

CÓDIGO OBRA

DISEÑO DEL PROYECTO

INSTITUCION EDUCATIVA SANTA ISABEL

PROYECTISTA

INGENIERO ELECTRICISTA

LUIS FELIPE SANCHEZ LLANOS

M.P:AT205-41653

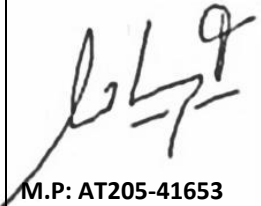
FECHA

5 DE JULIO DEL 2026

PROYECTO: INSTITUCION EDUCATIVA SANTA ISABEL

Edición.	Modificación.	fecha
V0.0	RIMERA PRESENTACION ANTE EL AREA DE PROVISION DEL SERICIO CESAR, CARIBEMAR DE LA COSTA S.A.S E.S.P	5/07/2026

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. Luis F. Sanchez Ll.	5-07-26		

Elaborado Por: INGENIERO ELECTRICISTA LUIS FELIPE SANCHEZ LL.	Revisado Por:
 M.P: AT205-41653	

INGENIERO ELECTRICISTA LUIS PELIPE SANCHEZ LLANOS

Página 2 de 49

INDICE

1. Memoria

1.1. Memoria descriptiva

- 1.1.1. Preámbulo
- 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.
 - 1.1.4.6. Selección de Medida
 - 1.1.4.7. Consolidado de cantidad de clientes por transformador y tipo 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. Cálculo de puesta a tierra y medidas de resistividad.
 - 1.2.2.5. Análisis de tensiones de Paso y Contacto.
- 1.2.3. Cálculos Eléctricos: Aislamiento, y protección contra Rayos, Riesgo eléctrico, desviaciones, entre otros.
 - 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.
 - 1.2.3.6. Especificaciones de construcción técnicas y de materiales.
 - 1.2.3.7. Justificación de desviaciones técnicas justificadas.

INGENIERO ELECTRICISTA LUIS PELIPE SANCHEZ LLANOS

Página 3 de 49

PROYECTO: INSTITUCION EDUCATIVA SANTA ISABEL

- 1.2.3.8. Estudios complementarios requeridos (sísmico, acústico, térmico, etc.).
- 1.2.3.9. Selección y especificación de equipos de generación convencionales o no convencionales.
- 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 Auto soportados.
 - 1.2.4.4. Cálculos mecánicos De Postes Con Retenida.
 - 1.2.4.5. Calculo mecánico de cimentaciones y estudio de suelos.
- 1.2.5. Distancias mínimas de seguridad en zonas con construcciones.

1.3. Documentación para ejecución (Para redes Aéreas)

- 1.3.1. Red MT
 - 1.3.1.1. Vanos ideales de regulación
 - 1.3.1.2. Tablas de regulación MT
 - 1.3.1.3. Tablas de cimentaciones postes MT
 - 1.3.1.4. Tabla de PAT
 - 1.3.1.5. Tabla de fusibles
- 1.3.2. Red BT
 - 1.3.2.1. Tablas de cimentaciones postes BT
- 1.3.3. Centros de Transformación
 - 1.3.3.1. Tabla de fusibles
 - 1.3.3.2. Tabla de PAT x CT
- 1.3.4. Poste a Poste materiales a montar
- 1.3.5. Poste a Poste materiales a desmontar

1.4. Tramitaciones

- 1.4.1. Relación de bienes y derechos afectados
- 1.4.2. Tabla de cruzamientos, paralelismos y paso por zonas
- 1.4.3. Licencia de construcción
- 1.4.4. Permisos de pasos y servidumbres
- 1.4.5. Permisos ambientales

2. Planos

- 2.1. Plano planta, de situación y emplazamiento.
- 2.2. Planos De Detalle para validar distancias de seguridad.
- 2.3. Diagramas Unifilares.
- 2.4. Plano de planta y perfil de los gabinetes de medidores

3. Anexos

- 3.1. Copia de Cédula de Ciudadanía.
- 3.2. Copia de Tarjeta Profesional.
- 3.3. Para proyectos específicos de redes abiertas o subterráneas se debe presentar el documento de aprobación del diseño del alumbrado público por parte del Municipio y /o Concesión.

1. Memoria

1.1. Memoria descriptiva

1.1.1. Preámbulo

El presente proyecto se ajusta a lo solicitado por el RETIE y a lo especificado en el proyecto tipo Centro de transformación tipo poste de **CARIBEMAR DE LA COSTA S.A.S E.S.P.**

1.1.2. Peticionario y Objeto

Cliente/Dueño del proyecto:

NOMBRE:
NIT:
DIRECCIÓN:
CIUDAD:
EMAIL:

Promotor:

NOMBRE:
NIT:
DIRECCIÓN:
CIUDAD:
EMAIL:

Diseñador:

Ing. LUIS FELIPE SANCHEZ LLANOS
CÉDULA DE CIUDADANIA: 72216463
DIRECCION: MIRADOR DE LA SIERRA 2 – APARTAMENTO 101F
VALLEDUPAR, CESAR
CORREO ELECTRÓNICO: ing.sanchezllanos@gmail.com
TELÉFONO CELULAR: 317 716 2099

PROYECTO: INSTITUCION EDUCATIVA SANTA ISABEL

El objeto del presente documento es la obtención de las autorizaciones administrativas de la conexión del proyecto eléctrico a la red operada por CARIBEMAR DE LA COSTA S.A.S 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(s)	
Municipio(s)	
Localidad(es)	
Zona	
Área	
Contaminación	

1.1.4. Descripción de la instalación

1.1.4.1. Circuito(s) Origen de MT:

1.1.4.2. Instalación de MT:

DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICA
Tensión nominal de diseño (kV)	13,2
Potencia máxima de transporte (MVA)	0,1125
Conductor(es)	ACSR 1/0 AL
N° Circuitos	1
Origen	EPP01
Final	EPP02
Longitud Red Aérea (km)	0,015
Longitud Red Subterránea (km)	NO APLICA

PROYECTO: INSTITUCION EDUCATIVA SANTA ISABEL

1.1.4.3.Instalación de BT:

DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICA
Tensión nominal de diseño (V)	220/127
Conductores	2x(3F#4/0 + 1N#4/0) + 1T#2/0 CU
Configuración de la línea de B.T.	SUBTERRANEA
Número de clientes/Tipo	1 / COMERCIAL
Longitud Red Aérea (km)	NO APLICA
Longitud Red Subterránea (km)	0,025

1.1.4.4.Instalación CT:

DESCRIPCION	UNIDADES	VALOR
Potencia	kVA	112,5
Aislante	TIPO PEDESTAL	
Tensiones	Vp	13200
	Vs	220/127
Tipo de transformador	TIPO PEDESTAL	
Grupo de conexión	Dyn5	
Temperatura de aceite	°C	85
Temperatura de devanados	°C	125
Bil	kV	95
Uz	%	4.0

PROYECTO: INSTITUCION EDUCATIVA SANTA ISABEL

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

DESCRIPCIÓN	UNIDADES	VALOR
Medidor		
Tipo de Medida	INDIRECTA	
Tensión de servicio	KV	13,2
Corriente de servicio	A	5A
Clase de precisión		
Transformadores de Medida		
Relación de transformación (TC's)	A	5/5
Relación de transformación (TP's)	V	$13200/\sqrt{3}/120/\sqrt{3}$
Tipo		Exterior
Clase de precisión		0,5 S

1.1.4.6 Selección de medida

TIPO DE MEDIDA PROYECTO		
Convencional	Centralizada	Prepago
X		

1.1.4.7 Consolidado de cantidad de clientes por transformador y tipo de medida

MEDICIÓN INDIRECTA				
TIPO	CANTIDAD	UBICACIÓN: INTERIOR/EXTERIOR	VOLTAJE	USO DEL SERVICIO INDICADO
MONOFASICO				
BIFÁSICO				
TRIFÁSICO	1	EXTERIOR	13200	OFICIAL
TOTAL	1			

INGENIERO ELECTRICISTA LUIS PELIPE SANCHEZ LLANOS

Página 8 de 49

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.



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.

Partiendo de esta información considerando la carga instalada, la corriente de cortocircuito de la red, la corriente máxima de la carga se procede a calcular el porcentaje de armónicos que se aporta a la red teniendo en cuenta las tablas y gráfica del IEEE519-92.

Nivel de tensión: 13200/220/127V

Icc:

Carga instalada: 112,5kVA 3F

Fp:0.9

In de la carga:369,04 (línea)

Icc/In (Isc/IL) =

THD: Distorsión Total de voltaje: 5,0%, según tabla XI. IEEE519-92

PROYECTO: INSTITUCION EDUCATIVA SANTA ISABEL

TDD: Distorsión total demandada: (20<50) 8%, según tabla X. IEEE519-92

Tabla XI. Límites de armónicos de voltaje individuales y totales tomados de la norma IEEE 519/92

Voltaje del barraje en el punto de acoplamiento común	Distorsión individual de voltaje (%)	Distorsión total de voltaje (THD) (%)
Debajo de 69 kV	3	5
69 kV a 137,9 kV	1,5	2,5
Por encima de 138 kV	1	1,5

Con los datos anteriores, y con la tabla X, 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

Tabla X. Límites de armónicos de corriente individuales y totales tomados de la norma IEEE 519/92

Límites de corriente armónica para cargas no-lineales en el punto de acoplamiento común con otras cargas para voltajes entre 120 a 69.000 voltios						
Máxima distorsión de corriente armónica impar en porcentaje del armónico fundamental						
ISC/IL	<11	11<17	17<23	23<35	35	TDD
<20	4	2	1,5	0,6	0,3	5
20<50	7	3,5	2,5	1	0,5	8
50<100	10	4,5	4	1,5	0,7	12
100<1000	12	5,5	5	2	1	15
>1000	15	7	6	2,5	1,4	20

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 estos, pero si nos ayuda a determinar el dimensionamiento de los conductores y evitar posibles fallas

1.2.1.2. Análisis del nivel tensión requerido.

Análisis del nivel tensión requerido. es de 13,2 KV.

Con base en el artículo 12 del RETIE, la instalación eléctrica objeto del presente proyecto se asocia al nivel de media tensión MT, voltaje comprendido entre 1 KV y 57.5KV.

PROYECTO: INSTITUCION EDUCATIVA SANTA ISABEL

1.2.1.3. Cálculos de regulación MT y BT.

Regulación MT:

Red Aérea:

CALCULOS DE REGULACION MT												
ALIMENTADOR MT				I. E. SANTA ISABEL								
				USUARIOS								
Tramo	L (km)	# de hilos	calibre	Material	Usuarios	Demanda Kw	P total (Kw)	M (PtotxL)	ΔU%	ΔU Total	ΔP%	ΔP Total
EPP01 - EPP02	0,015	3	1/0	ACSR	1	112,50	112,5	1,7	0,001507	0,001507	0,001733	0,001733

RED DE MT - RESUMEN REGULACION Y PERDIDAS POR CIRCUITO EN MT	
MAXIMA CAIDA DE TENSION CALCULADA (%)	0,00150735
MAXIMA PERDIDA DE POTENCIA CALCULADA (%)	0,00173319

Regulación BT:

Calculo de Alimentador												
Proyecto:		I. E. SANTA ISABEL										
Instalacion:		I. E. SANTA ISABEL										
Equipo / Alimentador:		112,5KVA										
Identificador del cable: ACOMETIDA PRINCIPAL TRAF0												
Datos de la carga												
Carga / Unidad	Tension [V]	Fases	Factor de P.	% Eficiencia (solo motor)	S [VA]	P [W]	Q [VAR]	Corriente [A]	θ [grados]	Cos(θ)	Sen(θ)	
112,50 k VA	220	3	0,9	90	112,50 k	101,25 k	49,04 k	295,24	25,84	0,9	0,44	
Canalizacion / Conductor / Ambiente												
Tipo: Conductores aislados por Ducto			Material: PVC			Tabla del CEN: 310.16			Cond. Activos por ducto: 1-3			
Tip. aislante: THW	Tip. Cable: Monopolar		Temp. de Operación °C: 75			Material: Cobre			% de derrateo : 0			
T. Aislante [V]: 600	T. Amb. °C: 31-35		FD. conductor Activo (%): 125			FD. conductor Neutro(%): 125			FD. conductor Tierra (%): 100			
Dimensionamiento por Ampacidad												
C. Ajustada de Fase [A]: 369,04		C. Ajustada de Neutro [A]: 369,04		C. Ajustada de Tierra [A]: 295,24		Derrateo por temperatura CEN: 0,94						
Calibre Conductor Activo: 4/0		AWG		Capacidad Nominal [A]: 230		Conductores x fase: 2		Corriente Ajustada del conductor activo 432,40 [A]				
Calibre Conductor Neutro: 4/0		AWG		Capacidad Nominal [A]: 230		Conductores x neutro: 2						
Calibre Conductor Tierra: 2/0		AWG		Capacidad Nominal [A]: 175		Conductores x tierra: 2						
Dimensionamiento por caída de tension												
Longitud del alimentador: 25 m		Resistencia: 0,203000 Ω/km		Reactancia: 0,135000 Ω/km		Regulacion Max %: 3						
r ajustado: 1,02E-04 ,		$k = \frac{(r \times \cos \theta + x \times \sin \theta)}{5 \times kV^2}$		$k = \frac{(r \times \cos \theta + x \times \sin \theta)}{10 \times kV^2}$		$\Delta V (\%) = (kVA \times m) \times k$		V. de regulacion [V]		218,5		% de Regulacion 0,70
X ajustado: 6,75E-05 Ω/m		Monofasico		Trifasico								
Frecuencia: 60 Hz												

INGENIERO ELECTRICISTA LUIS PELIPE SANCHEZ LLANOS

Pagina 11 de 49

PROYECTO: INSTITUCION EDUCATIVA SANTA ISABEL

Resumen de Alimentadores										
Proyecto:			I. E. SANTA ISABEL							
Instalacion:			112.5KVA							
Cálculo por Capacidad								Cálculo por caída de Tensión		
TAG. Del Alimentador (Tablero que alimenta)	Corriente de diseño (A)	Calibre conductores de Fase	Capacidad nominal del cable (A)	Factor de Ajuste "F"	Capacidad real del cable (A)	Calibre conductor de neutro	Calibre conductor de puesta a tierra	Longitud del Alimentador (m)	Parámetros R y X del conductor seleccionado (Ω/m)	Caída de tensión (%)
ACOMETIDA PRINCIPAL TRAFO	369,04	3#4/0 AWG	460	0,94	216,2	1#4/0 AWG	1#2/0 AWG	25	R=0,0001015 X=0,0000675	0,70
ALIMENTADOR AULAS	69,06	2#8 AWG	50	0,94	47	1#8 AWG	1#8 AWG	5	R=0,00128 X=0,0000855	0,30
ALIMENTADOR TD-BIBLIOTECA	54,50	3#4 AWG	85	0,94	79,9	1#4 AWG	1#8 AWG	100	R=0,00034 X=5,233333333333333E-05	1,30
ALIMENTADOR UPS BIBLIOTECA	37,50	3#8 AWG	50	0,94	47	3#8 AWG	3#8 AWG	120	R=8,533333333333333E-04 X=0,000057	2,59
ALIMENTADOR TD-ADM	108,90	3#4 AWG	85	0,94	79,9	1#4 AWG	1#8 AWG	35	R=0,00034 X=5,233333333333333E-05	0,91
ALIMENTADOR UPS-AULAS	11,25	3#4 AWG	85	0,94	79,9	1#4 AWG	1#8 AWG	80	R=0,00034 X=5,233333333333333E-05	0,22
ALIMENTADOR TD-CUARTO ELECTRICO	4,19	2#8 AWG	50	0,94	47	1#8 AWG	1#8 AWG	2	R=8,533333333333333E-04 X=0,000057	0,00

Para la acometida se empleará cable de calibre #4/0 CU desde, los bornes del transformador hasta la protección principal en gabinete, en el cuadro anexo se hace el ajuste correspondiente al conductor según la tabla **310.16**.

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

De acuerdo con la carga aparente proyectada (Numeral 1.2.1.1) y futuras ampliaciones proyectadas se usará el transformador trifásico de **112,5 KVA**.

Sin embargo, los cálculos fueron ajustados siguiendo los criterios de la norma ANSI/IEEE C57.110, la cual establece la metodología para evaluar la capacidad del transformador ante la presencia de corrientes armónicas. Este ajuste permitió considerar los efectos térmicos adicionales y determinar una carga admisible más precisa, asegurando una operación confiable y dentro de los límites térmicos recomendados.

PROYECTO: INSTITUCION EDUCATIVA SANTA ISABEL

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.

Calculo de Acometidas o alimentadores en Conductores de Cobre en Ducto		
Parámetros Básicos para el Calculo		
NOMBRE DEL PROYECTO: I. E. SANTA ISABEL		
DESCRIPCION	Valor	Unidad
Carga a Conectar	112,5	Kva
Factor de Potencia de la carga	0,90	
Carga total en Kva	112,5	Kva
Temperatura Ambiente	31-35	° C
Factor de Seguridad del Conductor exigido por NTC 2050	25%	
Tipo de Sistema	3Ø(3Ø-3H y 3Ø-4H)	
Tensión de Alimentación	220 Voltios LL	
Corriente nominal calculada	295	Amperios
Corriente para Calculo del Conductor (Factor de seguridad)	369	Amperios
Corriente por Hilo de cada fase con factor de seguridad	123	Amperios
Tipo de conductor a utilizar	CONDUCTOR	
Calibre Conductores Calculado por el criterio de Carga		
Conductor de Fase THWN/THHN o THW en ducto (Rateados a 75°C)	4/0 AWG	253,35
Número de Hilos por fase	3	-
Conductor de proteccion o Hilo de tierra (Alimentadores o ramales) Tabla 250-95	2/0 AWG	21.14 mm²
Calibre Conductor del Electrodo de puesta a tierra (Solo para acometidas)		
Calibre de la Acometida (El minimo calibre es el # 2 AWG)	2/0 AWG	
Area total de los conductores de acometida	202,32	mm²
Conductor del electrodo de puesta a tierra (Acometidas) Tabla 250-94	2 AWG	
Comprobación por el Criterio de Regulación		
Calibre escogido para comprobacion por Regulación	107.21 mm² (4/0 AWG)	
Longitud Total del Conductor	10	Metros
Momento Eléctrico	1125	Kva-metro
Constante de Regulación	0,1494	
Caída de Tensión entre bornes y carga	0,17	%
Comprobación por el Criterio de Pérdidas		
Calibre escogido	107.21 mm² (4/0 AWG)	
Tarifa pagada por energía	980	\$/Kwhr
Costo del Conductor por Kgr de peso	15000	\$ / Kgr
Tiempo de Servicio del Conductor	2167	Horas / Año
Interes corriente % Anual Efectivo	30%	-
% Carga estimado en el conductor	56%	-
Corriente de Trabajo promedia del Conductor	206,64	Amperios
Cumple por Pérdidas ?	Si	
Comprobación por el Criterio de Corto Circuito		
Corriente de corto circuito en el punto de instalacion	1,474	Kamperios
Tiempo de duracion de la falla en Segundos	0,2	-
Temperatura máxima en condiciones de Corto sin dañar el aislamiento	220	°C
Area minima calculada para estas condiciones	0 mm²	
Cumple por Cortocircuito?	CUMPLE	

1.2.1.6. Cálculos de canalizaciones (tubo, ductos, canaletas y electroductos).

INGENIERO ELECTRICISTA LUIS PELIPE SANCHEZ LLANOS

Pagina 13 de 49

PROYECTO: INSTITUCION EDUCATIVA SANTA ISABEL

ACOMETIDA PRINCIPAL BT:

Ocupacion de ductos						
Cable Monopolar						
N°	Calibre	Aislante	Cantidad	Diametro* mm	Area por cable mm2	Total Grupo mm2
1	4/0	THW 600 V	6	17,46	239,43	1436,58
Area Total						1436,58 mm2
Tipo de Ducto: Tubo de PVC, Tipo A						
Diametro: 4 Pulgadas						
Diametro**						106,6 mm
Area Total						8924,92 mm2
Max. Ocupacion				40,00%	Ocupación	16,10%

ACOMETIDAS, UPS AULAS, TD CUARTO ELECTRICO, UPS BIBLIOTECA:

Ocupacion de ductos						
Cable Monopolar						
N°	Calibre	Aislante	Cantidad	Diametro* mm	Area por cable mm2	Total Grupo mm2
1	8	TW 600 V	3	5,99	28,18	84,54
Area Total						84,54 mm2
Tipo de Ducto: Tubo de PVC, Tipo A						
Diametro: 2 Pulgadas						
Diametro**						54,7 mm
Area Total						2349,96 mm2
Max. Ocupacion				40,00%	Ocupación	3,60%

ACOMETIDAS, TD BIBLIOTECA, TD AULAS, TD ADM:

Ocupacion de ductos						
Cable Monopolar						
N°	Calibre	Aislante	Cantidad	Diametro* mm	Area por cable mm2	Total Grupo mm2
1	4	TW 600 V	3	8,93	62,63	187,89
Area Total						187,89 mm2
Tipo de Ducto: Tubo de PVC, Tipo A						
Diametro: 2 Pulgadas						
Diametro**						54,7 mm
Area Total						2349,96 mm2
Max. Ocupacion				40,00%	Ocupación	8,00%

PROYECTO: INSTITUCION EDUCATIVA SANTA ISABEL

Los ductos para las instalaciones internas serán de 2" PVC e IMC para cables calibre #6, #4/0 y #8 AWG,

Cables THHN/THWN

Cantidad de conductores admisibles en tubería CONDUIT PVC - Cables THHN y THWN (NTC 2050 Tabla C11)

Calibre AWG o kcmil	Tamaño comercial (Pulgadas / mm)																			
	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	3 1/2	4										
	16	21	27	35	41	53	63	78	91	103										
	THHN	THW	THHN	THW	THHN	THW	THHN	THW	THHN	THW	THHN	THW	THHN	THW	THHN	THW	THHN	THW	THHN	THW
14	16	11	27	18	44	31	73	61	96	67	150	105	225	157	338	235	441	307	566	395
12	11	THHN THWN	19	14	32	24	53	39	70	51	109	80	164	120	246	181	321	236	412	303
10	7	6	12	10	20	18	33	29	44	38	69	60	103	89	155	135	202	176	260	225
8	4	3	7	6	12	10	19	16	25	21	40	33	59	50	89	75	117	98	150	125
6	3	1	5	3	8	6	14	9	18	13	28	20	43	30	64	45	84	59	108	75
4	1	1	3	2	5	4	8	7	11	9	17	15	26	22	39	33	52	44	66	56
2	1	1	1	1	3	3	6	5	8	7	12	11	19	16	28	24	37	32	47	41
1	1	1	1	1	2	1	4	3	6	5	9	7	14	11	17	17	27	22	35	29
1/0	1	1	1	1	2	1	4	3	5	4	8	6	11	10	17	14	23	19	29	24
2/0	1	-	1	1	1	1	3	2	4	3	6	5	10	8	14	12	19	16	24	21
3/0	-	-	1	1	1	1	2	1	3	3	5	4	8	7	12	10	16	13	20	17
4/0	-	-	1	1	1	1	1	1	3	2	4	4	6	6	10	9	13	11	17	14
250	-	-	1	-	1	1	1	1	2	1	3	3	5	4	8	7	10	9	14	12
300	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1	3	2	4	4	7	6	9	8	12	10
350	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1	2	2	4	3	6	5	8	7	10	9
400	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1	2	1	3	3	5	5	7	6	9	8
500	-	-	-	-	1	-	1	1	1	1	1	1	3	2	4	4	6	5	7	7
600	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1	2	1	3	3	5	4	6	5

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

De acuerdo con el tipo de instalación las perdidas máximas permitidas son:

COMPONENTE	% PERDIDAS DE POTENCIA
Líneas de Distribución (Media Tensión)	1%
Redes de Baja Tensión	7%
Transformadores	De acuerdo a NTC 818, 819 y 1954-última actualización

Las pérdidas de potencia para este sistema se deben calcular mediante la fórmula:

Tramo red MT aérea:

Las pérdidas de potencia en una línea serán las debidas al efecto Joule causado por la resistencia de esta. Para una línea trifásica vendrán dadas por la siguiente expresión:

$$P_p = 3 \cdot R \cdot L \cdot I^2 \cdot 10^{-3}$$

Donde:

R: Resistencia de la línea por kilómetro (Ω/km).

L: Longitud de la línea (km).

I: Intensidad de la línea (A)

Pp: Pérdida de potencia (kW)

P: Potencia bifásica transportada por la línea (kW)

U: Tensión compuesta (fase-fase) de la línea (kV)

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

En términos porcentuales se puede expresar como:

PROYECTO: INSTITUCION EDUCATIVA SANTA ISABEL

Donde:

El valor Kp está determinado por la normativa AFINA "PROYECTO TIPO LINEAS ELECTRICAS AEREAS MT SIN NEUTRO" en la tabla a continuación:

B1.4.2 Tabla de Constante de Pérdidas para Líneas Trifásicas

Nota General: En la realización de estas tablas se ha utilizado el valor de la resistencia del conductor en corriente alterna a 75°C.

Tabla B1.5 Constante de pérdidas para líneas trifásicas

CONDUCTOR		TENSIÓN (KV)	CONSTANTE DE PÉRDIDAS K _{p3}			
			FP = 0.8	FP = 0.9	FP = 1	
ACSR	1/0 AWG	13,2	0,0006408	0,0004544	0,0004101	
		34,5	0,0006338	0,0006683	0,0006683	
	4/0 AWG	13,2	0,0003489	0,0002475	0,0002233	
		34,5	0,0000511	0,0000362	0,0000327	
	266,8 kcmil	13,2	0,0002283	0,0001619	0,0001461	
		34,5	0,0000334	0,0000237	0,0000214	
	336,4 kcmil	13,2	0,0001811	0,0001284	0,0001159	
		34,5	0,0000265	0,0000188	0,0000170	
	477 kcmil	13,2	0,0001284	0,0001015	0,0000822	
		34,5	0,0000188	0,0000149	0,0000120	
	AAAC	123,3 kcmil	13,2	0,0005611	0,0003979	0,0003591
			34,5	0,0000821	0,0000583	0,0000526
246,9 kcmil		13,2	0,0002803	0,0001988	0,0001794	
		34,5	0,0000410	0,0000291	0,0000263	
312,8 kcmil		13,2	0,0002213	0,0001569	0,0001416	
		34,5	0,0000324	0,0000230	0,0000207	
394,5 kcmil		13,2	0,0001754	0,0001244	0,0001123	
		34,5	0,0000257	0,0000182	0,0000164	
559,5 kcmil		13,2	0,0001245	0,0000983	0,0000797	
		34,5	0,0000182	0,0000144	0,0000117	

para ACSR 1/0 Kp3= 0,0004544.

Por tanto:

$$\Delta P = 0,00512325 \text{ kW}$$

Para calcular las pérdidas de energía anuales tenemos en cuenta el tiempo de trabajo de la línea así:

$$\Delta E = \Delta P \cdot t$$

Donde,

t: tiempo en horas de operación de línea

ΔE: Pérdidas de energía en kWh

AP: Pérdida de potencia instantánea en kW

Reemplazando,

$$t = \frac{18h}{\text{día}} \cdot 365 = 6570 \text{ h/año}$$

$$\Delta E = 0,00512325 \cdot 6570 = 33,6597525 \text{ kW/año}$$

Se tiene en cuenta para este proyecto el hecho de aceptar que los efectos de los armónicos no son aplicables porque las cargas instaladas (iluminación, tomacorrientes, iluminación con tecnología led, los UPS, motores de arranque directo.) son exclusivamente cargas del tipo lineales, y en su comportamiento son constantes con un factor de potencia de 0.9, tal como queda recogida en la tabla de cargas. Por lo tanto, las cargas instaladas no presentan distorsión armónica significativa (THD <5%) ni requieren compensaciones reactivas, tal como lo describe el RETIE (Art. 17.3) para instalaciones de este tipo. Desde estas circunstancias, se optó por un transformador de 112,5 kVA, el cual es utilizado al 44,65% su capacidad, con una regulación de voltaje del 0.7%, así confirmando que el diseño actual ofrece un rendimiento eléctrico idóneo, sin que sea necesario un cálculo adicional por las pérdidas anteriormente descritas.

PROYECTO: INSTITUCION EDUCATIVA SANTA ISABEL

1.2.2. Cálculos Eléctricos: Cortocircuito, Protecciones y PT.

1.2.2.1. Análisis de cortocircuito y falla a tierra.

No se dispone aún de la información suministrada por el Operador de Red para la elaboración de los estudios de cortocircuito y falla a tierra aguas arriba.

MAXIMA CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO PERMITIDA EN CABLE ASCR #1/0 DEL BAJANTE DEL PUNTO DE CONEXION

Calculo de Corriente máxima de Corto Circuito		
Calibre del Cable:	1/0	
Área:	105518	CMIL
Frecuencia:	60	Hz
Duración del Corto C:	12	Ciclos
	0,20	Seg
Temp. De Operación:	60	°C
Temp. Max Corto C:	250	°C
Corriente de CC:	18,92 kA	

Formula Aplicada

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

Donde:

I_{cc} : Corriente de Corto Circuito
 A : Área del Conductor en MCM
 t : Tiempo de Corto Circuito en seg.
 T_1 : Temperatura de operación del cable
 T_2 : Temperatura Max. De Corto Circuito

Fuente: [Okonite](#)

Por lo tanto, el conductor de los bajantes primarios soportaría la falla sin afectarse, así como los bajantes de los DPS.

- **Aguas abajo tendremos:**

Icc de corto circuito en transformador de 112,5 kVA:

Calculo de corriente de corto circuito

Transformador trifásico

Potencia: 112,5 kVA
 Voltaje en lado de falla (V2): 0,22 kV
 Voltaje de corto circuito %: 4 Tabla T1
 Ra: 0,94944356 Ohm
 Xa: 2,5799252 Ohm
 V1: 13,2 kV
 Rr 0,00026373 Ohm reflejada
 Xr 0,00071665 Ohm reflejada

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

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

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

Por lo tanto: $Z_t = 17,20888889 \text{ m}\Omega$

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

Por lo tanto: $X_t = 17,20888889 \text{ m}\Omega$ $X_r = 0,716 \text{ m}\Omega$

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

Por lo tanto: $R_t = 3,441777778 \text{ m}\Omega$ $R_r = 0,263 \text{ m}\Omega$

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

$Z_{total} = \sqrt{(R_t + R_r)^2 + (X_t + X_r)^2}$ $Z_t = 18,30 \text{ m}\Omega$

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

Por lo tanto: $I_{cc, sim} = 6,94 \text{ kA simetricos}$

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

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

Finalmente: $I_{cc} = 15,01 \text{ kA asimetricos}$

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

PROYECTO: INSTITUCION EDUCATIVA SANTA ISABEL

MAXIMA CORRIENTE DE CORTACIRCUITO PERMITIDA EN CABLE 4/0 EN BT.

Calculo de Corriente máxima de Corto Circuito		
Calibre del Cable:	4/0	
Área:	211600	CMIL
Frecuencia:	60	Hz
Duración del Corto C:	12	Ciclos
	0,20	Seg
Temp. De Operación:	90	°C
Temp. Max Corto C:	250	°C
Corriente de CC:	34,04 kA	

Formula Aplicada

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

Donde:

I_{cc} : Corriente de Corto Circuito
 A : Área del Conductor en MCM
 t : Tiempo de Corto Circuito en seg.
 T_1 : Temperatura de operación del cable
 T_2 : Temperatura Max. De Corto Circuito

Fuente: [Okonite](#)

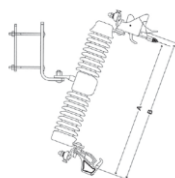
Por lo tanto, el conductor de la acometida en BT soportaría la corriente máxima de corto sin presentar deterioro que aumente los efectos no deseados del evento.

1.2.2.2. Cálculo y coordinación de protecciones contra sobre corriente. En baja tensión se permite la coordinación con las características de limitación de corriente de los dispositivos según IEC 60947-2 Anexo A

INTENSIDAD DE MT TRAF0 TRFASICO DE 112,5 [KVA].

$$I_{MT} = \frac{KVA}{(KVMT)\sqrt{3}}$$

$$I_{MT} = \frac{112500 VA}{(13200V)\sqrt{3}}$$



$$I_{MT} = 5 [A]$$

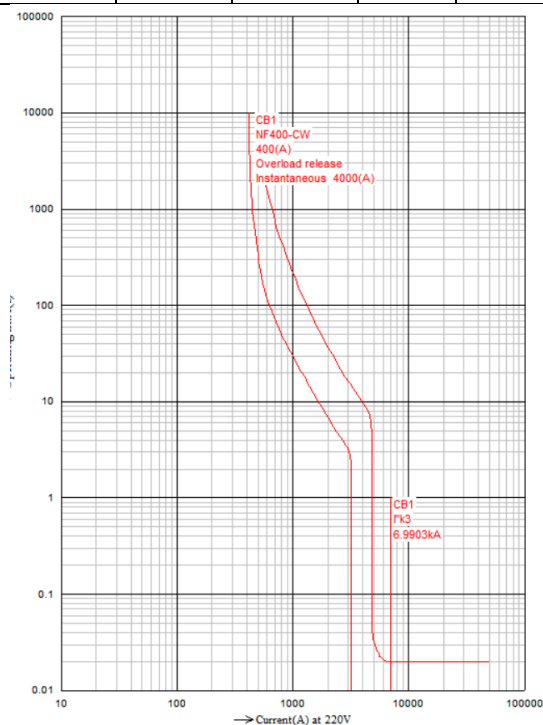
Para la protección por media tensión, se utilizan 3 fusibles tipo D (VS), 5 [A], Rango de disparo de 300% 15[KV], 3 cortacircuitos con fusibles de expulsión y 3 DPS poliméricos tipo distribución de 15[KV].

COORDINACIÓN EN BT

INGENIERO ELECTRICISTA LUIS PELIPE SANCHEZ LLANOS

Página 19 de 49

PROTECCIONES TERMOMAGNETICAS							
N°	Descripción	Carga	Unidad	In (A)	FS=1,25	Icu interruptor	Icu
1	ACOMETIDA PRINCIPAL	112500	VA	460	125%	3X400R	25 kA
2	TD – AULAS	12154	VA	100	125%	3X70A	10 kA
3	TD – BIBLIOTECA	9592	VA	85	125%	3X70A	10 Ka
4	UPS BIBLIOTECA	6600	VA	50	125%	3X40A	10 kA
5	TD – ADM	19167	VA	85	125%	3X70A	10 kA
6	UPS – AULAS	1980	VA	85	125%	2X40A	10 kA
7	TD – CUARTO ELECTRICO	738	VA	50	125%	2X40A	10 kA



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

ANALISIS CORRIENTE DE CORTO CIRCUITO

PROYECTO: INSTITUCION EDUCATIVA SANTA ISABEL

N°	Punto de la instalación	Calibre del cable	icc max posible	capacidad max cable	Icu interruptor	Tiempo de duración
1	Bajante primario	1/0	11,35 kA	18,92 kA	25 kA	0,20 s.
2	Bajante secundario	4/0	15,01 kA	34,04 kA	10 kA	0,10 s.

Fórmula empleada para capacidad del cable teniendo en cuenta los tiempos de despeje de la falla.

$$I_{cc} = A * \sqrt{\frac{0,0297 * \log \left[\frac{T_{2+\lambda}}{T_{1+\lambda}} \right]}{t}}$$

A: Área del conductor en mm^2

λ : 234 para cobre y 228 para aluminio.

t: tiempo de duración del corto circuito en segundos.

T_1 : Máxima temperatura de operación °C.

T_2 : Máxima temperatura permisible de corto circuito °C

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

El procedimiento de medición que se describe a continuación emplea el método Wenner aceptado. (F. Wenner, A Method of Measuring Earth Resistivity; Bull, National Bureau of Standards, Bull 12(4) 258, p. 478-496; 1915/16.)

Se colocan en el terreno cuatro picas en línea recta equidistantes entre ellas. La distancia entre las picas debe ser al menos el triple que el valor de profundidad de la pica. Por lo tanto, si la profundidad de cada pica es de 30 cm, asegúrese de que la distancia entre las picas es como mínimo de 91 cm. se genera una corriente conocida a través de las dos picas exteriores y se mide la caída en el potencial de tensión entre las dos picas interiores. Mediante la Ley de Ohm ($V = IR$), el aparato calcula de forma automática la resistividad del terreno.

ANÁLISIS DE RESISTIVIDAD DEL TERRENO A 2,4 METROS EN TRES DIRECCIONES	
MEDICIONES	DATOS

INGENIERO ELECTRICISTA LUIS PELIPE SANCHEZ LLANOS

Página 21 de 49

ρ	43,40736
2π	6,28
A	2,4
R	2,88
ρ	45,06528
2π	6,28
A	2,4
R	2,99
ρ	56.97216
2π	6,28
A	2,4
R	3,78
ρ PROMEDIO	48,48



15.4 VALORES DE REFERENCIA DE RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA

Un buen diseño de puesta a tierra debe garantizar el control de las tensiones de paso, de contacto y transferidas. En razón a que la resistencia de puesta a tierra es un indicador que limita directamente la máxima elevación de potencial, pueden tomarse como referencia los valores máximos de la Tabla 15.4, adoptados de las normas técnicas IEC 60364-4-442, ANSI/IEEE 80, NTC 2050 y NTC 4552. El cumplimiento de estos valores, no exonera al diseñador y constructor de garantizar que las tensiones de paso, contacto y transferidas aplicadas al ser humano en caso de una falla a tierra, no superen las máximas permitidas.

APLICACIÓN	VALORES MAXIMOS DE RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA
Estructuras y torrecillas metálicas de líneas o redes con cable de guarda	20 Ω
Subestaciones de alta y extra alta tensión.	1 Ω
Subestaciones de media tensión.	10 Ω
Protección contra rayos.	10 Ω
Punto neutro de acometida en baja tensión.	25 Ω
Redes para equipos electrónicos o sensibles	10 Ω

Tabla 15.4. Valores de referencia para resistencia de puesta a tierra

PROYECTO: INSTITUCION EDUCATIVA SANTA ISABEL

Para los DPS del transformador la resistencia debe ser menor o igual a $10\ \Omega$ y para el punto de neutro de la acometida en baja tensión menor o igual a $25\ \Omega$ para garantizar se cumplan los valores máximos establecidos por el RETIE en las tensiones de paso y de contacto.

- El sistema de puesta a tierra:

PROYECTO: INSTITUCION EDUCATIVA SANTA ISABEL

CALCULO DE MALLA DE PUESTA A TIERRA

IEEE - 80

Datos del Suelo

ρ

48,48

Ohm/m

(resistividad del suelo)

ρ_s

2500

Ohm/m

(resistividad superficial)

h_s

0,102

m

(Profundidad de la capa superficial)

Geometría de la malla

Ver Diagrama

Largo (X):

5

m

Ancho (Y):

5

m

Área:

25

m²

Espacio Vertical (Ey):

5

m

Espacio Horizontal (Ex):

5

m

Conductores verticales:

2

Conductores Horizontales:

2

Lc:

20

m (Longitud total de la malla)

ht:

0,50

m (Profundidad de la malla)

Cantidad de varillas:

4

Largo:

2,4

m

Con varillas en las esquinas

LR:

9,6

m

Lm:

38,86

m

Lt:

29,60

m

Parámetros eléctricos

Ts:

0,05

s (Tiempo de duración de la falla)

3I0=3x3323=

9969,00

A (3xI0 Corriente de falla)

Calcular

Conductor de la malla

Tipo:

Cobre Puro

Conductividad:

100 % respecto al cobre puro

Factor ar:

0,00393 @20°C [1/°C]

K0 a 0°C:

234

Tm:

1083 [°C] (Temperatura de fusión)

pr a 20°C:

1,72 [μΩ-cm]

TCAP:

3,42 [J/cm3.°C] Capacidad termica

Tipo de Union:

Soldada

Temp Max de la Union:

450 °C

Ta:

40

°C (temperatura ambiente)

Akcmil:

15,61 kcmil

Area minima:

7,91 mm2

Diámetro mínimo:

0,0032 mm

Conductor de diseño:

2/0 AWG

área:

67,42 mm2

diámetro:

0,0093 mm

IEEE 80-2000

Sec 11.3 Tabla 1

Con temperatura de referencia 20°C

Características mínimas del conductor de tierra

Factores de paso y toque

K:

-0,96 (factor de reflexión)

Cs:

0,70 (factor de reducción)

Peso de la persona:

70

kg

Es:

8072,48 V (Voltaje de paso Max, para el peso indicado)

Et:

2544,71 V (Voltaje de toque Max)

Resistencia de la malla

Rg:

5,30 Ω (Resistencia de la malla)

Corriente de Malla

IG:

1,53 kA

Calcular

Incremento de potencial

GPR:

8129,02 V (Incremento de potencial en la malla)

Voltaje de malla

Em:

1726,33 V (Voltaje de la malla en falla)

Voltaje de paso

Es:

1158,58 V

El Diseño cumple con la norma

1.2.2.5. Análisis de tensiones de Paso y Contacto.

INGENIERO ELECTRICISTA LUIS PELIPE SANCHEZ LLANOS

Página 24 de 49

M.P: AT205-41653

Version (V0.0)

06/07/2026

PROYECTO: INSTITUCION EDUCATIVA SANTA ISABEL

Procedemos a hallar el valor de las tensiones de paso y de contacto admisibles tomando el tiempo de despeje de falla,

$t = 0,5 \text{ seg}, 0,6 \text{ seg y } 0,7 \text{ seg}$

$K = 72$

$N = 1$

$P_s = 48,4816$

$$V_{ca} = \frac{K}{t^n} \quad \begin{array}{l} t, \text{ duracion de la falta, en segundos} \\ K \text{ y } n, \text{ constantes, función del tiempo} \\ 0,9 \geq t > 0,1 \text{ segundos, } K = 72 \text{ y } n = 1 \end{array}$$

$$\text{Tensión de paso (V)} \quad V_p = \frac{10 K}{t^n} \left(1 + \frac{6 P_s}{1000}\right)$$

$$\text{Tensión de contacto (V)} \quad V_c = \frac{K}{t^n} \left(1 + \frac{1,5 P_s}{1000}\right)$$

ts=	0,5	0,6	0,7
Vc=	154,5	128,7	110,3
Vp=	1859	1549	1328

Tiempo de despeje de la falla	Máxima tensión de contacto admisible (rms c.a.) según IEC para 95% de la población. Público en general	Máxima tensión de contacto admisible (rms c.a.) según IEEE para 50 kg Ocupacional
Mayor a dos segundos	50 voltios	82 voltios
Un segundo	55 voltios	116 voltios
700 milisegundos	70 voltios	138 voltios
500 milisegundos	80 voltios	164 voltios
400 milisegundos	130 voltios	183 voltios
300 milisegundos	200 voltios	211 voltios
200 milisegundos	270 voltios	259 voltios
150 milisegundos	300 voltios	299 voltios
100 milisegundos	320 voltios	366 voltios
50 milisegundos	345 voltios	518 voltios

Tabla 22. Máxima tensión de contacto para un ser humano.

Comparando los valores calculados y los de la tabla para una persona de 70 Kg vemos que el diseño propuesto Cumple y además se garantizan los valores de resistencia establecidos en el RETIE.

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

1.2.3.1. Análisis de coordinación de aislamiento eléctrico.

Se parte de que, el nivel básico de aislamiento (BIL) de los elementos: cortacircuitos, fusibles, cables, aisladores, transformador de distribución, etc., se ajusta a los valores y criterios exigidos por RETIE, NTC 2050, Normas del Operador de Red y que el cumplimiento se evidencia a través de los certificados de conformidad de producto que debe ser entregado por los proveedores respectivos.

PROYECTO: INSTITUCION EDUCATIVA SANTA ISABEL

Valores de referencia para acceder a las normas anteriores: $V_{m\acute{a}x.} = 15 \text{ kV}$; BIL = 95 kV para media tensi3n; BIL=10 kV para baja tensi3n.

Estos niveles de aislamiento deben ser tomados como referencia para todos los equipos que formen parte del sistema de distribuci3n.

Para la instalaci3n de un DPS se debe tener en cuenta que la distancia entre los bornes de este y los del equipo a proteger debe ser lo m\acute{a}s corta posible (las normas recomiendan m\acute{a}ximo 50 cm), de tal manera que la inductancia sea m\acute{in}ima.

En lo que tiene que ver con la escogencia de los dispositivos de protecci3n contra sobretensiones (DPS), seg\un IEC71-1 e IEC71-2, e IEEE Std.1313:

Tensi3n m\acute{a}s elevada [kV]	Nivel de aislamiento (BIL)	
	Tensi3n a frecuencia industrial [kV]	Tensi3n de impulso tipo rayo [kVp]
0,72	3	-
1,2	6	-
3,6	10	40
7,2	20	60
12	28	75
17,5	38	95
24	50	125
36	70	170

- Mayor tensi3n para el equipo, seg\un la Tabla 2 de la Norma IEC71-1, Standard Insulation Voltage Levels for Range I: $U_m = 17,5 \text{ kV}$

- Tensi3n continu\ de operaci3n:

$$COV = \frac{U_m}{\sqrt{3}} = \frac{17,5 \text{ kV}}{\sqrt{3}} = 10,10 \text{ kV}$$

- Factor de falla a tierra, $k_e = 1,4$ para sistema s3lidamente puesto a tierra.

- Sobretensi3n temporal: $TOV = k_e \cdot COV = 14,14 \text{ kV}$

- Tensi3n seg\un el factor de dise\o del fabricante (K_0 , que normalmente vale 0,8):

$$R_0 = \frac{COV}{K_0} = \frac{10,10 \text{ kV}}{0,8} = 12,63 \text{ kV}$$

- Tensi3n seg\un la capacidad del descargador contra las sobretensiones Temporales ($K_t = 1,15$) para un tiempo de despeje de la falla de 1 s:

$$R_e = \frac{TOV}{K_t} = \frac{14,14 \text{ kV}}{1,15}$$

$$R_e = 12,30 \text{ kV}$$

- Se toma el valor mayor entre R_0 y R_e : 12,63 kV.

- El factor de seguridad para sistemas menores de 100 kV es del 0%, por lo tanto, se toma el DPS con una tensi3n de 15 kV.

La NTC 2050 (Secci3n 230-95), recomienda que se emplee protecci3n de falla a tierra solo para dispositivos de desconexi3n de 1000 A o m\acute{a}s, cuando la tensi3n a tierra supere los 150 V.

Todos los elementos y componentes para emplearse en baja tensi3n: $V_{L-L} < 1 \text{ kV}$, se exigir\an con tensiones nominales, de operaci3n m\acute{a}xima adecuadas y certificados.

PROYECTO: INSTITUCION EDUCATIVA SANTA ISABEL

Por normas del operador de red (Proyecto Tipo: Líneas Eléctricas Aéreas M.T. Sin Neutro, NORMATIVA AIRE), en líneas del nivel de media tensión a 13.2 kV, el aislamiento se realizará mediante cadenas de amarre de material compuesto para ángulos fuertes, anclajes y finales de línea; y aisladores tipo poste para alineaciones y pequeños ángulos.

En la siguiente tabla se definen los aisladores a utilizar según el nivel de contaminación y de tensión de 13.2 kV.

Tabla 1 - Aislamiento de acuerdo con los Niveles de contaminación para 13,2 kV

Tipo	Descripción	Denominación	Nivel de Contaminación
Tipo poste	Aislador porcelano Line post	ANSI 57-1	Contaminación Normal (1)
	Aislador Compuesto Híbrido	PH-13,2	Altamente contaminado (2)
Tipo cadena	Aislador Compuesto Tipo cadena	ANSI DS15	Contaminación Normal (1)
		ANSI DS28	Altamente contaminado (2)

En el caso de las redes de distribución del nivel de media tensión a 13.2 kV, la tensión más elevada corresponde a 15 kV, la separación mínima entre conductores soportados en la misma estructura es de 35 cm, según establece el numeral 13.3 del RETIE. La separación entre conductores para los tramos de red primaria hasta 200 metros debe ser 70 centímetros:

En la siguiente tabla se especifican los niveles de aislamiento que deben cumplir como mínimo las bornas de M.T. y de B.T de los transformadores trifásicos.

Transformadores monofásicos y trifásicos			
Características eléctricas de las bornas del transformador	13.2 kV	34.5 kV	BT
Tensión soportada a impulso tipo rayo BIL primaria (kV)	95	150-170	30
Tensión soportada a frecuencia industrial en seco, 1 min (kV)	35	80	10
Tensión soportada a frecuencia industrial bajo lluvia, 1 min (kV)	30	75	6
Línea de fuga mínima (mm)	≥ 430	≥ 1069	-

BIL (kV) (estándar 1.5x 40 μs)		
Voltaje de operación kV	BIL para Redes distribución	BIL para S/E y líneas de transmisión
1.2	30	45
2.5	45	60
5	60	75
8.7	75	95
15	95	110
23	110	150
34.5	150	200
46	200	250
69	250	350

Fuente: National Electric Safety Code NESC

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

En un sistema de media tensión se procederá al nivel de la instalación de descargadores de sobretensión de óxidos envolvente polimérica y soporte aislante metálicos, en la cuba del trafo como indica la normativa, $I_{imp} = 12\text{kA } 10/350$ por polo: Recomendado para el ámbito industrial y aquellas construcciones de alto comercial desde el punto de vista de grado residencial. Protegen contra rayos de magnitudes de hasta

PROYECTO: INSTITUCION EDUCATIVA SANTA ISABEL

100kA. Según la norma IEC el 97% de los rayos que se pueden presentar es menor a 100kA. De acuerdo a la norma IEC el 80% de los rayos esperados es menor a 56kA.

De acuerdo con el capítulo 16 numeral 1, del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE Según Resolución 90708 de agosto 30 de 2013 establece que "La valoración del nivel de riesgo por rayos, debe considerar la probabilidad de pérdidas de vidas humanas, pérdida del suministro de energía y otros servicios elementales, pérdida o graves daños de bienes y pérdida cultural y los parámetros del rayo para la zona tropical, lugar donde se ubica Colombia y las medidas de protección que permiten mitigar dicho riesgo, por lo tanto, se deben basar en procedimientos establecidos en normas técnicas internacionales como la IEC 62305-2, de reconocimiento internacional o la "NTC 4552-2".

Procedimiento de verificación. Será necesaria la instalación de un sistema de protección contra el rayo cuando la frecuencia esperada de impactos N_e sea mayor que el riesgo admisible N_a .

ESTUDIO DE SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO CAUSADO POR AL ACCION DE RAYO (CTE-SU8)

Será necesaria la instalación de un sistema de protección contra el rayo cuando la frecuencia esperada de impactos N_e sea mayor que el riesgo admisible N_a .

FRECUENCIA ESPERADA

Ng - Densidad de impactos sobre el terreno

según la posición en el mapa toma un valor de:

2 impactos/año,km²

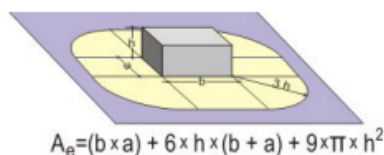
Ae - Área de captura equivalente del edificio

Dim. max.:

a = 85 m

b = 40 m

h = 2 m



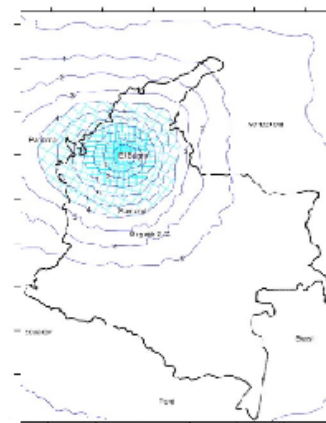
Área equivalente $A_e = 5.013 \text{ m}^2$

C1 - Coeficiente según Situación del edificio

- Próximo a otros edificios o árboles de la misma altura o más altos , $C_1 = 0.5$

$$N_e = N_g A_e C_1 10^{-6} \text{ [nº impactos/año]}$$

Frecuencia esperada $N_e = 0,00501$



RIESGO ADMISIBLE

C2 - Coeficiente en función del tipo de construcción

- Estructura de hormigón y una Cubierta metálica C2 =1

C3 - Coeficiente en función del contenido del edificio

- Otros contenidos, C3 = 1

C4 - Coeficiente en función del uso del edificio

- Usos Pública Concurrencia, Sanitario, Comercial, Docente, C4 = 3

C5 - Coeficiente en función de la necesidad de continuidad en las actividades que se desarrollan

- Resto de edificios, C5 = 1

$$N_a = \frac{5,5}{C_2 C_3 C_4 C_5} 10^{-3}$$

Riesgo admisible Na =0,00183

RESULTADO

Frecuencia esperada mayor que el riesgo admisible, $N_e(0,00501) > N_a(0,00183)$

ES NECESARIO LA INSTALACION DE UN SISTEMA DE PROTECCION CONTRA EL RAYO

$$E = 1 - \frac{N_a}{N_e}$$

E = 0,63

0 < E < 0,80 Nivel de protección 4

Para este nivel de protección, la instalación de protección contra el rayo no es obligatoria.

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

IDENTIFICACION DE LOS RIESGOS DE ORIGEN ELECTRICO CAUSAS Y MEDIDAS DE PROTECCION

Un riesgo es una condición ambiental o humana cuya presencia o modificación puede producir un accidente o una enfermedad ocupacional. Por regla general, todas las instalaciones eléctricas tienen implícito un riesgo y ante la imposibilidad de controlarlos todos en forma permanente, se seleccionaron algunos de los más comunes, que al no tenerlos presentes ocasionan la mayor cantidad de accidentes.

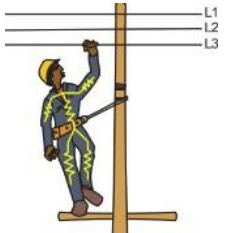
En la siguiente tabla se ilustran algunos de los factores de riesgo eléctrico más comunes, sus posibles causas y medidas de protección.

ARCOS ELÉCTRICOS	
	POSIBLES CAUSAS: Malos contactos, cortocircuitos, aperturas de interruptores con carga, apertura o cierre de seccionadores con carga, apertura de transformadores de corriente,

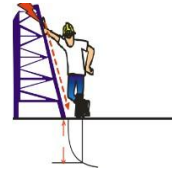
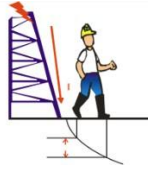
INGENIERO ELECTRICISTA LUIS PELIPE SANCHEZ LLANOS

Página 29 de 49

PROYECTO: INSTITUCION EDUCATIVA SANTA ISABEL

	apertura de transformadores de potencia con carga sin utilizar equipo de extintor de arco, apertura de transformadores de corriente en secundarios con carga, manipulación indebida de equipos de medida, materiales o herramientas olvidadas en gabinetes, acumulación de óxido o partículas conductoras, descuidos en los trabajos de mantenimientos. MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Utilizar materiales envolventes resistentes a los arcos, mantener una distancia de seguridad, usar prendas adecuadas con el riesgo y gafas de protección contra rayos ultravioleta.
	AUSENCIA DE ELECTRICIDAD (EN DETERMINADOS CASOS) POSIBLES CAUSAS: Apagón o corte del servicio, no disponer de un sistema ininterrumpido de potencia – UPS, no tener plantas de emergencia, no tener transferencia. Por ejemplo: Lugares donde se exijan plantas de emergencia como hospitales y aeropuertos. MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Disponer de sistemas ininterrumpidos de potencia y de plantas de emergencia con transferencia automática
	CONTACTO DIRECTO POSIBLES CAUSAS: Negligencia de técnicos o impericia de no técnicos, violación de las distancias mínimas de seguridad MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Establecer distancias de seguridad, interposición de obstáculos, aislamiento o recubrimiento de partes activas, utilización de interruptores diferenciales, elementos de protección personal, puesta a tierra, probar ausencia de tensión, doble aislamiento.
	CONTACTO INDIRECTO POSIBLES CAUSAS: Fallas de aislamiento, mal mantenimiento, falta de conductor de puesta a tierra. MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Separación de circuitos, uso de muy baja tensión, distancias de seguridad, conexiones equipotenciales, sistemas de puesta a tierra, interruptores diferenciales, mantenimiento preventivo y correctivo.
	CORTOCIRCUITO POSIBLES CAUSAS: Fallas de aislamiento, impericia de los técnicos, accidentes externos, vientos fuertes, humedades, equipos defectuosos. MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Interruptores automáticos con dispositivos de disparo de máxima corriente o cortacircuitos fusibles.
	ELECTRICIDAD ESTÁTICA POSIBLES CAUSAS: Unión y separación constante de materiales como aislantes, conductores, sólidos o gases con la presencia de un aislante MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Sistemas de puesta a tierra, conexiones equipotenciales, aumento de la humedad relativa, ionización del ambiente, eliminadores eléctricos y radioactivos, pisos conductivos.

PROYECTO: INSTITUCION EDUCATIVA SANTA ISABEL

	EQUIPO DEFECTUOSO POSIBLES CAUSAS: Mal mantenimiento, mala instalación, mala utilización, tiempo de uso, transporte inadecuado. MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Mantenimiento predictivo y preventivo, construcción de instalaciones siguiendo las normas técnicas, caracterización del entorno electromagnético
	RAYOS POSIBLES CAUSAS: Fallas en: el diseño, construcción, operación, mantenimiento del sistema de protección. MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Pararrayos, bajantes, puestas a tierra, equipotencialización, apantallamientos, topología de cableados. Además, suspender actividades de alto riesgo, cuando se tenga personal al aire libre.
	SOBRECARGA POSIBLES CAUSAS: Superar los límites nominales de los equipos o de los conductores, instalaciones que no cumplen las normas técnicas, conexiones flojas, armónicos no controlar el factor de potencia. MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Uso de interruptores automáticos con relés de sobrecarga, interruptores automáticos asociados con cortacircuitos, cortacircuitos, fusibles bien dimensionados, dimensionamiento técnico de conductores y equipos, compensación de energía reactiva con banco de condensadores.
	TENSIÓN DE CONTACTO POSIBLES CAUSAS: Rayos, fallas a tierra, fallas de aislamiento, violación de distancias de seguridad. MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Puestas a tierra de baja resistencia, restricción de accesos, alta resistividad del piso, equipotencializar.
	TENSIÓN DE PASO POSIBLE CAUSAS: Rayos, fallas a tierra, fallas de aislamiento, violación de áreas restringidas, retardo en el despeje de la falla. MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Puestas a tierra de baja resistencia, restricción de accesos, alta resistividad del piso, equipotencializar.

PLAN DE ATENCION EN CASO DE ACCIDENTE

En caso de un accidente se deben tener presente las siguientes recomendaciones:

. Suspender inmediatamente de forma segura la energía eléctrica desde la fuente antes de intervenir sobre el sitio del accidente o la persona accidentada.

. Despejar el área del accidente.

INGENIERO ELECTRICISTA LUIS PELIPE SANCHEZ LLANOS

Página 31 de 49

PROYECTO: INSTITUCION EDUCATIVA SANTA ISABEL

. Aplicar primeros auxilios a la persona afectada.

. Inmovilizar a la persona afectada.

. Llamar de inmediato ayuda médica calificada.

Finalmente se presenta la calificación del riesgo en base a la matriz de análisis de riesgo considerada en el RETIE en su capítulo II.

MATRIZ DE RIESGO										
PROYECTO										
FACTOR DE RIESGO PÓR ARCO ELÉCTRICO										
POSIBLES CAUSAS: En el desarrollo de la instalación eléctrica de Baja tension se pueden presentar electrolocucion por falla en malos contactos entre conductores y fallas a tierra.										
MEDIDAS DE PROTECCION: utilizar materiales envolventes resistentes a los arcos										
Riesgo a evaluar		ELECTROCUCIÓN		por	ARCO ELÉCTRICO		(al) o (en)	CONDUCTORES Y LUMINARIAS		
		evento o efecto			Factor de riesgo (causa)			Fuente		
Potencial		X		REAL		Frecuencia				
CONSECUENCIAS	En personas	economicas	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	Sucede varias veces al mes en la
	Una o mas 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 (>1dia)	Daños severos. Interrupción temporal	Contaminación localizada	Regional	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Lesion menor (sin incapacidad)	Daños importantes. Interrupción breve	Efecto menor	Local	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	Molestia funcional (afecta rendimiento o laboral)	Daños leves, no interrupción	Sin efecto E1	Interna E1	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO
RETIE :TABLA 9.3 Matriz para analisis de riesgo										

INGENIERO ELECTRICISTA LUIS PELIPE SANCHEZ LLANOS

Página 32 de 49

PROYECTO: INSTITUCION EDUCATIVA SANTA ISABEL

MATRIZ DE RIESGO										
PROYECTO										
FACTOR DE RIESGO PÓR CONTACTO DIRECTO										
POSIBLES CAUSAS: En la instalacion de los conductores se pueden presentar electrocucion por violacion de las distancias minimas de seguridad en tablero de distribucción.										
MEDIDAS DE PROTECCION: Establecer distancia de seguridad, utilizar elementos de proteccion personal, instalar puesta a tierra solidas.										
Riesgo a evaluar		ELECTROCUION O QUEMADURAS		por	CONTACTO DIRECTO			(al) o (en)	CONDUCTORES Y LUMINARIAS	
		evento o efecto			Factor de riesgo (causa)				Fuente	
Potencial		X		REAL		Frecuencia				
CONSECUENCIAS	En personas	economicas	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 mas 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 (> día)	Daños severos. Interrupción temporal	Contaminación localizada	Regional	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Lesion 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 E1	Interna E1	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO
RETIE :TABLA 9.3 Matriz para analisis de riesgo										

INGENIERO ELECTRICISTA LUIS PELIPE SANCHEZ LLANOS

Pagina 33 de 49

PROYECTO: INSTITUCION EDUCATIVA SANTA ISABEL

MATRIZ DE RIESGO										
PROYECTO										
FACTOR DE RIESGO POR CORTOCIRCUITO										
POSIBLES CAUSAS: En la instalacion dse pueden presentar por falla de aislamiento, humedades y equipos defectuosos										
MEDIDAS DE PROTECCION:Usar interruptores automaticos con dispositivos de disparo acorde al calibre de los conductores										
Riesgo a evaluar		ELECTROCUCION O QUEMADURAS			por	CONTACTO DIRECTO			(al) o (en)	CONDUCTORES Y LUMINARIAS
		evento o efecto				Factor de riesgo (causa)				Fuente
Potencial		X	REAL			Frecuencia				
CONSECUENCIAS	En personas	economicas	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 mas 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 (>1dia)	Daños severos. Interrupción temporal	Contaminación localizada	Regional	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Lesion 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 E1	Interna E1	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO
RETIE :TABLA 9.3 Matriz para analisis de riesgo										

INGENIERO ELECTRICISTA LUIS PELIPE SANCHEZ LLANOS

Pagina 34 de 49

PROYECTO: INSTITUCION EDUCATIVA SANTA ISABEL

MATRIZ DE RIESGO										
PROYECTO										
FACTOR DE RIESGO PÓR TENSION DE CONTACTO										
POSIBLES CAUSAS: En el desarrollo de la instalación eléctrica de Baja tension se pueden presentar electrolocucion por falla de aislamiento en conductores y fallas a tierra.										
MEDIDAS DE PROTECCION: Hacer puertas a tierra de baja resistencia y equipotencializar										
Riesgo a evaluar		ELECTROCUCIÓN		por	TENSIÓN DE CONTACTO		(al) o (en)	CONDUCTORES Y LUMINARIAS		
		evento o efecto			Factor de riesgo (causa)			Fuente		
Potencial		X		REAL		Frecuencia				
CONSECUENCIAS	En personas	economicas	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	Sucede varias veces al mes en la
	Una o mas 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 (>1dia)	Daños severos. Interrupción temporal	Contaminación localizada	Regional	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Lesion menor (sin incapacidad)	Daños importantes. Interrupción breve	Efecto menor	Local	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	Molestia funcional (afecta rendimiento o laboral)	Daños leves, no interrupción	Sin efecto E1	Interna E1	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO
RETIE :TABLA 9.3 Matriz para analisis de riesgo										

INGENIERO ELECTRICISTA LUIS PELIPE SANCHEZ LLANOS

Pagina 35 de 49

PROYECTO: INSTITUCION EDUCATIVA SANTA ISABEL

MATRIZ DE RIESGO										
PROYECTO										
FACTOR DE RIESGO PÓR SOBRECARGA										
POSIBLES CAUSAS: En las instalaciones de Baja tension se pueden presentar incendios,dados a equipos por corrientes nominales superiores de los equipos y conductores,instalaciones que no cumplen con normas tecnicas y conexiones flojas.										
MEDIDAS DE PROTECCION: Usar interruptores automaticos con reles de sobrecarga,dimensionamiento tecnico de conductores y equipos										
Riesgo a evaluar	INCENDIO		por	SOBREGARGA		(al) o (en)	CONDUCTORES			
	evento o efecto			Factor de riesgo (causa)			Fuente			
Potencial	X		REAL		Frecuencia					
CONSECUENCIAS	En personas	economicas	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 mas 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
	Lesion 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 E1	Interna E1	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO
RETIE :TABLA 9.3 Matriz para analisis de riesgo										

INGENIERO ELECTRICISTA LUIS PELIPE SANCHEZ LLANOS

Página 36 de 49

PROYECTO: INSTITUCION EDUCATIVA SANTA ISABEL

MATRIZ DE RIESGO					
MITIGACIÓN DEL RIESGO					
COLOR	NIVEL DE RIESGO	RIESGOS	PROBABILIDAD	DECISIONES A TOMAR Y CONTROL	PARA EJECUTAR LOS TRABAJOS
	Muy alto	Posicion a choques electricos		Verificacion del uso correcto de los EPP'S, programas preventivos para el correcto proceso de desenergizar los equipos.	Equipo de planeacion de trabajo mediante el Analisis de Trabajo Seguro (ATS)
	Alto	Accidentes en el lugar de trabajo, calamidad por actividades mecánicas		Planificar que el proyecto se desarolle en temporada seca , donde la probabilidad de riesgo baja, ademas de programas de concientización del buen uso de los equipos.	Equipo de planeacion de trabajo y el HSEQ encargado.
	Medio	Impacto a la fauna o la comunidad		El constructor debe garantizar sistema de puesta a tierra máximo que cumplan los requerimientos del RETIE en cuanto a tensiones de contacto y de paso.	Equipo de planeacion de trabajo. Constructor
	Bajo	Sobrecargas en los conductores		Planes de manejo de contingencia, por parte de averías en los equipos o estructuras.	Equipo de planeacion de trabajo mediante el Analisis de Trabajo Seguro (ATS)
	Muy Bajo	Descargas electricas naturales(rayos, descargas atmosfericas)		Planes de manejo de contingencia, por parte de averías en los equipos o estructuras.	Equipo de planeacion de trabajo mediante el Analisis de Trabajo Seguro (ATS)

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.

NO APLICA

1.2.3.5. Clasificación de áreas.

NO APLICA

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

NO APLICA

1.2.3.7. Justificación de desviaciones técnicas justificadas.

No se aplica ningún tipo de desviación dentro de los diseños.

1.2.3.8. Estudios complementarios requeridos (sísmico, acústico, térmico, etc.).

NO APLICA

1.2.3.9. Selección y especificación de equipos de generación convencionales o no convencionales.

No se instala ningún sistema o equipo de generación dentro de los diseños.

INGENIERO ELECTRICISTA LUIS PELIPE SANCHEZ LLANOS

Página 37 de 49

PROYECTO: INSTITUCION EDUCATIVA SANTA ISABEL

1.2.4 Cálculos mecánicos

1.2.4.1. Datos de la Red

CARACTERISTICAS DE LOS APOYOS MT															
No. Apoyo	Tipo de apoyo	Canton	Conductor	Tipo Tense	Trafo 1	X	Y	Z	h/CR	Origen	Tipo de Cimentacion	Tipo de Terreno	# Perfor	Tipo de Armado	No. Fases
EPE01	FL	MT_1	ACSR 1/0	NOR	-	0,00	0,00	0,00	12/1030	N	Cilindrica	Terreno duro	1	Horizontal	TRIFASICO
EPE01	AL	MT_EXT	ACSR 1/0	NOR	-	0,00	0,00	0,00	12/1030	N	Cilindrica	Terreno duro	1	Horizontal	TRIFASICO
EPP02	FL	MT_1	ACSR 1/0	NOR	112.5 KVA	0,00	15,00	0,00	12/1030	N	Cilindrica	Terreno duro	1	Horizontal	TRIFASICO

1.2.4.2. Cálculos mecánicos De Conductores

Los cálculos mecánicos son los debidos al peso del conductor XLPE:

- **Tensión máxima de jalado**

Tensión máxima jalando del conductor

Cuando se está realizando una instalación de un cable de potencia, es claro que éste es sujeto a una fuerza de jalado para que pueda desplazarse a través del medio en el que se está instalando, sin embargo, esa fuerza a la que es sometido en uno de sus extremos no puede descuidarse, sino más bien es el principal valor que debe de supervisarse cuando de está jalando el cable, pues el no hacerlo puede provocar un desacomodo en los componentes del cable.



Figura Tensión de jalado
Características de los cables de media y alta tensión
 $T_m = NAT$

Donde:

T_m = Tensión máxima permisible en kg

N = Número de conductores (para jalados de 3 monoconductores en configuración paralela se considera que solo dos conductores comparten la carga).

A = Área de la sección transversal de cada conductor en mm²

T = Esfuerzo máximo permisible (kg/mm²) (Reporte EPRI EL-3333-CCM), según el material y construcción del conductor

PROYECTO: INSTITUCION EDUCATIVA SANTA ISABEL

Calibre aproximado		Tensión	Área nominal de la sección transversal	Diámetro del conductor Nominal	Número de alambres	Resistencia conductor Nominal a 20°C	Espesor Nominal del aislamiento 100 % NA	Pantalla (No. Alambres / AWG)	Diámetro sobre el aislamiento aproximado	Diámetro total aproximado	Peso Total aproximado
			mm²	mm	No.	Ohm/km	mm		mm	mm	kg/km
2	AWG	15 kV	33.6	6.8	7	0.87414	4.45	12H/22AWG	17	27	657
1/0	AWG	15 kV	53.5	8.5	18 1	0.54978	4.45	12H/22AWG	19	29	764



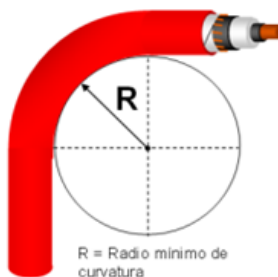
$$A = D^2(\pi/4) \quad T = 7,0 \text{ Kg/mm}^2 \quad N = 3 \quad T_m = 13870,945 \text{ Kg.}$$

- Radio mínimo de curvatura:

Radio mínimo de curvatura durante y después de la instalación

El radio mínimo de curvatura es el parámetro que indica el valor al que se puede doblar un cable, y están establecidos valores específicos que deben de respetarse para evitar daños en el cable. Por lo tanto, ese radio de curvatura mínimo debe de mantenerse presente en el momento de realizar la instalación del cable.

La curvatura de un cable es una medida del cambio que sufre la dirección del vector tangente a una curva cuando se desplaza a lo largo de ésta.



Radio mínimo de curvatura para cables

La norma ICEA S-93-639 en su apéndice I, indica que el radio de curvatura mínimo para los cables para Media Tensión (sin armaduras) en instalación no debe ser inferior a 12 veces el diámetro exterior del mismo.

$$R_c > 12d, \quad R_c = 12 \times 27,4 \text{ mm} \quad R_c > 328,8 \text{ mm}$$

El radio de curvatura debe ser mayor a 328,8 mm, se instalarán las curvas en la base del poste y al llegar a la celda de medida, su radio es de **Rc= 400 mm** esta característica **SE CUMPLE**.

PROYECTO: INSTITUCION EDUCATIVA SANTA ISABEL

VANOS IDEALES DE REGULACIÓN DEL CONDUCTOR MT										
Cantón No.	Apoyo inicial	Apoyo final	Longitud cantón (m)	Vano regulación (m)	Tense de flecha máxima	Tense de flecha mínima	Flecha máxima (m)	Flecha mínima (m)	Parámetro flecha máxima (mm)	Parámetro flecha mínima (mm)
1	EPE01	EPP02	15,00	15,00	27,44	312,38	0,23	0,02	129,52	1474,72

CALCULO DE EOLOVANOS Y GRAVIVANOS						
No. Apoyo	Canton	Conductor	Eolovano (m)	Gravivano HV (m)	Gravivano Fmin (m)	
EPE01	MT_1	ACSR 1/0	7,50	7,50	7,50	
EPE01	MT_EXT	ACSR 1/0	40,00	23,35	19,68	
EPP02	MT_1	ACSR 1/0	7,50	7,50	7,50	

1.2.4.3. Cálculos mecánicos De Postes Autosoportados.

CALCULO DEL POSTE AUTOSOPORTADO					
No. Apoyo	Poste h/CR	Angulo Beta	Armado	Vano anterior (m)	Vano posterior (m)
EPE01	12/1030	0,00	FL	0,00	15,00
EPE01	12/1030	0,00	AL	60,00	20,00
EPP02	12/1030	0,00	FL	15,00	0,00

ESFUERZOS EQUIVALENTES EN LOS APOYOS - TODOS LOS ESFUERZOS										
No. Apoyo	FTVP	FTVC	FTVE	FTEC	FTEE	FLEE	FLTC	FVC	FVE	FVA
EPE01	30,62	10,89	0,00	4,82	0,00	0,00	795,69	21,27	0,00	33,65
EPP02	30,06	1,98	4,07	1,92	45,57	45,57	795,69	5,16	563,89	16,82

ANALISIS DE HIPOTESIS NORMALES							
No. Apoyo	FHR	C.R.	C.S.(2.5)	FVR	E.V.U.	C.S.(1.2)	
EPE01	750,18	1030,00	1,37	54,91	24318,21	442,84	
EPP02	845,40	1030,00	1,22	585,87	24318,21	41,51	

ANALISIS DE HIPOTESIS ANORMALES									
No. Apoyo	FI	C.R.	C.S.(1.5)	Mr	MUt	C.S.(1.5)	FVR	E.V.U.	C.S.(1.2)
EPE01	-	1030,00	-	570,27	891,00	1,56	54,91	24318,21	442,84
EPP02	-	1030,00	-	570,27	891,00	1,56	585,87	24318,21	41,51

PROYECTO: INSTITUCION EDUCATIVA SANTA ISABEL

1.2.4.4. Cálculos mecánicos De Postes Con Retenida.

CARACTERISTICAS DE RETENIDAS							
Apoyo	Conjunto de retenida	Altura de aplicación	Cant cable	Calibre cable	Cant varilla y ancla	Diam varilla y ancla	Carga de Rotura
EPE01	Bisectora	10,00	1	3/8	1	3/4	6840,00
EPP02	Bisectora	10,00	1	3/8	1	3/4	6840,00

CÁLCULO MECÁNICO COMBINADO DE POSTES Y RETENIDAS														
Número de poste	Altura de aplicación (m)	Fuerza horizontal Fh (daN)	Retenidas		Peso de cond., acc. y herrajes (daN)	Validación del poste a			Validación del cable de retenida			Validación del poste por fuerza		
			Fuerza residual Fres(daN)	Fuerza vertical por retenida Fvert (daN)		Fuerza vertical total (daN)	Capacidad vertical del poste (daN)	C.S. (1.2)	Tracción total cable ret. (daN)	Carga rotura cable ret. (daN)	C.S. (1.5)	Fuerza total horiz. resultante (daN)	Carga de rotura del poste (daN)	C.S. (2.5)
EPE01	10,00	750,18	149,15	1043,61	54,91	1098,52	23829,28	21,69	1205,05	6840,00	5,68	156,18	1030,00	6,59
EPP02	10,00	845,40	168,08	1176,07	585,87	1761,94	23829,28	13,52	1358,01	6840,00	5,04	187,72	1030,00	5,49

1.2.4.5. Calculo mecánico de cimentaciones y estudio de suelos.

CÁLCULO DE CIMENTACIONES													
Apoyo	Cimentacion	d (m)	h (m)	Vol excav (m³)	Vol Horm (m³)	Mv (daN.m)	Me (daN.m)	C.S.	C.S. lim	Sigma Contacto	Sigma Admisible	Dif sigma	Origen
EPE01	Cilindrica	0,50	1,80	0,35	0,16	1780,44	9306,00	5,23	1,50	12756,51	15000,00	2243,49	N
EPP02	Cilindrica	0,50	1,80	0,35	0,16	2140,03	9430,39	4,41	1,50	16135,28	15000,00	-1135,28	N

Cálculos mecánicos de tensión de halado de cable subterráneo media tensión

En este apartado se desarrolla la memoria de cálculo correspondiente a la evaluación mecánica del tendido de cables en redes subterráneas de media tensión, desarrollada conforme a los lineamientos establecidos en el Proyecto Tipo de Redes Subterráneas de AFINIA, específicamente en el Capítulo 7 – Cálculo Mecánico de Conductores.

El proceso de tendido de cables en ductos subterráneos requiere garantizar que los esfuerzos aplicados durante la instalación no superen las capacidades mecánicas del conductor ni los límites constructivos de la infraestructura que lo contiene. Para ello, se evalúan parámetros críticos como la tensión de entrada (Tin), tensión de salida (Tout), la presión lateral (PL) en curvas, el coeficiente de fricción (μ) entre cable y ducto, y el factor geométrico w asociado a la configuración en trébol.

Este análisis se realiza para los tramos definidos en la ruta de instalación del circuito, empleando como base las características reales del conductor seleccionado (cable Nexans 1/0 AWG 15 kV Al XLPE) y del sistema de ductos utilizados (Conduit PAVCO WAVIN tipo EB de 4" y su curva normativa de 90°). Los criterios de aceptación utilizados se fundamentan en los valores máximos establecidos por la normativa, incluyendo:

Tensión máxima permisible del conductor (Tm).

Límite por método de halado (máx. 4500 kgf).

PROYECTO: INSTITUCION EDUCATIVA SANTA ISABEL

Presión lateral máxima recomendada (3000 kgf/m).

Radios mínimos de curvatura del ducto y del cable.

La aplicación de estas verificaciones permite asegurar que el proceso de instalación es mecánicamente viable, que no existe riesgo de daño para el aislamiento o el conductor, y que el tendido cumple con las buenas prácticas técnicas exigidas para redes subterráneas de media tensión.

El desarrollo de los cálculos y los resultados obtenidos se detallan en los capítulos siguientes, junto con la interpretación técnica y la validación final del cumplimiento normativo del sistema diseñado.

- **DEFINICIONES**

W (kg/m)	Peso total por metro del sistema cable + cuerda de halado.
w	Factor de corrección del peso. $w = 1$ para un solo cable; mayor si varios cables comparten ducto.
R (m)	Radio de curvatura del ducto o tramo curvo.
Tadm (kgf)	Tensión máxima admisible. Es el mínimo entre T_m del conductor
PLmax (kgf/m)	Presión lateral máxima admisible antes de dañar la pantalla o el
T (kg/mm²)	Tensión límite del material del conductor (Al o Cu).
n	Número de conductores que se halan simultáneamente.
A (mm²)	Área transversal del conductor.
Tm (kgf)	Tensión mecánica máxima del conductor: $T_m = T \times n \times A$.
μ	Coeficiente de fricción entre cable y ducto, según normativa (PE-
Tin (kgf)	Tensión de entrada al tramo.
Tout (kgf)	Tensión de salida del tramo.
ΔT (kgf)	Incremento de tensión en el tramo: $\Delta T = Tout - Tin$.
PL (kgf/m)	Presión lateral generada en curvas: $PL = (Tin + Tout) / (2R)$.
Recto horizontal	Tramo sin inclinación donde solo actúa fricción.
Inclinada/Vertical	Tramo donde actúa componente del peso más la fricción.
Curva	Tramo donde la tensión se amplifica según la ecuación tipo

Este procedimiento aplica al cálculo mecánico de tendido de conductores subterráneos en redes de media tensión normalizadas por Afinia, garantizando que los esfuerzos durante el proceso de instalación no excedan los límites del material ni las restricciones constructivas del ducto

DESARROLLO DE CÁLCULOS

PROYECTO: INSTITUCION EDUCATIVA SANTA ISABEL

Hoja de cálculo Afinia - Tensión de halado por tramos (hasta 20 tramos)

1) Ingrese datos generales en B4:B10 (W, w, R, PLmax). 2) Ajuste E4:E10 según material, sección y método de halado para obtener Tadm. 3) Diligencie hasta 20 tramos desde la fila 17.

DATOS GENERALES

Peso cable (kg/m):	0,63349
Peso cuerda de halado (kg/m):	0,02
Peso total W (kg/m):	0,65349
Factor de corrección de peso w:	2,155
Radio de curvatura R (m):	0,914
Tensión máxima admisible Tadm (kgf):	1113
Presión lateral máx. admisible PLmax (kgf/m):	3000
Recomendación método de halado	Se recomienda MÉTODO = Ojo de halar (Tout > 455 kg)
Diámetro interior del ducto D (mm):	100
Diámetro exterior del cable d (mm):	24

DATOS MECÁNICOS (Cap. 7 Proyecto Tipo)

Material (texto):	1/0 XLPE Cu 15 kV
Tensión límite material T (kg/mm²):	5,3
Número de conductores n:	3
Área de cada conductor A (mm²):	70
Método de halado:	Ojo de halar
Límite por método (kgf):	4500
Tm conductor (kgf):	1113

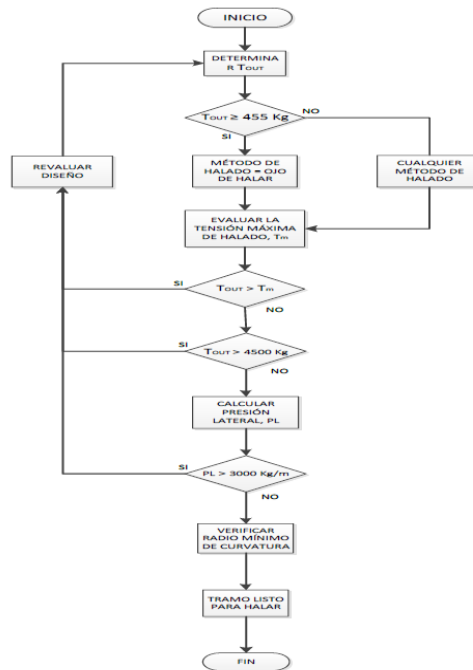
Coefficientes de fricción normativos (μ)

Tipo contacto	μ
PE-PVC	0,45
PVC-PVC	0,6
PE-PE	0,85

TIPO TRAMO: use exactamente 'Recto horizontal', 'Inclinada/Vertical' o 'Curva'. Ángulo: para Inclinada/Vertical es respecto a la horizontal; para Curva es ángulo de curvatura.

Tramo	Tipo tramo	Longitud L (m)	Ángulo (°)	Tipo contacto	μ tramo	Tin (kgf)	Tout (kgf)	ΔT (kgf)	PL (kgf/m)	Cumple Tensión	Cumple PL
PROTECCION TABLERO GENERAL - CURVA 1	Inclinada/Vertical	2	0	PE-PVC	0,45	0,00	1,27	1,27	0,00	Sí	Sí
CURVA 1	Curva	0,914	90	PE-PVC	0,45	1,27	1,27	0,00	0,00	Sí	Sí
CURVA 1 - RG001	Recto horizontal	1,5	0	PE-PVC	0,45	1,27	2,22	0,95	0,00	Sí	Sí
RG001	Recto horizontal	0,5	0	PE-PVC	0,45	2,22	2,53	0,32	0,00	Sí	Sí
RG001-CURVA 2	ángulo	0,914	90	PE-PVC	0,45	2,53	2,53	0,00	0,00	Sí	Sí
CURVA 2	curva	0,914	90	PE-PVC	0,45	25,57	117,30	91,73	138,28	Sí	Sí
CURVA 2 - RG002	Recto horizontal	9	0	PE-PVC	0,45	129,97	135,67	5,70	0,00	Sí	Sí
RG002 - CURVAN 3	Curva	0,914	90	PE-PVC	0,45	135,67	622,37	486,70	733,70	Sí	Sí
CURVA 3	Ángulo	0,914	90	PE-PVC	0,45	622,37	622,37	0,00	0,00	Sí	Sí
AFLORAMIENTO EN TUBERÍA EXPUESTA	Inclinada/Vertical	6	0	PE-PVC	0,45	622,37	626,17	3,80	0,00	Sí	Sí
SUMATORIA TOTAL DE TENSIONES						21,45	47,02		13,71	Sí	Sí

1.2.5. Distancias mínimas de seguridad en zonas con construcciones.



Extracto numeral 7.1. Proyecto tipo redes subterráneas – Normativa Afinia

Las distancias mínimas de seguridad que deben guardar las partes energizadas respecto de las construcciones serán las establecidas en la Tabla anexa según RETIE y para su interpretación se debe tener en cuenta la Figura 5. Igualmente, en instalaciones construidas bajo criterio de IEC 60364, para tensiones mayores de 1 kV, se deben tener en cuenta y aplicar las distancias de la Norma IEC 61936 -1

PROYECTO: INSTITUCION EDUCATIVA SANTA ISABEL

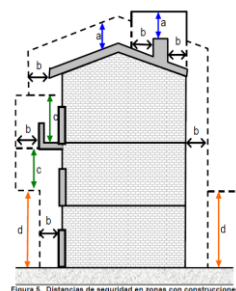


Figura 5. Distancias de seguridad en zonas con construcciones

TABLA DISTANCIAS IMAS DESEGURIDAD EN ZONAS CON CONSTRUCCIONES			
Descripción	Tensión nominal entre fases en KV	Distancia (m)	Condición
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 5).	44/34,5/33	3,8	NO APLICA
	13,8/13,2/11,4/7,6	3,8	NO APLICA
	<1	0,45	NO APLICA
Distancia horizontal "b" a muros, proyecciones, ventanas y diferentes áreas independientemente de la facilidad de accesibilidad de personas. (Figura 5)	115/110	2,8	NO APLICA
	66/57,5	2,5	NO APLICA
	44/34,5/33	2,3	NO APLICA
	13,8/13,2/11,4/7,6	2,3	CUMPLE
	<1	1,7	CUMPLE
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 5)	44/34,5/33	4,1	NO APLICA
	13,8/13,2/11,4/7,6	4,1	NO APLICA
	<1	3,5	NO APLICA
Distancia vertical "d" a carreteras, calles, callejones, zonas peatonales, áreas sujetas a tráfico vehicular. (Figura 5)	500	8,6	NO APLICA
	230/220	6,8	NO APLICA
	115/110	6,1	NO APLICA
	66/57,5	5,8	NO APLICA
	44/34,5/33	5,6	NO APLICA
	13,8/13,2/11,4/7,6	5,6	CUMPLE
	<1	5	CUMPLE

INGENIERO ELECTRICISTA LUIS PELIPE SANCHEZ LLANOS

Página 44 de 49

PROYECTO: INSTITUCION EDUCATIVA SANTA ISABEL

Documentación para ejecución (Para redes Aéreas).

1.3.1. Red MT

1.3.1.1. Vanos ideales de regulación

VANOS IDEALES DE REGULACIÓN DEL CONDUCTOR MT										
Cantón No.	Apoyo inicial	Apoyo final	Longitud cantón (m)	Vano regulación (m)	Tense de flecha máxima	Tense de flecha mínima	Flecha máxima (m)	Flecha mínima (m)	Parámetro flecha máxima (mm)	Parámetro flecha mínima (mm)
1	EPE01	EPP02	15,00	15,00	27,44	312,38	0,23	0,02	129,52	1474,72

1.3.1.2. Tablas de regulación MT

PROYECTO: INSTITUCION EDUCATIVA SANTA ISABEL

TABLAS DE TENDIDO CONDUCTORES DE MT - MT_1		
CANTON No. 1	VANO DE REGULACIÓN: 15	APOYO INICIAL No. EPE01 APOYO FINAL No. EPP02
Longitudes y flechas de cada vano		
Longitud y desnivel del vano(m)		Vano 2
		15,00
		Desnivel 2
		0,00
Temperatura (°C)	Tense (daN)	Flecha (m)
10,00	360,41	0,02
15,00	312,38	0,02
20,00	264,69	0,02
25,00	217,63	0,03
30,00	171,91	0,03
35,00	129,20	0,05
40,00	93,13	0,06
45,00	67,74	0,09
50,00	52,36	0,11

Red Aérea MT:

CALCULOS DE REGULACION MT												
ALIMENTADOR MT				I. E. SANTA ISABEL								
				USUARIOS								
Tramo	L (km)	# de hilos	calibre	Material	Usuarios	Demanda Kw	P total (Kw)	M (PtotxL)	ΔU%	ΔU Total	ΔP%	ΔP Total
EPP01 - EPP02	0,015	3	1/0	ACSR	1	112,50	112,5	1,7	0,001507	0,001507	0,001733	0,001733

RED DE MT - RESUMEN REGULACION Y PERDIDAS POR CIRCUITO EN MT	
MAXIMA CAIDA DE TENSION CALCULADA (%)	0,00150735
MAXIMA PERDIDA DE POTENCIA CALCULADA (%)	0,00173319

1.3.1.3. Tablas de cimentaciones postes MT.

CÁLCULO DE CIMENTACIONES													
Apoyo	Cimentacion	d (m)	h (m)	Vol Excav (m³)	Vol Horm (m³)	Mv (daN.m)	Ive (daN.m)	C.S.	C.S. lim	Sigma Contacto	Sigma Admisible	Dif sigma	Origen
EPE01	Cilindrica	0,50	1,80	0,35	0,16	1780,44	9306,00	5,23	1,50	12756,51	15000,00	2243,49	N
EPP02	Cilindrica	0,50	1,80	0,35	0,16	2140,03	9430,39	4,41	1,50	16135,28	15000,00	-1135,28	N

1.3.1.4. Tabla de PAT.

Ubicación	Tipo de PAT	Dimensiones electrodo	Material y calibre del conductor de tierra
GABINETE	Malla Cuadrada	2,4 m	Cu 2/0 AWG

1.3.1.5. Tabla de fusibles.

INGENIERO ELECTRICISTA LUIS PELIPE SANCHEZ LLANOS

Página 46 de 49

PROYECTO: INSTITUCION EDUCATIVA SANTA ISABEL

Apoyo	Elemento a proteger	Tipo de fusible	Capacidad
EPP01	Afloramiento	Tipo D (VS)	5 A

1.3.2. Red BT

NO APLICA

1.3.2.1. Tablas de cimentaciones postes BT

NO APLICA

1.3.3. Centros de Transformación

CT TIPO PEDESTAL 112,5 kVA - 13200/220/127V.

1.3.3.1. Tabla de fusibles

Apoyo	Elemento a proteger	Tipo de fusible	Capacidad
EPP01	Afloramiento	Tipo D (VS)	5A

1.3.3.2 Tabla de PAT x CT

Ubicación	Tipo de PAT	Dimensiones electrodo	Material y calibre del conductor de tierra
GABINETE	Malla Cuadrada	2,4 m	Cu 2/0 AWG

1.3.4. Poste a Poste materiales a montar.

NO APLICA

1.3.4. poste a Poste materiales a desmontar.

NO APLICA

INGENIERO ELECTRICISTA LUIS PELIPE SANCHEZ LLANOS

[Pagina 47 de 49](#)

1.4. Tramitaciones.

NO APLICA

1.4.1. Relación de bienes y derechos afectados.

NO APLICA

1.4.2. Tabla de cruzamientos, paralelismos y paso por zonas.

NO APLICA

1.4.3. Licencia de construcción.

Anexa para crear expediente.

1.4.4. Permisos de pasos y servidumbres.

NO APLICA

1.4.5. Permisos ambientales.

NO APLICA

2. Planos

2.1. Plano planta y red de MT.

2.2. Diagramas Unifilar y apantallamiento

2.3. Diagramas Unifilares.

2.4. Plano de planta y perfil de la ubicación de gabinetes de medidores.

3. Anexos

3.1. **Copia Cédula de Ciudadanía.**



PROYECTO: INSTITUCION EDUCATIVA SANTA ISABEL



3.2. Copia de Tarjeta Profesional.



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