	0,0	0,0	435.741	25.555	12 / 1324	1	N	C	NORMAL	1	HORIZONTAL	3	
8	AC		1/OACSR	FLOJO	0,0	0,0	0,0	435.747	25.579	12 / 1030	1	N	C	NORMAL	1	BANDERA	3	
9	AC		1/OACSR	FLOJO	0,0	0,0	0,0	435.741	25.602	12 / 1030	1	N	C	NORMAL	1	BANDERA	3	
10	AC		1/OACSR	NORMAL	0,0	0,0	0,0	435.705	25.634	12 / 1030	1	N	C	NORMAL	1	HORIZONTAL	3	
11	FL	F	1/OACSR		0,0	0,0	0,0	435.712	25.690	12 / 735	1	N	C	NORMAL	1	HORIZONTAL	3	
11'	FL	I	1/OACSR		0,0	0,0	0,0	435.734	25.701	12 / 1030	1	N	C	NORMAL	1	HORIZONTAL	3	
12	FL	F	1/OACSR	NORMAL	0,0	0,0	0,0	435.734	25.701	12 / 1030	1	N	C	NORMAL	1	BANDERA	3	
12'	FL	I	1/OACSR	NORMAL	0,0	0,0	0,0	435.724	25.760	12 / 1030	1	N	C	NORMAL	1	HORIZONTAL	3	
13	AL		1/OACSR	NORMAL	0,0	0,0	0,0	435.767	25.797	12 / 735	1	N	C	NORMAL	1	BANDERA	3	
14	AL		1/OACSR	NORMAL	0,0	0,0	0,0	435.802	25.831	12 / 735	1	E	C	NORMAL	1	BANDERA	3	
15	AG		1/OACSR	NORMAL	0,0	0,0	0,0	435.839	25.862	12 / 1324	1	N	C	NORMAL	1	BANDERA	3	
16	AL		1/OACSR	NORMAL	0,0	0,0	0,0	435.886	25.869	12 / 735	1	E	C	NORMAL	1	HORIZONTAL	3	
17	AL		1/OACSR	NORMAL	0,0	0,0	0,0	435.931	25.874	12 / 735	1	E	C	NORMAL	1	HORIZONTAL	3	
18	FL	F	1/OACSR		37.50M	0,0	0,0	435.959	25.880	12 / 735	1	E	C	NORMAL	1	HORIZONTAL	3	
19	FL	I	1/OACSR	NORMAL	0,0	0,0	0,0	435.941	25.869	12 / 1030	1	E	C	NORMAL	1	HORIZONTAL	3	
20	AL		1/OACSR	NORMAL	0,0	0,0	0,0	435.945	25.903	12 / 1030	1	E	C	NORMAL	1	BANDERA	3	
21	AL		1/OACSR	NORMAL	75.00M	0,0	0,0	435.947	25.937	12 / 735	1	E	C	NORMAL	1	BANDERA	3	
22	AL		1/OACSR	NORMAL	0,0	0,0	0,0	435.950	25.972	12 / 735	1	E	C	NORMAL	1	BANDERA	3	
23	AL		1/OACSR	NORMAL	0,0	0,0	0,0	435.953	26.005	12 / 735	1	E	C	NORMAL	1	BANDERA	3	
24	AL		1/OACSR	NORMAL	75.00M	0,0	0,0	435.957	26.052	12 / 1030	1	E	C	NORMAL	1	BANDERA	3	
25	AL		1/OACSR	NORMAL	0,0	0,0	0,0	435.960	26.089	12 / 1030	1	E	C	NORMAL	1	BANDERA	3	
26	AL		1/OACSR	NORMAL	0,0	0,0	0,0	435.963	26.123	12 / 1324	1	N	C	NORMAL	1	BANDERA	3	
27	FL	F	1/OACSR	NORMAL	0,0	0,0	0,0	435.966	26.173	12 / 500	1	E	C	NORMAL	1	BANDERA	3	

ANDRES F. MORALES P.
AT205-139421

INGENIERO ELECTRICISTA
TUCHÍN - CÓRDOBA
MARZO 2025

Cálculos mecánicos de conductores.

CÁLCULO DE EOLOVANOS Y GRAVIVANOS					
No. Apoyo	No de Cantón	Conductor	Eolovano (m)	Gravivano (m)	
				Hipótesis de Viento	Hipótesis Flecha Mínima
1	1	1/0ACSR	50,8	47,0	47,3
2	1	1/0ACSR	88,2	92,0	91,7
3	1	1/0ACSR	75,0	75,0	75,0
4	1	1/0ACSR	62,7	62,7	62,7
5	1	1/0ACSR	32,9	51,0	47,9
6	1	1/0ACSR	7,7	-10,4	-7,3
5'	2	1/0ACSR	12,8	12,8	12,8
7	2	1/0ACSR	24,7	24,7	24,7
8	2	1/0ACSR	35,6	35,6	35,6
9	2	1/0ACSR	52,1	52,1	52,1
10	2	1/0ACSR	40,6	40,6	40,6
11	2	1/0ACSR	12,2	12,2	12,2
11'	3	1/0ACSR	30,2	30,2	30,2
12	3	1/0ACSR	30,2	30,2	30,2
12'	4	1/0ACSR	28,4	22,2	22,0
13	4	1/0ACSR	52,6	58,7	59,0
14	4	1/0ACSR	48,6	48,6	48,6
15	4	1/0ACSR	47,9	47,9	47,9
16	4	1/0ACSR	46,5	46,5	46,5
17	4	1/0ACSR	37,3	49,5	50,0
18	4	1/0ACSR	14,4	2,2	1,7
19	5	1/0ACSR	17,1	7,2	6,4
20	5	1/0ACSR	34,0	43,9	44,7
21	5	1/0ACSR	34,3	34,3	34,3
22	5	1/0ACSR	34,3	34,3	34,3
23	5	1/0ACSR	40,3	40,3	40,3
24	5	1/0ACSR	41,8	41,8	41,8
25	5	1/0ACSR	35,7	35,7	35,7
26	5	1/0ACSR	42,0	48,9	49,4
27	5	1/0ACSR	24,7	17,8	17,3

Cálculos mecánicos de postes auto soportado.

INFORMACION DEL APOYO					CALCULO DE ESFUERZOS SOBRE EL APOYO										
Numero de apoyo	Poste L-CR	β	Arma	Vano anterior	FTVP	FTVC	FTVE	FTEC	FTEE	FTDR	FLEE	FLMC	Fvc	Fve	Fva
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1,00	12X1324	180,00	FL	-	44,03	64,25	-	0,59	-	-	-	808,65	42,19	-	16,82
2,00	12X735	2,56	AL	101,53	33,46	91,97	-	1,03	-	-	-	-	82,54	-	16,82
3,00	12X735	2,56	AL	74,90	33,46	83,60	-	0,87	-	-	-	-	67,29	-	16,82
4,00	12X735	-	AL	75,05	33,46	39,70	-	0,75	-	-	-	-	56,30	-	16,82
5,00	12X1324	5,13	AL	50,42	44,03	73,73	-	0,63	-	-	-	-	45,78	-	16,82
6,00	12X735	180,00	FL	15,43	33,46	9,76	-	0,03	-	-	-	590,67	-9,32	-	16,82
5'	12X1324	180,00	FL	-	44,03	16,24	-	0,26	-	-	-	179,95	11,52	-	16,82
7,00	12X1030	31,13	AC	25,66	42,27	111,65	-	6,14	-	-	-	-	22,21	-	36,59
8,00	12X1030	31,79	AC	23,82	42,27	120,30	-	7,14	-	-	-	-	31,93	-	36,59
9,00	12X1030	54,90	AC	47,29	42,27	670,03	-	0,91	-	-	-	-	46,75	-	36,59
10,00	12X735	57,72	AC	56,85	33,46	724,97	-	0,80	-	-	-	-	36,44	-	36,59
11,00	12X1030	180,00	FL	24,38	42,27	15,43	-	0,25	-	-	-	772,03	10,94	-	16,82
11'	12X1030	180,00	FL	-	42,27	38,27	-	0,43	-	-	-	768,77	27,14	-	16,82
12,00	12X1030	180,00	FL	60,48	42,27	38,27	-	6,65	-	-	-	767,68	27,14	-	16,82
12'	12X1030	180,00	FL	-	42,27	35,90	-	0,35	-	-	-	739,11	19,94	-	16,82
13,00	12X735	5,13	AL	56,73	33,46	99,34	-	7,98	-	-	-	-	52,70	-	16,82
14,00	12X735	4,44	AL	48,42	33,46	87,97	-	7,04	-	-	-	-	43,60	-	16,82
15,00	12X1324	31,46	AG	48,76	44,03	429,95	-	9,55	-	-	-	-	43,01	-	33,65
16,00	12X735	2,56	AL	47,09	33,46	62,49	-	0,59	-	-	-	-	41,75	-	16,82
17,00	12X735	7,69	AL	45,95	33,46	122,74	-	0,62	-	-	-	-	44,40	-	16,82
18,00	12X735	180,00	FL	28,72	33,46	18,17	11,43	0,16	5,30	-	-	768,76	1,99	176,47	16,82
19,00	12X1030	180,00	FL	-	42,27	21,66	-	0,21	-	-	-	717,08	6,49	-	16,82
20,00	12X1030	3,62	AL	34,23	42,27	66,86	-	6,61	-	-	-	-	39,38	-	16,82
21,00	12X735	-	AL	33,78	33,46	21,71	11,31	5,73	11,03	-	-	-	30,79	367,65	16,82
22,00	12X735	-	AL	34,84	33,46	21,71	-	5,73	-	-	-	-	30,78	-	16,82
23,00	12X735	-	AL	33,77	33,46	25,52	-	6,28	-	-	-	-	36,19	-	16,82
24,00	12X1030	-	AL	46,89	42,27	26,45	11,31	6,42	11,03	-	-	-	37,51	367,65	16,82
25,00	12X1030	-	AL	36,72	42,27	22,60	-	5,86	-	-	-	-	32,05	-	16,82
26,00	12X1324	-	AL	34,72	44,03	26,60	-	7,07	-	-	-	-	43,87	-	16,82
27,00	12X500	180,00	FL	49,34	33,46	31,22	-	5,51	-	-	-	774,55	15,98	-	16,82

HIPOTESIS NORMALES							HIPOTESIS ANORMALES								
Validacion del poste autosoportado a la flexion			Esfuerzo Vertical Total				Esfuerzo horizontal longitudinal por 50% de desequilibrio de			Momento Torsor por Rotura de un Conductor			Esfuerzo Vertical Total		
FHR	C.R.	C.S.	FVR	EV.U.	C.S. (1,2)	F	C.R.	C.S.	Mr	Mut	Cs	Fv	EV.U.	C.S. (1,2)	
12	13	2,50	15	16	17	18	19	1,50	21	22	23	24	25	26	
815,95	1.324,00	1,60	59,01	2.346,90	39,8	-	1.324,00	-	296,60	1.079,00	3,64	59,01	2.346,90	39,8	
126,46	735,00	5,80	99,37	464,12	4,7	-	735,00	-	-	380,00	-	99,37	464,12	4,7	
117,92	735,00	6,20	84,11	464,12	5,5	-	735,00	-	-	380,00	-	84,11	464,12	5,5	
73,90	735,00	9,90	73,12	464,12	6,3	-	735,00	-	-	380,00	-	73,12	464,12	6,3	
118,40	1.324,00	11,20	62,60	2.000,01	31,9	-	1.324,00	-	-	1.079,00	-	62,60	2.000,01	31,9	
592,25	735,00	1,20	7,51	569,02	75,8	-	735,00	-	216,97	380,00	1,75	7,51	569,02	75,8	
189,85	1.324,00	7,00	28,34	2.346,90	82,8	-	1.324,00	-	216,65	1.079,00	4,98	28,34	2.346,90	82,8	
160,06	1.030,00	6,40	58,80	1.923,43	32,7	89,97	1.030,00	11,45	66,00	891,00	13,50	58,80	1.923,43	32,7	
169,70	1.030,00	6,10	68,52	1.923,43	28,1	89,97	1.030,00	11,45	66,00	891,00	13,50	68,52	1.923,43	28,1	
713,21	1.030,00	1,40	83,34	1.923,43	23,1	385,90	1.030,00	2,67	283,08	891,00	3,15	83,34	1.923,43	23,1	
759,23	735,00	1,00	73,03	569,02	7,8	385,90	735,00	1,90	283,08	380,00	1,34	73,03	569,02	7,8	
774,20	1.030,00	1,30	27,76	1.923,43	69,3	-	1.030,00	-	283,16	891,00	3,15	27,76	1.923,43	69,3	
773,02	1.030,00	1,30	43,96	1.923,43	43,8	-	1.030,00	-	283,16	891,00	3,15	43,96	1.923,43	43,8	
772,62	1.030,00	1,30	43,96	1.923,43	43,8	-	1.030,00	-	281,97	891,00	3,16	43,96	1.923,43	43,8	
743,26	1.030,00	1,40	36,76	1.923,43	52,3	-	1.030,00	-	281,94	891,00	3,16	36,76	1.923,43	52,3	
140,77	735,00	5,20	69,52	464,12	6,7	-	735,00	-	-	380,00	-	69,52	464,12	6,7	
128,47	735,00	5,70	60,43	464,12	7,7	-	735,00	-	-	380,00	-	60,43	464,12	7,7	
483,53	1.324,00	2,70	76,65	2.000,01	26,1	-	1.324,00	-	-	1.079,00	-	76,65	2.000,01	26,1	
96,53	735,00	7,60	58,57	464,12	7,9	-	735,00	-	-	380,00	-	58,57	464,12	7,9	
156,81	735,00	4,70	61,23	464,12	7,6	-	735,00	-	-	380,00	-	61,23	464,12	7,6	
771,81	735,00	1,00	18,81	569,02	30,3	-	735,00	-	281,96	380,00	1,35	18,81	569,02	30,3	
719,94	1.030,00	1,40	23,31	1.923,43	82,5	-	1.030,00	-	283,98	891,00	3,14	23,31	1.923,43	82,5	
115,74	1.030,00	8,90	56,21	1.630,76	29,0	-	1.030,00	-	-	891,00	-	56,21	1.630,76	29,0	
83,24	735,00	8,80	47,61	464,12	9,7	-	735,00	-	-	380,00	-	47,61	464,12	9,7	
60,89	735,00	12,10	47,61	464,12	9,7	-	735,00	-	-	380,00	-	47,61	464,12	9,7	
65,26	735,00	11,30	53,01	464,12	8,8	-	735,00	-	-	380,00	-	53,01	464,12	8,8	
97,48	1.030,00	10,60	54,34	1.630,76	30,0	-	1.030,00	-	-	891,00	-	54,34	1.630,76	30,0	
70,73	1.030,00	14,60	48,88	1.630,76	33,4	-	1.030,00	-	-	891,00	-	48,88	1.630,76	33,4	
77,70	1.324,00	17,00	60,70	2.000,01	33,0	-	1.324,00	-	-	1.079,00	-	60,70	2.000,01	33,0	
777,72	500,00	0,60	32,81	569,02	17,3	-	500,00	-	284,09	351,00	1,24	32,81	569,02	17,3	

Cálculos mecánicos de postes con retenidas.

INFORMACION DEL APOYO					RETENIDAS				Validación del poste a compresión			Validación del Cable de la Retenida		
Numero de apoyo	Tipo de poste	Angulo de deflexión de la línea	Armado	Vano anterior	Fuerza horizontal Ph (daN)	Fuerza Residual Fres (daN)	Fuerza vertical por retenida Fvert (daN)	Peso de cond. acc. Y	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)
1	12X1324	180,0	FL	0,0	811,25	141,10	1.155,82	59,01	1.214,83	7040,7	5,8	1.334,63	6.840,00	5,13
2	12X735	2,6	AL	101,5	-	-	-	99,37	99,37	464,1	4,7	-	-	-
3	12X735	2,6	AL	74,9	-	-	-	84,11	84,11	464,1	5,5	-	-	-
4	12X735	0,0	AL	75,1	-	-	-	73,12	73,12	464,1	6,3	-	-	-
5	12X1324	5,1	AL	50,4	-	-	-	62,60	62,60	2000,0	31,9	-	-	-
6	12X735	180,0	FL	15,4	590,75	51,04	933,03	7,51	940,54	1707,1	1,8	1.077,37	6.840,00	6,35
5'	12X1324	180,0	FL	0,0	-	-	-	28,34	28,34	2346,9	82,8	-	-	-
7	12X1030	31,1	AC	25,7	-	-	-	58,80	58,80	1923,4	32,7	-	-	-
8	12X1030	31,8	AC	23,8	-	-	-	68,52	68,52	1923,4	28,1	-	-	-
9	12X1030	54,9	AC	47,3	670,94	105,68	975,39	83,34	1.058,72	5770,3	5,5	1.126,28	6.840,00	6,07
10	12X735	57,7	AC	56,8	725,77	62,71	1.146,28	73,03	1.219,31	1707,1	1,4	1.323,61	6.840,00	5,17
11	12X1030	180,0	FL	24,4	772,19	121,62	1.122,58	27,76	1.150,34	5770,3	5,0	1.296,24	6.840,00	5,28
11'	12X1030	180,0	FL	0,0	769,74	121,24	1.119,02	43,96	1.162,98	5770,3	5,0	1.292,14	6.840,00	5,29
12	12X1030	180,0	FL	60,5	768,99	111,31	162,06	43,96	206,02	5770,3	28,0	339,76	6.840,00	20,13
12'	12X1030	180,0	FL	0,0	739,99	116,55	1.075,78	36,76	1.112,54	5770,3	5,2	1.242,20	6.840,00	5,51
13	12X735	5,1	AL	56,7	-	-	-	69,52	69,52	464,1	6,7	-	-	-
14	12X735	4,4	AL	48,4	-	-	-	60,43	60,43	464,1	7,7	-	-	-
15	12X1324	31,5	AG	48,8	-	-	-	76,65	76,65	2000,0	26,1	-	-	-
16	12X735	2,6	AL	47,1	-	-	-	58,57	58,57	464,1	7,9	-	-	-
17	12X735	7,7	AL	46,0	-	-	-	61,23	61,23	464,1	7,6	-	-	-
18	12X735	180,0	FL	28,7	768,98	66,44	1.214,51	18,81	1.233,32	1707,1	1,4	1.402,40	6.840,00	4,88
19	12X1030	180,0	FL	0,0	717,41	112,99	1.042,95	23,31	1.066,25	5770,3	5,4	1.204,29	6.840,00	5,68
20	12X1030	3,6	AL	34,2	-	-	-	56,21	56,21	1630,8	29,0	-	-	-
21	12X735	0,0	AL	33,8	-	-	-	47,61	47,61	464,1	9,7	-	-	-
22	12X735	0,0	AL	34,8	-	-	-	47,61	47,61	464,1	9,7	-	-	-
23	12X735	0,0	AL	33,8	-	-	-	53,01	53,01	464,1	8,8	-	-	-
24	12X1030	0,0	AL	46,9	-	-	-	54,34	54,34	1630,8	30,0	-	-	-
25	12X1030	0,0	AL	36,7	-	-	-	48,88	48,88	1630,8	33,4	-	-	-
26	12X1324	0,0	AL	34,7	-	-	-	60,70	60,70	2000,0	33,0	-	-	-
27	12X500	180,0	FL	49,3	775,42	60,44	175,85	32,81	208,66	1707,1	8,2	368,73	6.840,00	18,55

Cálculo mecánico de cimentaciones y estudio de suelos.

CÁLCULO DE CIMENTACIONES														
No. Apoyo	Apoyo	Tipo de Cimentación	Cimentación		Vol. Excav.	Vol. Horm.	Mv	Me	CS	CS lim	σ contacto	σ admisible	σ=σc	origen de Apoyo
			d (m)	h (m)	(m³)	(m³)	(daN m)	(daN m)			(daN/m2)	(daN/m2)		
1,000	12X1324													E
2,000	12X735	CILINDRICA	0.50	1.90	0.37	0.24	1.412	8.091	5.73	2.09	8047.7	10000.0	1952.3	N
3,000	12X735	CILINDRICA	0.50	1.90	0.37	0.24	1.317	8.088	6.14	2.09	7970.0	10000.0	2030.0	N
4,000	12X735	CILINDRICA	0.50	1.90	0.37	0.24	825	8.086	9.80	2.09	7914.0	10000.0	2086.0	N
5,000	12X1324	CILINDRICA	0.65	1.90	0.63	0.44	1.322	10.776	8.15	1.60	7950.7	10000.0	2049.3	N
6,000	12X735													E
5'	12X1324	CILINDRICA	0.65	1.90	0.63	0.44	2.120	10.767	5.08	1.60	7847.4	10000.0	2152.6	N
7,000	12X1030	CILINDRICA	0.55	1.90	0.45	0.27	1.787	8.988	5.03	1.69	8463.2	10000.0	1536.8	N
8,000	12X1030	CILINDRICA	0.55	1.90	0.45	0.27	1.895	8.990	4.74	1.69	8504.1	10000.0	1495.9	N
9,000	12X1030	CILINDRICA	0.55	1.90	0.45	0.27	1.271	9.195	7.23	1.69	12672.0	10000.0	-2672.0	N
10,000	12X735	CILINDRICA	0.50	1.90	0.37	0.24	794	8.301	10.46	2.09	13751.5	10000.0	-3751.5	N
11,000	12X1030	CILINDRICA	0.55	1.90	0.45	0.27	1.438	9.214	6.41	1.69	13057.6	10000.0	-3057.6	N
11'	12X1030	CILINDRICA	0.55	1.90	0.45	0.27	1.434	9.216	6.43	1.69	13110.8	10000.0	-3110.8	N
12,000	12X1030	CILINDRICA	0.55	1.90	0.45	0.27	1.330	9.019	6.78	1.69	9082.9	10000.0	917.1	N
12'	12X1030	CILINDRICA	0.55	1.90	0.45	0.27	1.384	9.206	6.65	1.69	12898.5	10000.0	-2898.5	N
13,000	12X735	CILINDRICA	0.50	1.90	0.37	0.24	1.572	8.085	5.14	2.09	7895.7	10000.0	2104.3	N
14,000	12X735													E
15,000	12X1324	CILINDRICA	0.65	1.90	0.63	0.44	5.399	10.779	2.00	1.60	7993.0	10000.0	2007.0	N
16,000	12X735													E
17,000	12X735													E
18,000	12X735													E
19,000	12X1030													E
20,000	12X1030													E
21,000	12X735													E
22,000	12X735													E
23,000	12X735													E
24,000	12X1030													E
25,000	12X1030													E
26,000	12X1324	CILINDRICA	0.65	1.90	0.63	0.44	868	10.775	12.42	1.60	7945.0	10000.0	2055.0	N
27,000	12X500													E

Vanos ideales de regulación.

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	1	6	317,3	79,8	106,4	249,6	1,6	0,7	502,0	1177,4	1,6
2	5'	11	178,0	43,3	34,6	44,0	1,4	1,1	163,1	207,6	1,4
3	11'	12	60,5	60,5	86,3	253,6	1,1	0,4	406,9	1196,1	1,1
4	12'	18	275,7	48,1	71,6	256,3	0,9	0,2	337,5	1209,0	0,9

Tablas de regulación MT.

CONDUCTOR - TABLA DE REGULACIÓN						
		0				
CANTON No.		1	VANO DE REGULACIÓN:		79,81	
APOYO INICIAL No.		1,00	APOYO FINAL No.		6,00	
Longitudes y Flechas de cada vano del Cantón						
		Vano 1	Vano 2	Vano 3	Vano 4	Vano 5
Longitudes del Vano (m)		101,53	74,90	75,05	50,42	15,43
Diferencia de nivel (m)		0,30	-	-	-	-
Temperatura (°C)	Tense Máximo (daN)	Flecha (m)	Flecha (m)	Flecha (m)	Flecha (m)	Flecha (m)
20	244	1,12	0,61	0,61	0,28	0,03
22	234	1,17	0,64	0,64	0,29	0,03
24	224	1,22	0,66	0,67	0,30	0,03
26	215	1,27	0,69	0,69	0,31	0,03
28	207	1,32	0,72	0,72	0,33	0,03
30	199	1,37	0,75	0,75	0,34	0,03
32	191	1,43	0,78	0,78	0,35	0,03
34	184	1,48	0,81	0,81	0,37	0,03
36	178	1,53	0,83	0,84	0,38	0,04
38	172	1,59	0,86	0,87	0,39	0,04
40	167	1,64	0,89	0,90	0,40	0,04

CANTON No.		2	VANO DE REGULACIÓN:			43,34
APOYO INICIAL No.		5'	APOYO FINAL No.			11,00
Longitudes y Flechas de cada vano del Cantón						
		Vano 1	Vano 2	Vano 3	Vano 4	Vano 5
Longitudes del Vano (m)		25,66	23,82	47,29	56,85	24,38
Diferencia de nivel (m)		-	-	-	-	-
Temperatura (°C)	Tense Máximo (daN)	Flecha (m)	Flecha (m)	Flecha (m)	Flecha (m)	Flecha (m)
20	44	0,40	0,34	1,36	1,96	0,36
22	43	0,40	0,35	1,37	1,98	0,36
24	43	0,41	0,35	1,38	2,00	0,37
26	43	0,41	0,35	1,40	2,02	0,37
28	42	0,41	0,36	1,41	2,04	0,37
30	42	0,42	0,36	1,42	2,06	0,38
32	41	0,42	0,36	1,43	2,07	0,38
34	41	0,43	0,37	1,45	2,09	0,38
36	41	0,43	0,37	1,46	2,11	0,39
38	40	0,43	0,37	1,47	2,13	0,39
40	40	0,44	0,38	1,49	2,15	0,39

CANTON No.		3	VANO DE REGULACIÓN:			60,48
APOYO INICIAL No.		11'	APOYO FINAL No.			12,00
Longitudes y Flechas de cada vano del Cantón						
		Vano 1	Vano 2	Vano 3	Vano 4	Vano 5
Longitudes del Vano (m)		60,48	-	-	-	-
Diferencia de nivel (m)		-	-	-	-	-
Temperatura (°C)	Tense Máximo (daN)	Flecha (m)	Flecha (m)	Flecha (m)	Flecha (m)	Flecha (m)
20	247	0,39	-	-	-	-
22	234	0,41	-	-	-	-
24	222	0,44	-	-	-	-
26	210	0,46	-	-	-	-
28	200	0,49	-	-	-	-
30	190	0,51	-	-	-	-
32	181	0,54	-	-	-	-
34	172	0,56	-	-	-	-
36	164	0,59	-	-	-	-
38	157	0,62	-	-	-	-
40	150	0,64	-	-	-	-

CANTON No.		4	VANO DE REGULACIÓN:			48,08	
APOYO INICIAL No.		12'	APOYO FINAL No.			18,00	
Longitudes y Flechas de cada vano del Cantón							
		Vano 1	Vano 2	Vano 3	Vano 4	Vano 5	Vano 6
Longitudes del Vano (m)		56,73	48,42	48,76	47,09	45,95	28,72
Diferencia de nivel (m)		0,30	-	-	-	-	-
Temperatura (°C)	Tense Máximo (daN)	Flecha (m)	Flecha (m)	Flecha (m)	Flecha (m)	Flecha (m)	Flecha (m)
20	249	0,34	0,25	0,25	0,24	0,23	0,09
22	234	0,36	0,27	0,27	0,25	0,24	0,09
24	220	0,39	0,28	0,29	0,27	0,25	0,10
26	207	0,41	0,30	0,30	0,28	0,27	0,11
28	194	0,44	0,32	0,32	0,30	0,29	0,11
30	182	0,47	0,34	0,35	0,32	0,31	0,12
32	172	0,50	0,36	0,37	0,34	0,33	0,13
34	162	0,53	0,38	0,39	0,36	0,34	0,13
36	153	0,56	0,41	0,41	0,38	0,37	0,14
38	145	0,59	0,43	0,43	0,40	0,38	0,15
40	138	0,62	0,45	0,46	0,43	0,41	0,16

CANTON No.		5	VANO DE REGULACIÓN:		
APOYO INICIAL No.		19,00	APOYO FINAL No.		
Longitudes y Flechas de cada vano del Cantón					
		Vano 1	Vano 2	Vano 3	Vano 4
Longitudes del Vano (m)		34,23	33,78	34,84	33,77
Diferencia de nivel (m)		0,30	-	-	-
Temperatura (°C)	Tense Máximo (daN)	Flecha (m)	Flecha (m)	Flecha (m)	Flecha (m)
20	250	0,12	0,12	0,13	0,12
22	234	0,13	0,13	0,14	0,13
24	219	0,14	0,14	0,15	0,14
26	204	0,15	0,15	0,16	0,15
28	190	0,16	0,16	0,17	0,16
30	177	0,18	0,17	0,18	0,17
32	165	0,19	0,18	0,19	0,18
34	154	0,20	0,20	0,21	0,20
36	144	0,22	0,21	0,22	0,21
38	134	0,23	0,23	0,24	0,23
40	126	0,25	0,24	0,26	0,24

Tablas de cimentaciones postes MT

No. Apoyo	Apoyo	Tipo de Cimentacion
1,000	12X1324	
2,000	12X735	CILINDRICA
3,000	12X735	CILINDRICA
4,000	12X735	CILINDRICA
5,000	12X1324	CILINDRICA
6,000	12X735	
5'	12X1324	CILINDRICA
7,000	12X1030	CILINDRICA
8,000	12X1030	CILINDRICA
9,000	12X1030	CILINDRICA
10,000	12X735	CILINDRICA
11,000	12X1030	CILINDRICA
11'	12X1030	CILINDRICA
12,000	12X1030	CILINDRICA
12'	12X1030	CILINDRICA
13,000	12X735	CILINDRICA
14,000	12X735	
15,000	12X1324	CILINDRICA
16,000	12X735	
17,000	12X735	
18,000	12X735	
19,000	12X1030	
20,000	12X1030	
21,000	12X735	
22,000	12X735	
23,000	12X735	
24,000	12X1030	
25,000	12X1030	
26,000	12X1324	CILINDRICA
27,000	12X500	

Tabla de fusibles

Param el cálculo del fusible de media tensión se tuvo en cuenta lo siguiente.

$$I_{\text{fuse}} = \text{Pot(kVA)} / (13.2\text{kV} * 1.732) = 225\text{kVA} / (13.2\text{kV} * 1.732) = 9.84 \text{ A}$$

Por lo que se elige un fusible tipo HH de 10A

3.13 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.

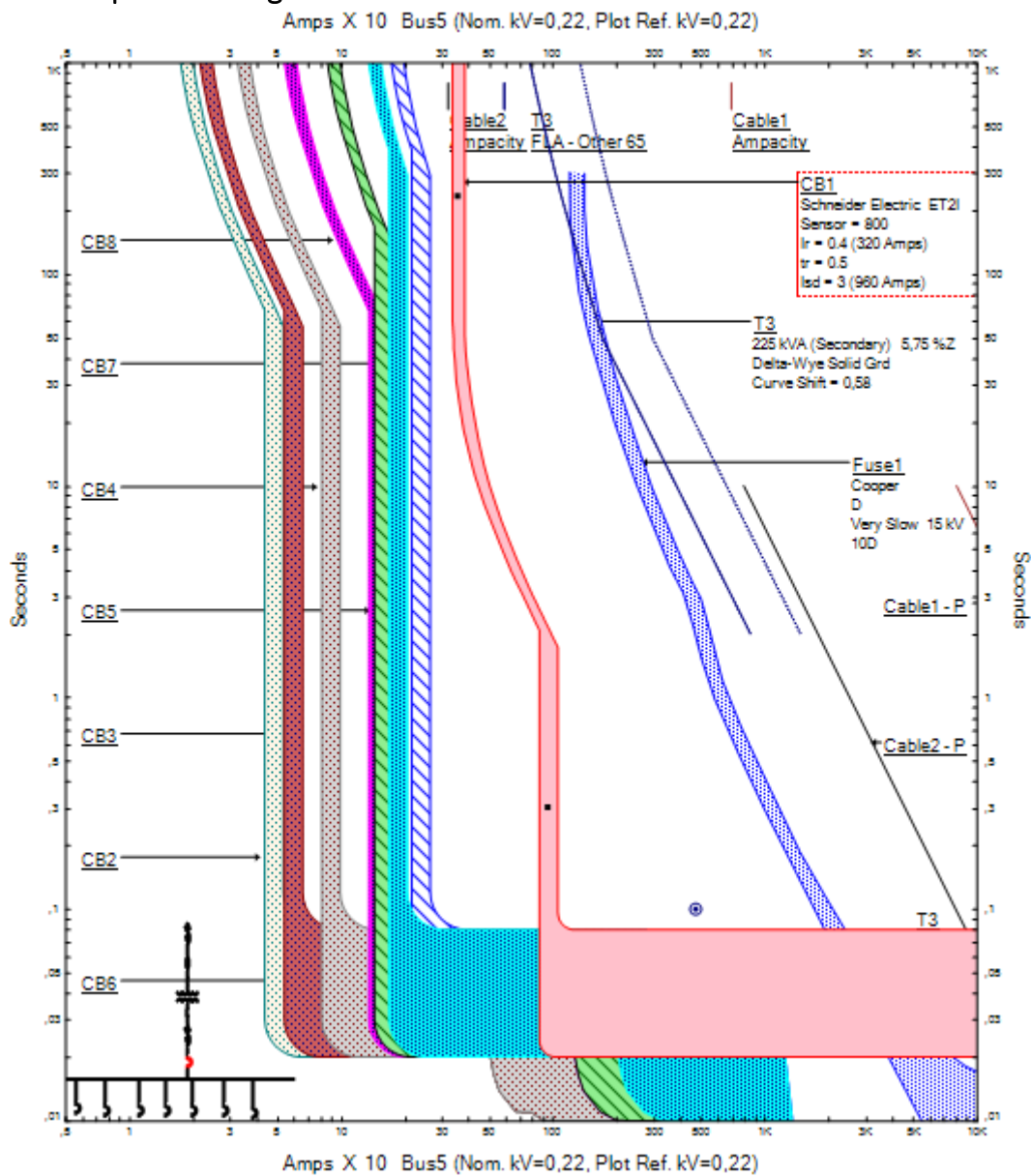


Figura 15 Coordinación de protecciones

3.14 Cálculos de canalizaciones (tubos, ductos, canales y electroductos), bandejas portacables y volumen de encerramientos (cajas, conduletas, armarios, etc.).

CALCULO DE CANALIZACIONES EN BT					Porcentaje max.	40%
MEGACOLEGIO ULCUE TUCHIN						
DESCRIPCIÓN	CONDUCTORES CALIBRES				DUCTO	OCUPACIÓN x DUCTO %
TG	3	x(	3	# 350 F + 1 # 350 N + 1 # 1/0 T)	IMC 3 Ø 3"	32,5
TCI	2	x(	3	# 250 F + 1 # 250 N + 1 # 4 T)	PVC 2 Ø 3"	24,3
TD-ABASTO AGUA	1	x(	3	# 2/0 F + 1 # 2/0 N + 1 # 6 T)	PVC 1 Ø 2"	30,1
TD-SUBESTACIÓN	1	x(	3	# 8 F + 1 # 8 N + 1 # 10 T)	PVC 1 Ø 1"	20,8
TD- PORTERÍA	1	x(	3	# 8 F + 1 # 8 N + 1 # 10 T)	PVC 1 Ø 1"	20,8
UPS PORTERÍA	1	x(	2	# 8 F + 1 # 8 N + 1 # 10 T)	PVC 1 Ø 1"	16,2
TD-COCINA	1	x(	3	# 6 F + 1 # 6 N + 1 # 8 T)	PVC 1 Ø 1 1/2"	15,1
TD-ADMINISTRACIÓN	1	x(	3	# 2 F + 1 # 2 N + 1 # 6 T)	PVC 1 Ø 1 1/2"	27,4
UPS ADMINISTRACIÓN	1	x(	2	# 8 F + 1 # 8 N + 1 # 10 T)	PVC 1 Ø 1"	16,2
TD-PRIMARIA P1	1	x(	3	# 4/0 F + 1 # 4/0 N + 1 # 4 T)	PVC 1 Ø 3"	19,5
TD-PRIMARIA P2	1	x(	3	# 2 F + 1 # 2 N + 1 # 6 T)	PVC 1 Ø 1 1/2"	27,4
TD -ARTE	2	x(	3	# 4/0 F + 1 # 4/0 N + 1 # 4 T)	PVC 2 Ø 3"	19,5
TD- TECNOLOGÍA 1	1	x(	2	# 8 F + 1 # 8 N + 1 # 10 T)	PVC 1 Ø 1"	16,2
TD-POLIVALENTE 1	1	x(	2	# 8 F + 1 # 8 N + 1 # 10 T)	PVC 1 Ø 1"	16,2
TD-TECNOLOGÍA 2	1	x(	2	# 8 F + 1 # 8 N + 1 # 10 T)	PVC 1 Ø 1"	16,2
TD-POLIVALENTE 2	1	x(	2	# 8 F + 1 # 8 N + 1 # 10 T)	PVC 1 Ø 1"	16,2
TD-BACHILLERATO 1	2	x(	3	# 4/0 F + 1 # 4/0 N + 1 # 4 T)	PVC 2 Ø 3"	19,5
TD-BACHILLERATO 2	1	x(	3	# 4 F + 1 # 4 N + 1 # 8 T)	PVC 1 Ø 1 1/2"	19,5
TD-BIBLIOTECA	1	x(	3	# 2 F + 1 # 2 N + 1 # 6 T)	PVC 1 Ø 2"	16,9
TD-AUDITORIO	1	x(	3	# 4 F + 1 # 4 N + 1 # 8 T)	PVC 1 Ø 1 1/2"	19,5
TD-LABORATORIO	1	x(	2	# 8 F + 1 # 8 N + 1 # 10 T)	PVC 1 Ø 1"	16,2
TD-MUSEO	1	x(	2	# 6 F + 1 # 6 N + 1 # 8 T)	PVC 1 Ø 1"	27,3
TD-ORATORIO	1	x(	2	# 6 F + 1 # 6 N + 1 # 8 T)	PVC 1 Ø 1"	27,3
TD-CANCHA	1	x(	2	# 6 F + 1 # 6 N + 1 # 8 T)	PVC 1 Ø 1"	27,3
BOMBAS 3HP AGUA ABASTO	1	x(	2	# 10 F + 1 # 10 N + 1 # 10 T)	PVC 1 Ø 3/4"	16,4

Tabla 9 Cálculo de ocupación de canalizaciones

3.15 Cálculo de pérdidas de energía, teniendo en cuenta los efectos de armónicos y factor de potencia.

MEGACOLEGIO ULCUE TUCHIN						Trifásica		V (F-N)	127
								V (F-F)	220
DESCRIPCIÓN	LONG (m)	D. MAX (kVA)	F.P.	FASES	In (A)	PÉRDIDAS (%)			
						P (kW)	L(km)	PARCIAL	ACUM.
TG	15	225,0	0,90	3	590,5	202,50	0,015	0,32	0,32
TCI	145	50,0	0,90	3	131,2	45,00	0,145	1,42	1,74
TD-ABASTO AGUA	160	15,0	0,90	3	39,4	13,50	0,16	1,81	2,13
TD-SUBESTACIÓN	15	3,0	0,90	3	7,9	2,70	0,015	0,26	0,59
TD- PORTERÍA	25	6,0	0,90	3	15,7	5,40	0,025	0,88	1,20
UPS PORTERÍA	8	3,0	0,90	2	11,8	2,70	0,008	0,14	0,46
TD-COCINA	55	8,0	0,90	3	21,0	7,20	0,055	1,62	1,95
TD-ADMINISTRACIÓN	35	24,0	0,90	3	63,0	21,60	0,035	1,20	1,52
UPS ADMINISTRACIÓN	8	5,0	0,90	2	19,7	4,50	0,008	0,23	0,56
TD-PRIMARIA P1	95	33,0	0,90	3	86,6	29,70	0,095	1,46	1,79
TD-PRIMARIA P2	15	19,0	0,90	3	49,9	17,10	0,015	0,41	0,73
TD -ARTE	165	34,0	0,90	3	89,2	30,60	0,165	1,31	1,63
TD- TECNOLOGÍA 1	20	5,0	0,90	2	19,7	4,50	0,02	0,59	0,91
TD-POLIVALENTE 1	8	4,0	0,90	2	15,7	3,60	0,008	0,19	0,51
TD-TECNOLOGÍA 2	25	5,0	0,90	2	19,7	4,50	0,025	0,73	1,06
TD-POLIVALENTE 2	15	4,0	0,90	2	15,7	3,60	0,015	0,35	0,67
TD-BACHILLERATO 1	120	47,0	0,90	3	123,3	42,30	0,12	1,32	1,64
TD-BACHILLERATO 2	15	16,0	0,90	3	42,0	14,40	0,015	0,56	0,88
TD-BIBLIOTECA	50	23,0	0,90	3	60,4	20,70	0,05	1,65	1,97
TD-AUDITORIO	25	9,0	0,90	3	23,6	8,10	0,025	0,53	0,85
TD-LABORATORIO	25	4,0	0,90	2	15,7	3,60	0,025	0,59	0,91
TD-MUSEO	30	5,0	0,90	2	19,7	4,50	0,03	0,55	0,88
TD-ORATORIO	20	5,0	0,90	2	19,7	4,50	0,02	0,37	0,69
TD-CANCHA	40	4,0	0,90	2	15,7	3,60	0,04	0,59	0,91
BOMBAS 3HP AGUA ABASTO	15	3,0	0,90	2	11,8	2,70	0,015	0,41	0,73

Tabla 10 Cálculo de pérdidas de energía

3.16 Cálculos de regulación de tensión.

Véase el inciso 3.11

3.17 Áreas clasificadas como peligrosas.

No aplica.

3.18 Diagramas unifilares.

Ver plano eléctrico Diagrama Unifilar.

3.19 Planos eléctricos para construcción.

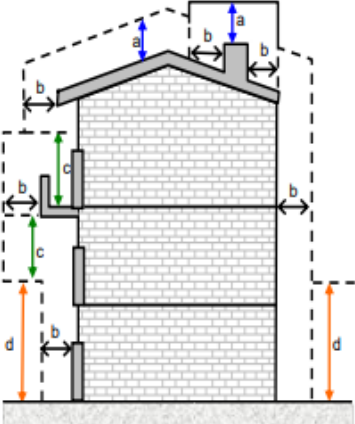
Ver planos adjuntos.

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

Ver notas de planos.

3.21 Distancias de seguridad o servidumbre requeridas.

Tabla 3.10.1. a. Distancias mínimas de seguridad en zonas con construcciones

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 3.10.1. a.).	44/34,5/33	3,8	Figura 3.10.1. a. Distancias de seguridad en zonas con construcciones.
	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 3.10.1. a.)	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 3.10.1. a.)	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 3.10.1. a.) 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	

Fuente: Adaptada de la Resolución 90708 de 2013.

Tabla 3.10.5. b. Distancias mínimas para trabajos en o cerca de partes energizadas en corriente alterna

Tensión nominal del sistema (fase – fase)	Límite de aproximación seguro [m]		Límite de aproximación restringida (m) Incluye movimientos involuntarios.
	Parte móvil expuesta	Parte fija expuesta	
50 V – 300 V	3,0	1,0	0,30
301 V – 750 V	3,0	1,0	0,30
751 V – 15 kV	3,0	1,5	0,7
15,1 kV – 36 kV	3,0	1,8	0,8
36,1 kV – 46 kV	3,0	2,5	0,8
46,1 kV - 72,5 kV	3,0	2,5	1,0
72,6 kV – 121 kV	3,3	2,5	1,0

3.22 Justificación de desviaciones técnicas cuando sea estrictamente necesarias, siempre y cuando no comprometa la seguridad de las personas o de la instalación.

No aplica, en este proyecto no se requieren desviaciones a la norma.

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

No aplica, no se requieren otros estudios para el desarrollo de la instalación.

3.24 Selección, cálculo y especificación de equipos de generación de energía convencionales y no convencionales.

Para garantizar la continuidad del servicio educativo y la seguridad de las instalaciones, se ha seleccionado un grupo electrógeno con motor Diesel de 230 kVA (Potencia Prime), con una salida de 220/127 V. El sistema está configurado para actuar como fuente de respaldo integral ante fallas en la red de media tensión.

Los criterios técnicos que sustentan esta selección son:

- Capacidad de Carga y Transitorios: El dimensionamiento de 230 kVA Prime permite absorber la demanda de iluminación, fuerza y sistemas de climatización, garantizando especialmente el arranque del motor de la bomba contra incendio de 50 HP. Se ha verificado que la caída de tensión transitoria (Step Load) y la recuperación de frecuencia se mantengan dentro de los rangos de seguridad para no afectar los equipos sensibles de los laboratorios y aulas.

- **Transferencia Automática (ATS):** La planta está integrada con un sistema de transferencia automática que detecta la ausencia de tensión en la red principal, ordenando el arranque y la conmutación de la carga en un tiempo mínimo, asegurando la autonomía del sistema sin intervención manual.
- **Atenuación Acústica e Instalación:** Dado que la institución requiere un entorno libre de ruidos disruptivos para el aprendizaje, el equipo se instalará en una cabina de insonorización para intemperie. Esta configuración permite su ubicación al aire libre, protegiendo los componentes contra el clima de la región y reduciendo los niveles de presión sonora según las normativas ambientales vigentes.
- **Autonomía de Combustible:** El sistema cuenta con una reserva de combustible Diesel dimensionada para una autonomía de 90 a 120 minutos a plena carga, tiempo estipulado para la evacuación segura del plantel, la presurización del sistema contra incendio en caso de siniestro y el cierre controlado de actividades críticas en laboratorios y áreas administrativas.

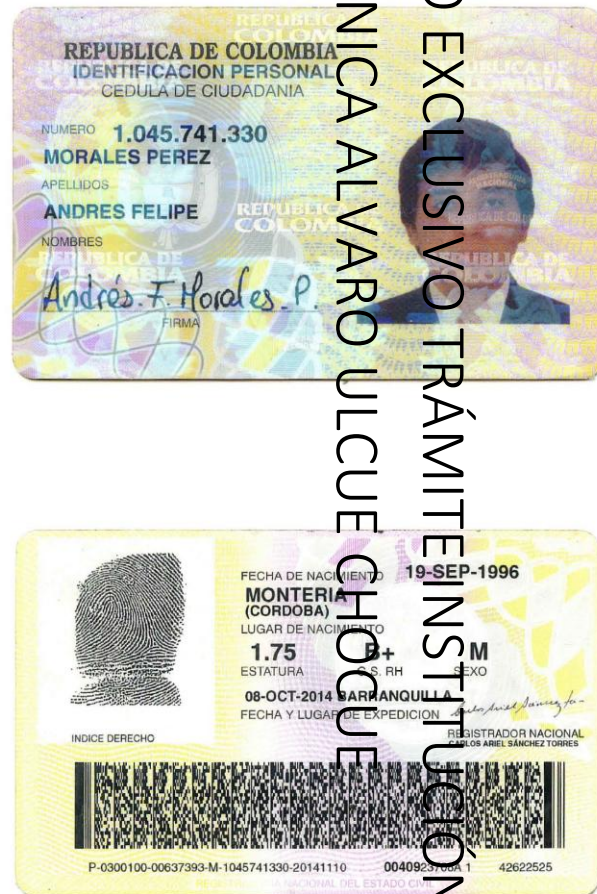
Se hace énfasis en que, para el motor de 50 hp para la red contra incendio, el grupo electrógeno debe tener un alternador sobredimensionado o un sistema de excitación tipo PMG (Permanent Magnet Generator) para manejar las corrientes de arranque, algo que es estándar en equipos de esta potencia (230 kVA) para evitar bloqueos del motor diesel durante el arranque del motor de 50 HP.

4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- La apertura de la puerta de la subestación eléctrica debe ser hacia afuera y de un vano de por lo menos 2m de ancho, tal que permita la entrada y salida de los equipos. Así mismo, debe contener cerradura antipánico.
- Las instalaciones eléctricas deben ser construidas y operadas por personal técnico y/o profesionales competentes
- Al momento de la instalación de los equipos como tableros tener en cuenta las distancias de seguridad exigidas
- Todas las tuberías expuestas serán metálicas tipo emt y todas las tuberías empotradas a muro o losa deberán ser tipo PVC. Toda tubería expuesta a la intemperie debe ser del tipo IMC
- Para cableado se deberá seguir el código de colores según lo indicado en el título 5 del retie, donde se indica para un sistema 3 ϕ a 127v y 220v.
- Las partes de canalizaciones que estén expuestas o a la vista, deben marcarse en franjas de color naranja de al menos 10 cm de anchas para distinguirlas de otros usos.
- todas las estructuras y partes metálicas (puertas, marcos, columnas, escaleras, mallas, estanterías, etc. que apliquen) deberán quedar equipotencializadas y conectadas al sistema de puesta a tierra.
- Toda modificación memorias y de las especificaciones de los equipos y materiales debe ser consultada y/o avaladas por el diseñador
- Todo cableado en zonas de aulas, comedor y zonas de alta concentración deben ser del tipo LIBRE DE HALÓGENOS. Se recomienda el uso de este tipo de cableado en toda la instalación.

5 ANEXOS

5.1 Cédula de ciudadanía Diseñador



ANDRES F. MORALES P.
AT205-139421

INGENIERO ELECTRICISTA
TUCHÍN - CÓRDOBA
MARZO 2025

5.2 Tarjeta Profesional Diseñador



ANDRES F. MORALES P.
AT205-139421

INGENIERO ELECTRICISTA
TUCHÍN - CÓRDOBA
MARZO 2025

6 REFERENCIAS

Código eléctrico Colombiano NTC 2050. (2020). ICONTEC.

IEC 602305: Safety of Machinery – General Principles for Design – Risk Assessment and Risk Reduction. (2010). International Electrotechnical Commission.

Protección contra rayos NTC 4552. (2023). ICONTEC.

Reglamento técnico de instalaciones eléctricas. (Resolución 40117 de 2024). Ministerio de Minas y Energía.