

MEMORIA DE CÁLCULO

JARDIN INFANTIL ARBOLEDA SANTA TERESITA

Elaborado por:
Ing. Camilo Andrés Alvarado
CN205-83375

Noviembre de 2018

Tabla de contenido

1. PRESENTACIÓN DEL DISEÑO	1
1.1. Datos generales del proyecto.....	1
1.2. Normatividad aplicada.....	1
1.3. Descripción del proyecto	1
2. MEMORIA DE CÁLCULO SEGÚN RETIE 2013.....	2
a. Análisis y cuadros de cargas iniciales y futuras.....	2
1) Estimación de factor de potencia	4
2) Estimación de armónicos	5
b. Análisis de coordinación de aislamiento eléctrico.....	6
1) Selección del DPS.....	6
c. Análisis de cortocircuito y falla a tierra.....	7
d. Análisis de nivel de riesgo por rayos y medidas de protección contra rayos	8
e. Análisis de riesgos de origen eléctrico y medidas para mitigarlos.....	12
f. Análisis de nivel de tensión requerido	17
g. Cálculo de campos electromagnéticos	17
h. Cálculo de transformadores.....	17
i. Cálculo del sistema de puesta a tierra.....	18
1) Resistividad del terreno.....	18
2) Registro fotográfico	19
3) Certificado del telurómetro	20
4) Datos del operador de red.....	22
5) Diseño malla.....	23
j. Cálculo económico de conductores	27
k. Verificación de conductores.....	28
l. Cálculo mecánico de estructuras y elementos de sujeción de equipos	28
m. Cálculo y coordinación de protecciones	28
n. Cálculo de canalizaciones	29
o. Cálculos de pérdidas de energía	29
p. Cálculos de regulación	29
q. Clasificación de áreas.....	29
r. Elaboración de diagramas unifilares.....	29
s. Elaboración de planos y esquemas eléctricos para construcción.....	29
t. Especificaciones de construcción	29
u. Establecer distancias de seguridad requeridas	29
v. Justificación técnica de desviación de la NTC2050	30
w. Demás estudios.....	30

1. PRESENTACIÓN DEL DISEÑO

1.1. Datos generales del proyecto

Objeto del proyecto: Instalación de 3 grupos de medida, red normal, red de emergencia y equipo contra incendio.

Ciudad: Bogotá

Dirección: Cra 15 Este # 61A-10 sur

Estrato: 2

Voltaje: 11400V

Cuentas nuevas: 3

Factibilidad: 47151494

Diseñador: Camilo Andrés Alvarado Bayona

Matrícula profesional: CN205-83375

1.2. Normatividad aplicada

El diseño eléctrico se encuentra enmarcado bajo los siguientes documentos:

- Resolución 90708 de agosto de 2013 del Ministerio de Minas y Energía “Nuevo RETIE”.
- Resolución 070 de 1998 de la CREG “Reglamento de distribución de energía eléctrica”.
- Norma NTC 2050 del ICONTEC “Código eléctrico colombiano” (Se considera una norma que complementa técnicamente el RETIE)
- Resolución 180540 de marzo de 2010 del Ministerio de Minas y Energía “Reglamento técnico de iluminación y alumbrado público”
- Norma NTC4552 de 2008 “Protección contra descargas atmosféricas”
- Norma NTC6199 de 2016 “Planeamiento y diseño de ambientes para la educación inicial en el marco de la atención integral”
- Decreto 316 de 2006: Plan maestro de equipamientos de bienestar social para Bogotá D.C.
- Lineamientos y estándares técnicos de educación inicial – Alcaldía mayor de Bogotá

Los cálculos y criterios de diseño utilizados se realizaron con base en los anteriores documentos y se respeta el contenido de cada uno de ellos.

1.3. Descripción del proyecto

El presente documento forma parte del diseño eléctrico para el proyecto JARDIN INFANTIL ARBOLEDA SANTA TERESITA y contiene los estudios y memorias de las instalaciones eléctricas.

La subestación será tipo local con transformador seco de 112,5Kva, igualmente allí se encontrarán los grupos de medida para la red normal, para la suplencia total y para el equipo contra incendio.

2. MEMORIA DE CÁLCULO SEGÚN RETIE 2013

a. Análisis y cuadros de cargas iniciales y futuras.

Los cuadros de cargas completos se encuentran en el **anexo A (Cuadros de carga)**, a continuación, se presenta el resumen de los mismos:

TABLERO	CIRCUITO	UBICACIÓN	DISTANCIA [m]	POTENCIA [kW]
Tablero de aparatos de cocina COC	01	Tomas cocina	16	1,50
	02	Tomas cocina	9	1,50
	03	Tomas cocina	14	1,50
	04-06	Procesador de alimentos	8	2,50
	05	Tomas cocina	7	1,50
	07	Tomacorriente congelador	11	1,50
	08	Almacenamiento	9	0,18
	09	Tomacorriente congelador	10	1,50
	10-12	Extractor cocina	10	2,50
	11	Pesa	8	1,50
	13-15-17	Calentador cocina	14	12,00
	14	Tomacorrientes empleados	14	0,36
Total COC				28,04

TABLERO	CIRCUITO	UBICACIÓN	DISTANCIA [m]	POTENCIA [kW]
Tablero de iluminación exterior TEX	01	Iluminación escaleras exteriores	56	0,08
	02	Iluminación exterior cubierto piso 1	20	0,18
	03	Iluminación terraza exterior	116	0,13
	04	Reflectores cubierta piso 3	85	0,31
	05	Reflectores cubierta	74	0,47
	06	Iluminación terraza transitable piso 3	58	0,06
	07	Iluminación exterior cubierto planta baja	48	0,18
	08	Iluminación rampas	59	0,08
	09	Iluminación terraza transitable en cubierta	46	0,09
Total TEX				1,57

TABLERO	CIRCUITO	UBICACIÓN	DISTANCIA [m]	POTENCIA [kW]
Tablero de distribución del piso 1 TP1	01	Iluminación cuartos técnicos piso 1	25	0,39
	02	Iluminación escaleras internas	24	0,28
	03	Iluminación circulación y baños piso 1	12	0,20
	04	Iluminación recepción, portería, primeros auxilios	28	0,58
	05	Iluminación comedor	32	0,62
	06	Iluminación baños, sala cuna y pedagógica	35	0,76
	07	Iluminación cocina, recibo, depósito e empleados	21	0,44
	08	Iluminación sala cuna, esfínteres	50	0,51
	09	Iluminación rampa y lavamanos	65	0,45
	10	Iluminación de emergencia	24	0,05
	11	Lavandería	15	1,50
	12	Iluminación de emergencia	50	0,12
	13	Lavandería	15	1,50
	14	Tomacorrientes lockers, basuras	13	0,72
	15	Tomacorrientes cuartos técnicos	31	0,90

	16	Tomacorrientes comedor	19	0,54
	17	Iluminación sala cuna, esfinteres y sala amiga	11	0,28
	18	Tomacorrientes portería	16	0,36
	19	Iluminación sala amiga	47	0,19
	20	Tomacorrientes sala cuna	43	1,08
	21	Tomacorrientes sala cuna y empleados	35	0,90
	22	Tomacorrientes primeros auxilios	31	0,72
	23	Tomacorrientes interdisciplinario	24	0,54
	24	Tomacorrientes cocineta sala amiga	47	0,36
	25-27-29	Calentador baño	23	12,00
	26-28-30	UPS	20	8,00
Total TP1				33,99

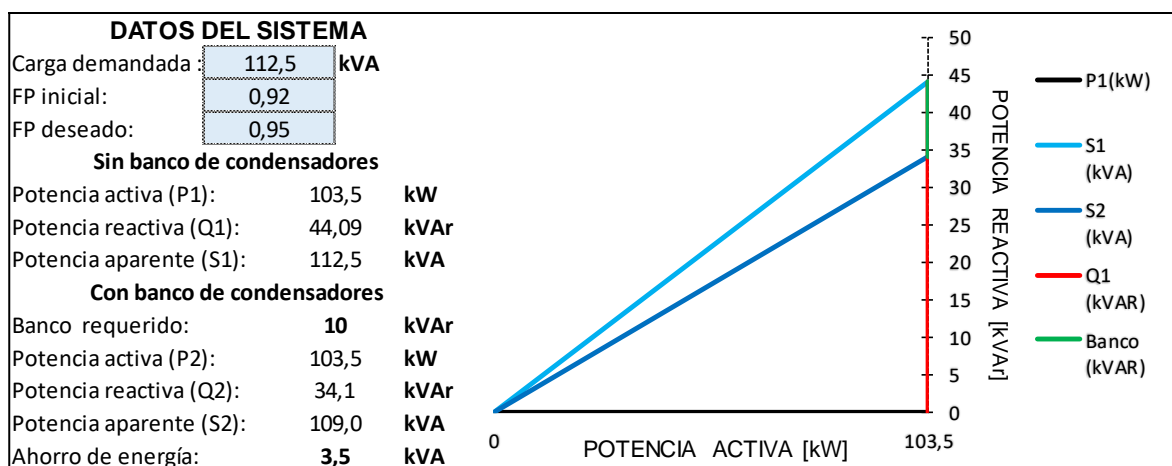
TABLERO	CIRCUITO	UBICACIÓN	DISTANCIA [m]	POTENCIA [kW]
Tablero de distribución del piso 2 TP2	01	Iluminación recreación	31	0,79
	02	Iluminación aulas y profesores	48	0,79
	03	Iluminación aulas y baños niños	40	0,60
	04	Reflectores iluminación indirecta	45	0,84
	05	Iluminación aulas y baños	30	0,69
	06	Iluminación baños y aula	32	0,47
	07	Iluminación aula y circulación	32	0,68
	08	Tomacorrientes área de recreación	24	1,26
	09	Iluminación de emergencia	46	0,06
	10	Tomacorrientes aulas	38	1,08
	11	Iluminación de emergencia	35	0,06
	12	Tomacorrientes aulas niños	20	1,44
	13	Tomacorrientes profesores	53	0,54
	14-16-18	Calentador baño	24	12,00
	15	Tomacorrientes aulas niños y servicios	43	0,90
	17	Tomacorrientes aulas niños	30	1,26
	19-21-23	Calentador baños	24	12,00
	20	Tomacorrientes profesores	49	0,54
	22	Tomacorrientes aulas niños y servicios	45	0,54
Total TP2				36,54

TABLERO	CIRCUITO	UBICACIÓN	DISTANCIA [m]	POTENCIA [kW]
Tablero de distribución del piso 3 TP3	01	Iluminación aulas y baños niños	43	0,63
	02	Iluminación circulación	40	0,62
	03	Iluminación aulas y baños niñas	30	0,63
	04	Tomacorrientes aulas niños	34	1,08
	05	Iluminación de emergencia	40	0,06
	06	Tomacorrientes aulas niños y servicios	17	1,44
	07-09-11	Calentador baños	24	12,00
Total TP3				16,45

TABLERO	CIRCUITO	UBICACIÓN	DISTANCIA [m]	POTENCIA [kW]
Tablero de distribución regulado TR	01	Access point, primeros auxilios	31	0,54
	02	Rack sonido	5	1,50
	03	Tomacorrientes portería	13	0,36
	04	Rack comunicaciones	5	1,50
	05	Panel detección incendio	13	1,50
	06	Rack comunicaciones	5	1,50
	07	Access point	35	0,54
	09	Tomas profesores y secretaria	49	0,90
Total TR				8,34

1) Estimación de factor de potencia

Descripción tablero	Nomenclatura	Carga diversificada [kVA]	Factor de potencia	Potencia activa [kW]	Potencia reactiva [kVAr]	Potencia aparente [kVA]
Bomba agua potable 1	AP1	4	0,85	3,400	2,107	4
Bomba agua potable 2	AP2	4	0,85	3,400	2,107	4
Malacate	MTE	2	0,85	1,700	1,054	2
Tablero de iluminación exterior	TEX	1,57	0,95	1,492	0,490	1,57
Tablero de aparatos de cocina	COC	19,6	0,92	18,032	7,682	19,6
Tablero de distribución piso 1	TP1	23,8	0,92	21,896	9,328	23,8
Tablero de distribución piso 2	TP2	25,6	0,92	23,552	10,033	25,6
Tablero de distribución piso 3	TP3	11,5	0,92	10,580	4,507	11,5
Tablero de precalentadores de camisas	TPP	5	0,95	4,750	1,561	5
		TOTAL	0,915	88,802	38,869	97,070



Teniendo en cuenta factores de potencia aproximados observamos que la potencia reactiva es muy pequeña, aproximadamente 10kVAr, por lo que no se requiere instalar banco de condensadores.

2) Estimación de armónicos

Por no conocerse la naturaleza de la carga a conectar en los tomacorrientes y los armónicos que éstas producen, debemos hacer un estimado, asumimos valores de armónicos de 3,5,7 y 11 orden calculamos la distorsión armónica para garantizar que la instalación se encuentra dentro de los valores establecidos por la norma NTC5001: CALIDAD DE LA POTENCIA ELÉCTRICA. LÍMITES Y METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN EN PUNTO DE CONEXIÓN COMÚN.

$$\frac{I_{sc}}{I_L} = \frac{\text{Corriente de corto [A]}}{\text{Corriente de la carga [A]}} = \frac{5060}{312,29} = 16,2$$

Límites de distorsión en corriente para sistemas de distribución 120V<Vn≤69 KV						
Relación I _{sc} /I _L	<11	11≤h<17	17≤h<23	23≤h<35	h≥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

Donde I_{sc} = corriente Máxima de cortocircuito en el punto de acoplamiento común. I_L = Máxima demanda de la corriente de carga (a frecuencia fundamental) en el punto de acoplamiento común. TDD = Distorsión total de la demanda (RSS) en % de la demanda máxima. Se debe garantizar que la distorsión se encuentre por debajo de los valores resaltados en la tabla anterior. Una vez construido el proyecto. A continuación, se muestra la distorsión máxima esperada

DISTORSION DE ONDA

ESTABLECER VALORES FUNDAMENTALES

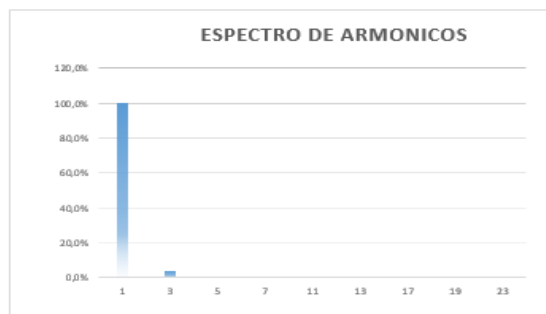
Onda Fundamental 1 **312** A

ESTABLECER CONTENIDOS FUNDAMENTALES

Armonicos #	3	< <input type="text"/> >	4.0%
Armonicos #	5	< <input type="text"/> >	1.0%
Armonicos #	7	< <input type="text"/> >	1.0%
Armonicos #	11	< <input type="text"/> >	1.0%
Armonicos #	13	< <input type="text"/> >	1.0%
Armonicos #	17	< <input type="text"/> >	1.0%
Armonicos #	19	< <input type="text"/> >	1.0%
Armonicos #	23	< <input type="text"/> >	1.0%

RMS = 312,6

THD-i = 4,80%





b. Análisis de coordinación de aislamiento eléctrico

Los parámetros empleados por Codensa para los niveles de aislamiento, para nivel de tensión de 11,4 kV o 13,2 kV se presentan en la siguiente tabla:

Parámetro	Valor
Tensión nominal [kV]	11,4 / 13,2
Frecuencia [Hz]	60
Puesta a tierra	Sólido
Número de fases	3
Tensión máxima del sistema [kV]	15
Tensión asignada soportada al impulso tipo rayo [kV]	95

1) Selección del DPS

Para la tensión máxima del sistema (U_m) se tiene la siguiente tensión máxima nominal línea- neutro (V_{fn}):

$$V_{fn} = \frac{U_m}{\sqrt{3}} = \frac{15}{\sqrt{3}} = 8.66 \text{ kV}$$

A partir de la tensión máxima nominal línea- neutro se obtiene la máxima tensión de operación continua (MCOV):

$$MCOV \geq K * V_{fn} \geq 1.1 * 8.66 \geq 9.53 \text{ kV}$$

El nivel de protección en tensión del DPS (V_p), debe ser mayor a la máxima tensión de operación continua (MCOV), y debe ser menor que el nivel básico de tensión al impulso (BIL):

$$K_1 * MCOV \leq V_p \leq K_2 * BIL$$

Por lo tanto, para la máxima tensión de operación continua (MCOV) de 8.66 kV y un nivel básico de tensión al impulso (BIL) de 95 kV, se tiene el siguiente nivel de protección en tensión:

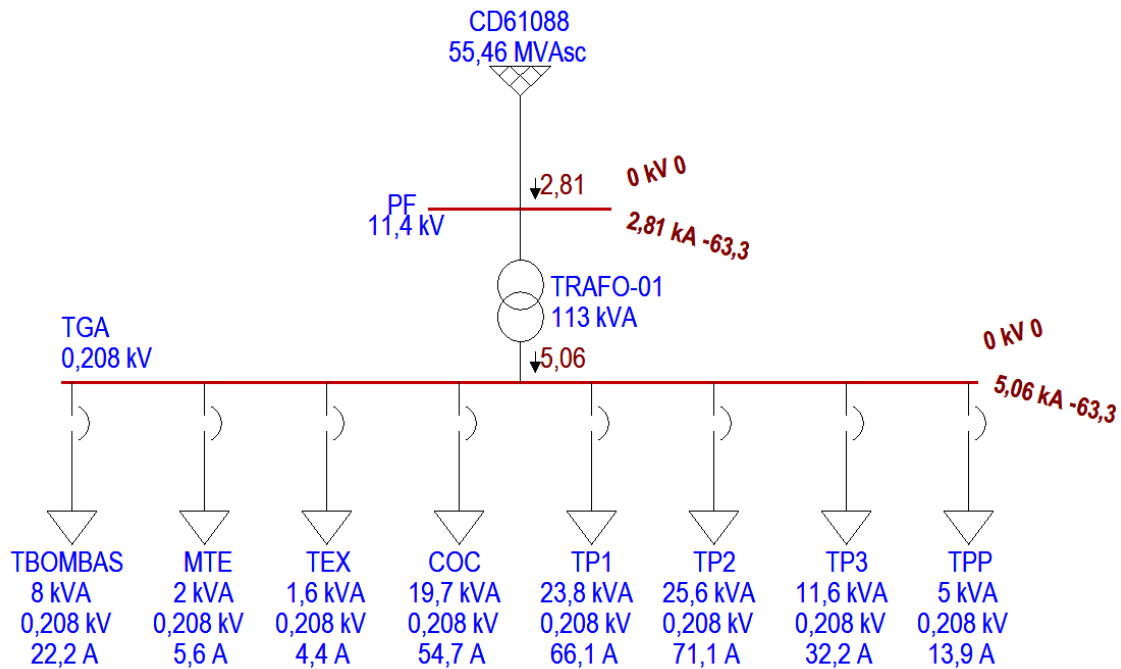
$$1.25 * 9.53 \leq V_p \leq 0.75 * 95$$

$$11.91 \leq V_p \leq 71.25$$

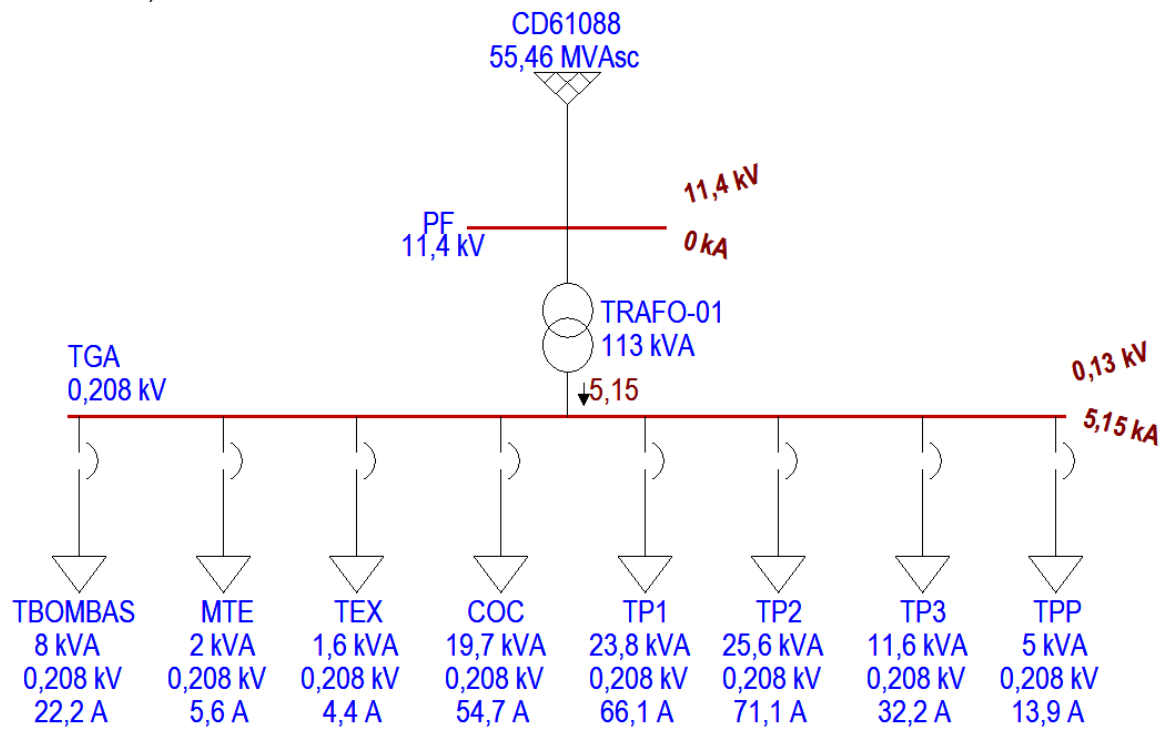
El valor normalizado seleccionado para la tensión nominal del DPS es de 12 kV con una intensidad nominal de descarga de 10 kA.

c. Análisis de cortocircuito y falla a tierra

1) Falla trifásica



2) Falla monofásica



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

Evaluación del promedio anual de descargas sobre la estructura N_D		0,00426782	
Dimensiones de la estructura			
Largo (L)	50	m	◀ ▶
Ancho (A)	25	m	◀ ▶
Alto (H)	17	m	◀ ▶
Área efectiva:		17071,3 m ²	
Densidad de descargas a tierra			
Nivel cerámico	60		DDT 1,0

Factor de localización relativa	
Rodeado de objetos o árboles más altos	

Evaluación del promedio anual de descargas sobre estructuras adyacentes N_{da}		0,00284215	
Dimensiones de la estructura adyacente			
Largo (L)	40	m	◀ ▶
Ancho (A)	25	m	◀ ▶
Alto (H)	25	m	◀ ▶
Área efectiva:		28421,5 m ²	
Factor de localización relativa			
Rodeado de objetos o árboles de igual altura o menor			
Factor de corrección por presencia de transformador			
Transformador con devanados desacoplados electricamente			

Evaluación del número promedio anual de descargas cercanas a la estructura N_M		0,04392776	
--	--	-------------------	--

Probabilidad de daño P_A		1,0E-03	
Medidas de protección			
<input checked="" type="checkbox"/> Sin medidas de protección			
<input type="checkbox"/> Aislamiento eléctrico de bajantes expuestas			
<input checked="" type="checkbox"/> Equipotencialización efectiva del suelo			
<input checked="" type="checkbox"/> Avisos de advertencia			

Probabilidad de daño P_B		1,0E+00	
Características de la estructura			
No protegida			

Evaluación del número promedio anual de descargas sobre las acometidas de servicios N_L		0,00006325	
Características del servicio (Potencia)		Subterránea	
Longitud de la acometida (L_c)	100	m	◀ ▶
Altura de los conductores (H_c)	0	m	◀ ▶
Altura de la estructura de donde proviene el servicio (H_a)	0	m	◀ ▶
Altura del punto de la estructura por donde ingresa la acometida (H_b)	0	m	◀ ▶
Resistividad del terreno		40 Ω m	

Factor ambiental	
Urbano con edificaciones entre 10m y 20m de altura	

Evaluación del número promedio anual de descargas cercanas a la acometida de servicios N_I		0,00063246	
--	--	-------------------	--

Características del servicio (Comunicaciones)		Subterránea	
Longitud de la acometida (L_c)	100	m	◀ ▶
Altura de los conductores (H_c)	0	m	◀ ▶
Altura de la estructura de donde proviene el servicio (H_a)	0	m	◀ ▶
Altura del punto de la estructura por donde ingresa la acometida (H_b)	0	m	◀ ▶

Probabilidad de daño P_M		1,0E-04	
Tipo de cableado interno de potencia			
Cables sin pantalla - Con precaución de grandes lazos (0,5m)			
Tensión mínima de impulso soportable del cable	6	kV	
Tipo de cableado interno de comunicaciones			
Cables sin pantalla - Con precaución de grandes lazos (0,5m)			
Tensión mínima de impulso soportable del cable	6	kV	

Separación entre bajantes	0	m	◀ ▶
---------------------------	---	---	-----

Probabilidad de daño P_U	6,0E-05
--	----------------

Probabilidad de daño P_V	6,0E-02
--	----------------

Probabilidad de daño P_c	3,0E-02
Sistemas internos	
Nivel III-IV (20 - 50kA)	

Probabilidad de daño P'_B y P'_C	1,0E-02
Acometida con conductor metálico	
Con la pantalla sin contacto con el suelo	
Ducto de cables protegido contra rayos	
Cable de potencia tensión nominal = 1kV	
Resistencia del apantallamiento	5 Ω/km
Número de acometidas	1

Pérdida de vidas humanas por tensiones de paso y de contacto fuera de la estructura L_A	1,0E-06
Tipo de superficie	
Agricultura, concreto	
Tipo de estructura	
Personas dentro de la estructura	

Pérdida de vidas humanas por fuego o explosión dentro de la estructura L_B	1,3E-04
Tipo de estructura	
Industrial, comercial, escuelas	
Medida de protección	
Extintores o alarma manuales, rutas de evacuación	
Riego de fuego	
Bajo	
Clase especial de riesgo	
Nivel medio de pánico (Entre 100 y 1000 personas)	

Pérdida inaceptable del servicio público por explosión dentro de la estructura por arco eléctrico, por impacto sobre la estructura L_B	5,0E-06
Tipo de servicio	
TV, Telecomunicaciones, Suministro de potencia	

Pérdida inaceptable del servicio público por daños físicos a causa de descarga sobre las acometidas de	5,0E-06
---	----------------

Pérdida inaceptable del servicio público por falla de sistemas internos por IER a causa de descargas en la estructura L_C	1,0E-03
---	----------------

Probabilidad de daño P_W	6,0E-02
--	----------------

Probabilidad de daño $P_Z - P'_Z$	6,0E-02
---	----------------

Probabilidad de daño P'_B	1,0E-03
---	----------------

Probabilidad de daño P'_C	1,0E-03
---	----------------

Probabilidad de daño P'_V	1,0E-03
---	----------------

Probabilidad de daño P'_W	1,0E-03
---	----------------

Pérdida de vidas humanas por tensiones de paso y de contacto dentro de la estructura L_U	1,0E-06
--	----------------

Pérdida de vidas humanas por daños físicos a causa de descargas en acometidas de servicios L_V	1,3E-04
--	----------------

Pérdida de vidas humanas por falla de sistemas internos por IER a causa de descargas en la estructura L_C	1,0E-03
Tipo de estructura	
Sin riesgo de explosión	

Pérdida de vidas humanas por falla de sistemas internos por IER cerca a la estructura L_M	1,0E-03
---	----------------

Pérdida de vidas humanas por falla de sistemas internos por IER a causa de descargas sobre y cerca a las acometidas de servicio $L_W - L_Z$	1,0E-03
---	----------------

Pérdida inaceptable del servicio público por falla de sistemas internos por IER a causa de descargas cercanas a las acometidas de servicios L_Z	1,0E-03
---	----------------

Pérdida inaceptable del servicio público por daños físicos debido a efectos mecánicos y térmicos de la corriente de rayo fluyendo por la acometida de servicio por impacto sobre la estructura L'_B	1,0E-02
---	----------------

Pérdida inaceptable del servicio público por fallas de equipos conectados debido a sobretensiones por acople resistivo, por descargas sobre la estructura L'_C	1,0E-03
--	----------------

Camilo Andrés Alvarado

Ing. Electricista

Camilo Andrés Alvarado

Ing. Electricista

Pérdida inaceptable del servicio público por falla de sistemas internos por IER a causa de descargas próximas a la estructura L_M	1,0E-03
---	---------

Pérdida inaceptable del servicio público por falla de sistemas internos por IER a causa de descargas sobre las acometidas de servicios L_W	1,0E-03
--	---------

Pérdidas de valor cultural irremplazables por fuego o explosión dentro de la estructura por arco eléctrico por impacto sobre la estructura L_B	5,0E-05
--	---------

Pérdidas de valor cultural irremplazables por daños físicos a causa de descarga sobre acometidas de servicios L_V	5,0E-05
---	---------

Pérdidas económicas por tensiones de paso y contacto dentro de la estructura L_U	1,0E-06
--	---------

Pérdidas económicas por fuego o explosión dentro de la estructura por arco eléctrico por impacto sobre la estructura L_B	5,00E-04
--	----------

Pérdidas económicas por daños físicos a causa de descargas en acometida de servicios L_V	2,0E-05
--	---------

Pérdidas económicas por falla de sistemas internos por IER a causa de descargas en la estructura L_C	1,0E-03
--	---------

Pérdidas económicas por falla de sistemas internos por IER a causa de descargas próximas a la estructura L_M	1,0E-03
--	---------

Pérdidas económicas por falla de sistemas internos por IER a causa de descargas sobre la acometida de servicios L_W	1,0E-03
---	---------

Pérdidas económicas por falla de sistemas internos por IER a causa de descargas cercanas a la acometida de servicios L_Z	1,0E-03
--	---------

Camilo Andrés Alvarado
Ing. Electricista

Camilo Andrés Alvarado
Ing. Electricista

Pérdida inaceptable del servicio público por daños físicos debido a efectos mecánicos y térmicos de la corriente de rayo fluyendo por la acometida de servicio por impacto sobre la acometida de servicio L_V	1,0E-02
---	---------

Pérdida inaceptable del servicio público por fallas de equipos conectado, debido a sobretensiones	1,0E-03
---	---------

Pérdida inaceptable del servicio público por falla de líneas y equipos conectados causado por sobretensiones inducidas sobre la línea por descargas cercanas a la acometida de servicios L_Z	1,0E-03
--	---------

Pérdidas económicas por tensiones de paso y contacto fuera de la estructura L_A	1,0E-06
Tipo de estructura (Serres vivos)	
Todos los tipos - Personas dentro de la estructura	▼
Tipo de estructura (Daños físicos)	
Hotel, escuela, oficina, centros comerciales, Iglesia, banco	▼
Tipo de estructura (Fallas en sistemas internos)	
Museo, uso agrícola, escuela, iglesia, centro comercial	▼

Pérdidas económicas por daños físicos debidos a efectos mecánicos y térmicos de la corriente de rayo fluyendo por la acometida de servicio por impacto sobre la estructura L_B	2,0E-01
--	---------

Pérdidas económicas por daños físicos debidos a efectos mecánicos y térmicos de la corriente de rayo fluyendo por la acometida de servicio por impacto sobre la acometida de servicio L_V	2,0E-01
---	---------

Pérdidas económicas por fallas de equipos conectados debido a sobretensiones por acople resistivo, por descargas sobre la estructura L_C	1,0E-03
--	---------

Pérdidas económicas por fallas de equipos conectado, debido a sobretensiones por acople resistivo L_W	1,0E-03
---	---------

Pérdidas económicas por falla de líneas y equipos conectados causado por sobretensiones inducidas sobre la línea por descargas cercanas a la acometida de servicios L_Z	1,0E-03
---	---------

COMPONENTES DE RIESGO EN ESTRUCTURAS															
Riesgo de pérdida humana				Riesgo de pérdida del servicio público				Riesgo de pérdida del patrimonio cultural				Riesgo de pérdida de valor económico			
R_A	=	4,27E-12		R_B	=	2,13E-08		R_B	=	2,13E-07		R_A	=	4,27E-12	
R_B	=	5,33E-07		R_V	=	8,72E-10		R_V	=	8,72E-09		R_U	=	1,74E-13	
R_C	=	1,28E-07		R_C	=	1,28E-07						R_B	=	2,13E-06	
R_M	=	4,39E-09		R_M	=	4,39E-09						R_V	=	5,81E-08	
R_U	=	3,79E-15		R_W	=	1,74E-07						R_C	=	1,28E-07	
R_V	=	2,18E-08		R_Z	=	3,42E-08						R_M	=	4,39E-09	
R_W	=	1,74E-07										R_W	=	1,74E-07	
R_Z	=	3,42E-08										R_Z	=	3,42E-08	
R_1 = 8,96E-07				R_2 = 3,63E-07				R_3 = 2,22E-07				R_4 = 2,53E-06			

CONCLUSIÓN DEL ANÁLISIS DE RIESGOS		
Perdida de vidas o lesiones permanentes	RIESGO CONTROLADO	8,96E-07
Perdida de servicio público	RIESGO CONTROLADO	4,45E-07
Perdida de patrimonio cultural	RIESGO CONTROLADO	2,22E-07

Camilo Andrés Alvarado

Ing. Electricista

COMPONENTES DE RIESGO EN ACOMETIDAS DE SERVICIO												
Riesgo de pérdida del servicio público				Riesgo de pérdida de valor económico								
R'_B	=	4,27E-08		R'_B	=	8,54E-04						
R'_C	=	4,27E-09		R'_C	=	4,27E-06						
R'_V	=	6,32E-10		R'_V	=	1,26E-08						
R'_W	=	6,32E-11		R'_W	=	6,32E-11						
R'_Z	=	3,42E-08		R'_Z	=	3,42E-08						
R'_2 = 8,18E-08				R'_4 = 8,58E-04								

De acuerdo al análisis de riesgo efectuado se concluye que no se requiere un sistema de protección externo contra descargas atmosféricas, sin embargo, se debe instalar protección interna en el tablero principal (TGA) de acuerdo a lo mostrado en el diagrama unifilar.

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

RIESGO A EVALUAR		Quemaduras		por		Arco eléctrico		en	Celda M.T.	
Potencial		●	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 al 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		ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores. Salida de subestación.	Contaminación mayor.	Nacional.	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	ALTO
	Incapacidad temporal mayor a 1 día	Daños severos. Interrupción temporal.	Contaminación localizada.	Regional.	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Lesión menor, sin incapacidad	Daños importantes. Interrupción breve.	Efecto menos.	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

Medidas de protección: Utilizar materiales envolventes resistentes a los arcos, mantener una distancia de seguridad, usar prendas acordes con el riesgo y gafas de protección contra rayos ultravioleta.

RIESGO A EVALUAR		Shock		por		Ausencia de electricidad		en		Armario B.T.	
Potencial		●	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 al 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 mayor a 1 día	Daños severos. Interrupción temporal.	Contaminación localizada.	Regional.	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	
	Lesión menor, sin incapacidad	Daños importantes. Interrupción breve.	Efecto menos.	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	

Medidas de protección: Disponer de sistemas ininterrumpidos de potencia y plantas de emergencia con transferencia automática.

RIESGO A EVALUAR		Electrocución		por	Contacto directo		en	Transformador		
Potencial		⦿	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 al 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		ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores. Salida de subestación.	Contaminación mayor.	Nacional.	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	ALTO
	Incapacidad temporal mayor a 1 día	Daños severos. Interrupción temporal.	Contaminación localizada.	Regional.	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Lesión menor, sin incapacidad	Daños importantes. Interrupción breve.	Efecto menos.	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




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.

RIESGO A EVALUAR		Electrocución		por	contacto indirecto		en	Transformador		
Potencial		●	Real	○	FRECUCENCIA					
CONSECUENCIAS	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		E	D	C	B	A
						No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la Empresa	Sucede varias veces al año en la Empresa	Sucede varias veces al mes en la Empresa
	Una o mas muertes	Daño grave en infraestructura. Interrupción regional.	Contaminación irreparable.	Internacional.	5	X 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 mayor a 1 día	Daños severos. Interrupción temporal.	Contaminación localizada.	Regional.	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Lesión menor, sin incapacidad	Daños importantes. Interrupción breve.	Efecto menos.	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




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.

RIESGO A EVALUAR		Quemaduras		por		Cortocircuito		en	Transformador	
Potencial		⦿	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 al 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		ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores. Salida de subestación.	Contaminación mayor.	Nacional.	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	ALTO
	Incapacidad temporal mayor a 1 día	Daños severos. Interrupción temporal.	Contaminación localizada.	Regional.	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Lesión menor, sin incapacidad	Daños importantes. Interrupción breve.	Efecto menos.	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

Medidas de protección: Interruptores automáticos con dispositivos de disparo de máxima corriente o cortacircuitos fusibles.

RIESGO A EVALUAR		Electrización		por	Electricidad estática		en	Armario B.T.		
Potencial			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 al 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 mayor a 1 día	Daños severos. Interrupción temporal.	Contaminación localizada.	Regional.	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Lesión menor, sin incapacidad	Daños importantes. Interrupción breve.	Efecto menos.	Local.	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves. No interrupción.	Sin efecto.	Interna.	1		BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO

Medidas de protección: Sistemas de puesta a tierra, conexiones equipotenciales, aumento de humedad relativa, ionización del ambiente, eliminadores eléctricos y radioactivos, pisos conductivos.

RIESGO A EVALUAR		Electrocución		por	Equipo defectuoso		en	Armario B.T.		
Potencial			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 al 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	ALTO	ALTO
	Incapacidad temporal mayor a 1 día	Daños severos. Interrupción temporal.	Contaminación localizada.	Regional.	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Lesión menor, sin incapacidad	Daños importantes. Interrupción breve.	Efecto menos.	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


Medidas de protección: Mantenimiento predictivo y preventivo, construcción de instalaciones siguiendo las normas técnicas, caracterización del entorno electromagnético.

RIESGO A EVALUAR		Electrocución		por		Rayos		en	Armario B.T.	
Potencial		●	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 al 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		ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores. Salida de subestación.	Contaminación mayor.	Nacional.	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	ALTO
	Incapacidad temporal mayor a 1 día	Daños severos. Interrupción temporal.	Contaminación localizada.	Regional.	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Lesión menor, sin incapacidad	Daños importantes. Interrupción breve.	Efecto menos.	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

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.

RIESGO A EVALUAR		Quemaduras		por	Sobrecarga		en	Armario B.T.		
Potencial		●	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 al 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	ALTO	ALTO
	Incapacidad temporal mayor a 1 día	Daños severos. Interrupción temporal.	Contaminación localizada.	Regional.	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Lesión menor, sin incapacidad	Daños importantes. Interrupción breve.	Efecto menos.	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

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.

RIESGO A EVALUAR		Electrocución		por	Tensión de contacto		en	Armario B.T.		
Potencial		●	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 al 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 mayor a 1 día	Daños severos. Interrupción temporal.	Contaminación localizada.	Regional.	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Lesión menor, sin incapacidad	Daños importantes. Interrupción breve.	Efecto menos.	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

Medidas de protección: Puestas a tierra de baja resistencia, restricción de accesos, alta resistividad del piso, equipotencializar.

RIESGO A EVALUAR		Fibrilación ventricular		por		Tensión de paso		en	Armario B.T.	
Potencial		●	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 al 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		ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores. Salida de subestación.	Contaminación mayor.	Nacional.	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	ALTO
	Incapacidad temporal mayor a 1 día	Daños severos. Interrupción temporal.	Contaminación localizada.	Regional.	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Lesión menor, sin incapacidad	Daños importantes. Interrupción breve.	Efecto menos.	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

Medidas de protección: Puestas a tierra de baja resistencia, restricción de accesos, alta resistividad del piso, equipotencializar.

f. Análisis de nivel de tensión requerido

El nivel de tensión necesario para alimentar al usuario es 11400V al cual se conectará el transformador de potencia. Por otro lado, el nivel en baja tensión para la conexión de los medidores, equipos y aparatos a instalar de acuerdo a la NTC2050 sección 220-2 es de 208Y/120 V.

g. Cálculo de campos electromagnéticos

El cálculo de campos electromagnéticos se requiere cuando existen líneas de transmisión o cuando la subestación sobrepasa una corriente de 1000^a de acuerdo al RETIE en su numeral 14.4 parágrafo 2. En este caso la corriente nominal es de aproximadamente 312A, por esto no se presenta estudio de campos electromagnéticos igualmente la subestación se encuentra en un sótano lejos de espacios destinados a actividades rutinarias de personas.

h. Cálculo de transformadores

Carga de iluminación exterior	1570VA
Carga de iluminación piso 1	4870VA
Carga de iluminación piso 2	4980VA
Carga de iluminación piso 3	1930VA
Subtotal carga alumbrado	13350VA
Total carga de alumbrado (100%)	13350VA

Carga de tomacorrientes de cocina	28040VA
Carga de tomacorrientes piso 1	29120VA
Carga de tomacorrientes piso 2	31560VA
Carga de tomacorrientes piso 3	14520VA
Subtotal carga tomacorrientes	103240VA

Total carga de tomacorrientes
(primeros 10000VA al 100%)
(103240VA-10000VA) al 50%

Bombas de agua potable
Malacate
Precalentador de camisas

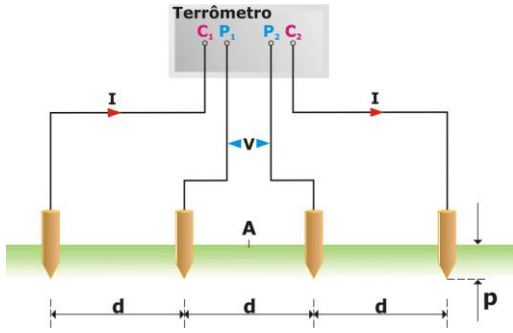
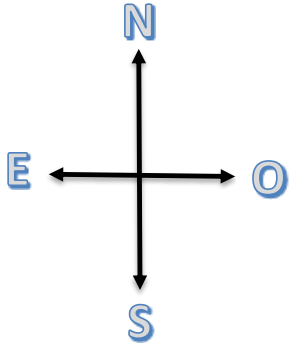
10000VA
46620VA
8000VA
2000VA
5000VA
84970VA

TOTAL

Transformador seleccionado	
Potencia [kVA]	112,5
Voltaje primario [V]	11400
Voltaje secundario [V]	208
Fases	3
Frecuencia [Hz]	60
Grupo de conexión	Dyn5
Cambiador de taps	(+2-2)x2,5%
Tipo	Seco

i. Cálculo del sistema de puesta a tierra

1) Resistividad del terreno

Resultados de la prueba					
Instrumento de prueba: METREL			Número de serie: MI3123		
Método de la prueba: WENNER			Fecha de calibración: 19/10/2017		
Esquema de conexión			Ejes de medición		
					
Separación de Electrodo [m]	Medición 1	Medición 2	Promedio (ρ_i)	$X_i = L \ln \rho_i$	$(X_i - \bar{X})^2$
1	14,8	15,3	15,05	2,71138	0,07102
2	10,6	10,3	10,45	2,34660	0,00966
3	10,4	9,7	10,05	2,30757	0,01886
4	11,7	11,3	11,5	2,44235	0,00001
5	12,3	11,3	11,8	2,46810	0,00054
6	11,2	10,7	10,95	2,39334	0,00266

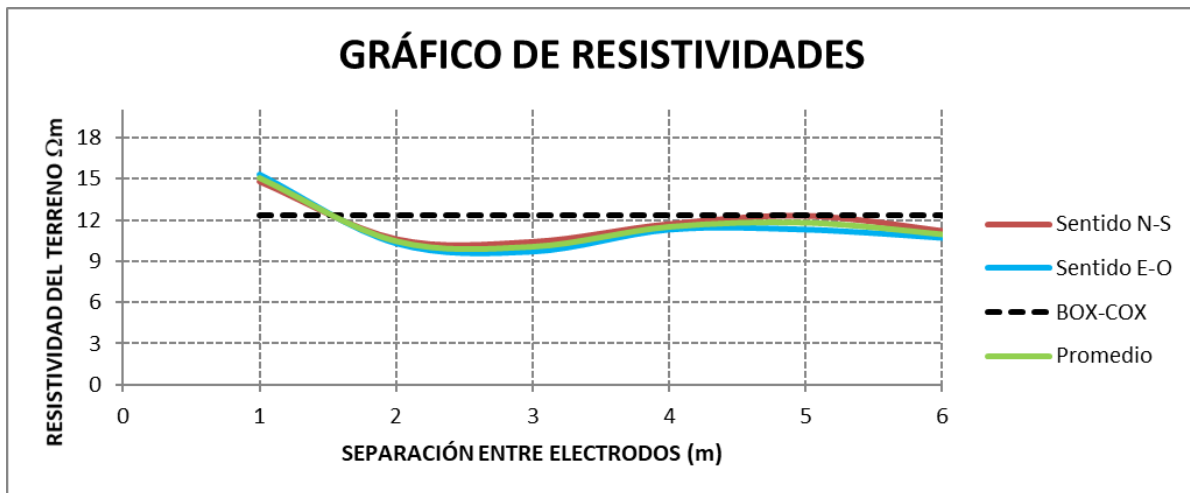
Valor promedio (\bar{X}) 2,44489 0,01712

Desviación estandar 0,13085

Distribución normal estandar invertida 70% 0,52440

Resistividad (con probabilidad del 70% de no ser superada) es:

12,35 $\Omega \cdot m$



2) Registro fotográfico



Metrel Certificate of Calibration Practices

The Metrel Quality System is certified by BVQI according to Quality standard ISO 9001 : 2008, Certificate No. SL21120Q. The Metrel hereby certifies that the above instrument was calibrated in accordance with applicable Metrel calibration procedures during the manufacturing process. These processes are ISO 9001 controlled and are designed to assure that the instrument will meet its published specification.

The Metrel further certifies that the measurement standards and instruments used during the calibration of this instrument are traceable to the (inter)national standards.

The policies and procedures at this facility comply with EN ISO/IEC 17025.

Environmental conditions: Temperature: 23 °C ± 5 °C
Relative humidity: 10 % to 75 %

Calibration Procedure: "Name of Model / Type"

Uncertainty: The reported expanded uncertainty of measurement is stated as the standard uncertainty of measurement multiplied by coverage factor $k = 2$, which for a normal distribution corresponds to a coverage probability of approximately 95%. The standard uncertainty of measurement has been determined in accordance with EA Publication EA-4/02.



Edo Reven
Chief Executive Officer

Chole Zank

Janko Mole
Head of Calibration Laboratory




CALIBRATION CERTIFICATE

SMARTEC	MI 3123	Serial no.: 16350229
Earth / Clamp		Date: 31.5.2017
		Performed by: Lojze Koprivec

Date Placed In Service: 19 OCT 2017 Due Date: _____ *

Metrel Recommended Cal Interval: 12 months

* The due date may be established (by the customer) by adding the "Recommended Cal Interval" to the "Date Placed In Service."

No.:	Function / Ubat = 7,5 V	Input	Low limit	Reading	Uncertainty	High limit
1	Outlook, BAT indication, keys, communication			PASS		
2	Current TRMS	0 mA	0,0 mA	0,0	0,1 mA	0,3 mA
		10 mA	9,4 mA	10,1	0,1 mA	10,6 mA
		95 mA	91,9 mA	96,2	0,6 mA	98,2 mA
		950 mA	919 mA	961	6 mA	982 mA
		9,5 A	9,19 A	9,58	0,06 A	9,82 A
3	Earth resistance RE	0 Ω	0,00 Ω	0,02	0,01 Ω	0,03 Ω
		1 Ω	0,94 Ω	1,00	0,01 Ω	1,06 Ω
		10 Ω	9,67 Ω	9,98	0,06 Ω	10,33 Ω
		100 Ω	96,7 Ω	100,2	0,6 Ω	103,3 Ω
		1000 Ω	950 Ω	999	6 Ω	1050 Ω
		Probe influence Rc, Rp max	1 Ω	1,10	0,01 Ω	1,15 Ω
4	Earth resistance 	1 Ω	0,94 Ω	0,99	0,01 Ω	1,06 Ω
		10 Ω	9,67 Ω	9,97	0,06 Ω	10,33 Ω
		100 Ω	96,7 Ω	99,9	0,6 Ω	103,3 Ω
		1000 Ω	950 Ω	995	6 Ω	1050 Ω
		Additional paralel resistance of 5 Ω	100 Ω	97,7	1 Ω	140,0 Ω
5	Earth resistance  	1 Ω	0,80 Ω	1,00	0,01 Ω	1,20 Ω
		19 Ω	17,00 Ω	18,87	0,11 Ω	21,00 Ω
		30 Ω	24,0 Ω	29,3	0,2 Ω	39,0 Ω

All results in accordance with technical specification.

Reference instruments:

No.	Instrument	Type	Certificate No.	Due
1	Calibration System	9100, Wavetek	16C01118	31.7.2017

5) Diseño malla

1. Tamaño del conductor

Sección del conductor:

Camilo Andrés Alvarado Bayona
Ing. Electricista

$$A_{mm^2} = \frac{I \cdot k_f \sqrt{t_c}}{1,9737}$$

A_{mm^2} = Área del conductor en mm²

I = 1,848 Corriente de falla en KA

t_c = 0,13 Tiempo de despeje de la falla en s

k_f = 7,06 Constante para diferentes materiales y varios valores de T_m

T_m = Temp. de fusión o el límite de la temp. del conductor a una temp. ambiente de 40°

MATERIAL	CONDUCTIVIDAD %	T_m (°C)	k_f
Cobre blando	100	1083	7
Cobre duro cuando se utiliza soldadura exotérmica	97	1084	7,06
Cobre duro cuando se utiliza conector mecánico	97	250	11,78
Alambre de acero recubierto de cobre	40	1084	10,45
Alambre de acero recubierto de cobre	30	1084	14,64
Varilla de acero recubierta de cobre	20	1084	14,64
Aluminio grado EC	61	657	12,12
Aleación de aluminio 5005	53,5	652	12,41
Aleación de aluminio 6201	52,5	654	12,47
Alambre de acero recubierto de aluminio	20,3	657	17,2
Acero 1020	10,8	1510	15,95
Varilla de acero recubierta con acero inoxidable	9,8	1400	14,72
Varilla de acero con baño de Zinc (galvanizado)	8,5	419	28,96
Acero inoxidable 304	2,4	1400	30,05

$$A_{mm^2} = \frac{1,848 \times 7,06 \times \sqrt{0,13}}{1,9737} = 2,38 \text{ [mm}^2\text{]}$$

Conductor mínimo permitido AWG 2/0 = 67,42 mm²

Calibre	Diámetro mm	Área mm ²
2/0	10,63	67,42
3/0	11,94	85,01
4/0	13,4	107,20
250	14,62	127,00
300	16,01	152,00
350	17,29	177,30
400	18,49	202,70
500	20,67	253,40
750	20,35	380,00
1000	29,27	506,70

Conductor seleccionado = 2/0 \Rightarrow 67,42 [mm²] \Rightarrow d = 10,63 [mm]

2. Tensiones de paso y de contacto permitidas

Camilo Andrés Alvarado Bayona
Ing. Electricista

$$C_s = 1 - \frac{0,09 \left(1 - \frac{\rho}{\rho_s} \right)}{2 h_s + 0,09}$$

C_s = Factor de reducción debido a la capa superior

ρ = 12 Resistividad del terreno en Ωm

ρ_s = 2500 Resistividad de la capa superficial en Ωm

h_s = 0,3 Espesor de la capa superficial en m

$$C_s = 1 - \frac{0,09 \left(1 - \frac{12}{2500} \right)}{2 \times 0,3 + 0,09} = 0,8702$$

Tensión de paso:

$$E_{step50} = \frac{\left[1000 + 6 \cdot C_s \cdot \rho_s \right] 0,116}{\sqrt{t_s}}$$

$$E_{step50} = \frac{\left[1000 + 6 \cdot 0,8702 \cdot 2500 \right] 0,116}{\sqrt{0,13}} = 4521,18 \quad [V]$$

$$E_{step70} = \frac{\left[1000 + 6 \cdot C_s \cdot \rho_s \right] 0,157}{\sqrt{t_s}}$$

$$E_{step70} = \frac{\left[1000 + 6 \cdot 0,8702 \cdot 2500 \right] 0,157}{\sqrt{0,13}} = 6119,18 \quad [V]$$

Tensión de contacto:

$$E_{touch50} = \frac{\left[1000 + 1,5 \cdot C_s \cdot \rho_s \right] 0,116}{\sqrt{t_s}}$$

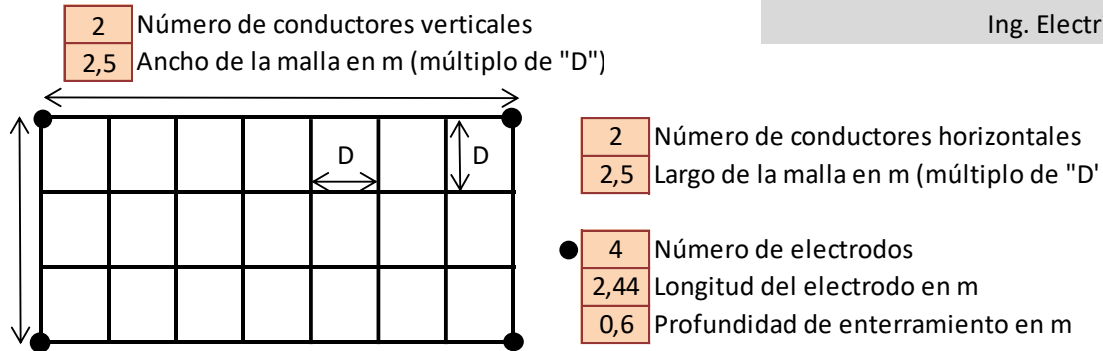
$$E_{touch50} = \frac{\left[1000 + 1,5 \cdot 0,8702 \cdot 2500 \right] 0,116}{\sqrt{0,13}} = 1371,59 \quad [V]$$

$$E_{touch70} = \frac{\left[1000 + 1,5 \cdot C_s \cdot \rho_s \right] 0,157}{\sqrt{t_s}}$$

$$E_{touch70} = \frac{\left[1000 + 1,5 \cdot 0,8702 \cdot 2500 \right] 0,157}{\sqrt{0,13}} = 1856,37 \quad [V]$$

3. Diseño propuesto

Camilo Andrés Alvarado Bayona
Ing. Electricista



$$\text{Longitud Total} = \left[2 \times 2,5 \right] + \left[2 \times 2,5 \right] + \left[4 \times 2,44 \right]$$

$$L_T = 19,76 \quad [\text{m}]$$

$$\text{Área Total} = 2,5 \times 2,5$$

$$A = 6,25 \quad [\text{m}^2]$$

$$\text{Longitud del perímetro} = \left[2 \times 2,5 \right] + \left[2 \times 2,5 \right]$$

$$L_p = 10 \quad [\text{m}]$$

$$\text{Longitud del conductor} = \left[2 \times 2,5 \right] + \left[2 \times 2,5 \right]$$

$$L_C = 10 \quad [\text{m}]$$

$$\text{Longitud de electrodos} = \left[4 \times 2,44 \right]$$

$$L_R = 9,76 \quad [\text{m}]$$

$$\text{Espacio entre conductores paralelos (D)} = 2,5 \quad [\text{m}]$$

4. Resistencia de la malla diseñada

$$R_g = \rho \left[\frac{1}{L_T} + \frac{1}{\sqrt{20A}} \left(1 + \frac{1}{1 + h \cdot \sqrt{20/A}} \right) \right]$$

$$R_g = 12 \left[\frac{1}{19,76} + \frac{1}{\sqrt{20 \cdot 6,25}} \left(1 + \frac{1}{1 + 0,6 \cdot \sqrt{20 / 6,25}} \right) \right]$$

$$R_g = 2,20 \quad \Omega$$

5. GPR

$$\text{GPR} = 1,9 \cdot I \cdot R_g$$

$$\text{GPR} = 1,9 \times 1,848 \times 2,20$$

$$= 7718,60 \quad [\text{V}]$$

6. Variables para el cálculo de las tensiones en caso de falla

Camilo Andrés Alvarado Bayona
Ing. Electricista

$$n = n_a \cdot n_b \cdot n_c \cdot n_d$$

$$n_a = \frac{2 \cdot L_c}{L_p} = \frac{2 \cdot 10}{10} = 2$$

$$n_b = \sqrt{\frac{L_p}{4 \cdot \sqrt{A}}} = \sqrt{\frac{10}{4 \cdot \sqrt{6,25}}} = 1,00$$

$$n_c = 1 \quad \text{Para mallas cuadradas o rectangulares}$$

$$n_d = 1 \quad \text{Para mallas cuadradas o rectangulares}$$

$$n = 2 \cdot 1,00 \cdot 1 \cdot 1 = 2,00$$

$$K_m = \frac{1}{2 \pi} \left[\ln \left(\frac{D^2}{16 \cdot h \cdot d} + \frac{(D + 2 \cdot h)^2}{8 \cdot D \cdot d} - \frac{h}{4 \cdot d} \right) + \frac{K_{ii}}{K_h} \ln \left(\frac{8}{\pi \cdot (2n - 1)} \right) \right]$$

$$K_{ii} = \frac{1}{(2 \cdot n)^{2/n}} = \frac{1}{(2 \cdot 2,00)^1} = 1,00 \quad \text{Para mallas con electrodos}$$

$$K_h = \sqrt{1 + \frac{h}{h_0}} = \sqrt{1 + \frac{0,6}{1}} = 1,26$$

$$K_m = \frac{1}{2 \pi} \left[\ln \left(\frac{2,5^2}{16 \cdot 0,6 \cdot 0,01} + \frac{(3 + 2 \cdot 0,6)^2}{8 \cdot 3 \cdot 0,01} - \frac{0,6}{4 \cdot 0,01} \right) + \frac{1,00}{1,26} \ln \left(\frac{8}{\pi \cdot 2 \cdot (2,0 - 1)} \right) \right]$$

$$K_m = 0,73$$

$$K_i = 0,644 + 0,148 \cdot n$$

$$K_i = 0,644 + 0,148 \cdot 2,00 = 0,94$$

$$K_s = \frac{1}{\pi} \left[\frac{1}{2 \cdot h} + \frac{1}{D + h} + \frac{1}{D} \left(1 - 0,5^{n-2} \right) \right]$$

$$K_s = \frac{1}{\pi} \left[\frac{1}{2 \cdot 0,6} + \frac{1}{3 + 0,6} + \frac{1}{3} \left(1 - 0,5^{2,0-2} \right) \right] = 0,37$$

$$L_M = L_c + \left[1,55 + 1,22 \left(\frac{L_r}{\sqrt{L_x^2 + L_y^2}} \right) \right] L_R$$

$$L_M = 10 + \left[1,55 + 1,22 \left(\frac{2,44}{\sqrt{2,5^2 + 2,5^2}} \right) \right] 9,76 = 33,35 \quad [\text{m}]$$

7. Tensiones en caso de falla

Camilo Andrés Alvarado Bayona
Ing. Electricista

Tensión de paso: (Permitida = 4521,18 Para 50 kg)
= 6119,18 Para 70 kg)

$$E_s = \frac{\rho \cdot K_s \cdot K_i \cdot I}{0,75 L_C + 0,85 L_R}$$

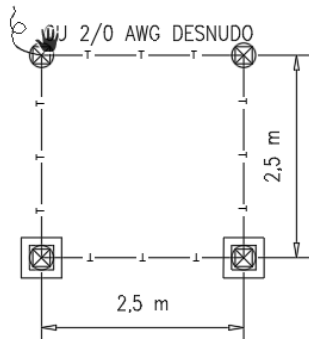
$$E_s = \frac{12 \cdot 0,37 \cdot 0,94 \cdot 1848}{0,75 \cdot 10 + 0,85 \cdot 9,76} = 485,56 \text{ [V]} \quad \begin{array}{l} \text{Cumple para 50kg} \\ \text{Cumple para 70kg} \end{array}$$

Tensión de contacto: (Permitida = 1371,59 Para 50 kg)
= 1856,37 Para 70 kg)

$$E_M = \frac{\rho \cdot K_m \cdot K_i \cdot I}{L_M}$$

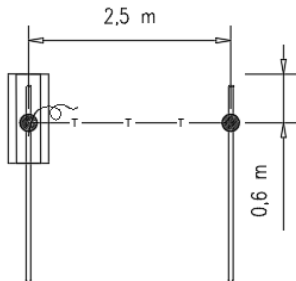
$$E_M = \frac{12 \cdot 0,73 \cdot 0,94 \cdot 1848}{33,35} = 456,15 \text{ [V]} \quad \begin{array}{l} \text{Cumple para 50kg} \\ \text{Cumple para 70kg} \end{array}$$

De acuerdo a los cálculos obtenidos, se debe construir una malla de 2,5 metros de largo por 2,5 metros de ancho, garantizando una resistencia menor a 10Ω de acuerdo a los límites establecidos por el RETIE para subestaciones de media tensión.



SISTEMA DE PUESTA A TIERRA Y APANTALLAMIENTO

- CAJA DE INSPECCIÓN 30x30cm
- ELECTRODO Cu 5/8"x2.44m
- SOLDADURA EXOTÉRMICA
- COLA DEL S.P.T. EN Cu DESNUDO
- BARRAJE EQUIPOTENCIAL
- CONDUCTOR DE TIERRA EN COBRE



j. Cálculo económico de conductores

Se realiza el análisis teniendo en cuenta el costo aproximado de instalación y operación del conductor técnico calculado, a partir de ahí se calcula la sección del conductor económico que permitiría ahorrar en costos de operación a lo largo de la vida útil de la instalación. Ver **Anexo B (Análisis económico)**

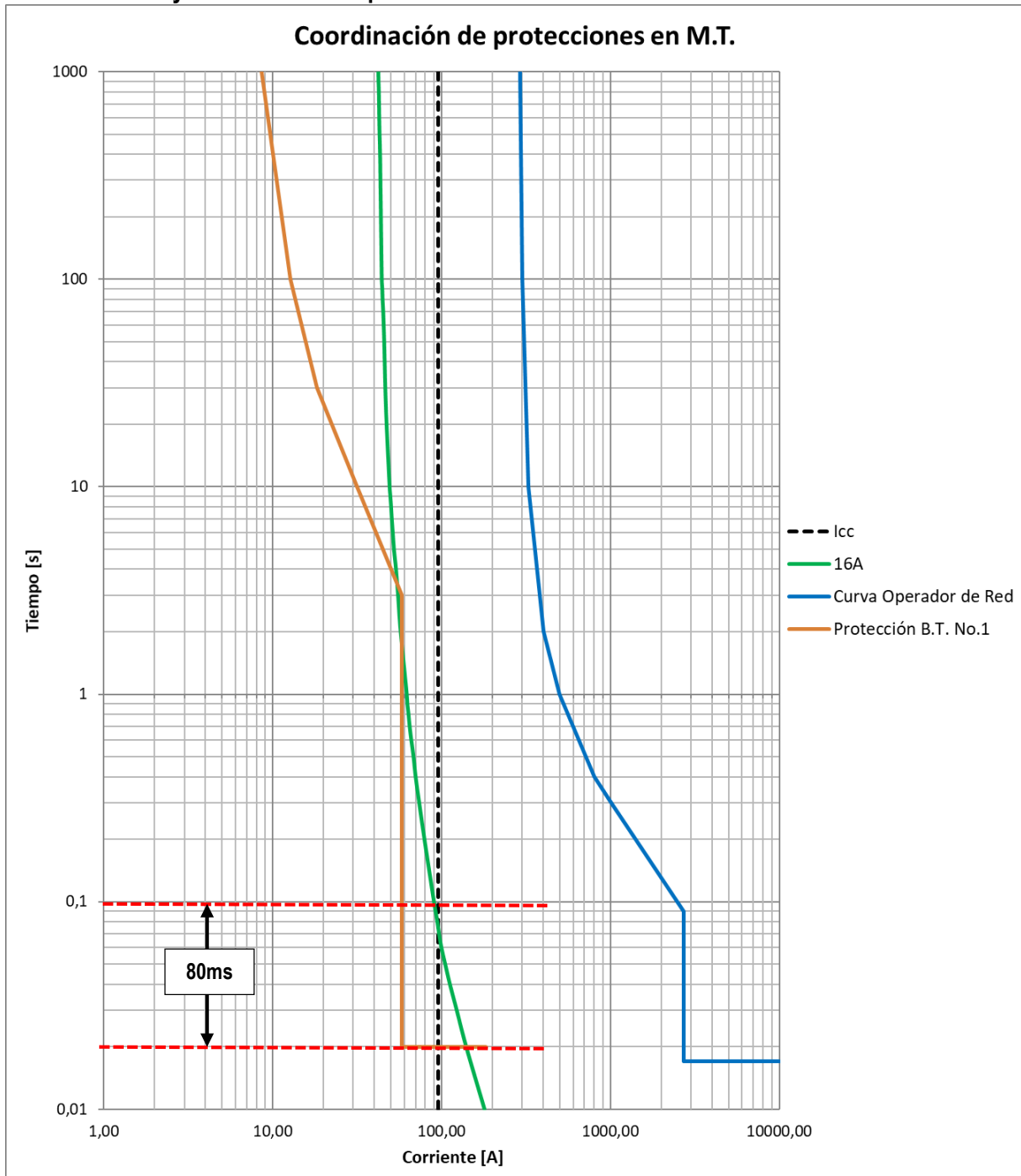
k. Verificación de conductores

La verificación de los conductores se realiza según su capacidad amperimétrica y se observa en el **Anexo C (Memorias de cálculo)**

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

Las redes del proyecto son subterráneas por lo que no se utilizan estructuras para su soporte

m. Cálculo y coordinación de protecciones



n. Cálculo de canalizaciones

Ver columna de porcentaje de ocupación en el **Anexo C (Memorias de cálculo)**

o. Cálculos de pérdidas de energía

Ver columna de pérdidas de energía en el **Anexo C (Memorias de cálculo)**

p. Cálculos de regulación

Ver columna de regulación parcial y acumulada en el **Anexo C (Memorias de cálculo)**

q. Clasificación de áreas

El proyecto no cuenta con áreas clasificadas que se encuentren dentro de lo especificado en la NTC2050

r. Elaboración de diagramas unifilares

Ver planos eléctricos

s. Elaboración de planos y esquemas eléctricos para construcción

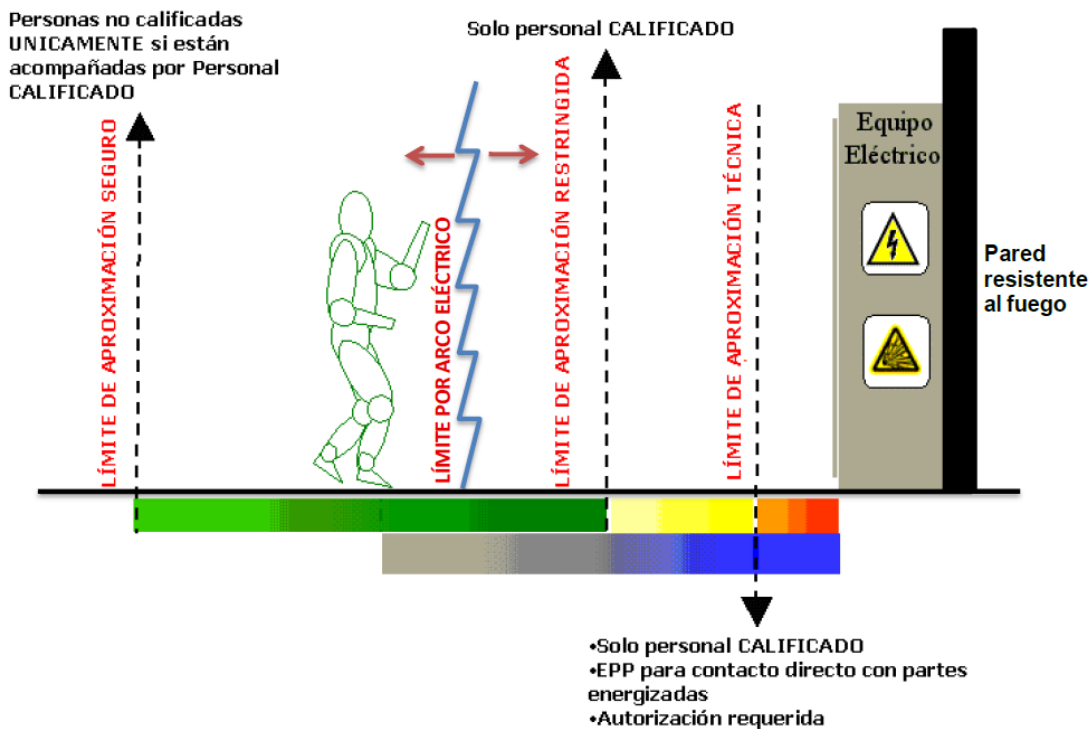
Ver planos eléctricos

t. Especificaciones de construcción

Ver **Anexo D (Especificaciones técnicas)**

u. Establecer distancias de seguridad requeridas

La subestación debe demarcarse con franjas de acuerdo a los siguientes colores y distancias:



Tensión nominal del sistema (fase – fase)	Límite de aproximación seguro [m]		Límite de aproximación restringida (m) Incluye movimientos involuntarios.	Límite de aproximación técnica (m)
	Parte móvil expuesta	Parte fija expuesta		
50 V – 300 V	3,0	1,0	Evitar contacto	Evitar contacto
301 V – 750 V	3,0	1,0	0,30	0,025
751 V – 15 kV	3,0	1,5	0,7	0,2
15,1 kV – 36 kV	3,0	1,8	0,8	0,3
36,1 kV – 46 kV	3,0	2,5	0,8	0,4
46,1 kV – 72,5 kV	3,0	2,5	1,0	0,7
72,6 kV – 121 kV	3,3	2,5	1,0	0,8
138 kV – 145 kV	3,4	3,0	1,2	1,0
161 kV – 169 kV	3,6	3,6	1,3	1,1
230 kV – 242 kV	4,0	4,0	1,7	1,6
345 kV – 362 kV	4,7	4,7	2,8	2,6
500 kV – 550 kV	5,8	5,8	3,6	3,5

v. Justificación técnica de desviación de la NTC2050

No se presentan desviaciones a la norma que deban ser justificadas

w. Demás estudios

No se requieren estudios adicionales como sísmicos, acústicos, mecánicos o térmicos para una correcta y segura operación del proyecto.

ANEXO A

Cuadros de carga

TABLERO	CIRCUITO	UBICACIÓN	DISTANCIA [m]	POTENCIA [kW]	SISTEMA	VOLTAJE [V]	FASES	Corriente nominal In [A]			Promedio	FACTOR DE SEGURIDAD 1,25In [A]	AJUSTE PROTECCIÓN	ACOMETIDA	MATERIAL	AISLAMIENTO	TUBERIA	MATERIAL TUBERIA	CONSTANTE DE REGULACIÓN	REGULACIÓN PARCIAL	Monofásico normal	Monofásico GFCI	Bifásico normal	Hermética 50W	Hermética 20W	Panel LED RD 18W	Sensor infrarrojo 360° 90m²	Reflector LED 50W	Hermética 40W	Tortuga 12W	Panel LED 60x60 45W	Reflector LED 30W	Panel LED RD 24W	Trifásico 3F-T	Monofásico regulado	Emergencia rectangular	Emergencia doble lámpara	Monofásico regulado en techo				
								R	S	T	In [A]																															
COC	01	Tomas cocina	16	1,50	Monofásico	120	R	12,50	---	---	12,50	15,63	1x20	2x12+12T	Cu	HF-FR-LS	1Ø1/2"	PVC	7,542E-02	1,81%		1																				
	02	Tomas cocina	9	1,50	Monofásico	120	R	12,50	---	---	12,50	15,63	1x20	2x12+12T	Cu	HF-FR-LS	1Ø1/2"	PVC	7,542E-02	1,02%		1																				
	03	Tomas cocina	14	1,50	Monofásico	120	S	---	---	---	12,50	15,63	1x20	2x12+12T	Cu	HF-FR-LS	1Ø1/2"	PVC	7,542E-02	1,58%		1																				
	04-06	Procesador de alimentos	8	2,50	Bifásico	208	S-T	---	12,02	12,02	12,02	15,02	2x20	2x12+12T	Cu	HF-FR-LS	1Ø1/2"	PVC	2,510E-02	0,50%			1																			
	05	Tomas cocina	7	1,50	Monofásico	120	T	---	---	---	12,50	15,63	1x20	2x12+12T	Cu	HF-FR-LS	1Ø1/2"	PVC	7,542E-02	0,79%		1																				
	07	Tomacorriente congelador	11	1,50	Monofásico	120	R	12,50	---	---	12,50	15,63	1x20	2x12+12T	Cu	HF-FR-LS	1Ø1/2"	PVC	7,542E-02	1,24%	1																					
	08	Almacenamiento	9	0,18	Monofásico	120	R	1,50	---	---	1,50	1,88	1x20	2x12+12T	Cu	HF-FR-LS	1Ø1/2"	PVC	7,542E-02	0,12%	1																					
	09	Tomacorriente congelador	10	1,50	Monofásico	120	S	---	---	---	12,50	15,63	1x20	2x12+12T	Cu	HF-FR-LS	1Ø1/2"	PVC	7,542E-02	1,13%	1																					
	10-12	Extractor cocina	10	2,50	Bifásico	208	S-T	---	12,02	12,02	12,02	15,02	2x20	2x12+12T	Cu	HF-FR-LS	1Ø1/2"	PVC	2,510E-02	0,63%			1																			
	11	Pesa	8	1,50	Monofásico	120	T	---	---	---	12,50	15,63	1x20	2x12+12T	Cu	HF-FR-LS	1Ø1/2"	PVC	7,542E-02	0,91%		1																				
	13-15-17	Calentador cocina	14	12,00	Trifásico 3H	208	R-S-T	33,31	33,31	33,31	33,31	41,64	3x50	3x8+10T	Cu	HF-FR-LS	1Ø3/4"	PVC	4,956E-03	0,83%																1						
	14	Tomacorrientes empleados	14	0,36	Monofásico	120	R	3,00	---	---	---	3,00	3,75	1x20	2x12+12T	Cu	HF-FR-LS	1Ø1/2"	PVC	7,542E-02	0,27%	1	1																			
Total COC				28,04	Trifásico 4H	208	R-S-T	77,83	77,83	77,83	77,83	97,29	3x100	3x1/0+1/0+8T	Cu	HF-FR-LS	1Ø2"	PVC	7,625E-04		4	6	2												1							
TEX	01	Iluminación escaleras exteriores	56	0,08	Monofásico	120	R	0,63	---	---	0,63	0																														

ANEXO B

Cálculo económico

ANEXO C

Memorias

DESDE TABLERO	HASTA TABLERO	SISTEMA	VOLTAJE [V]	CARGA INSTALADA [kVA]	FACTOR DE POTENCIA	FACTOR DE DIVERSIDAD	CARGA DIVERSIFICADA [kVA]	DISTANCIA [m]	CORRIENTE NOMINAL In[A]	FACTOR DE SEGURIDAD 1,25In [A]	AJUSTE PROTECCIÓN	ACOMETIDA	MATERIAL	ASLAMIENTO	TUBERIA	MATERIAL TUBERIA	CONSTANTE DE REGULACIÓN	REGULACIÓN PARCIAL	REGULACIÓN ACUMULADA	CORRIENTE DE CORTO Icc	PORCENTAJE DE OCUPACIÓN	PÉRDIDAS DE ENERGÍA [W]
TBOMBAS	AP1	Trifásico 4H	208	4	0,85	100%	4,00	10	11,103	13,0	3x20	3x12+12+12T	Cu	HF-FR-LS	1Ø1/2"	IMC	1,231E-02	0,49%	1,07%	25kA	29,50%	6,6
TBOMBAS	AP2	Trifásico 4H	208	4	0,85	100%	4,00	10	11,103	13,0	3x20	3x12+12+12T	Cu	HF-FR-LS	1Ø1/2"	IMC	1,231E-02	0,49%	1,07%	25kA	29,50%	6,6
TP1	UPS	Trifásico 4H	208	8	0,90	100%	8,00	20	22,206	27,0	3x32	3x8+6+6T	Cu	HF-FR-LS	1Ø1"	PVC	4,886E-03	0,78%	1,44%	25kA	31,72%	20,8
UPS	TR	Trifásico 4H	208	8	0,90	100%	8,00	3	22,206	27,0	3x32	3x8+6+6T	Cu	HF-FR-LS	1Ø1"	PVC	4,886E-03	0,12%	1,56%	25kA	31,72%	3,1
TGA	TBOMBAS	Trifásico 4H	208	8	0,85	100%	8,00	7	22,206	27,0	3x32	3x8+8+10T	Cu	HF-FR-LS	1Ø1"	PVC	4,886E-03	0,27%	0,58%	25kA	37,21%	7,3
TGA	MTE	Trifásico 4H	208	2	0,85	100%	2,00	18	5,551	6,0	3x20	3x12+12+12T	Cu	HF-FR-LS	1Ø1/2"	PVC	1,231E-02	0,44%	0,75%	25kA	29,50%	3,0
TGA	TEX	Trifásico 4H	208	1,57	0,90	100%	1,57	34	4,358	5,0	3x20	3x12+12+12T	Cu	HF-FR-LS	1Ø1/2"	PVC	1,231E-02	0,66%	0,96%	25kA	29,50%	3,4
TGA	COC	Trifásico 4H	208	28,04	0,90	70%	19,63	15	54,482	68,0	3x80	3x1/0+1/0+6T	Al	HF-FR-LS	1Ø2"	PVC	1,271E-03	0,37%	0,68%	25kA	23,01%	14,7
TGA	TP1	Trifásico 4H	208	33,99	0,90	70%	23,79	15	66,043	82,0	3x100	3x2/0+2/0+6T	Al	HF-FR-LS	1Ø2"	PVC	1,008E-03	0,36%	0,66%	25kA	27,03%	17,0
TGA	TP2	Trifásico 4H	208	36,54	0,90	70%	25,58	18	70,997	88,0	3x100	3x2/0+2/0+6T	Al	HF-FR-LS	1Ø2"	PVC	1,008E-03	0,46%	0,77%	25kA	27,03%	23,6
TGA	TP3	Trifásico 4H	208	16,45	0,90	70%	11,52	21	31,962	39,0	3x40	3x6+6+10T	Cu	HF-FR-LS	1Ø1"	PVC	3,076E-03	0,74%	1,05%	25kA	36,20%	28,6
TGA	TPP	Trifásico 4H	208	5	0,90	100%	5,00	13	13,879	17,0	3x20	3x12+12+12T	Cu	HF-FR-LS	1Ø1/2"	PVC	1,231E-02	0,80%	1,10%	25kA	29,50%	13,3
TGA	DPS-1	Trifásico 4H	208	0	0,80	100%	0,00	0	0,000	0,0	3x20	3x12+12+12T	Cu	HF-FR-LS	1Ø1/2"	PVC	1,231E-02	0,00%	0,30%	25kA	29,50%	0,0
CONTROL ECI	ECI	Trifásico 4H	208	75	0,85	100%	75,00	6	208,179	260,0	3x280	3x500+500+2T	Al	HF-FR-LS	1Ø4"	IMC	2,684E-04	0,12%	0,48%	25kA	18,95%	18,1
CONTROL ECI	JCK	Trifásico 4H	208	3	0,85	100%	3,00	5	8,327	10,0	3x20	3x12+12+12T	Cu	HF-FR-LS	1Ø1/2"	IMC	1,231E-02	0,18%	0,55%	25kA	29,50%	1,8
TRAFO-01	TGA	Trifásico 4H	208	112,5	0,90	100%	112,50	10	312,269	390,0	3x400	2(3x250+250)+1/0T	Al	HF-FR-LS	30cm	CÁRCAMO	2,684E-04	0,30%	0,30%	25kA	---	67,8
TRAFO-01	CONTROL ECI	Trifásico 4H	208	75	0,85	100%	75,00	18	208,179	260,0	3x280	3x500+500+2T	Al	HF-FR-LS	1Ø4"	IMC	2,684E-04	0,36%	0,36%	25kA	18,95%	54,2
PLANTA-01	PLANTA-TGA	Trifásico 4H	208	112,50	0,90	100%	112,50	12	312,269	390,0	3x400	2(3x250+250)+1/0T	Al	HF-FR-LS	30cm	CÁRCAMO	2,684E-04	0,36%	0,36%	25kA	---	81,3