MEMORIAS DECÁLCULO

ESCENARIO DEPORTIVO (PISCINA MUNICIPAL) EN EL MUNICIPIO DE GUATAPÉ

MUNICIPIO DE GUATAPE
ANTIOQUIA

CALLE 31 # 26-05

NOMBRE:	GEFERSON EDER OROZCO PÉREZ
TÍTULO O PROFESION:	**INGENIERO ELECTRICISTA**
TARJETA PROFESIONAL:	AN205-70576
DIRECCIÓN OFICINA:	**MEDELLÍN**
TELEFONO:	604-5098111
e-mail:	**orion.grupo@outlook.com**

MEDELLÍN

SEPTIEMBRE DE 2024

CONTENIDO

DESARROLLO 4

DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACION. 4

A. ANÁLISIS Y CUADROS DE CARGAS INICIALES Y FUTURAS, INCLUYENDO ANÁLISIS DE FACTOR DE POTENCIA Y ARMÓNICOS. 4

B. ANÁLISIS DE COORDINACIÓN DE AISLAMIENTO ELÉCTRICO. 6

C. ANÁLISIS DE CORTOCIRCUITO Y FALLA A TIERRA. 6

D. ANÁLISIS DE NIVEL DE RIESGO POR RAYOS Y MEDIDAS DE PROTECCIÓN CONTRA RAYOS. 7

E. ANÁLISIS DE RIESGOS DE ORIGEN ELÉCTRICO Y MEDIDAS PARA MITIGARLOS. 7

CRITERIOS PARA DETERMINAR ALTO RIESGO 9

FACTORES DE RIESGO MÁS COMUNES 9

RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE RIESGOS Y MEDIDAS PARA MITIGARLOS 13

F. ANÁLISIS DEL NIVEL TENSIÓN REQUERIDO. 15

G. 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. 16

H. CÁLCULO DE TRANSFORMADORES INCLUYENDO LOS EFECTOS DE LOS ARMÓNICOS Y FACTOR DE POTENCIA EN LA CARGA. 16

I. DISEÑO DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA. 16

J. CÁLCULO ECONÓMICO DE CONDUCTORES, TENIENDO EN CUENTA TODOS LOS FACTORES DE PÉRDIDAS, LAS CARGAS RESULTANTES Y LOS COSTOS DE LA ENERGÍA. 16

K. CÁLCULO Y VERIFICACIÓN DE LOS CONDUCTORES, TENIENDO EN CUENTA EL TIEMPO DE DISPARO DE LOS INTERRUPTORES, LA CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO DE LA RED Y LA CAPACIDAD DE CORRIENTE DEL CONDUCTOR DE ACUERDO CON LA NORMA IEC 60909, IEEE 242, CAPÍTULO 9 O EQUIVALENTE. 17

L. CÁLCULO MECÁNICO DE ESTRUCTURAS Y DE ELEMENTOS DE SUJECIÓN DE EQUIPOS. 17

M. CÁLCULO Y COORDINACIÓN DE PROTECCIONES CONTRA SOBRE CORRIENTES. EN BAJA TENSIÓN SE PERMITE LA COORDINACIÓN CON LAS CARACTERÍSTICAS DE LIMITACIÓN DE CORRIENTE DE LOS DISPOSITIVOS SEGÚN IEC 60947-2 ANEXO A. 18

N. CÁLCULOS DE PÉRDIDAS DE ENERGÍA, TENIENDO EN CUENTA LOS EFECTOS DE ARMÓNICOS Y FACTOR DE POTENCIA. 19

O. CÁLCULOS DE REGULACIÓN. 20

P. CLASIFICACIÓN DE ÁREAS. 20

Q. ELABORACIÓN DE DIAGRAMAS UNIFILARES. 20

R. ELABORACIÓN DE PLANOS Y ESQUEMAS ELÉCTRICOS PARA CONSTRUCCIÓN. 21

S. ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN COMPLEMENTARIAS A LOS PLANOS, INCLUYENDO LAS DE TIPO TÉCNICO DE EQUIPOS Y MATERIALES Y SUS CONDICIONES PARTICULARES. 21

T. ESTABLECER LAS DISTANCIAS DE SEGURIDAD REQUERIDAS. 21

U. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA DE DESVIACIÓN DE LA NTC 2050 CUANDO SEA PERMITIDO, SIEMPRE Y CUANDO NO COMPROMETA LA SEGURIDAD DE LAS PERSONAS O DE LA INSTALACIÓN. 22

No se requirió de desviación de la NTC 2050. 22

V. LOS DEMÁS ESTUDIOS QUE EL TIPO DE INSTALACIÓN REQUIERA PARA SU CORRECTA Y SEGURA OPERACIÓN, TALES COMO CONDICIONES SÍSMICAS, ACÚSTICAS, MECÁNICAS O TÉRMICAS. 22

DESARROLLO

DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACION

La instalación objeto del presente estudio queda definida por las siguientes características:

Tabla 1

Línea de Baja Tensión

TENSIÓN DE DISTRIBUCIÓN (V):	240/120v
TIPO DE CONDUCTOR:	CU-THHN / XLPE
MÁXIMA CAIDA DE TENSIÓN ADMISIBLE:	3%

En el presente documento se relaciona el cumplimiento de cada uno de los ITEMS del capítulo 10.1.1 del RETIE para el proyecto.

A. ANÁLISIS Y CUADROS DE CARGAS INICIALES Y FUTURAS, INCLUYENDO ANÁLISIS DE FACTOR DE POTENCIA Y ARMÓNICOS.

Este cuadro de cargas considera las nuevas cargas a instalar en el tablero de distribución principal existente y ubicado en pedestal en la parte posterior de la tribuna B en el plano anexo.

CUADRO DE CARGAS Y CALCULOS. — UNIDAD DEPORTIVA

TABLERO DE DISTRIBUCIÓN PRINCIPAL (TD-01) — **CONSOLIDADO CARGAS**

CAMERINOS

CTO	A	B	DESCRIPCION	TENSIÓN CIRCUITO [V]	No. TOMAS	No. LUMIN.	CALIBRE [AWG]	PROTEC. [A]	TOMAS NOR. [VA]	ILUM. [VA]	I[A]	L[m]	REGUL.	F. AGRUPAM.	F. TEMP. AMB. COBRE A 75°.	Imax* F.AGRUP.	CUMPLE CALCULO?
1	•		CUARTO MÁQUINAS	240 1Ø	1		4/0	2X160	30000	0	156,25	25	0,0%	De 4 a 6	21 - 25ºC	193,2	SI
3		•															
2	•		TABLERO L2	240 1Ø	1		2	2X80	13.700	0	71,354	1	0,0%	De 4 a 6	21 - 25ºC	96,6	SI
4		•															
5	•		SECADOR DE MANOS JUECES	240 1Ø	1		8	2X32	7200	0	37,5	22	0,0%	De 4 a 6	21 - 25ºC	42	SI
7		•															
6	•		ILUMINACIÓN EXTERIOR	240 1Ø	1		10	2X25	4800	0	25	18	0,0%	De 4 a 6	21 - 25ºC	25,2	SI
8		•															
9	•		DISPONIBLE	240 1Ø													
11		•															
10	•		DISPONIBLE	240 1Ø													
12		•															
14	•		SECADOR DE MANOS MUJERRES	240 1Ø	1		8	2X32	7200	0	37,5	28	0,0%	De 4 a 6	21 - 25ºC	42	SI
16		•															
13	•		SECADOR DE MANOS HOMBRES	240 1Ø	1		8	2X32	7200	0	37,5	24	0,0%	De 4 a 6	21 - 25ºC	42	SI
15		•															

VOLTAJE DE OPERACIÓN DEL TABLERO [V]	240
CAPACIDAD DE LAS BARRAS DEL TABLERO [A]	125
NÚMERO DE LINEA VIVA O FASE	2
LOCALIZACIÓN DEL TABLERO	Z.R.
MONTAJE DEL TABLERO	EMPOTRADO
POTENCIA BARRA A [VA]	35050
POTENCIA BARRA B [VA]	35050
CARGA TOTAL INSTALADA [VA]	70.100
FACTOR DE DEMANDA	0,70
CARGA MÁXIMA DEMANDADA [VA]	49.070
INTERRUPTOR PRINCIPAL	2X250
CALIBRE CONDUCTOR DE FASES THHN/THWN [AWG]	1/0
No. DE CONDUCTORES POR FASE	2
CALIBRE CONDUCTOR DE NEUTRO THHN/THWN [AWG]	2
CALIBRE CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA [AWG]	2
MEDIO DE CANALIZACIÓN DE ALIMENTADOR	TUBERIA
TERMINALES PRINCIPALES	COBRE
CUBIERTA NEMA TIPO	12
CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO	10kA
NÚMEROS DE CIRCUITO DEL TABLERO	24

CÁLCULO DE LA ACOMETIDA APLICANDO EL CÓDIGO ELÉCTRICO NACIONAL - NORMA ICONTEC 2050.
CALCULO DE LA CARGA MAXIMA DEMANDADA.

CARGA MAXIMA DEMANDADA

FACTOR DE DEMANDA = CARGA DEMANDADA / CARGA INSTALADA = 49070 / 70.100 = 0,70

CALCULO DEL CONDUCTOR DE LA ACOMETIDA Y SU PROTECCIÓN ES:

I = 49.070 / 240 = 204

I = 256 A

El calibre del conductor de la acometida será No. 2No.2/0 AWG-AL, con aislamiento del tipo SERIE AA8000, para los dos conductores de linea viva, neutro 2No.1/0 AL SERIE AA8000 y No. 2AWG CU THHN para el conductor de tierra.
El elemento de proteción del contador de energía y la alimentación del contador hasta el tablero de distribución será de 2x250A, del tipo termomagnético, con capacidad de cortocircuito mínima de 10kA.

CUADRO DE CARGAS Y CALCULOS. — UNIDAD DEPORTIVA

TABLERO DE DISTRIBUCIÓN PRINCIPAL (TD-01) — **INTERIOR 24 CTOS**

CAMERINOS

CTO	A	B	DESCRIPCION	TENSIÓN CIRCUITO [V]	No. TOMAS	No. LUMIN.	CALIBRE [AWG]	PROTEC. [A]	TOMAS NOR. [VA]	ILUM. [VA]	I[A]	L[m]	REGUL.	F. AGRUPAM.	F. TEMP. AMB. COBRE A 75º.	Imax* F.AGRUP.	CUMPLE CALCULO?
1	•		ILUMINACIÓN BODEGA-OFICINA-PRIMEROS AUXILIOS	240 1Ø		12	12	1x20	0	1200	6	12	0,00%	De 4 a 6	21 - 25ºC	17	SI
2	•		TOMAS OFICINA Y TAQUILLA	240 1Ø	7		12	1x20	1260	0	7	15	0,00%	De 4 a 6	21 - 25ºC	17	SI
3		•	ILUMINACION TAQUILLA-OFICINA-CAFETERIA	240 1Ø		16	12	1x20	0	1600	8	18	0,00%	De 4 a 6	21 - 25ºC	17	SI
4		•	TOMAS COCINA	240 1Ø	3		12	1x20	1500	0	8	17	0,00%	De 4 a 6	21 - 25ºC	17	SI
5	•		ILUMINACIÓN CAMERINOS MUJERES Y JUECES	240 1Ø		14	12	1x20	0	1400	7	22	0,00%	De 4 a 6	21 - 25ºC	17	SI
6	•		TOMAS CAFETERIA	240 1Ø	4		12	1x20	720	0	4	17	0,00%	De 4 a 6	21 - 25ºC	17	SI
7		•	ILUM. CAMERINO HOMBRES Y DISCAPACITADOS	120 1Ø		16	12	1x20	0	1600	17	14	0,00%	De 4 a 6	21 - 25ºC	17	SI
8		•	TOMAS PRIMEROS AUXILIOS	120 1Ø	2		12	1x20	1500	0	16	13	0,00%	De 4 a 6	21 - 25ºC	17	SI
9	•		ILUM. CUARTO DE MAQUINAS	120 1Ø		2	12	1X20	0	200	2	25	0,00%	De 4 a 6	21 - 25ºC	17	SI
10	•		TOMAS ASEO Y GUARDAROPA	120 1Ø	4		12	1X20	720	0	8	22	0,00%	De 4 a 6	21 - 25ºC	17	SI
11		•	ILUMINACION TERRAZA CUBIERTA Y BAÑOS	120 1Ø		20	12	1X20	0	2000	21	18	0,00%	De 4 a 6	21 - 25ºC	17	NO
12		•	DISPONIBLES														
13	•		DISPONIBLES														
14	•		DISPONIBLES														
15		•	DISPONIBLES														
16		•	DISPONIBLES														
17	•		DISPONIBLES														
18	•		DISPONIBLES														
19		•	DISPONIBLES														
20		•	DISPONIBLES														
21	•		DISPONIBLES														
22	•		DISPONIBLES														
23		•	DISPONIBLES														
25	•		DISPONIBLES														
24		•	DISPONIBLES														

VOLTAJE DE OPERACIÓN DEL TABLERO [V]	240
CAPACIDAD DE LAS BARRAS DEL TABLERO [A]	125
NUMERO DE LINEA VIVA O FASE	2
LOCALIZACIÓN DEL TABLERO	Z.R.
MONTAJE DEL TABLERO	EMPOTRADO
POTENCIA BARRA A [VA]	6850
POTENCIA BARRA B [VA]	6850
CARGA TOTAL INSTALADA [VA]	13.700
FACTOR DE DEMANDA	1,00
CARGA MÁXIMA DEMANDADA [VA]	13.700
INTERRUPTOR PRINCIPAL	2X80
CALIBRE CONDUCTOR DE FASES THHN/THWN [AWG]	2
No. DE CONDUCTORES POR FASE	1
CALIBRE CONDUCTOR DE NEUTRO THHN/THWN [AWG]	4
CALIBRE CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA [AWG]	6
MEDIO DE CANALIZACIÓN DE ALIMENTADOR	TUBERIA
TERMINALES PRINCIPALES	COBRE
CUBIERTA NEMA TIPO	12
CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO	10kA
NÚMEROS DE CIRCUITO DEL TABLERO	24

CÁLCULO DE LA ACOMETIDA APLICANDO EL CÓDIGO ELÉCTRICO NACIONAL - NORMA ICONTEC 2050.
CALCULO DE LA CARGA MAXIMA DEMANDADA.

CARGA MAXIMA DEMANDADA

FACTOR DE DEMANDA = CARGA DEMANDADA / CARGA INSTALADA = 13700 / 13.700 = 1,00

CALCULO DEL CONDUCTOR DE LA ACOMETIDA Y SU PROTECCIÓN ES:

I = 13.700 / 240 = 57

I = 71 A

El calibre del conductor de la acometida será No. 2AWG, con aislamiento del tipo THHN ó THWN, para los dos conductores de linea viva, neutro No. 6 y No. 8AWG para el conductor de tierra.
El elemento de proteción del contador de energía y la alimentación del contador hasta el tablero de distribución será de 2x40A, del tipo termomagnético, con capacidad de cortocircuito mínima de 10kA.

B. ANÁLISIS DE COORDINACIÓN DE AISLAMIENTO ELÉCTRICO.

La instalación consta de un tipo de niveles de tensión, nivel de baja tensión para el usuario final, monofásico 120/240V.

El aislamiento y BIL: por tratarse de una red de uso final se utiliza un nivel de aislamiento para conductores de 600V, el cual viene especificado en la chaqueta de los conductores.

Los conductores y demás elementos que integren el sistema eléctrico de la instalación eléctrica a las que estas memorias hacen referencia, deben estar certificados para una tensión de operación de 600V.
Para el sistema en baja tensión se recomienda usar cable tipo AL-THWN cuya temperatura máxima de operación es de 90°C, para efectos de selección de conductores se consideran las características de ampacidad a temperatura de 60°C.

C. ANÁLISIS DE CORTOCIRCUITO Y FALLA A TIERRA.

La instalación es conectada en la red de distribución de baja tensión del transformador existente de 50 KVA, propiedad de EPM con No 24395, realizamos el cálculo para la condición específica:

Cortocircuito en bornes secundarios banco transformador

POTENCIA DEL TRANSFORMADOR [kVA]	TENSIÓN PRIMARIA [V]	TENSIÓN SECUNDARIA [V]	Uz [%]	Ic.c Baja (Dato operador) [A]
50,0	7.620	240	6,80	6.740,00
Ic.c (BARRAJE INFINITO) Baja[kA]	**Z transformador [Ω]**	**Z Sistema [Ω]**	**Ic.c (CONSIDERANDO SISTEMA) Baja[kA]**	
1,7688	0,0783360	0,0006475	**1,7543**	

En bornes del trafo		PRIMER TRAMO ALIMENTADOR +ATS					
Cortocircuito en bornes del transforamdor [kA]	Z TRF [Ω]	Calibre cable		No.conductores	Longitud [m]	Resistenica AC [Ω]	Cortocircuito en tablero SS.AA [kA]
1,7543	0,07898	Cobre	2 AWG	1	24	0,012528	1,5142

SEGUNDO TRAMO ALIMENTADOR LOCAL					
Calibre cable		No.conductores	Longitud [m]	Resistenica DC [Ω/m]	Cortocircuito en Distribucion interior [kA]
Aluminio	2/0 AWG	2	60	0,012452	1,3328

TERCER TRAMO INTERNO					
Calibre cable		No.conductores	Longitud [m]	Resistenica DC [Ω/m]	Cortocircuito Cto ramal [kA]
Cobre	8 AWG	1	10	0,021000	1,1088
Cobre	10 AWG	1	10	0,033500	1,0080
Cobre	12 AWG	1	10	0,052100	0,8879

Se recomienda trabajar con protecciones con capacidad de cortocircuito mínimo de 10KA.

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

Por tratarse de una adecuación a la cubierta de las tribunas, no se considera este cálculo ya que el estadio cuenta con sistema de protección contra rayos.

E. ANÁLISIS DE RIESGOS DE ORIGEN ELÉCTRICO Y MEDIDAS PARA MITIGARLOS.

Se trata de un proyecto nuevo, con lo cual se espera que muchos de los problemas eléctricos que se presentan, como son ausencia de tensión, problemas en el aislamiento de los conductores, señalización, mal estado de los equipos, ausencia de sistemas de puesta a tierra, se puedan despreciar, siempre y cuando se garantice un buen mantenimiento en las instalaciones eléctricas y siempre contar con la manipulación e intervención de personal calificado para realizar cualquier maniobra con las redes eléctricas, a continuación, se relacionan 3 eventos de análisis que pueden ocurrir si no se tienen las previsiones adecuadas: toda manipulación al sistema eléctrico, redes locales y equipos, lo debe realizar personal debidamente capacitado y calificado para trabajar con electricidad, se debe respetar las reglas de oro y las distancias de seguridad, entre otros factores que ayudaran a que estos eventos no se presenten.

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 más muertes	Daño grave en infraestructura. Interrupción regional.	Contaminación irreparable	Internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores, Salida de Subestación	Contaminación mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	ALTO
	Incapacidad temporal (>1 día)	Daños severos. Interrupción temporal	Contaminación localizada	Regional	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Lesión menor (sin incapacidad)	Daños Importantes. Interrupción breve	Efecto menor	Local	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves, No interrupción	Sin efecto	Interna	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO

Figura 1. Matriz para Análisis de Riesgos

Tabla 1. Decisiones y acciones para controlar el riesgo

COLOR	RIESGO	DECISIONES A TOMAR Y CONTROL	PARA EJECUTAR TRABAJOS
	Muy Alto	**Inadmisible para trabajar**. Hay que eliminar fuentes potenciales, hacer reingeniería o minimizarlo y volver a valorarlo en grupo, hasta reducirlo. Requiere permiso especial de trabajo.	Buscar procedimientos alternativos si se decide hacer el trabajo. La alta dirección participa y aprueba el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y autoriza su realización, mediante un Permiso Especial de Trabajo (PES).
	Alto	**Minimizarlo**. Buscar alternativas que presenten menor riesgo. Demostrar cómo se va a controlar el riesgo, aislar con barreras o distancia, usar EPP. Requiere permiso especial de trabajo.	El jefe o supervisor del área involucrada, aprueba el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y el Permiso de Trabajo (PT) presentados por el líder a cargo del trabajo.
	Medio	**Aceptarlo**. Aplicar los sistemas de control (minimizar, aislar, suministrar EPP, procedimientos, protocolos, lista de verificación, usar EPP). Requiere permiso de trabajo.	El líder del grupo de trabajo diligencia el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y el jefe de área aprueba el Permiso de Trabajo (PT) según procedimiento establecido.
	Bajo	**Asumirlo**. Hacer control administrativo rutinario. Seguir los procedimientos establecidos. Utilizar EPP. No requiere permiso especial de trabajo.	El líder del trabajo debe verificar los Tres Qué: ¿Qué puede salir mal o fallar? ¿Qué puede causar que algo salga mal o falle? ¿Qué podemos hacer para evitar que algo salga mal o falle?

COLOR	RIESGO	DECISIONES A TOMAR Y CONTROL	PARA EJECUTAR TRABAJOS
	Muy bajo	Vigilar posibles cambios	No afecta la secuencia de las actividades.

CRITERIOS PARA DETERMINAR ALTO RIESGO

Para determinar la existencia de alto riesgo, la situación debe ser evaluada por un profesional competente en electrotecnia y basarse en los siguientes criterios:

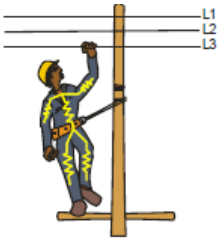
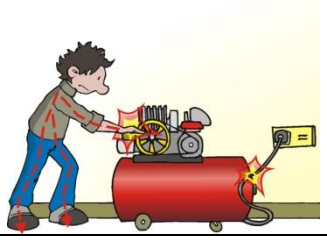
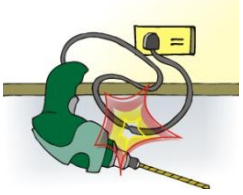
a. Que existan condiciones peligrosas, plenamente identificables, especialmente carencia de medidas preventivas específicas contra los factores de riesgo eléctrico; equipos, productos o conexiones defectuosas; insuficiente capacidad para la carga de la instalación eléctrica; violación de distancias de seguridad; materiales combustibles o explosivos en lugares donde se pueda presentar arco eléctrico; presencia de lluvia, tormentas eléctricas y contaminación.
b. Que el peligro tenga un carácter inminente, es decir, que existan indicios racionales de que la exposición al factor de riesgo conlleve a que se produzca el accidente. Esto significa que la muerte o una lesión física grave, un incendio o una explosión, puede ocurrir antes de que se haga un estudio a fondo del problema, para tomar las medidas preventivas.
c. Que la gravedad sea máxima, es decir, que haya gran probabilidad de muerte, lesión física grave, incendio o explosión, que conlleve a que una parte del cuerpo o todo, pueda ser lesionada de tal manera que se inutilice o quede limitado su uso en forma permanente o que se destruyan bienes importantes de la instalación o de su entorno.
d. Que existan antecedentes comparables, el evaluador del riesgo debe referenciar al menos un antecedente ocurrido con condiciones similares.

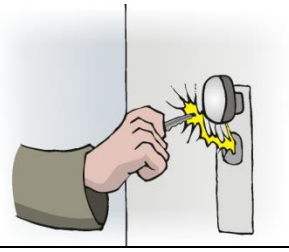
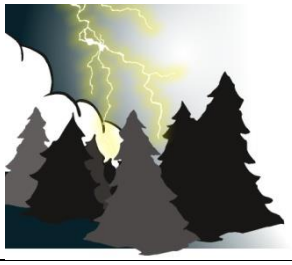
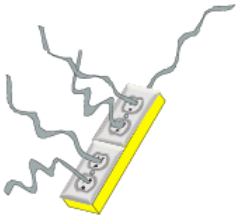
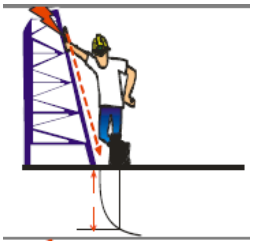
FACTORES DE RIESGO MÁS COMUNES

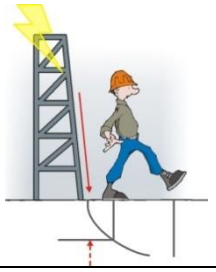
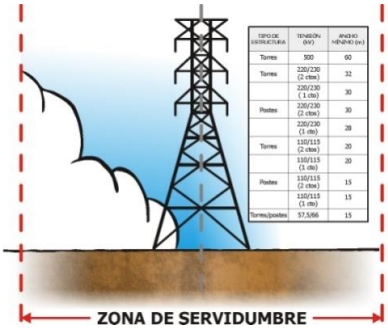
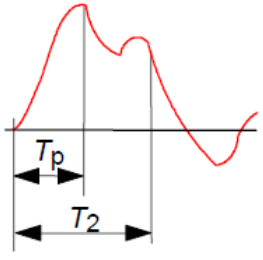
Por regla general, todas las instalaciones eléctricas tienen implícitos riesgos y ante la imposibilidad de controlarlos todos en forma permanente, se seleccionaron algunos factores (ver Tabla 2), que al no tenerlos presentes ocasionan la mayor cantidad de accidentes.

El tratamiento preventivo de la problemática del riesgo de origen eléctrico, obliga a saber identificar y valorar las situaciones irregulares, antes de que suceda algún accidente. Por ello, es necesario conocer claramente el concepto de riesgo. A partir de ese conocimiento y del análisis de los factores que intervienen y de las circunstancias particulares, se tendrán criterios objetivos que permitan detectar la situación de riesgo y valorar su grado de peligrosidad. Identificado el riesgo, se han de seleccionar las medidas preventivas aplicables.

Tabla 2. Factores de riesgo más comunes

RIESGO	POSIBLES CAUSAS
ARCOS ELECTRICOS	**POSIBLES CAUSAS:** Malos contactos, cortocircuitos, aperturas de interruptores con carga, apertura o cierre de seccionadores con carga, apertura de transformadores de corriente, apertura de transformadores de potencia con carga sin utilizar equipo extintor de arco, apertura de transformadores de corriente en secundarios con carga, manipulación indebida de equipos de medida, materiales o herramientas olvidadas en gabinetes, acumulación de óxido o partículas conductoras, descuidos en los trabajos de mantenimiento.
AUSENCIA DE ELECTRICIDAD (EN DETERMINADOS CASOS)	**POSIBLES CAUSAS:** Apagón o corte del servicio, no disponer de un sistema ininterrumpido de potencia - UPS, no tener plantas de emergencia, no tener transferencia. Por ejemplo: Lugares donde se exijan plantas de emergencia como hospitales y aeropuertos.
CONTACTO DIRECTO 	**POSIBLES CAUSAS:** Negligencia de técnicos o impericia de no técnicos, violación de las distancias mínimas de seguridad.
CONTACTO INDIRECTO 	**POSIBLES CAUSAS:** Fallas de aislamiento, mal mantenimiento, falta de conductor de puesta a tierra.
CORTOCIRCUITO 	**POSIBLES CAUSAS:** Fallas de aislamiento, impericia de los técnicos, accidentes externos, vientos fuertes, humedades, equipos defectuosos.

RIESGO	POSIBLES CAUSAS
ELECTRICIDAD ESTATICA 	**POSIBLES CAUSAS:** Unión y separación constante de materiales como aislantes, conductores, sólidos o gases con la presencia de un aislante.
EQUIPO DEFECTUOSO	**POSIBLES CAUSAS:** Mal mantenimiento, mala instalación, mala utilización, tiempo de uso, transporte inadecuado.
RAYOS 	**POSIBLES CAUSAS:** Fallas en el diseño, construcción, operación, mantenimiento del sistema de protección
SOBRECARGA 	**POSIBLES CAUSAS:** Superar los límites nominales de los equipos o de los conductores, instalaciones que no cumplen las normas técnicas, conexiones flojas, armónicos, no controlar el factor de potencia.
TENSION DE CONTACTO 	**POSIBLES CAUSAS:** Rayos, fallas a tierra, fallas de aislamiento, violación de distancias de seguridad.

RIESGO	POSIBLES CAUSAS
TENSION DE PASO 	**POSIBLES CAUSAS:** Rayos, fallas a tierra, fallas de aislamiento, violación de áreas restringidas, retardo en el despeje de la falla.
ZONA DE SERVIDUMBRE INSEGURA EN LINEAS DE TRANSMISION CON TENSION IGUAL O MAYOR A 57,5 Kv 	**POSIBLES CAUSAS:** Construcción de edificaciones o estructuras en zonas de servidumbre, debido al riesgo que genera para las personas, animales y la misma estructura.
AUSENCIA O DEFICIENCIA DE SEÑALIZACION 	**POSIBLES CAUSAS:** Falta de señalización de precaución, prohibición, advertencia e información en zonas que entrañan peligro eléctrico potencial. No identificación de conductores (Código de colores).
SOBRETENSIONES 	**POSIBLES CAUSAS:** Inducciones por descargas atmosféricas, Maniobra de equipos inductivos o capacitivos, Presencia de armónicos conjuntamente con equipos capacitivos, Fuentes de alimentación débiles, Energización de transformadores, Ocurrencia de fallas eléctricas, Ferrorresonancia.

RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE RIESGOS Y MEDIDAS PARA MITIGARLOS

Con base en la metodología expuesta en el ítem **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, considerando los factores d e riesgo más comunes expuestos por el RETIE descritos en el ítem 0, fue realizado el análisis de riesgo el cual se muestra en la Tabla 3 a seguir:

Tabla 3. Resultado del análisis del riesgo de origen eléctrico

ANÁLISIS DEL RIESGO					
RIESGO	**PERSONAS**	**ECONOMIA**	**AMBIENTE**	**IMAGEN DE LA EMPRESA**	**RIESGO**
SOBRECARGA	2E	1E	1E	3E	BAJO
	BAJO	MUY BAJO	MUY BAJO	BAJO	
CONTACTO INDIRECTO	1E	1D	1D	1D	BAJO
	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	
CORTOCIRCUITO	1E	1E	1E	1E	MUY BAJO
	MUY BAJO	MUY BAJO	MUY BAJO	MUY BAJO	
RAYO	4E	1E	1E	3E	MEDIO
	MEDIO	MUY BAJO	MUY BAJO	BAJO	
ELECTRICIDAD ESTATICA	1D	1D	1D	1E	BAJO
	BAJO	BAJO	BAJO	MUY BAJO	
EQUIPO DEFECTUOSO	1C	1C	1C	1C	BAJO
	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	
TENSIÓN DE CONTACTO	3D	1D	1D	2D	MEDIO
	MEDIO	BAJO	BAJO	BAJO	
TENSIÓN DE PASO	2D	1D	1D	2D	BAJO
	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	
TENSIONES TRANSFERIDAS	1E	1E	1E	1E	MUY BAJO
	MUY BAJO	MUY BAJO	MUY BAJO	MUY BAJO	
ARCO ELÉCTRICO	1E	1E	1E	1E	MUY BAJO
	MUY BAJO	MUY BAJO	MUY BAJO	MUY BAJO	
AUSENCIA DE ELECTRICIDAD	1E	1E	1E	1E	MUY BAJO
	MUY BAJO	MUY BAJO	MUY BAJO	MUY BAJO	
ZONAS DE SERVIDUMBRE	1D	1C	1C	2C	MEDIO
	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO	
FALTA O DEFICIENTE SEÑALIZACIÓN	3C	1C	1C	3C	MEDIO
	MEDIO	BAJO	BAJO	MEDIO	
CONTACTO DIRECTO	1E	1E	1E	1E	MUY BAJO
	MUY BAJO	MUY BAJO	MUY BAJO	MUY BAJO	
SOBRETENSIONES	1E	1E	1E	1E	MUY BAJO
	MUY BAJO	MUY BAJO	MUY BAJO	MUY BAJO	

De manera general, las medidas recomendadas para mitigar estos riesgos son presentadas en la Tabla 4 mostrada a continuación:

Tabla 4. Medidas recomendadas para mitigar los riesgos de origen eléctrico

RIESGO	MEDIDAS RECOMENDADAS PARA MITIGARLO
SOBRECARGA	Adecuado diseño, montaje, operación y mantenimiento de los sistemas eléctricos y las cargas de acuerdo con las normas técnicas (Artículo 10.1 RETIE)
	Verificación de dimensionamiento técnico adecuado de conductores y equipos
	Instalar Interruptores automáticos con relés de sobrecarga
	Informe de inspección visual de uso indiscriminado de extensiones y multitomas.
TENSIONES TRANSFERIDAS - CONTACTO INDIRECTO	Diseño, montaje y mantenimiento de sistema de puesta a tierra según normas correspondientes evaluando potenciales de paso, toque y transferidas. Realizar Conexiones equipotenciales (Garantizar que todos los circuitos ramales se encuentren acompañados por el conductor de puesta a tierra de equipos (conductor de protección), el cual deberá tener continuidad con la estructura metálica del equipo).
	Pruebas periódicas de los tomacorrientes y extensiones con protección de falla a tierra.
	Evitar contacto con las estructuras de los equipos.
	Uso de protección de falla a tierra en tomacorrientes (GFCI) y en extensiones eléctricas.
CORTOCIRCUITO	Lograr una mejor coordinación de protecciones
	Interruptores automáticos con dispositivos de disparo de máxima corriente o cortacircuitos fusibles.
	Estudio de cortocircuito de las instalaciones eléctricas.
	Mantener una distancia de seguridad
	Personal competente, capacitado y entrenado
	Pruebas de equipos eléctricos (pruebas de relés, interruptores, etc.)
	Tener un programa de mantenimiento que incluya mantenimiento preventivo y predictivo de los equipos.
	Uso de herramientas aisladas
	Despojarse de todo elemento metálico
RAYO	Elaborar un diseño de sistema de protección contra rayos cumpliendo normas nacionales e internacionales.
	Instalar, con base en el diseño, y utilizando los materiales adecuados según norma, un sistema de protección contra rayos externo que incluya: pararrayos, bajantes, puestas a tierra, equipotencialización de tierras.
	Capacitar al personal expuesto al riesgo de descarga atmosférica en medidas de prevención.
ELECTRICIDAD ESTÁTICA	Aterrizar todo elemento metálico susceptible de cargarse estáticamente
	Diseño de sistemas de ventilación que impidan la concentración de atmósferas inflamables.
	Diseño, instalación y mantenimiento de sistemas de puesta a tierra para descargas estáticas
	Pisos conductivos.
	Utilización de calzado conductivo
EQUIPO DEFECTUOSO	Instalación de equipos siguiendo instrucciones del fabricante
	Mantenimiento predictivo y preventivo
	Mediciones periódicas en el aislamiento de equipos eléctricos.
TENSIONES DE CONTACTO Y DE PASO	Diseño, montaje y mantenimiento de sistema de puesta a tierra según normas correspondientes. Realizar Conexiones equipotenciales (Garantizar que todos los circuitos ramales se encuentren acompañados por el conductor de puesta a tierra de equipos (conductor de protección), el cual deberá tener continuidad con la estructura metálica del equipo).
	Mediciones de continuidad entre las estructuras metálicas de los equipos y el sistema de puesta a tierra del circuito ramal que los alimenta.

RIESGO	MEDIDAS RECOMENDADAS PARA MITIGARLO
	Evitar contacto con las estructuras de los equipos.
	Uso de protección de falla a tierra en tomacorrientes (GFCI) y en extensiones eléctricas.
	Restricción de accesos
	Usar calzado dieléctrico cuando se ingrese a subestaciones eléctricas para control de tensiones de paso.
	Utilizar guantes dieléctricos para manipular conductores.
ARCOS ELÉCTRICOS	Lograr una mejor coordinación de protecciones
	Protecciones rápidas (fusibles rápidos, Protecciones que actúan por luz, Relés de sobrecorriente rápidas, etc)
	Apertura de seccionadores con carga utilizando el equipo extintor de arco
	Verificar que los gabinetes confinen el arco
	Mantenimiento eléctrico y mecánico de equipos eléctricos
	Identificar los riesgos de arco y choque eléctrico en cada cuarto o tablero eléctrico.
	Trabajar sin tensión
	Uso de equipos de prueba y medida de acuerdo a la categoría
AUSENCIA DE ELECTRICIDAD	Disponer de plantas de emergencia con transferencia automática.
	Disponer de sistemas ininterrumpidos de potencia (UPS)
ZONA DE SERVIDUMBRE INSEGURA EN LÍNEAS DE TRANSMISIÓN CON TENSIÓN IGUAL O MAYOR A 57,5 Kv	Diseñar, construir, operar y mantener de acuerdo con normas nacionales e internacionales de control de campo eléctrico y magnético
	Dentro de la zona de servidumbre se debe impedir la siembra de árboles o arbustos que con el transcurso del tiempo puedan alcanzar las líneas y se constituyan en un peligro para ellas.
	Realizar mediciones de campos electromagnéticos de extremadamente baja frecuencia -ELF- en líneas de transmisión verificando que se cumpla el RETIE
FALTA O DEFICIENTE SEÑALIZACIÓN	Ubicar señales adecuadas que transmitan mensajes de prevención, prohibición o información en zonas donde se ejecuten trabajos o se operen equipos eléctricos.
	Implementar el código de colores en conductores.
CONTACTO DIRECTO	Utilización de aislamiento adecuado
	Barreras para evitar el contacto con barrajes o conductores energizados.
	Colocación de barreras que impidan la aproximación a equipos con partes vivas expuestas.
	Utilizar menores niveles de tensión
	Interposición de obstáculos
SOBRETENSIONES	Adecuado estudio e implementación de la coordinación de aislamiento de acuerdo con normas internacionales
	Adecuado estudio e implementación de coordinación de protecciones de sobretensiones y de sobrecorrientes
	Reducir niveles de armónicos presentes.
	Estudios de calidad de energía en las redes de acometida y en alimentación de equipos críticos, con el equipo analizador de redes.
	Instalar DPS de acuerdo con el estudio de coordinación de aislamiento.
	Auditoria a la ejecución y desarrollo de los controles de ingeniería

F. ANÁLISIS DEL NIVEL TENSIÓN REQUERIDO.

El análisis de tensión requerido es de acuerdo a la disponibilidad del servicio que entrega el operador de red en la región. En este caso la alimentación principal es por baja tensión 240/120 Voltios. La medida será directa con medidores electrónicos de 5(100) A – 120-240V.

G. 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.

Este ítem no aplica puesto que no existen fuentes cercanas al proyecto que generen estos tipos de riesgos electromagnéticos.

De acuerdo a la Resolución Número 40492 Articulo 2-Adiciónense dos parágrafos al numeral 14.4 denominado "Cálculo y medición de campos electromagnéticos" del Anexo General, en los siguientes términos:
"Parágrafo 1 El campo eléctrico se debe calcular en zonas de servidumbre de líneas de transmisión de tensión igual o mayor a 110 kV, y solo se debe medir como mecanismo de comprobación en lugares de fachadas de edificaciones a la altura de los conductores más cercanos a la fachada que se encuentre en la frontera de la servidumbre.

Parágrafo 2 La densidad de flujo magnético se debe calcular para corrientes mayores a 1000 A y debe medirse sobre bandejas porta cables, buses de barras y otros cables prearmados que transporten estos niveles de corriente y estén ubicados hasta 30 cm de lugares de trabajo o de permanencia de personas. Igualmente, se debe medir en líneas de transmisión que superen estas corrientes a distancias hasta 1,5 m del conductor para máximos acercamientos de público en general y a 30 cm para personas que laboran en la línea. En ningún caso se debe aceptar la permanencia de personas en distancias menores a las antes señaladas."

H. CÁLCULO DE TRANSFORMADORES INCLUYENDO LOS EFECTOS DE LOS ARMÓNICOS Y FACTOR DE POTENCIA EN LA CARGA.

No requiere ya que el operador de red asignó la disponibilidad aguas abajo del transformador existente de 50 KVA, propiedad de EPM.

I. DISEÑO DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA.

El proyecto cuenta con un sistema de puesta a tierra, no se considerará este cálculo para el alcance de esta propuesta.

J. CÁLCULO ECONÓMICO DE CONDUCTORES, TENIENDO EN CUENTA TODOS LOS FACTORES DE PÉRDIDAS, LAS CARGAS RESULTANTES Y LOS COSTOS DE LA ENERGÍA.

No se requiere este cálculo para el alcance de esta propuesta. Se realizará medida de puesta a tierra para verificar el estado de la misma.

Se observa una resistencia inferior a 25 ohmios cumplimiento lineamientos del RETIE.

K. CÁLCULO Y VERIFICACIÓN DE LOS CONDUCTORES, TENIENDO EN CUENTA EL TIEMPO DE DISPARO DE LOS INTERRUPTORES, LA CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO DE LA RED Y LA CAPACIDAD DE CORRIENTE DEL CONDUCTOR DE ACUERDO CON LA NORMA IEC 60909, IEEE 242, CAPÍTULO 9 O EQUIVALENTE.

La selección mínima que debe tener el conductor debido a la corriente de cortocircuito se determina a partir de la siguiente expresión.

$$S = \frac{I_{cc} * \sqrt{t}}{K} \ (mm^2)$$

Donde:
Icc: Corriente de corto circuito [kA].
T: tiempo de despeje de la falla (s).
K: factor de temperatura depende del aislante y material del conductor, para conductores de cobre con aislantes en PVC y temperatura de operación de 60 °C; K=115.
De acuerdo a las curvas de los totalizadores y al análisis de cortocircuito se considera una corriente de cortocircuito de Icc=4.71 kA y un tiempo de despeje de t=20ms (peor de los casos, tiempo en que actuaría TN).

$$S = \frac{4710 * \sqrt{0.02}}{115} = 5.79(mm^2)$$

Obteniendo una sección mínima de 5.79 mm^2, circuitos alimentador principal (62.92 mm^2) y circuitos ramales (16.8 mm^2) cumplen con la sección mínima requerida.

L. CÁLCULO MECÁNICO DE ESTRUCTURAS Y DE ELEMENTOS DE SUJECIÓN DE EQUIPOS.

No requiere cálculo para instalación de transformador.

M. CÁLCULO Y COORDINACIÓN DE PROTECCIONES CONTRA SOBRE CORRIENTES. EN BAJA TENSIÓN SE PERMITE LA COORDINACIÓN CON LAS CARACTERÍSTICAS DE LIMITACIÓN DE CORRIENTE DE LOS DISPOSITIVOS SEGÚN IEC 60947-2 ANEXO A.

Para el cálculo de las protecciones se tiene en cuenta la corriente por circuito, para lo cual Se realizaron los cálculos pertinentes, dependiendo de cada una de las cargas de los circuitos correspondientes, teniendo en cuenta el conductor del calibre seleccionado, se seleccionan los automáticos los cuales se pueden apreciar en los cuadros de cargas.

Para el cálculo de protecciones se tomara como base la corriente de falla de punto de conexión hasta el gabinete.

Para una corriente de diseño de 40 A y tomando la selección por capacidad de corto circuito de 10 KA se garantiza disparo en al menos 150 milisegundos.

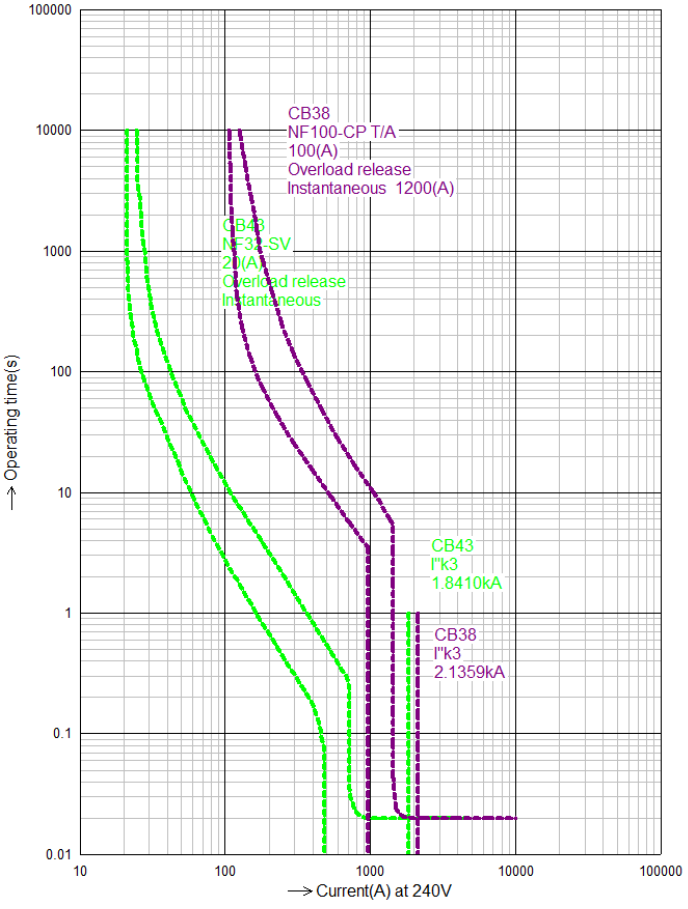
Con este criterio seleccionan interruptores termomagnéticos clase C.

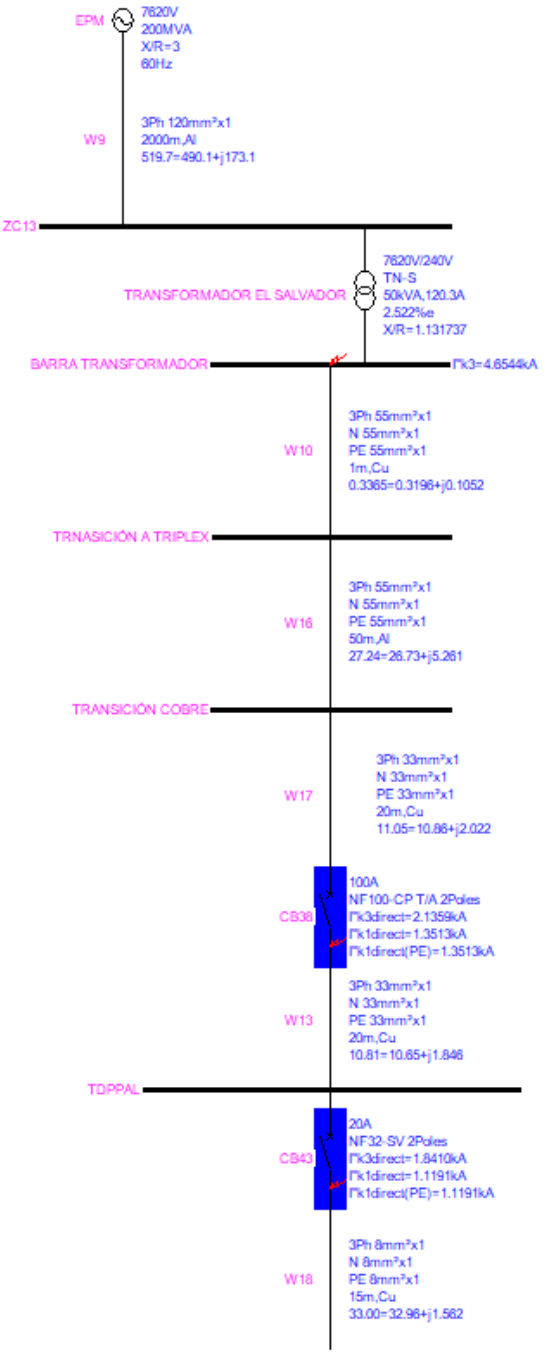
Se instalará un totalizador termomagnético de 2 x 100 Amperios y para cada alimentador una protección de 2x20A, 240/120V, de poder de corte mínimo 10 KA, apropiado para manejar la carga atendida y la capacidad de corto dada por el Operador de Red.

Alimentadores principales hacia gabinetes de medidores.

La coordinación de protecciones de la red primaria es simulada por el operador de red y entregada al usuario final para tener un sistema adecuadamente protegido.

Simulamos en el programa Melshort:





N. CÁLCULOS DE PÉRDIDAS DE ENERGÍA, TENIENDO EN CUENTA LOS EFECTOS DE ARMÓNICOS Y FACTOR DE POTENCIA.

No requiere este cálculo por tratarse de una reforma.

O. CÁLCULOS DE REGULACIÓN.

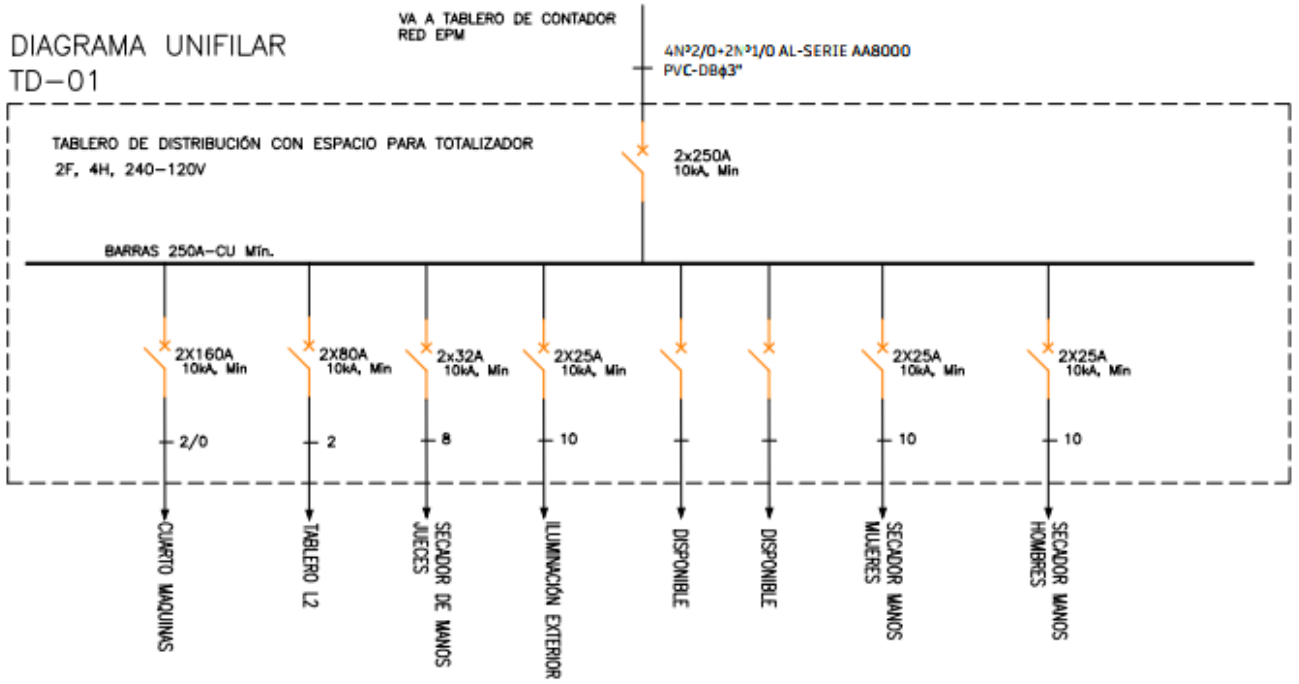
Dentro del cuadro de cargas esta el cálculo de regulación de los circuitos de iluminación.

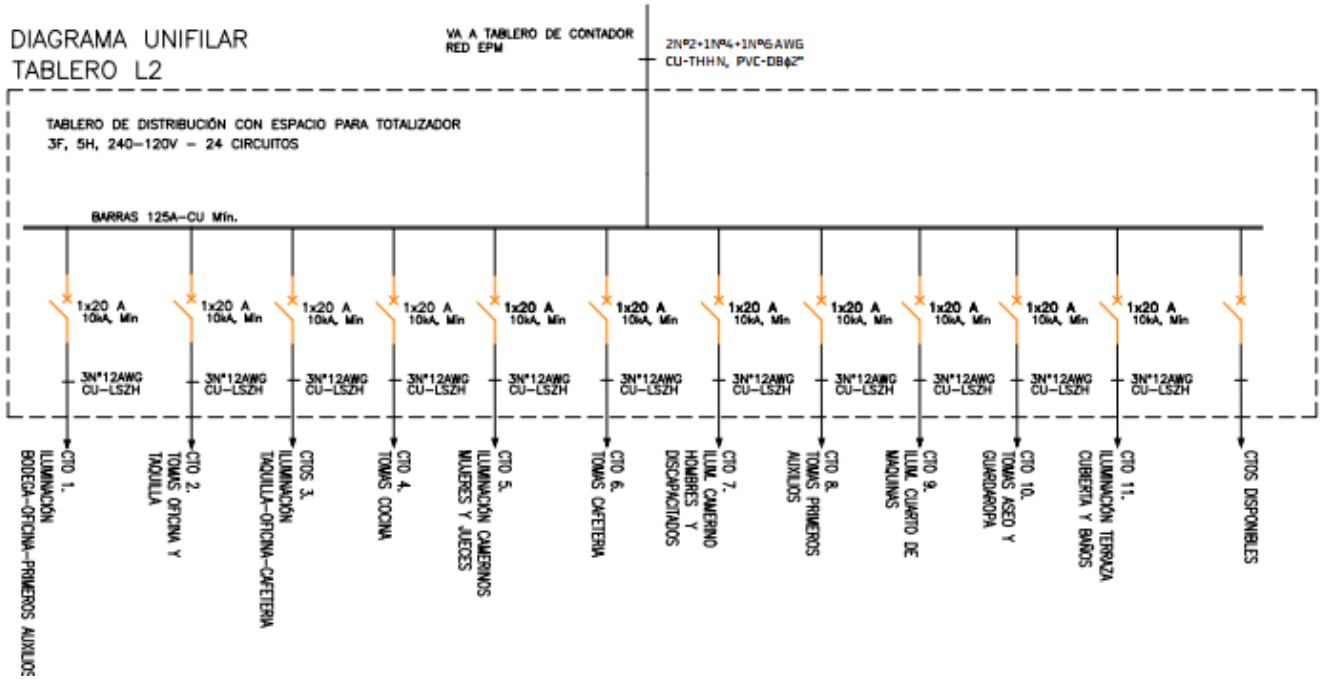
CUADRO DE CARGAS						OFICIAL
TRANS. N°	KVA.	N° INST	KVA/INST	KVA TOTAL	% CARGA	% REGULACION
1	50	1	24	24	48	1.24

P. CLASIFICACIÓN DE ÁREAS.

No se requiere por no ser instalaciones especiales.

Q. ELABORACIÓN DE DIAGRAMAS UNIFILARES.





R. ELABORACIÓN DE PLANOS Y ESQUEMAS ELÉCTRICOS PARA CONSTRUCCIÓN.

Se adjuntan planos con esquemas eléctricos que guiaron la construcción.

S. ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN COMPLEMENTARIAS A LOS PLANOS, INCLUYENDO LAS DE TIPO TÉCNICO DE EQUIPOS Y MATERIALES Y SUS CONDICIONES PARTICULARES.

Se adjuntan planos eléctricos donde se detallan las especificaciones de materiales como temperatura de operación, aislamiento, las cuales deben de cumplir con todas las normativas vigentes de construcción, prácticas y otras disposiciones.

T. ESTABLECER LAS DISTANCIAS DE SEGURIDAD REQUERIDAS.

La red será canalizada, cumple con el artículo 13 del RETIE.

Las distancias mínimas de seguridad que deben guardar las partes energizadas respecto de las construcciones, son las establecidas en la Tabla 13.1 del presente reglamento y para su interpretación se debe tener en cuenta la Figura 13.1.

DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD EN ZONAS CON CONSTRUCCIONES		
Descripción	Tensión nominal entre fases (kV)	Distancia (m)
Distancia vertical "a" sobre techos y proyecciones, aplicable solamente a zonas de muy difícil acceso a personas y siempre que el propietario o tenedor de la instalación eléctrica tenga absoluto control tanto de la instalación como de la edificación (Figura 13.1).	44/34,5/33	3,8
	13,8/13,2/11,4/7,6	3,8
	<1	0,45
Distancia horizontal "b" a muros, balcones, salientes, ventanas y diferentes áreas independientemente de la facilidad de accesibilidad de personas. (Figura 13.1)	66/57,5	2,5
	44/34,5/33	2,3
	13,8/13,2/11,4/7,6	2,3
	<1	1,7
Distancia vertical "c" sobre o debajo de balcones o techos de fácil acceso a personas, y sobre techos accesibles a vehículos de máximo 2,45 m de altura. (Figura 13.1)	44/34,5/33	4,1
	13,8/13,2/11,4/7,6	4,1
	<1	3,5
Distancia vertical "d" a carreteras, calles, callejones, zonas peatonales, áreas sujetas a tráfico vehicular. (Figura 13.1) para vehículos de más de 2,45 m de altura.	115/110	6,1
	66/57,5	5,8
	44/34,5/33	5,6
	13,8/13,2/11,4/7,6	5,6
	<1	5

Tabla 13.1 distancias mínimas de seguridad en zonas con construcciones

Nota: En redes públicas o de uso general no se permite la construcción de edificaciones debajo de los conductores; en caso de presentarse tal situación el OR solicitará a las autoridades competentes tomar las medidas pertinentes. Tampoco será permitida la construcción de redes para uso público por encima de las edificaciones.

U. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA DE DESVIACIÓN DE LA NTC 2050 CUANDO SEA PERMITIDO, SIEMPRE Y CUANDO NO COMPROMETA LA SEGURIDAD DE LAS PERSONAS O DE LA INSTALACIÓN.

No se requirió de desviación de la NTC 2050.

V. LOS DEMÁS ESTUDIOS QUE EL TIPO DE INSTALACIÓN REQUIERA PARA SU CORRECTA Y SEGURA OPERACIÓN, TALES COMO CONDICIONES SÍSMICAS, ACÚSTICAS, MECÁNICAS O TÉRMICAS.

No se requieren para este proyecto.

RESPONSABLE:

Geferson Orozco P.

NOMBRE: GEFERSON EDER OROZCO PÉREZ
TÍTULO O PROFESION: Ingeniero Electricista
TARJETA PROFESIONAL: AN205-70576