AGOSTO DE 2025

PARQUE LAS MERCEDES – MARINILLA, ANTIOQUIA

MEMORIAS DE CÁLCULO

SIMON RAMIREZ NOREÑA - INGENIERO ELECTRICISTA

TABLA DE CONTENIDO

1. Objeto 4

2. ALCANCE 4

3. definiciones 4

4. contenido 5

4.1 Análisis y cuadros de cargas iniciales y futuras, incluyendo análisis de factor de potencia y armónicos 5

4.1.1 Cuadro de cargas 5

4.1.2 Análisis de los efectos armónicos 5

4.2 Análisis de coordinación de aislamiento. 6

4.3 Análisis de corto circuito y falla a tierra. 7

4.4 Análisis de riesgo por rayos. 7

4.5 Análisis de riesgo de origen eléctrico y medidas para mitigarlo. 7

4.6 Análisis De Nivel De Tensión Requerido. 18

4.7 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. 18

4.8 Cálculo de los transformadores, incluyendo los efectos de armónicos y el factor de potencia en la carga 19

4.8.1 Cálculo del transformador. 19

4.8.2 Efectos armónicos y el factor de potencia de la carga 19

4.9 Cálculo del sistema de puesta a tierra. 20

4.10 Cálculo Económico De Conductores, teniendo en cuenta todos los factores de pérdida, las cargas resultantes y los costos de energía. 20

4.11 Verificación De Conductores. 20

4.12 Cálculo Mecánico De Estructuras. 21

4.13 Cálculo y coordinación de protecciones contra sobrecorrientes. 21

4.14 Cálculo De Canalizaciones (Tubo, Ducto, Canaleta, Y Electroductos) Y Volumen De Encerramiento (Cajas, Tableros, Conduletas, Etc). 22

4.15 Cálculo de pérdidas de energía, teniendo en cuenta los efectos de los armónicos y factor de potencia 23
4.16 Cálculos De Regulación. 24
4.17 Clasificación De Áreas. 26
4.18 Elaboración De Diagramas Unifilares. 26
4.19 Elaboración De Planos Y Esquemas Eléctricos. 26
4.20 Especificaciones De Construcción. 26
4.21 Especificaciones Generales 27
4.22 Alcance Del Trabajo 27
4.23 Marcas, Calidades De Materiales Y Equipos 27
4.24 Especificaciones De Los Materiales Y Equipos. 30
4.25 Establecer las Distancias De Seguridad Requeridas. 38
4.26 Justificación Técnica De Desviación De La NTC 2050. 42
5. responsabilidad 42
6. documentos de referencia 43
6.1 Internos 43
6.2 externos 43

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Distancias mínimas de seguridad en zonas con construcciones 18
Ilustración 2: Servidumbre para líneas de alta tensión 19
Ilustración 3: Figura 1 de la norma de EPM RA8-014 40
Ilustración 4: Figura 2 de la norma de EPM RA8-014 40
Ilustración 5: Figura 3 de la norma de EPM RA8-014 41
Ilustración 6: Espacios mínimos en subestación interior. 42

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Tabla 310-16 NTC 2050 6
Tabla 2: Factor de riesgos por arcos eléctricos 8
Tabla 3: Factor de riesgo por contacto directo 9
Tabla 4: Factos de riesgo por contacto indirecto 10
Tabla 5: Factor de riesgo por cortocircuito 11
Tabla 6: Factor de riesgos por rayos 12
Tabla 7: Factor de riesgos por sobrecarga 13
Tabla 8: Factor de riesgo por tensión de contacto 14
Tabla 9: Factor de riesgo por tensión de paso 15
Tabla 10: Factor de riesgo por electricidad estática 16
Tabla 11: Factor de riesgo por equipo defectuoso 17
Tabla 12: Calculo económico de conductores ..... **¡Error! Marcador no definido.**
Tabla 13: Verificación de conductores 21
Tabla 14: Ocupación de ductos Ø1/2 22
Tabla 15: Ocupación de ductos Ø3/4" 23
Tabla 16: Perdidas en potencia de los ramales del proyecto 23
Tabla 17: Caída de tensión trifásica cable Al 25
Tabla 18: Caída de tensión trifásica cable Cu 26
Tabla 19: Tabla 110-16A de la NTC 2050 38
Tabla 20: Espacios de trabajo 39

LISTA DE ECUACIONES

Ecuación 1: Perdida de potencia en los conductores 23

1. OBJETO

El propósito de este documento es presentar los diseños eléctricos de la red eléctrica interna a ser tenidos en cuenta para el desarrollo de la ingeniería de la construcción, del proyecto **"REDES ELÉCTRICAS INTERNAS DEL PARQUE LAS MERCEDES",** ubicado en el municipio de **MARINILLA** departamento de Antioquia

2. ALCANCE

Este documento tiene como alcance definir los criterios del proyecto empleados para la elaboración del diseño eléctrico de la construcción de la red interna, para el proyecto **"REDES ELÉCTRICAS INTERNAS DEL PARQUE LAS MERCEDES** ubicado entre calles 33 – 34 y carreras 32-33 del municipio de Marinilla, departamento de Antioquia, basado en los criterios de EPM y RETIE para diseños eléctricos de redes eléctricas internas domiciliarias.

3. DEFINICIONES

ACOMETIDA: Derivación desde el alimentador principal, que llega hasta el gabinete o caja hermética, en muro Técnico (tótem).

INSTALACIÓN ELÉCTRICA: Se le llama instalación eléctrica al conjunto de elementos que permiten transportar y distribuir la energía eléctrica, desde el punto de suministro hasta los equipos que la utilicen.

INTERRUPTOR AUTOMÁTICO *(Circuit Breaker):* dispositivo diseñado para que abra y cierre un circuito de manera no automática y para que abra el circuito automáticamente cuando se produzca una sobrecorriente predeterminada sin daños para el mismo cuando se aplique adecuadamente dentro de sus valores nominales.

GABINETE DE MEDIDA: Estructuras metálicas o no metálicas que cumplen con condiciones mecánicas y de seguridad, construidos para instalarse generalmente de manera empotrada, sobre puesta en los muros o paredes o autosoportados y destinados a encerrar equipos de baja tensión como medidores de energía, equipos de protección y transformadores de medida.

TRANSFORMADOR: dispositivo eléctrico que permite aumentar o disminuir la tensión en un circuito eléctrico de corriente alterna, manteniendo la potencia.

INTERRUPTOR DE USO GENERAL: Interruptor diseñado para usarse en circuitos de distribución y ramales de uso general. Su capacidad se establece en amperios y es capaz de interrumpir su corriente nominal a su tensión nominal.

TABLERO DE DISTRIBUCIÓN: Los Tableros de Distribución de Baja Tensión son aptos para su utilización en las Sub-estaciones principales, secundarias y en lugares donde se desee tener un grupo de interruptores con protección contra sobrecargas y cortocircuitos; destinados a

proteger y alimentar a las cargas eléctricas. Los tableros de distribución constituyen una parte inherente a toda red eléctrica y se fabrican para conducir desde algunos pocos amperios hasta el orden de 4000 A, así como para soportar los niveles de corrientes de cortocircuito y los niveles de tensión de la red eléctrica.

TOMACORRIENTE CON POLO A TIERRA: Tomacorriente con un contacto hembra que hace el primer contacto eléctrico a tierra con el contacto macho de una clavija al conectar un equipo.

4. CONTENIDO

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

4.1.1 Cuadro de cargas

Los cuadros de carga son una parte vital en cualquier proyecto eléctrico, en ellos se muestra detalladamente la información referente a cargas eléctricas (por circuito, por fase y totales), capacidad de las protecciones, calibre de los conductores, número de circuitos y descripción de las cargas que maneja cada uno, para un tablero eléctrico en particular, o para toda la instalación. Los planos, así como las especificaciones técnicas de los equipos de gran potencia que forman parte del proyecto a ejecutar (motores, motobombas, etc.). Existen varios formatos que se pueden usar al momento de un cuadro de cargas, principalmente, se utilizará (1) formato, para el desarrollo del proyecto, siendo incluido en las memorias de cálculo. Las cargas iniciales evaluadas en este proyecto son las mismas que las cargas futuras, no se consideraron ampliaciones de carga en el proyecto.

Ver plano adjunto.

4.1.2 Análisis de los efectos armónicos

Siguiendo lo indicado en el STD IEEE 519 de 1992, las principales fuentes de armónicos para una instalación eléctrica son:

- Convertidores.
- Hornos de arco.
- Compensador de VAR estático.
- Inversores monofásicos.
- Inversores trifásicos.
- Controles de fase electrónicos.
- Ciclo convertidor.
- Variadores de modulación con ancho de pulso.

EL PARQUE DE LAS MERCEDES no cuenta con este tipo de cargas, por lo tanto, los efectos provocados por armónicos son despreciables.

4.2 Análisis de coordinación de aislamiento.

El nivel de aislamiento es el correspondiente al de cada elemento individual, que hace parte de la instalación. Los cálculos se realizarán teniendo en cuenta que los conductores utilizados serán monopolares en cobre suave solido THHN/THWN, tendrán un aislamiento en PVC libre de halógenos, resistente a la abrasión, el calor y la humedad, chaqueta externa de poliamida (nylon), con tensión de operación de 600V, temperatura de operación de 90°C para sitios secos y húmedos y 75°C en lugares mojados. Por lo que no hubo necesidad de hacer coordinación de aislamiento porque el fabricante de los productos deberá garantizar que el aislamiento de los conductores esté por encima del nivel de tensión de la instalación.

Se considera como capacidad inestable, la capacidad en KVA que puede soportar la acometida a tensión nominal de la red, sin que se eleve la temperatura por encima de 75°C para instalaciones con capacidad de corriente menor de 100 A o de 75°C si la capacidad de corriente es mayor. Por lo que no hubo necesidad de hacer coordinación de aislamiento porque el fabricante de los productos deberá garantizar su aislamiento acorde a su nivel de tensión.

Para realizar la coordinación de aislamiento se utilizó la tabla NTC 2050 tabla 310-16 (véase Tabla 1: Tabla 310-16 NTC 2050) columna de 75°C.

Tabla 310-16 Capacidad de corriente permisible en conductores aislados para 0 a 2 000 V nominales y 60 °C a 90 "C. No más de tres conductores portadores de corriente en una canalización, cable o tierra (directamente enterrados) y temperatura ambiente de 30 °C.

Sección transv.	Temperatura nominal del conductor (ver Tabla 310-13)						Calibre
	60 °C	75 °C	90 °C	60 °C	75 °C	90 °C	
	TIPOS TW*, UF*	TIPOS FEPW*, RH*, RHW*, THHW*, THW*, THWN*, XHHW*, USE*, ZW*	TIPOS TBS,SA,SS,FEP*, FEPB*,MI,RHH*, RHW-2, THHN*, THHW*,THW-2*, THWN-2*, USE-2, XHH, XHHW*, XHHW-2, ZW-2	TIPOS TW*, UF*	TIPOS RH*, RHW*, THHW*, THW*, THWN*, XHHW, USE*	TIPOS TBS,SA,SS, THHN*, THHW*, THW-2, THWN-2, RHH*, RHW-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2	
mm²	COBRE			ALUMINIO 0 ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE			AWG o kcmils
0,82	--	--	14	--	--	--	18
1,31	--	--	18	--	--	--	16
2,08	20*	20*	25	--	--	--	14
3,30	25*	25*	30*	20*	20*	25*	12
5,25	30	35*	40*	25	30*	35*	10
8,36	40	50	55	30	40	45	8
13,29	55	65	75	40	50	60	6
21,14	70	85	95	55	65	75	4
26,66	85	100	110	65	75	85	3
33,62	95	115	130	75	90	100	2
42,20	110	130	150	85	100	115	1
53,50	125	150	170	100	120	135	1/0
67,44	145	175	195	115	135	150	2/0
85,02	165	200	225	130	155	175	3/0
107,21	195	230	260	150	180	205	4/0
126,67	215	255	290	170	205	230	250
152,01	240	285	320	190	230	255	300
177,34	260	310	350	210	250	280	350
202,68	280	335	380	225	270	305	400
253,35	320	380	430	260	310	350	500
304,02	355	420	475	285	340	385	600
354,69	385	460	520	310	375	420	700
380,02	400	475	535	320	385	435	750
405,36	410	490	555	330	395	450	800
456,03	435	520	585	355	425	480	900
506,70	455	545	615	375	445	500	1.000
633,38	495	590	665	405	485	545	1.250
760,05	520	625	705	435	520	585	1.500
886,73	545	650	735	455	545	615	1.750
1.013,40	560	665	750	470	560	630	2.000

Tabla 1: Tabla 310-16 NTC 2050

4.3 Análisis de corto circuito y falla a tierra.

Este ítem no es aplicable a las memorias de cálculo del parque las Mercedes, ubicado en el Municipio de Marinilla, Antioquia. El análisis de cortocircuito y falla a tierra corresponde al diseño eléctrico de las redes externas del transformador existente, en el cual se otorgó el Punto de Conexión por el operador de red de la zona EPM, por lo que es responsabilidad del diseñador eléctrico realizar los cálculos y estudios pertinentes, asegurando el cumplimiento de las normativas vigentes exigidas por los organismos de control. Las presentes memorias de cálculo se enfocan exclusivamente en los cálculos y estudios de las redes eléctricas internas, abarcando desde el gabinete de medida hasta los aparatos eléctricos internos instalados.

4.4 Análisis de riesgo por rayos.

Ver documento anexo.

4.5 Análisis de riesgo de origen eléctrico y medidas para mitigarlo.

Se puede decir que todas las instalaciones de origen eléctrica se consideran son de peligro inminente o de alto riesgo porque de una u otra forma en cierta parte carecen de alguna medida de protección frente a condiciones donde se compromete la salud o la vida de las personas, tales como: sobretensiones, sobrecargas, cortocircuitos, arco eléctrico, contacto directo e indirecto con partes energizadas, tensiones de paso, contacto y transferidas.

El nivel o grado de riesgo de origen eléctrico de toda instalación se puede evaluar basados en la matriz de análisis de riesgos del numeral 9.2.1 del RETIE, para esta instalación los riesgos más frecuentes y las medidas para mitigarlos se describen a continuación:

FACTOR DE RIESGO POR ARCOS ELÉCTRICOS

POSIBLES CAUSAS: En el desarrollo de la instalación eléctrica se pueden presentar quemaduras eléctricas por malos contactos y cortocircuitos.

MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Utilizar avisos de precaución, tableros bien cerrados y debidamente rotulados, respetar las distancias de seguridad.

RIESGO A EVALUAR:	Electrocución o quemadura	por	Arcos Eléctricos	(al) o (en)	RED SECUNDARIA 220/127 V
	EVENTO O EFECTO		(CAUSA)		FUENTE

POTENCIAL	x	REAL		FRECUENCIA				
				E	D	C	B	A
	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		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
CONSECUENCIAS	Una o mas muertes E5	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	MEDIO	ALTO
	Incapacidad temporal (> 1 día)	Daños severos. Interrupción Temporal	Contaminación localizada	Regional	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Lesión menor (sin incapacidad)	Daños importantes Interrupción breve E2	Efecto menor	Local E2	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves, No Interrupción	Sin efecto E1	Interna	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO

Evaluador:	Simon Ramirez	MP:	AN205-161869	FECHA:	10/08/2024

Tabla 2: Factor de riesgos por arcos eléctricos

FACTOR DE RIESGO POR CONTACTO DIRECTO

POSIBLES CAUSAS: En el desarrollo de la instalación primaria en media tensión se pueden presentar electrocución por negligencia de técnicos y por violación de las distancias mínimas de a seguridad.

MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Establecer distancias de seguridad, utilizar elementos de protección personal, instalar puestas a tierra solidas, Probar ausencia de tensión.

RIESGO A EVALUAR:	**Electrocución o quemaduras**	**por**	**Contacto directo**	**(al) o (en)**	**RED SECUNDARIA 220/127 V**
	EVENTO O EFECTO		**FACTOR DE RIESGO (CAUSA)**		**FUENTE**

POTENCIAL	X		**REAL**		**FRECUENCIA**				
					E	**D**	**C**	**B**	**A**
	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		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
CONSECUENCIAS	Una o mas muertes E5	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**	**MEDIO**	**ALTO**
	Incapacidad temporal (> 1 día)	Daños severos. Interrupción Temporal	Contaminación localizada	Regional	**3**	**BAJO**	**MEDIO**	**MEDIO**	**MEDIO**	**ALTO**
	Lesión menor (sin incapacidad)	Daños importantes Interrupción breve E2	Efecto menor	**Local E2**	**2**	**BAJO**	**BAJO**	**MEDIO**	**MEDIO**	**MEDIO**
	Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves, No Interrupción	**Sin efecto E1**	Interna	**1**	**MUY BAJO**	**BAJO**	**BAJO**	**BAJO**	**MEDIO**

Evaluador:	Simon Ramirez	**MP:**	AN205-161869	**FECHA:**	10/08/2024

Tabla 3: Factor de riesgo por contacto directo

FACTOR DE RIESGO POR CONTACTO INDIRECTO

POSIBLES CAUSAS: En el desarrollo de la instalación eléctrica de media y baja tensión se puede presentar electrocución por fallas de aislamiento, por falta de conductor de puesta a tierra o quemaduras por inducción al violar distancias de seguridad.

MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Establecer distancias de seguridad, utilizar elementos de protección personal, instalar puestas a tierra solidas, recubrimiento de partes activas, hacer mantenimiento preventivo y correctivo.

RIESGO A EVALUAR:	Quemaduras	por	Contacto indirecto	(al) o (en)	RED SECUNDARIA 220/127 V
	EVENTO O EFECTO		FACTOR DE RIESGO (CAUSA)		FUENTE

POTENCIAL	X	REAL		FRECUENCIA				
				E	D	C	B	A
	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		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
CONSECUENCIAS	Una o mas muertes E5	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	MEDIO	ALTO
	Incapacidad temporal (> 1 día)	Daños severos. Interrupción Temporal	Contaminación localizada	Regional	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Lesión menor (sin incapacidad)	Daños importantes Interrupción breve E2	Efecto menor	Local E2	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves, No Interrupción	Sin efecto E1	Interna	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO

Evaluador:	Simon Ramirez	MP:	AN205-161869	FECHA:	10/08/2024

Tabla 4: Factos de riesgo por contacto indirecto

FACTOR DE RIESGO POR CORTOCIRCUITO

POSIBLES CAUSAS: En el desarrollo de la instalación eléctrica de media tensión se puede presentar electrocución por fallas de aislamiento, por falta de conductor de puesta a tierra o quemaduras por inducción al violar distancias de seguridad.

MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Establecer distancias de seguridad, utilizar elementos de protección personal, instalar puestas a tierra solidas, Instalación de interruptores automáticos con dispositivos de disparo de máxima corriente ó cortacircuitos fisubles, hacer mantenimiento preventivo y correctivo.

RIESGO A EVALUAR:	Quemaduras	por	Cortocircuitos	(al) o (en)	RED SECUNDARIA 220/127 V
	EVENTO O EFECTO		FACTOR DE RIESGO (CAUSA)		FUENTE

POTENCIAL	X	REAL		FRECUENCIA				
				E	D	C	B	A
	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		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
CONSECUENCIAS	Una o mas muertes	Daño grave en infraestructura. Interrupción regional.	Contaminación irreparable.	Internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
	Incapacidad parcial permanente E4	Daños mayores, salida de subestación	Contaminación mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Incapacidad temporal (> 1 día)	Daños severos. Interrupción Temporal	Contaminación localizada	Regional	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Lesión menor (sin incapacidad)	Daños importantes Interrupción breve. E2	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

Evaluador:	Simon Ramirez	MP:	AN205-161869	FECHA:	10/08/2024

Tabla 5: Factor de riesgo por cortocircuito

FACTOR DE RIESGO POR RAYOS

POSIBLES CAUSAS: En el desarrollo de la instalación eléctrica de media tensión se puede presentar electrocución por fallas de aislamiento,por fallas en el diseño, construcción, operación, por falta de conductor de puesta a tierra o quemaduras por inducción al violar distancias de seguridad.

MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Instalar puestas a tierras solidas, equipotencialización, Instalación de pararrayos, bajantes,apantallamiento,topología de cableados. Además suspender actividades de alto riesgo, cuando se tenga personal al aire libre.

RIESGO A EVALUAR:	Quemaduras, Electrocución	por	Rayos	(al) o (en)	Sistema de puesta a tierra
	EVENTO O EFECTO		FACTOR DE RIESGO (CAUSA)		FUENTE

	POTENCIAL	X		REAL		FRECUENCIA				
						E	D	C	B	A
	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		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
CONSECUENCIAS	Una o mas muertes E5	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	MEDIO	ALTO
	Incapacidad temporal (> 1 día)	Daños severos. Interrupción Temporal	Contaminación localizada	Regional	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Lesión menor (sin incapacidad)	Daños importantes Interrupción breve. E2	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

Evaluador:	Simon Ramirez	MP:	AN205-161869	FECHA:	10/08/2024

Tabla 6: Factor de riesgos por rayos

FACTOR DE RIESGO POR SOBRECARGA

POSIBLES CAUSAS: En las instalaciones eléctricas de media tensión se pueden presentar incendios, daños a equipos, por corrientes nominales superiores de los equipos y conductores, instalaciones que no cumplen con normas técnicas y conexiones flojas.

MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Usar interruptores automáticos con relés de sobrecarga, dimensionamiento técnico de conductores y equipos, Fusubles bien dimensionados.

RIESGO A EVALUAR:	**Incendio**	**por**	**Sobrecarga**	**(al) o (en)**	**Conductores, equipos y/o red secundaria**
	EVENTO O EFECTO		**FACTOR DE RIESGO (CAUSA)**		**FUENTE**

POTENCIAL	**X**		**REAL**		**FRECUENCIA**				
					E	**D**	**C**	**B**	**A**
	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		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
CONSECUENCIAS	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**	**MEDIO**	**ALTO**
	Incapacidad temporal (> 1 día)	Daños severos. Interrupción Temporal	Contaminación localizada	Regional	**3**	**BAJO**	**MEDIO**	**MEDIO**	**MEDIO**	**ALTO**
	Lesión menor (sin incapacidad)	Daños importantes Interrupción breve. E2	Efecto menor	Local	**2**	**BAJO**	**BAJO**	**MEDIO**	**MEDIO**	**MEDIO**
	Molestia funcional (afecta rendimiento laboral) E1	Daños leves, No Interrupción	Sin efecto E1	Interna E1	**1**	**MUY BAJO**	**BAJO**	**BAJO**	**BAJO**	**MEDIO**

Evaluador:	Simon Ramirez	**MP:**	AN205-161869	**FECHA:**	10/08/2024

Tabla 7: Factor de riesgos por sobrecarga

FACTOR DE RIESGO POR TENSIÓN DE CONTACTO

POSIBLES CAUSAS: En el desarrollo de la instalación eléctrica de media tensión tensión se pueden presentar electrocución por falla de aislamiento en conductores,fallas a tierra, Rayos,Violación de las distancias de seguridad.

MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Hacer puestas a tierra de baja resistencia y equipotencializar, realizar restricción de acceso.

RIESGO A EVALUAR:	**Electrocución**	**por**	**Tensión de contacto**	**(al) o (en)**	**Conductores y equipos**
	EVENTO O EFECTO		**FACTOR DE RIESGO (CAUSA)**		**FUENTE**

	POTENCIAL	**X**		**REAL**		**FRECUENCIA**				
						E	**D**	**C**	**B**	**A**
	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		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
CONSECUENCIAS	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**	**MEDIO**	**ALTO**
	Incapacidad temporal (> 1 día)	Daños severos. Interrupción Temporal	Contaminación localizada	Regional	**3**	**BAJO**	**MEDIO**	**MEDIO**	**MEDIO**	**ALTO**
	Lesión menor (sin incapacidad) E2	Daños importantes Interrupción breve. E2	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**

Evaluador:	Simon Ramirez	**MP:**	AN205-161869	**FECHA:**	10/08/2024

Tabla 8: Factor de riesgo por tensión de contacto

FACTOR DE RIESGO POR TENSIÓN DE PASO

POSIBLES CAUSAS: En el desarrollo de la instalación eléctrica interna y externas de baja tensión se pueden presentar electrocución por falla de aislamiento en conductores,fallas a tierra, Rayos.

MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Hacer puestas a tierra de baja resistencia , equipotencializar, alta resistividad del piso.

RIESGO A EVALUAR:	Electrocución	por	Tensión de paso	(al) o (en)	Conductores y equipos
	EVENTO O EFECTO		FACTOR DE RIESGO (CAUSA)		FUENTE

POTENCIAL	X	REAL		FRECUENCIA				
				E	D	C	B	A
	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		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
CONSECUENCIAS	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	MEDIO	ALTO
	Incapacidad temporal (> 1 día)	Daños severos. Interrupción Temporal	Contaminación localizada	Regional	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Lesión menor (sin incapacidad) E2	Daños importantes Interrupción breve. E2	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

Evaluador:	Simon Ramirez	MP:	AN205-161869	FECHA:	10/08/2024

Tabla 9: Factor de riesgo por tensión de paso

FACTOR DE RIESGO POR ELECTRICIDAD ESTATICA

POSIBLES CAUSAS: En el desarrollo de la instalación eléctrica interna y externas de baja tensión se pueden presentar electrocución por falla de aislamiento en conductores, Unión y separación constante de materiales como aislantes, conductores, sólidos o gases con la presencia de un aislante.

MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Hacer puestas a tierra de baja resistencia y equipotencializar.

RIESGO A EVALUAR:	**Electrocución o quemaduras**	**por**	**Electricidad Estatica**	**(al) o (en)**	**Ambiente o manipulación de equipos**
	EVENTO O EFECTO		**FACTOR DE RIESGO (CAUSA)**		**FUENTE**

POTENCIAL	**X**	**REAL**		**FRECUENCIA**

						E	**D**	**C**	**B**	**A**
	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		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
CONSECUENCIAS	Una o mas muertes	Daño grave en infraestructura Interrupción	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**	**MEDIO**	**ALTO**
	Incapacidad temporal (> 1 día)	Daños severos. Interrupción Temporal	Contaminación localizada	Regional	**3**	**BAJO**	**MEDIO**	**MEDIO**	**MEDIO**	**ALTO**
	Lesión menor (sin incapacidad) E2	Daños importantes Interrupción breve. E2	Efecto menor	Local	**2**	**BAJO**	**BAJO**	**MEDIO**	**MEDIO**	**MEDIO**
	Molestia funcional (afecta rendimiento laboral) E1	Daños leves, No Interrupción E1	Sin efecto E1	Interna E1	**1**	**MUY BAJO**	**BAJO**	**BAJO**	**BAJO**	**MEDIO**

Evaluador:	Simon Ramirez	**MP:**	AN205-161869	**FECHA:**	10/08/2024

Tabla 10: Factor de riesgo por electricidad estática

FACTOR DE RIESGO POR EQUIPO DEFECTUOSO

POSIBLES CAUSAS: En el desarrollo de la instalación eléctrica primaria externa se pueden presentar quemaduras eléctricas por malos contactos, cortocircuitos o contactos con equipos energizados a través de equipos defectuosos, por mal mantenimiento, mala instalación y por un transporte inadecuado.

MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Utilizar guantes dieléctricos de clase clase 2 para media tensión y gafas de protección ultravioleta; además de ropa de dotación hecha a base de algodón. Efectuar mantenimiento a los equipos utilizados.

RIESGO A EVALUAR:	Electrocución o quemaduras	por	Equipo defectuoso	(al) o (en)	Ambiente o manipulación de equipos
	EVENTO O EFECTO		FACTOR DE RIESGO (CAUSA)		FUENTE

POTENCIAL	X	REAL		FRECUENCIA

						E	D	C	B	A
	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		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
CONSECUENCIAS	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	MEDIO	ALTO
	Incapacidad temporal (> 1 día)	Daños severos. Interrupción Temporal	Contaminación localizada	Regional	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Lesión menor (sin incapacidad) E2	Daños importantes Interrupción breve. E2	Efecto menor	Local	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	Molestia funcional (afecta rendimiento laboral) E1	Daños leves, No Interrupción E1	Sin efecto E1	Interna E1	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO

Evaluador:	Simon Ramirez	MP:	AN205-161869	FECHA:	10/08/2024

Tabla11: Factor de riesgo por equipo defectuoso

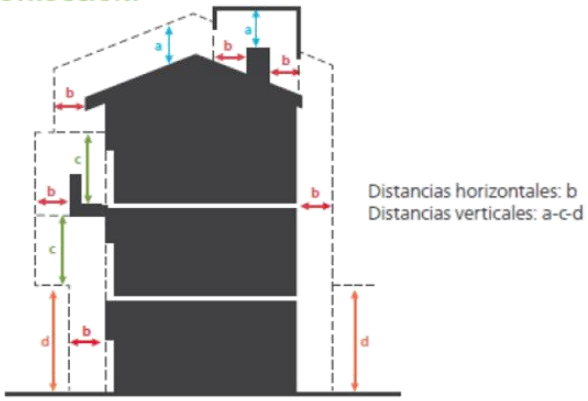
4.6 Análisis De Nivel De Tensión Requerido.

Los valores de tensión nominal al interior del proyecto serán 220/127V, todos los elementos que hacen parte de la instalación, tales como conductores, clavijas y tomacorrientes, serán aptos para trabajar a tensiones nominales de 120V y 240 V en corriente alterna. Las luminarias y otros equipos portátiles, funcionaran a un voltaje nominal de 120V.

4.7 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.

El proyecto, se encuentran alejado de líneas de transmisión a 220 kV ó 110 kV. Los campos electromagnéticos en el lugar pueden despreciarse y su magnitud no afecta las actividades rutinarias de las personas.

CONOZCA LAS DISTANCIAS DE SEGURIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN:



DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD EN ZONAS CON CONSTRUCCIONES

DESCRIPCIÓN	TENSIÓN NOMINAL ENTRE FASES (kV)	DISTANCIA (M)
Distancia vertical "a" sobre techos, balcones y salientes aplicable solamente a zonas de muy difícil acceso para personas y siempre que el propietario o tenedor de la instalación eléctrica tenga absoluto control tanto de la instalación como de la edificación.	44 / 34,5 /33	3,8
	13,8 / 13,2/ 11,4 / 7,6 /	3,8
	<1	0,45
Distancia horizontal "b" a muros, balcones, salientes, ventanas y diferentes áreas independientes de la facilidad de accesibilidad de personas.	66 / 57,5	2,5
	44 / 34,5 / 33	2,3
	13,8 / 13,2 / 11,4 / 7,6	2,3
	<1	1,7
Distancia vertical "c" sobre o debajo de balcones o techos de fácil acceso a personas y sobre áreas accesibles a vehículos de máximo 2,45m de altura.	44 / 34,5 / 33	4,1
	13,8 / 13,2 / 11,4 / 7,6	4,1
	<1	3,5
Distancia vertical "d" a carreteras, calles, callejones, zonas peatonales, áreas sujetas a tráfico vehicular pesado con altura mayor a 2,45m.	115 / 110	6,1
	66 / 57,5	5,8
	44 / 34,5 /33	5,6
	13,8 / 13,2 / 11,4 /7,6	5,6
	<1	5

Ilustración 1: Distancias mínimas de seguridad en zonas con construcciones

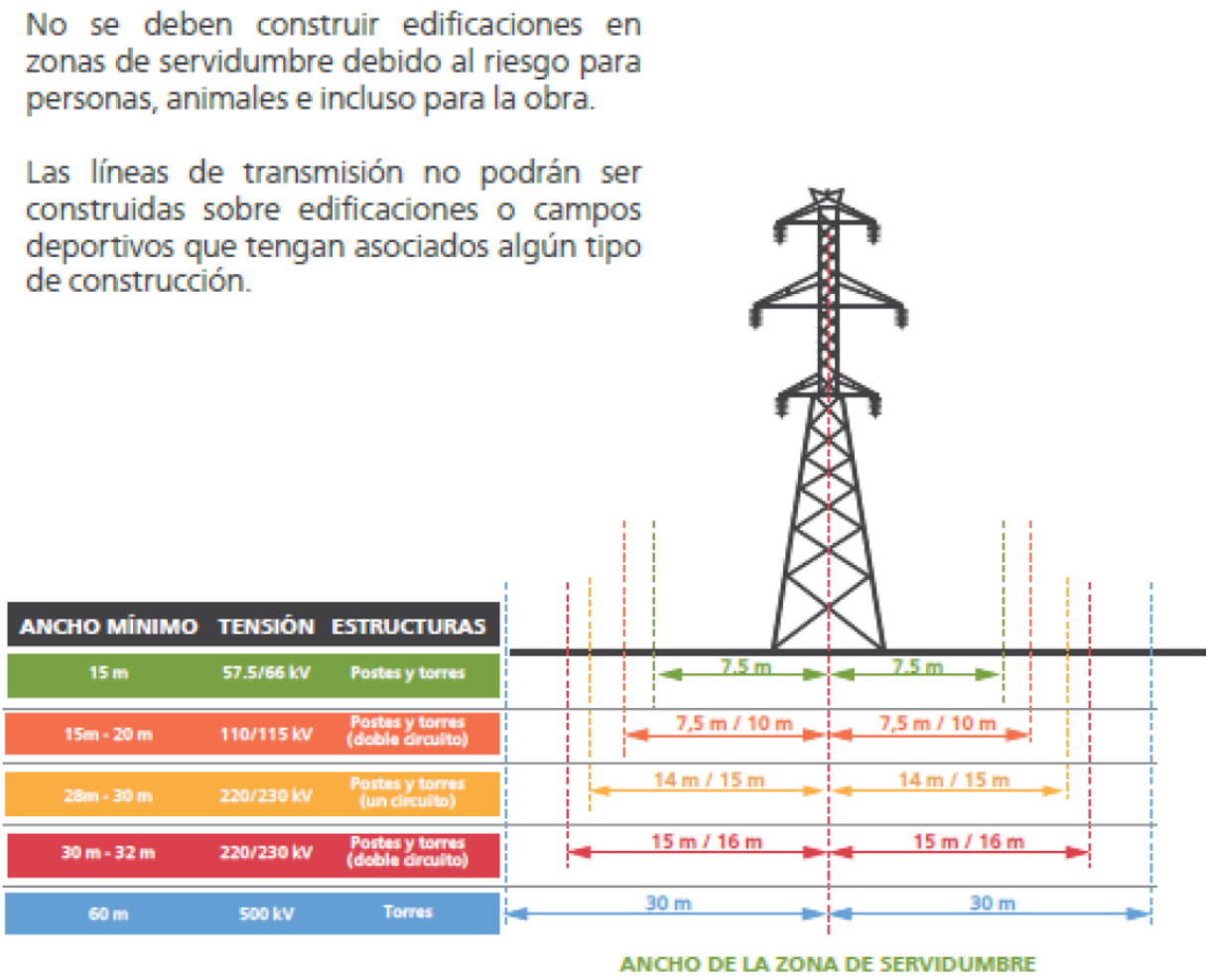


Ilustración 2: Servidumbre para líneas de alta tensión

4.8 Cálculo de los transformadores, incluyendo los efectos de armónicos y el factor de potencia en la carga

4.8.1 Cálculo del transformador.

N/A

4.8.2 Efectos armónicos y el factor de potencia de la carga

En cuanto a los efectos de los armónicos se puede decir que son bajos, hasta se puede afirmar que los efectos pueden ser despreciados, ya que en el proyecto se tienen cargas puramente resistivas, las cuales son cargas lineales, esto hace de una u otra forma que el factor de potencia tienda al valor de la unidad, contribuyendo así a la buena utilización de la energía debido a que es zona netamente residencial y no se tienen equipos como motores industriales y transformadores de gran tamaño. De igual manera, en el diseño eléctrico se hizo un buen balanceo de cargas para evitar sobrecalentamiento en los conductores y otros efectos derivados de un mal balanceo en las cargas de las fases.

4.9 Cálculo del sistema de puesta a tierra.

Este ítem no es aplicable a las memorias de cálculo del parque las Mercedes ubicado en el Municipio de Marinilla, Antioquia. El cálculo del sistema de puesta a tierra corresponde al diseño eléctrico de las redes externas del transformador, por lo que es responsabilidad del diseñador eléctrico realizar los cálculos y estudios pertinentes, asegurando el cumplimiento de las normativas vigentes exigidas por los organismos de control. Las presentes memorias de cálculo se enfocan exclusivamente en los cálculos y estudios de las redes eléctricas internas, abarcando desde el gabinete de medidores, hasta los aparatos eléctricos internos instalados.

4.10 Cálculo Económico De Conductores, teniendo en cuenta todos los factores de pérdida, las cargas resultantes y los costos de energía.

De acuerdo al análisis realizado, el costo económico de las pérdidas originadas en cada uno de los conductores empleados, es muy bajo a comparación del beneficio o rentabilidad de la implementación del proyecto.

4.11 Verificación De Conductores.

La verificación de conductores es una sección de las memorias de cálculo en la que se resumirá el calibre y tipo de conductor seleccionado para cada tramo del proyecto en M.T. y B.T; y donde se compararán los valores de corriente máxima soportada por el conductor seleccionado para cada tramo, y corriente máxima que se podría presentar a través del mismo. También se incluirá el dato de la capacidad en Amperios de la protección instalada en cada circuito, y el tiempo de disparo en caso de presentarse una falla. En la siguiente tabla se observa el formato a utilizar para la verificación de conductores:

Los cuadros de carga, el cálculo de cortocircuito y la coordinación de protecciones validan la verificación de conductores.

PARA VERFICIAR LA ADECUADA SELECCIÓN DE LAS PROTECCIONES DE ACUERDO CON LOS CONDUCTORES EMPLEADOS, VER CUADROS DE CARGA Y DIGRAMA UNIFILAR

RESERVA PARA EL TABLERO	0,00	kVA
TOTAL FASE A:	7,82	kVA
TOTAL FASE B:	6,37	kVA
CARGA INSTALADA:	14,19	kVA
ILUMINACION [100%] TABLA 220-11	4,50	kVA
TOMACORRIENTES <10000 VA [100%] Tabla 220-13 (NO residencial)	9,69	kVA
TOMACORRIENTES >10000 VA [100%] Tabla 220-13 (NO residencial)	0,00	kVA
CARGA DIVERSIFICADA	14,19	kVA

CONEXIÓN	MONOFASICO TRIFILAR	
CONEXIÓN	2X	
V L-L	240	V
V L-N	120	V
I CARGA:	59,13	A
Ic x 125%	73,92	A
PROTECCION:	2X70	A
PROTECCIÓN SELECCIONADA POR EL	SI	70
		2X
AUX	NUMERO DE CONDUCTORES POR FASES	
24	1	
F	N	T
4	6	8
ACOMETIDA:	1X2N 4(F)+1X1N 6(N)+1N 8(T)	
70	CALIBRE ADECUADO	

DISTANCIA (m)	50
MATERIAL DEL DUCTO	PVC
MATERIAL CONDUCTOR	Cu
%REGULACION	2,43%
FACTOR DE POTENCIA	0,90

Reactancia (Ω/Km)	0,157
Resist Elec (Ω/Km)	1,020
%PERDIDA TECNICAS	1,78%
AMPACIDAD INICIAL DEL CONDUCTOR 60°C [A]	70
AMPACIDAD FINAL DEL CONDUCTOR [A]	70
BANDEJA O CANALIZACIÓN	CANALIZACIÓN
FACTOR DE AJUSTE POR BOC	100%
TEMPERATURA AMBIENTE	26-30
AJUSTE POR TEMPERATURA	100%
# DE CONDUCTORES PORTADORES DE CORRIENTE	MENOS (3 COND) Y OCUP<20%
FACTOR DE AJUSTE POR CANTIDAD DE CONDUCTORES	100%

Tabla 12: Verificación de conductores

4.12 Cálculo Mecánico De Estructuras.

El cálculo mecánico de estructuras se realiza con el fin de verificar que los diseños, materiales empleados, forma constructiva y montaje de la estructura garanticen el cumplimiento de los requerimientos mecánicos a los que pueda estar sometida. Esta sección no aplica, pues las electrificadoras a nivel nacional exigen la presentación de un proyecto de redes cuando por cuestiones de infraestructura se debe tender una red eléctrica aérea hasta el proyecto.

4.13 Cálculo y coordinación de protecciones contra sobrecorrientes.

Este ítem no es aplicable a las memorias de cálculo del parque las Mercedes, ubicado en el Municipio de Marinilla, Antioquia. La coordinación de protecciones corresponde al diseño eléctrico de las redes externas del transformador, por lo que es responsabilidad del diseñador eléctrico realizar los cálculos y estudios pertinentes, asegurando el cumplimiento de las normativas vigentes exigidas por los organismos de control. Las presentes memorias de cálculo se enfocan exclusivamente en los cálculos y estudios de las redes eléctricas internas, abarcando desde el gabinete de medida, hasta los aparatos eléctricos internos instalados.

4.14 Cálculo De Canalizaciones (Tubo, Ducto, Canaleta, Y Electroductos) Y Volumen De Encerramiento (Cajas, Tableros, Conduletas, Etc).

El cálculo de canalizaciones y el volumen de encerramiento es esencial para garantizar una correcta instalación de los cables en los tubos y ductos sin afectar sus características mecánicas durante el tendido, caída de tensión y la capacidad de trasporte de corriente para los cables de hasta 2000 voltios. Esta norma deberá complementarse con las indicaciones de la NTC-2050, RETIE e instrucciones de los fabricantes de cables y tuberías.

Las canalizaciones para la alimentación del proyecto se muestran a continuación:

Ocupacion de ductos

Cable Monopolar

N°	Calibre	Aislante	Cantidad	Diametro* mm	Area por cable mm2	Total Grupo mm2
1	12	THW 600 V	8	3.84	11.58	92.65
2	8	TTU 90 (XLPE-PVC) 600 V	0			
3	12	TTU 90 (XLPE-PVC) 600 V	0			
4	12	TTU 90 (XLPE-PVC) 600 V	0			
5	12	TTU 90 (XLPE-PVC) 600 V	0			

Area Total **92.65** **mm2**

Tipo de Ducto: Tubo de PVC, Tipo A

Diametro: 1/2 Pulgadas

Diametro** 17.8 mm

Area Total **248.85 mm2**

Max. Ocupacion **40.00%** **Ocupación** **37.23%**

Tabla 13: Ocupación de ductos Ø1/2

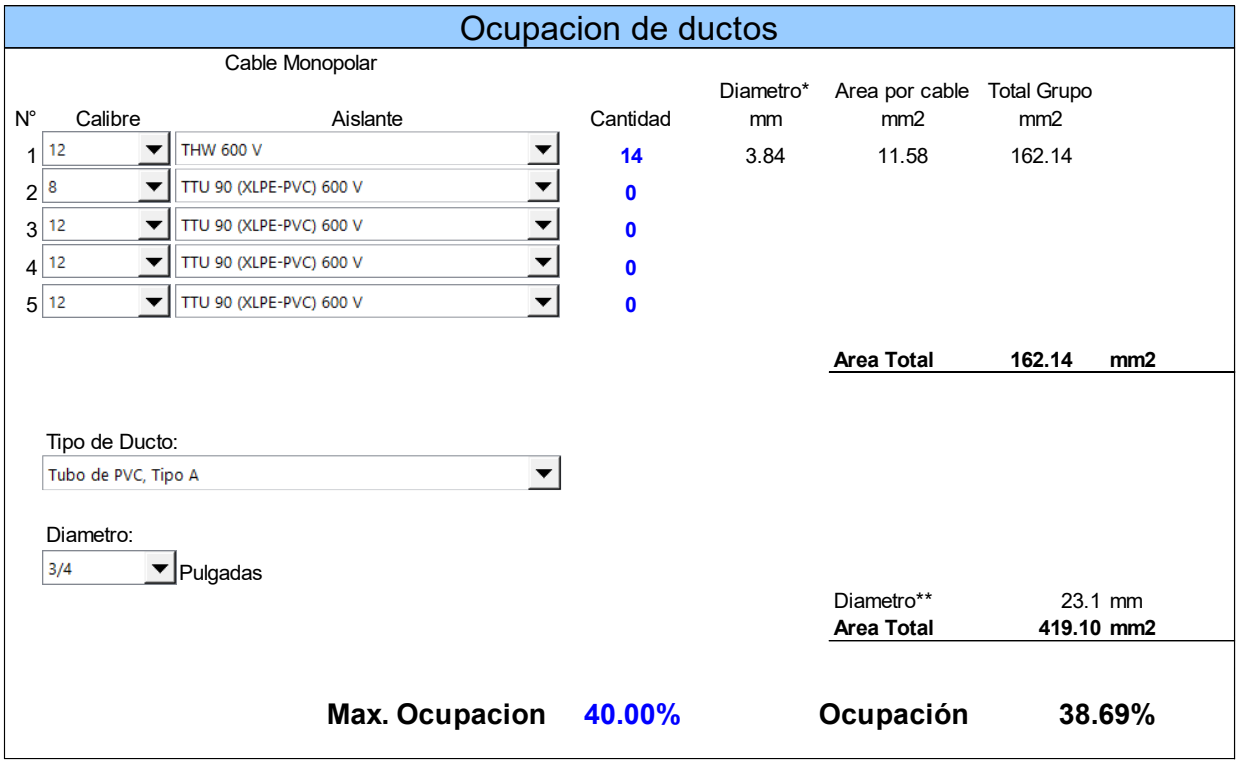


Tabla 14: Ocupación de ductos Ø3/4"

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

Para conocer las pérdidas de potencia en los conductores, debidas a la regulación, se utiliza la Ecuación 1: Perdida de potencia en los conductores.

$$P = I * V * Reg.[\%]$$

Ecuación 1: Perdida de potencia en los conductores

Dónde:

I: Es la corriente en Amperios

V: Es el voltaje en kV. (0.24 Kv)

Reg. [%]: Es la regulación de voltaje en porcentaje

$$P = 31A * 0.208kV * 0.8\% = 5.15W$$

Tabla 1: Perdidas en potencia de los ramales del proyecto

4.16 Cálculos De Regulación.

Se establecen cada una de las cargas eléctricas demandadas por la construcción de la red eléctrica.

Para realizar el cálculo de conductores y protecciones eléctricas de las instalaciones se muestran a continuación las fórmulas utilizadas en el documento:

Calculo de corriente:

- trifásica $I = \frac{S}{V*\sqrt{3}}$

- Monofásica $I = \frac{S}{V}$

Calculo de caída de tensión:

- Caída de tensión 1f V = 2*(I.R.cosθ + IX sinθ) sección 3.11 IEEE Std. 141
- Caída de tensión 3f V = (√3) *(I.R.cosθ + IX sinθ) sección 3.11 IEEE Std. 141.

I= corriente (A)

S= potencia (VA)

V= tensión de operación (V)

R= es la Resistencia del conductor, en ohm

X= es la reactancia del conductor, en ohm

θ= es el ángulo cuyo coseno es el factor de potencia. Para los cálculos será considerado un factor de potencia de 0.9 para toda la red secundaria.

Los conductores deben cumplir el siguiente criterio de selección, $I_b \leq I_n \leq I_z$.

I_b es la Intensidad calculada del circuito, en A

I_n es la Intensidad nominal del dispositivo de protección, en A

I_z es Intensidad admisible del conductor, en A.

Se aplican factores de demanda de acuerdo a lo establecido en la sección 220-11 y 220-13 de la NTC 2050.

La capacidad de corriente de los conductores de baja tensión se establece de acuerdo a la tabla 310-16 de la NTC 2050, para conductores con temperatura nominal del conductor de 75°C. Las impedancias de los conductores se tomarán de acuerdo al cuadro 9 de la NTC 2050.

La caída de tensión de los circuitos ramales permitida estará de acuerdo a lo establecido en la NTC 2050 (los conductores de circuitos ramales como están definidos en el capítulo 2 sección 210-19, con una sección que evite una caída de tensión superior al 3% en las salidas más lejanas de fuerza, calefacción, alumbrado o cualquier combinación de ellas y en los que la caída máxima de tensión de los circuitos alimentador y ramal hasta la salida más lejana no supere al 5%, ofrecen una eficacia razonable de funcionamiento).

El cálculo de regulación para los conductores alimentadores, se calculó con base en las siguientes tablas:

NOTA: Ver cuadro de cargas.

CAIDA DE TENSIÓN TRIFÁSICA CABLE AL

FP 0,9

KV 208

SEN Θ 0,44

$K = \frac{r\cos\Theta + x\,sen\Theta}{10KV^2}$

$\Delta V = KVA \times L \times K$

TABLA DE REGULACIÓN DE CENTELSA

CABLE	R (Ohm/km)	X (Ohm/km)	K=1	K=2	K=3
CABLE AL 500 THWN	0,141	0,128	0,000422277	0,000211138	0,000140759
CABLE AL 400 THWN	0,177	0,131	0,000500189	0,000250094	0,000166730
CABLE AL 350 THWN	0,2	0,131	0,000548034	0,000274017	0,000182678
CABLE AL 300 THWN	0,233	0,135	0,000620713	0,000310356	0,000206904
CABLE AL 250 THWN	0,279	0,135	0,000716404	0,000358202	0,000238801
CABLE AL 4/0 THWN	0,328	0,135	0,000818337	0,000409168	0,000272779
CABLE AL 2/0 THWN	0,5250	0,141	0,001234191	0,000617096	0,000411397
CABLE AL 1/0 THWN	0,656	0,144	0,001509727	0,000754863	0,000503242
CABLE AL 2 THWN	1,05	0,148	0,002333376	0,001166688	0,000777792
CABLE AL 4 THWN	1,67	0,157	0,003632199	0,0018161	0,001210733
CABLE AL 6 THWN	2,66	0,167	0,005701723	0,002850862	0,001900574
CABLE AL 8 THWN	4,27	0,171	0,009054958	0,004527479	0,003018319

Tabla 15: Caída de tensión trifásica cable Al

CAIDA DE TENSIÓN TRIFASICA CABLE Cu

FP 0,9

KV 208

SEN Θ 0,4358899

$K = \frac{r\cos\Theta + x\,sen\Theta}{10KV^2}$

$\Delta V = KVA \times L \times K$

TABLA DE REGULACIÓN DE CENTELSA

CABLE	R (Ohm/km)	X (Ohm/km)	K=1	K=2	K=3
CABLE Cu 250 THWN	0,171	0,135	0,000491737	0,000245869	0,000163912
CABLE Cu 4/0 THWN	0,203	0,135	0,000558305	0,000279153	0,000186102
CABLE Cu 2/0 THWN	0,328	0,141	0,000824382	0,000412191	0,000274794
CABLE Cu 1/0 THWN	0,394	0,144	0,000964701	0,00048235	0,000321567
CABLE Cu 2 THWN	0,623	0,148	0,001445108	0,000722554	0,000481703
CABLE Cu 4 THWN	1,02	0,157	0,002280036	0,001140018	0,000760012
CABLE Cu 6 THWN	1,61	0,167	0,003517459	0,00175873	0,001172486
CABLE Cu 8 THWN	2,56	0,171	0,005497728	0,002748864	0,001832576

Tabla 16: Caída de tensión trifásica cable Cu

4.17 Clasificación De Áreas.

Instalaciones especiales, según RETIE 2013, Art. 28.3: Son aquellas instalaciones que por estar localizadas en ambientes clasificados como peligrosos, o por alimentar equipos o sistemas complejos, presentan mayor probabilidad de riesgo que una instalación básica y, por tanto, requieren de medidas especiales para mitigar o eliminar tales riesgos. Para el presente proyecto no aplica como área de atmósfera peligrosa o área clasificada.

4.18 Elaboración De Diagramas Unifilares.

Ver Plano anexo

4.19 Elaboración De Planos Y Esquemas Eléctricos.

Ver Plano anexo

4.20 Especificaciones De Construcción.

El proyecto requiere establecer una serie de criterios y estándares que fijen los parámetros para la construcción de la infraestructura necesaria para las nuevas instalaciones correspondientes a su construcción, dando pie para la elaboración de especificaciones Eléctricas y de Telecomunicaciones.

El interés de este manual es el de definir y especificar los materiales y equipos especiales aceptados para la ejecución de las instalaciones eléctricas y de comunicaciones del proyecto,

de tal forma que garantice calidad, seguridad y confiabilidad, desde el punto de vista técnico, a toda la instalación.

Este manual debe servir de referencia para todas aquellas personas que participan activamente en la cotización y montaje de las instalaciones y de equipos especiales que requiere ELPARQUE DE LAS MERCEDES del Municipio de Marinilla, y es complementario a los planos y cantidades de obra que complementan el diseño. En caso de presentarse algún tipo de incompatibilidad entre éste y los planos prevalecerán las cantidades de obra.

4.21 Especificaciones Generales

INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

Nombre del Proyecto:	PARQUE LAS MERCEDES, MARINILLA- ANTIOQUIA
Propietario:	
Diseñó:	SIMON RAMIREZ NOREÑA

4.22 Alcance Del Trabajo

Estas especificaciones se relacionan exclusivamente con la instalación de la parte del proyecto de redes eléctricas internas, de telecomunicaciones y afines de EL PARQUE LAS MERCEDES ubicado en el municipio de Marinilla-Antioquia. En ellas se estipulan los tipos, características y algunas normas de empleo de los equipos.

El trabajo se realizará de acuerdo con los planos y especificaciones que más adelante se indican. Consiste en el suministro de la mano de obra y los materiales, lo mismo que las herramientas, el equipo y el transporte necesario para la correcta ejecución de todas las instalaciones eléctricas.

Además de todos los costos directos, se deberán incluir todos los costos indirectos necesarios como prestaciones sociales legales y extralegales para todo el personal, administración, porcentaje de imprevistos, utilidad, pólizas y cualquier otro costo a que hubiere lugar, con excepción de los pagos correspondientes a los derechos de conexión y servidumbres que serán a cargo del contratante.

En general se suministrarán todos los elementos necesarios que se requieren para esta clase de instalación, teniendo como información los planos y estas especificaciones.

El Contratista deberá cumplir con los requerimientos del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE y del CÓDIGO ELÉCTRICO COLOMBIANO NORMA ICONTEC NTC 2050.

4.23 Marcas, Calidades De Materiales Y Equipos

Los materiales y accesorios usados en la instalación y suministrados por el contratista deberán ser nuevos y de la mejor calidad y ajustarlos a las especificaciones dadas aquí y en los planos.

Preferiblemente serán tenidos en cuenta aquellos proveedores que posean certificación ICONTEC.

Serán productos de fabricación normalizada de proveedores reconocidos con amplia experiencia en su fabricación y suministro. Todos los materiales y accesorios serán aprobados explícitamente por la Interventoría antes de ser instalados.

El proponente especificara en su propuesta, la marca de los materiales cotizados. Estas marcas no podrán ser cambiadas durante el proceso de construcción, sin la previa autorización de la Interventoría, y en ningún caso por elementos de inferior calidad.

Todos los materiales utilizados para las instalaciones eléctricas deberán ser unificados de tal forma que siempre se utilice la misma marca y tipo de materiales y equipos, evitando instalar marcas diferentes de materiales similares.

A continuación, se presenta una lista de las marcas aceptadas, a utilizar en las instalaciones eléctricas del proyecto:

Ítem	Descripción de materiales o equipos	Marcas aceptadas
1	Tubería PVC	Pavco, Ralco, Colmena o similar
2	Tubería metálica galvanizada pesada	Simesa, Colmena o similar
3	Tubería metálica galvanizada liviana, tipo EMT	Simesa o similar
4	Tubería metálica flexible aislada en PVC	Kaft Tech o similar
5	Conectores rectos y curvos para tubería metálica flexible	Arlinton o similar
6	Alambre y Cable	Centelsa, Procables o similar
7	Cajas 2” x 4” y 4” x 4” (Se aceptan en PVC únicamente)	Pavco, Ralco o similar
8	Aparatos, tomas y suiches	Leviton, Schneider, Bticino o similar
9	Interruptores Industriales termomagnéticos (Breakers)	General Electric, Mitsubishi, Siemens, Merlin Gerin, o similar
10	Celdas de subestación y gabinetes especiales	Metalandes, gabelec. Imelec, Facelco, MTG o similar
11	Cajas de paso, y metálicas 12x12 con suplemento	Metalandes, Rebra, Megal o similar
12	Regletas telefónicas	Siemon o similar
13	Luminaria fluorescentes, de emergencia, de exteriores, ojos de buey y bañadoras de muros	Lithonia o similar

14	Balastos dimerizables para luminarias fluorescentes y equipos de control lumínico	Lutron, Advance o similar
15	Canaleta metálica galvanizada y accesorios	Ceno, Galco o similar
16	Canalización superficial metálica galvanizada y accesorios	Ceno, Galco o similar.
17	Cajas de piso en aluminio fundido, tapas y accesorios	Iluteico, Tecna o similar
18	Cintas aislantes, conectores de empalme en media y baja tensión	3M o similar
29	Contactores, relés y equipo de maniobra y control	General Electric, Mitsubishi, Telemecanique, Siemens, Allen Bradley.
20.	Relés de protección de alta y baja tensión e inversión de fases	Velásquez o de las marcas aceptadas para contactores, relés y equipo de control
21.	Sistema Ininterrumpido de Potencia, UPS, de operación On - Line	Exite, MG, Igar o similar
22.	Transformadores	Siemens, rymel, Magnetron, Suntec o similar

Además deben cumplir con las normas NTC, listadas a continuación:

NTC 307	Cables concéntricos de cable duro, semiduro y blando para uso eléctrico.
	Alambres conductores y cables para uso eléctrico.
NTC 911	Tubos PVC rígido para conductores eléctricos.
NTC 979	Conductores unipolares aislados con termoplástico PVC.
NTC 1079	Interruptores para instalaciones eléctricas de alumbrado.
NTC 1337	Tubos de PVC rígido para ductos de comunicaciones y redes eléctricas subterráneas.
NTC 1630	Clavijas y tomas corrientes para uso general doméstico.
NTC 1650	Equipos de maniobra y control de baja tensión – interruptores automáticos.
NTC 2116	Cajas para instalaciones de medidores de energía eléctrica.

Todos los contactores para sistemas de fuerza y potencia a utilizar en la instalación deben ser especificados para operación en AC3, y para sistemas de control e iluminación deben ser especificados para operación en AC1.

4.24 Especificaciones De Los Materiales Y Equipos.

- **TUBERÍA CONDUIT.**

La tubería PVC que se utilice en la instalación debe cumplir con la Norma ICONTEC 950. La tubería metálica hasta de 11/2" será del tipo EMT, de 2" se utilizará la que cumpla con la Norma ICONTEC 170 y para diámetros superiores a 2" deberá cumplir con la Norma ICONTEC 169. Toda tubería deberá estar libre de imperfecciones, defectos superficiales interiores o exteriores y será recta a simple vista, de sección circular y espesor de pared uniforme. La tubería será suministrada en tramos de 3 o 6 metros. Cada tubo o conjunto de tubos llevará impreso el nombre del fabricante, el país de origen y el número de la norma ICONTEC u otra entidad similar.

La tubería no metálica (de PVC) deben ser construidos de acuerdo a la norma 979 y utilizados teniendo en cuenta su capacidad para la conducción de cables según la norma 2050 ambas de ICONTEC. Su utilización se limitará a las instalaciones embebidas, ocultas a la vista ó que no presenten riesgos de sufrir golpes ó incidencia directa de radiación solar.

Para uso exterior la tubería metálica rígida y sus accesorios deben ser de acero galvanizado en caliente, extra pesado, construidos de acuerdo con las normas ICONTEC 169 y 171. Para uso interior a la vista, la tubería metálica rígida y sus accesorios serán en acero galvanizado tipo EMT, que cumpla con la Norma 2050.

En las conexiones a equipos sometidos a vibración y en los que haya dificultad para entrar con tubería, se exigirá la utilización de tubería flexible para instalaciones a la intemperie, construido en acero con recubrimiento de polietileno ó PVC, utilizando los accesorios de unión adecuados para evitar la penetración de agua ó humedad al interior de la tubería. En general, debe cumplir con los requerimientos exigidos en la norma 2050, sección 13.21 ICONTEC. En ningún caso se utilizarán tubería con diámetro inferior a 1/2". Los ductos eléctricos y telefónicos deben cumplir los requerimientos exigidos por la norma ICONTEC 1630.

- **CAJAS Y ACCESORIOS PARA SALIDAS ELÉCTRICAS.**

Las cajas de salida de tomacorrientes, de luminarias, de tomas telefónicos, de interruptores manuales y las cajas de empalme o de tiro para las instalaciones eléctricas empotradas o embebidas, serán de PVC, con troqueles y sacabocas para entrada y salida y que permita la fijación de las tuberías conduit por medio de boquillas y contratuercas, serán del tipo normal para empotrar o del tipo que requieran las condiciones de la instalación. La profundidad de las cajas no será menor de 38 mm. Estas cajas cumplirán con lo establecido en la sección 370 del Código Eléctrico Nacional - Norma 2050.

Los accesorios tales como tapas, tuercas, boquillas, elementos de fijación, etc., cumplirán lo aplicable en éstas especificaciones y las Normas ICONTEC 6 y 402. Por ningún motivo se permitirá, dentro de la instalación, cajas sin tapa alguna.

Las cajas de piso serán de 4"x4" en aluminio fundido, con marco y tapa fundidos en aluminio y con una robustez adecuada para resistir el tráfico de personas, mercancía y equipos sobre ellas. Las tapas tendrán las perforaciones adecuadas a su utilización como tomacorriente, toma telefónica o salida de cordón; y en el caso que se requiera, tapa lisa. En las instalaciones embebidas se deben utilizar cajas de conexión en PVC, de 2” x 4” o de 4” x 4”. En el caso de instalaciones con conduit de PVC, deben emplearse cajas de conexión de PVC, 4"x4", adaptadores terminales, adaptadores hembras (si son necesarios), curvas a 90° y a 45° y el procedimiento de colocación deberá ceñirse a las indicaciones del fabricante. No será permitida la utilización de curvas hechas en obra.

En las instalaciones a la vista se deben emplear cajas de conexión del tipo conduleta, construidas en fundición de aleación de aluminio - hierro, con entradas roscadas y empaques de caucho; también se podrán utilizar cajas especiales (12 x 12 x 5) cms troqueladas en lámina calibre Nº 16 como mínimo. Podrán instalarse cajas PVC, 4"x4" expuestas y sus accesorios, previa aprobación deL Monasterio. En las conexiones de conduit rígido ó flexible se deben utilizar los accesorios que cumplan con los requisitos del numeral anterior, incluyendo los necesarios para el soporte y fijación de los conduit.

- **CONDUCTORES AISLADOS (CABLES Y ALAMBRES).**

Los conductores aislados deben ser de cobre electrolítico, construido de acuerdo con las normas ICONTEC 1099 para conductores sólidos ó cableados, según el caso. El aislamiento de los conductores será de material termoplástico, tipo THHN, para una tensión de 600 V. y adecuado para una temperatura máxima de conductor de 60°C, en las instalaciones interiores y en los calibres hasta Nº 10 AWG inclusive. El aislamiento de los conductores de las acometidas deberá ser termoplástico, tipo THHN, resistente al calor y a la humedad, para una tensión de 600 V. y adecuados para una temperatura máxima del conductor de 75°C, en operación normal y continua; deberá estar libre de grietas, superficies irregulares, porosidades y cumplir los requerimientos de las Normas ICEA S-19-81, NEMA WC5 e ICONTEC 1099.

Los conductores serán sólidos para calibres Nº 10 AWG y menores y cumplirán la Norma ASTM B-3, y del tipo cableado concéntrico, clase B, para los calibres Nº 6 AWG y mayores y cumplirán la Norma ASTM B-8.

Los conductores eléctricos deberán cumplir con la codificación de colores según la Tabla 13 del RETIE. Adicionalmente, cada conductor debe ser identificado con un anillo de marcación el cual indique claramente a que circuito o salida corresponde dicho conductor. Esta marcación debe hacerse en las dos puntas terminales del conductor, tanto en la caja de la salida como en el tablero o gabinete respectivo. No se permite la utilización de ningún tipo de cinta para tal fin.

En ninguna instalación se permitirá el uso de conductores con calibre inferior al Nº 12 AWG, tanto en las redes de alumbrado como de fuerza. Todos los conductores deberán estar contramarcados con el nombre del fabricante, calibre del conductor y clase de aislamiento. En las derivaciones, terminaciones y empalmes de los conductores se deben utilizar accesorios adecuados para obtener conexiones firmes y seguras y la identificación permanente de los circuitos y de los conductores.

Para brindar una mayor claridad a los tamaños y capacidades de conducción de corriente de los cables y alambres, en la página siguiente se presenta la tabla de calibres de conductores que son aprobados para la instalación en las dependencias del proyecto y que cumplen con lo especificado en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas y el Código Eléctrico Nacional, norma ICONTEC 2050.

- **CAPACIDADES DE CORRIENTE**

Capacidades de corriente (A) permisibles para los conductores aislados para tensión

Nominal de 0-2000 voltios, 60 °C a 90°C.

No más de tres conductores en canalización o cable o directamente enterrados, tomando

Como base una temperatura ambiente de 30°C.

	Temperatura de Régimen del conductor						
Calibre	60°C	75°C	90°C	60°C	75°C	90°C	Calibre
AWG o KCMIL	TW	THW THWN	THHN XHHW	TW	THW THWN	THHN XHHW	AWG KCMIL
COBRE				ALUMINIO			
16	-	-	18	-	-	-	-
14	20+	20+	25+	-	-	-	-
12	25+	25+	30+	20+	20+	25+	12
10	30+	35+	40+	25+	30+	35+	10
8	40	50	55	30	40	45	8
6	55	65	75	40	50	60	6
4	70	85	95	55	65	75	4
3	85	100	110	65	75	85	3
2	95	115	130	75	90	100	2
1	110	130	150	85	100	115	1
1/0	125	150	170	100	120	135	1/0
2/0	145	175	195	115	135	150	2/0
3/0	165	200	225	130	155	175	3/0
4/0	195	230	260	155	180	205	4/0
250	215	255	290	170	205	230	250

300	240	285	320	190	230	255	300
350	260	310	350	210	250	280	350
400	280	335	380	225	270	305	400
500	320	380	430	260	310	350	500
600	355	420	475	285	340	385	600
700	385	460	520	310	375	420	700
750	400	475	535	320	385	435	750
800	410	490	555	330	395	450	800
900	435	520	585	355	425	480	900
1000	455	545	615	375	445	500	1000

FACTORES DE CORRECCIÓN

Temperatura Ambiente °C	Para temperatura ambiente sobre 30°C multiplique la corriente indicada en la tabla por el factor de corrección adecuado para determinar la máxima corriente permitida.						°C
31-40	0,82	0,88	0,91	0,82	0,88	0,91	31-40
41-45	0,71	0,82	0,87	0,71	0,82	0,87	41-45
46-50	0,58	0,75	0,82	0,58	0,75	0,82	46-50
51-60	-	0,58	0,71	-	0,58	0,71	51-60
61-70	-	0,35	0,58	-	0,35	0,58	61-70
71-80	-	-	0,41	-	-	0,41	71-80

- **SALIDAS ELÉCTRICAS Y TELEFÓNICAS**.

Todos los tomacorrientes e interruptores manuales de alumbrado y sus accesorios, deberán ser de material plástico moldeado, del tipo corrientemente utilizado en ésta clase de instalaciones. Cada interruptor ó toma deberá llevar grabada ó impresa, en forma visible, la marca de aprobación del ICONTEC ó una entidad similar, la capacidad en amperios y la tensión nominal en voltios. Deben cumplir con la norma 2050, artículos 410-56/57 y 58 del ICONTEC.

Los interruptores de alumbrado, sencillos, dobles ó conmutables deberán ser aptos para resistir una corriente nominal de 15 A.

En las instalaciones se utilizarán los siguientes tipos de tomacorrientes:

Los tomacorrientes para 120 V. serán dobles con polo a tierra, tres hilos, polarizados, de 15 A., 125 V. C. A. (línea NEMA 5) y conexión a tierra.

Los tomacorrientes trifilares serán de tres polos, tres hilos, 30 o 50 Amperios, 125/250 V. C.A. (línea NEMA 10).

Tomacorrientes bifásicos de 20 A y 220 V, serán con polo a tierra.

Tomas telefónicas para plug de cuatro hilos tipo RJ 45.

El terminal para conexión al polo de puesta a tierra será identificado de acuerdo con lo indicado en la sección 410-58 del Código Eléctrico Nacional - Norma ICONTEC 2050.

En las salidas eléctricas se deben incluir las cajas, adaptadores, entradas a caja, conectores, cinta aislante, tubería conduit, grapas y soportes de tubería, conductores eléctricos y el elemento instalado (tomacorriente doble, interruptor, salida de alumbrado con plafón de loza, salida de alumbrado con tapa perforada, etc.).

Se deben tener en cuenta los sitios en los cuales se utilizan tomas dobles para instalar en el piso, éstos tomas serán de caja y tapa de diseño especial que impida la entrada de agua y tierra al aparato.

Todos los tomacorrientes monofásicos instalados en los baños, en muelles, en exteriores, en áreas de lavado, en áreas de preparación de alimentos y demás áreas húmedas, deberán tener un interruptor de falla a tierra, tipo GFCI, para protección de las personas.

- **TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN Y ALUMBRADO.**

El Contratista deberá suministrar e instalar los tableros con sus interruptores automáticos, tal como se muestra en los diagramas unifilares de los planos eléctricos y estas especificaciones.

Los tableros para protecciones termo magnéticas para distribución y alumbrado normal, serán diseñados, fabricados y probados de acuerdo con las secciones 373 y 384 del Código Eléctrico Nacional - Norma 2050 y la Norma ANSI c37.20.

Los tableros serán apropiados para montaje de sobreponer en los muros y/o auto soportados y diseñados de tal forma, que las protecciones puedan ser reemplazadas independientemente, sin necesidad de desmontar las protecciones adyacentes ni las terminales principales y que los circuitos puedan ser cambiados sin necesidad de maquinado, perforaciones y derivaciones. Las barras principales y la barra para el neutro de los tableros serán de cobre de alta conductividad, de construcción normal y tendrán, como mínimo, la capacidad de corriente permanente. Los tableros estarán provistos de una barra de puesta a tierra (independiente de la barra del neutro), con una capacidad de corriente del 60% de la capacidad de las barras principales, y de un tarjetero para identificación de los diferentes circuitos que salen del tablero. No se aceptan para los tableros de distribución barrajes internos del tipo peine como opción contra barrajes de cobre del tipo electroplateado para distribuciones de protecciones.

Las cubiertas de los tableros serán del tipo NEMA 12, construidas en lámina de hierro calibre 16, tratadas contra la corrosión, provistos con puertas, de cerradura sin llave, con acabado final en esmalte horneable tropicalizado y ser de tamaño suficiente para instalar los equipos y para la distribución interna del cableado como lo indican las tablas 373-6 a y b del Código Eléctrico

Nacional - Norma ICONTEC 2050. Todos los cables y alambres en el tablero de control, distribución y protección, deben ser peinados y organizados en escuadra.

Las barras principales y la barra para el neutro de los tableros serán de cobre electro plateadas de alta conductividad, de construcción normal y tendrán, como mínimo, la capacidad de corriente permanente especificada en los planos. En ningún caso se aceptan en los tableros barrajes con el sistema de peines Legrand o similar. Los tableros estarán provistos de una barra de puesta a tierra (independiente de la barra del neutro), con una capacidad de corriente mínima del 60 % de la capacidad de las barras principales, y de un tarjetero para identificación de los diferentes circuitos que salen del tablero.

El Contratista deberá transportar, almacenar, ubicar, armar, nivelar y fijar todos los tableros de distribución que se indiquen de acuerdo con los planos y las instrucciones del Monasterio.

Estos tableros se instalarán expuestos en los muros, en la forma, en los sitios, y en las alturas indicadas. Se fijarán por medio de pernos de expansión, pernos "Hilti" o "Ramset".

Los tableros deberán ser instalados cuidadosamente, de manera que no sufran golpes que puedan deformarlos, solamente se abrirán los agujeros de entrada que sean requeridos de acuerdo con el número y diámetro de las tuberías que lleguen ó salgan de él, los demás agujeros no utilizados deberán mantenerse con su correspondiente tapa.

Los interruptores se colocarán firmemente en su posición final siguiendo el orden indicado en los planos.

Los cables de cada circuito deben identificarse con marquillas de acuerdo con la numeración del interruptor que le corresponde. Los cables deben arreglarse en tramos rectos y los cambios de dirección hacerse en ángulo recto, de manera que tengan una buena apariencia, luego serán amarrados dentro del tablero, con correíllas plásticas, a fin de conservar el arreglo inicial.

El Contratista deberá entregar, al finalizar la obra, todos los tableros marcados, exteriormente con acrílico, conteniendo el número y nombre del tablero, e interiormente con acrílico numerar cada circuito, y en el tarjetero, la descripción de los circuitos correspondientes. El tarjetero debe ser llenado indicando la función de cada uno de los circuitos del tablero y su ubicación, siguiendo el orden numérico de los mismos. La información allí incluida se verificará durante la ejecución de las pruebas.

Los tramos de tubería que lleguen a los tableros se instalarán en forma ordenada, evitando la aglomeración en un solo lado, agrupados rígidamente y serán paralelos a los lados del tablero. La tubería no interferirá con la remoción de ningún elemento, con el trabajo de mantenimiento ni con el espacio asignado para un equipo futuro.

Los tableros serán conectados al sistema de tierra del sitio, de acuerdo con la sección 250 del Código Eléctrico Nacional - Norma ICONTEC 2050.

- **PROTECCIONES TERMOMAGNÉTICAS PARA LOS TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN Y DE ALUMBRADO.**

Las protecciones termo magnéticas requeridas para los tableros de distribución y de alumbrado, deberán tener la capacidad de corriente nominal, la tensión, número de polos y demás

características de acuerdo a la aplicación y al diseño eléctrico. Las protecciones termo magnéticas deberán ser de construcción resistente, con la capacidad nominal y de interrupción indicada según diseño, aprobados y certificados para 208 Voltios, con una capacidad mínima de interrupción de acuerdo a lo indicado en los planos de diagramas unifilares, en caso de no encontrarse allí indicados se especifica una capacidad mínima de 10.000 Amperios simétricos y estar provistos de relés de disparo térmico con características de tiempo inverso y relés magnéticos de acción instantánea.

Las protecciones serán construidas según lo estipulado en las Normas NEMA AB-1 y SG.3. Serán del tipo de caja moldeada, de tiro sencillo, con mecanismo de operación tipo palanca, disparo libre sobre el centro, independiente del control manual, con acción de cierre y corte rápido. Los interruptores, deberán ser adecuados para montar y operar en cualquier posición. Las terminales de salida, deberán ser del tipo presión por tornillos y adecuados para conductores de cobre. Los interruptores de dos, tres y cuatro polos, tendrán una palanca de accionamiento para disparos bipolares, tripulares y tetrapolares

Las protecciones, deberán ser de operación manual para maniobras de apertura y cierre, y automática en condiciones de sobrecarga y cortocircuito. El mecanismo de operación será de disparo libre, de tal manera que los contactos no permanezcan cerrados en caso de falla y deberán cumplir con la sección 240 del Código Eléctrico Nacional - Norma ICONTEC 2050. Los interruptores totalizadores deberán ser tripolares y del tipo industrial, los interruptores para distribución monopolar y bipolar serán del tipo minibreaker en los tableros de zonas comunes y del tipo enchufable en los tableros de los locales comerciales, se debe garantizar coordinación de protecciones en todos los tableros. Todos los interruptores automáticos deberán llevar la marca de aprobación del ICONTEC o de una entidad internacional similar y serán aptos para distribuciones monopolares, bipolares, tripolares y tetrapolares.

- **CONEXIÓN A TIERRA.**

Los elementos fundamentales para una malla de puesta a tierra son los siguientes:

Varillas Copperweld. En los sistemas de puesta a tierra se utilizarán varillas Copperweld de 2,40 mts. de longitud y 5/8" de diámetro.

Uniones y conexiones. Las uniones y las conexiones entre los conductores y las varillas de puesta a tierra deberán realizarse con soldadura exotérmica, utilizando moldes y cargas adecuadas para el calibre del conductor ó utilizar conectores mecánicos certificados.

El cable ó alambre para la conexión de tierra de los tomas, lámparas, etc., debe ser de cobre electrolítico y no menor al calibre Nº12 AWG. En caso de utilizarse tubería conduit de PVC en las instalaciones interiores ó exteriores, éstas llevarán el conductor de tierra a todo lo largo de la tubería, y éste se conectará debidamente a los tableros, a las cajas y a los diversos aparatos.

Se anexa estudio del sistema de puesta a tierra realizado, el Contratista deberá ejecutar la malla de acuerdo a este estudio.

- **LUMINARIAS.**

Para la fabricación de las luminarias, se tendrán en cuenta los requisitos estipulados en las normas ICONTEC, en la sección 410 del Código Eléctrico Nacional – Norma ICONTEC 2050.

Las luminarias se suministrarán con los dispositivos adecuados para la instalación, sobre superficies, platinas, tubos o cable acerado, de tal forma que no sea necesario hacer modificaciones en la obra, que deterioren los acabados de las mismas.

Las luminarias se proveerán con las respectivas bombillas, tubos, elementos de fijación necesarios y sus accesorios, y se instalarán según lo estipulado en la sección 410 del Código Eléctrico Nacional – Norma ICONTEC 2050. Los componentes, tales como lámparas, balastos y portalámparas, serán de construcción normalizada. Las luminarias deberán estar provistas de un compartimiento para albergar el balasto de tal forma que permita su inspección y acceso sin necesidad de desmontar la luminaria.

- **LUMINARIA AUTÓNOMA DE EMERGENCIA**

Luminaria de emergencia para muro de 12W de salida, autonomía de trabajo 180min, bombillas halógenas de 5.4W salida, batería seca de PLOMO- calcio libre de mantenimiento. Voltaje Dual de trabajo 120/277V. Con pulsador para TEST de inspección. Housing en policarbonato de alta resistencia. Incluye bombillas halógenas de 5.4W, con sostenimiento mínimo de 180 minutos.

- **LUMINARIA LED DE 2x18W**

Luminaria tipo led para sobreponer o descolgar de 2x18, de 30x120cms, para dos tubos de 18W, chasis y pantalla en lámina cold rolled pintado en pintura en polvo de aplicación electrostática, pantalla estampada y pintura altamente reflectiva, balasto electrónico armonicos de THD<20% marca Advance, socket de seguridad, voltaje de trabajo 120V. Incluye tubos fluorescentes trifosforo T8 de 18W color 4100 grados kelvin, tipo ecologico.

- **TUBOS Y BOMBILLAS.**

En la página siguiente se presentan las características principales de los tubos y bombillas a utilizar en todas las instalaciones. Todos los tubos fluorescentes, estarán marcados en forma legible e indeleble, con la identificación del fabricante, con la tensión nominal en voltios, con la potencia nominal en vatios y con la temperatura del color.

- **ELEMENTOS DE FIJACIÓN.**

La fijación de los equipos se hará por medio de platinas, bandas soporte para tubería, ménsulas, perfiles angulares, varillas, cable acerado, pernos de expansión, pernos "Hilti" o "Ramset" y demás elementos; con las dimensiones y características adecuadas para cada instalación.

Los elementos de acero utilizados para soportar las luminarias, tales como pernos, tuercas, perfiles, platinas, ménsulas serán galvanizadas en caliente.

4.25 Establecer las Distancias De Seguridad Requeridas.

Se han adoptado las distancias de seguridad de la norma **NTC 2050 sección 110 tabla 110 – 16A** la cual corresponde al nivel de tensión de esta instalación eléctrica, así como del **RETIE art. 10.4.**

Las distancias de las redes de distribución se deberán cumplir de acuerdo a lo especificado en el art. 13.1 del RETIE.

La red primaria debe conservar las distancias de seguridad con personas, animales y construcciones según lo define el artículo 13 de la resolución 90708 de agosto 30 de 2013 expedida por el ministerio de minas.

- **Profundidad del espacio de trabajo:** la profundidad del espacio de trabajo en la dirección del acceso hacia las partes energizadas no debe ser inferior a la indicada en la Tabla 2: Tabla 110-16A de la NTC 2050. Las distancias se deben medir desde las partes energizadas, si están expuestas, o desde el frente del encerramiento o abertura, si están encerrados.

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

Tabla 2: Tabla 110-16A de la NTC 2050

- **Ancho del espacio de trabajo:** El ancho del espacio de trabajo en el frente del equipo eléctrico, debe ser el ancho del equipo o 0,75 m, el que sea mayor. En todos los casos, el espacio de trabajo debe permitir abrir por lo menos a 90° las puertas o paneles abisagrados del equipo.

- **Altura del espacio de trabajo hasta el techo:** el espacio de trabajo debe estar libre y extenderse desde el nivel del suelo o plataforma hasta la altura exigida por el artículo 110-16. e). Dentro de los requisitos de altura de este artículo, se debe permitir que otros equipos asociados a las instalaciones eléctricas se extiendan no más de 150 mm más allá del frente del equipo eléctrico.

- **Espacios libres:** El espacio de trabajo requerido por este artículo no se debe utilizar para almacenamiento. Cuando se expongan las partes energizadas normalmente cerradas para su inspección o servicio, el espacio de trabajo en un pasillo o espacio general debe estar debidamente protegido.

- **Acceso y entrada al espacio de trabajo:** Debe haber al menos una entrada de suficiente área que dé acceso al espacio de trabajo alrededor del equipo eléctrico. Para equipos de más de 1200 A nominales y de más de 1,80 m de ancho, que contengan dispositivos de protección contra sobrecorriente, dispositivos de conmutación o de control, debe haber una entrada de por lo menos 0,6m de ancho y de 1,90 m de alto en cada extremo.

- **Iluminación:** Debe haber iluminación suficiente en todos los espacios de trabajo alrededor de los equipos de acometida, cuadros de distribución, o de los centros de control de motores instalados en interiores. No serán necesarios otros elementos de iluminación cuando el espacio de trabajo este iluminado por una fuente de luz adyacente que cumpla con el mínimo requerido. En los cuartos de equipos eléctricos, la iluminación no debe estar accionada exclusivamente por medios automáticos (NTC 2050 110-16-d).

- **Espacio de trabajo alrededor de los equipos:** Alrededor de todos los equipos eléctricos debe existir y se debe mantener un espacio de acceso y de trabajo suficiente que permita el funcionamiento, el mantenimiento fácil y seguro de dichos equipos.

  Cuando haya expuestas partes energizadas, el espacio de trabajo mínimo no debe ser inferior a 1,90 m de altura (medidos verticalmente desde el nivel del piso o plataforma) ni inferior a 0,9 m de ancho (medidos paralelamente al equipo). La profundidad debe ser la que se requiere en el artículo 110-34.a) de la NTC 2050. En todos los casos, el espacio de trabajo debe ser suficiente para permitir como mínimo una abertura a 90 ° de las puertas o paneles abisagrados.

  Las dimensiones del espacio de trabajo en la dirección del acceso a las partes vivas que deban ser operadas o puedan necesitar inspección, ajuste, cambio o mantenimiento, no serán menores que las indicadas en la Tabla 3: Espacios de trabajo. Las distancias deben medirse desde las partes vivas, si están descubiertas, o desde el frente de la cubierta o abertura de acceso, cuando estén cerradas.

Tensión nominal a tierra (Voltios)	Distancia mínima (metros) según la condición		
	Caso 1	Caso 2	Caso 3
0-150	0,90	0,90	0,90
151-600	0,90	1,10	1,20
601-2500	0,90	1,20	1,50
2501-9000	1,20	1,50	1,80
9001-25000	1,50	1,80	2,70
25001-75000	1,80	2,40	3,00
Más de 75000	2,40	3,00	3,70

Tabla 3: Espacios de trabajo

Caso 1: Partes energizadas expuestas en un lado del espacio de trabajo y partes sin energizar o puestas a tierra en el otro lado del espacio de trabajo; o partes energizadas expuestas a ambos lados que son efectivamente separadas por madera u otros materiales aislantes adecuados. No se consideran partes energizadas los cables o barras aislados que funcionen a menos de 300V.

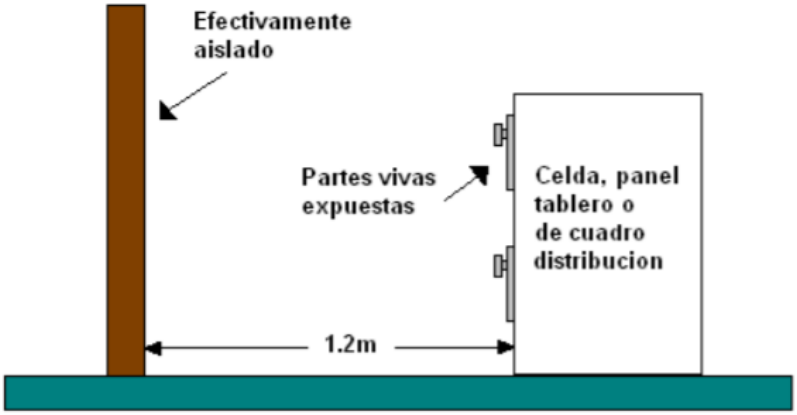


Figura 1. 1.2m para tension entre 2501- 9000V

Ilustración 3: Figura 1 de la norma de EPM RA8-014

Caso 2: Partes energizadas expuestas a un lado del espacio de trabajo y puestas a tierra en el otro lado. Materiales como concreto y ladrillo deben ser considerados como puestos a tierra.

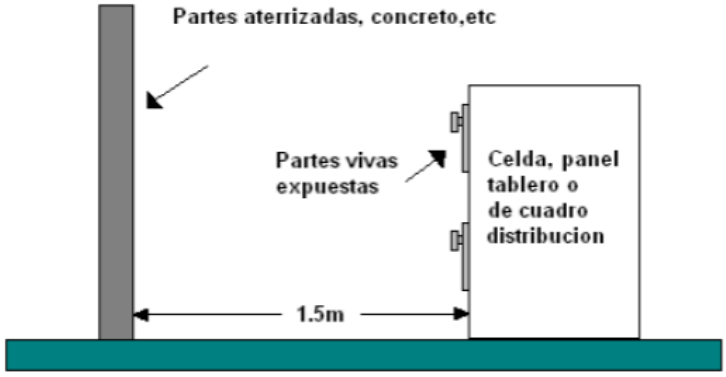


Figura 2. 1.5m para tension entre 2501- 9000V

Ilustración 4: Figura 2 de la norma de EPM RA8-014

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

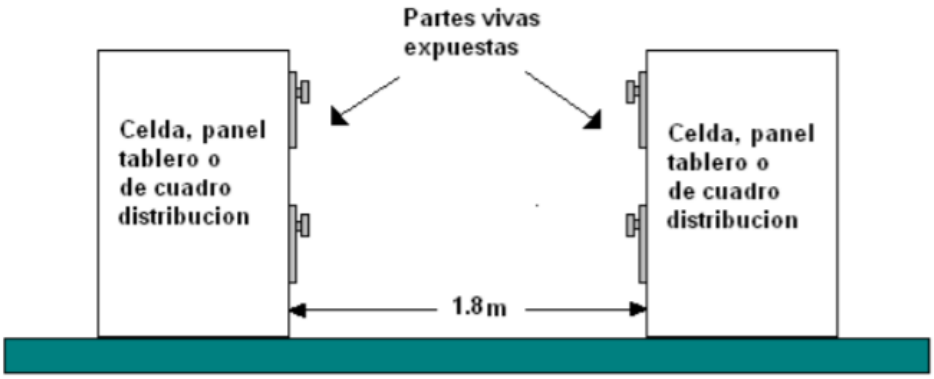


Figura 3. 1.8 m para tension entre 2501- 9000V

Ilustración 5: Figura 3 de la norma de EPM RA8-014

- **Excepción:** No se requiere espacio de trabajo en la parte posterior de conjuntos como cuadros de distribución de frente muerto o centros de control de motores en los que no haya partes intercambiables o ajustables como fusibles o interruptores en su parte posterior y donde todas las conexiones sean accesibles desde lugares que no sean la parte posterior. Cuando se requiera acceso para trabajar en partes no energizadas de la parte posterior del equipo encerrado, debe existir una distancia mínima de trabajo de 0,75 m medidos horizontalmente. Los espacios mínimos a las paredes laterales del local deberán ser de 60cm para un transformador tipo interior.

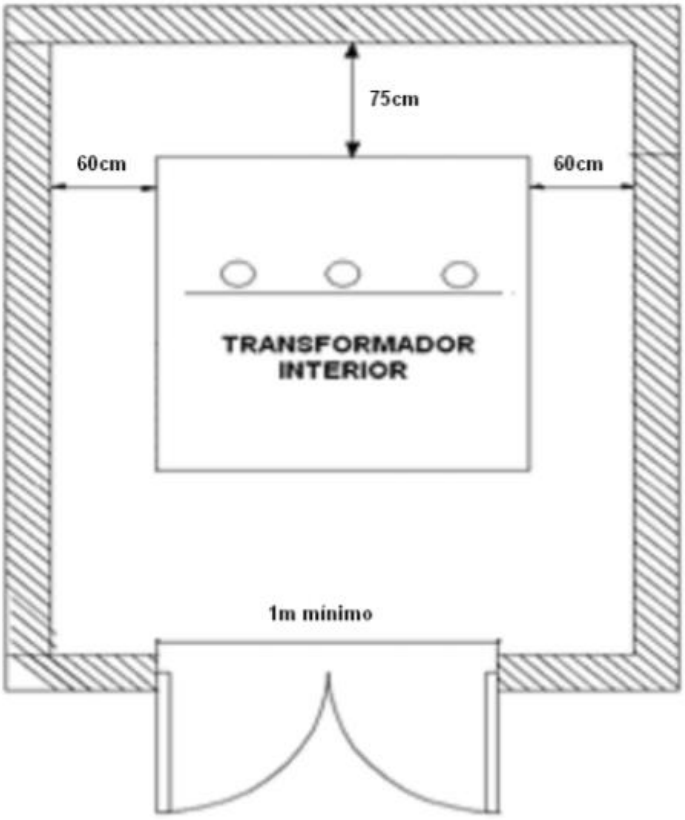


Ilustración 6: Espacios mínimos en subestación interior.

4.26 Justificación Técnica De Desviación De La NTC 2050.

Se debe informar de manera clara y precisa si existen posibles desviaciones o incumplimientos de la NTC 2050, garantizando que dichas situaciones no involucran la seguridad de personas o instalaciones.

5. RESPONSABILIDAD

Es responsabilidad del DISEÑADOR cumplir con los lineamientos de diseño presentados en el presente documento y del CLIENTE de aprobar lo indicado en este documento.

6. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

6.1 Internos

CÓDIGO	NOMBRE DEL DOCUMENTO
-	Memoria de Cálculo RED ELECTRICA INTERNA PARQUE LAS MERCEDES
Eléctricos _ RED INTERNA_ PARQUE LAS MERCEDES	Plano De Diseño Eléctrico Red interna

6.2 externos

CÓDIGO	NOMBRE DEL DOCUMENTO
NTC 2050	Código eléctrico colombiano
IEEE Std. 141	Recommended Practice for Electric Power Distribution for Industrial Plants
RETIE	Reglamento técnico de instalaciones eléctricas

Simón Ramírez Noreña.

Simón Ramírez Noreña
Ingeniero Electricista
Matricula: AN205-161869