CORREDOR COMERCIAL E.S.E HSR DE YOLOMBO

DISEÑO DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE BAJA TENSIÓN PROYECTO BULEVAR ESE HOSPITAL SAN RAFAEL DE YOLOMBÓ

MEMORIA DE CÁLCULO Y CONSIDERACIONES DEL DISEÑO PARA EL SISTEMA ELÉCTRICO DE BAJA TENSIÓN

INGENIERO ELECTROMECANICO
MAURICIO BETANCUR ARIAS
MAT: AN250-79661



MEDELLÍN, ABRIL DE 2024

TABLA DE CONTENIDO

1 INTRODUCCIÓN 4
2 OBJETIVOS 4
3 METODOLOGÍA 4
3.1 Lugar de diseño 4
3.2 Criterios generales de diseño 4
3.3 Normas 5
3.4 Características eléctricas de los equipos y nivel de tensión requerido 5
3.5 Sistema de alumbrado 5
3.6 Tomacorrientes 5
3.7 Cálculo de conductores para alimentadores y circuitos ramales 6
3.8 Sistema de distribución eléctrico para las instalaciones interiores 8
3.9 Servicios de telecomunicaciones 8
4 REQUISITOS RETIE 8
4.1 Análisis y cuadros de carga iniciales y futuras, incluyendo análisis de factor de potencia y armónicos. 8
- Cuadro de cargas zona común: ..... ¡Error! Marcador no definido.
- Cuadro de cargas redes de distribución: ..... ¡Error! Marcador no definido.
Calculo de Armónicos. 9
4.2 Análisis de Coordinación de Aislamiento. 9
4.3 Análisis de cortocircuito y falla a tierra. 9
4.4 Análisis de nivel de riesgo por rayos y medidas de protección contra rayos. 10
SISTEMA DE APANTALLAMIENTO CONTRA DESCARGAS ELÉCTRICAS ATMOSFÉRICAS DIRECTAS 10
Metodología ..... ¡Error! Marcador no definido.
Descripción general de la configuración de los sistemas de apantallamiento ¡Error! Marcador no definido.
CÁLCULO Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS LOS DPS ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
4.5 Análisis de riesgos de origen eléctrico y medidas para mitigarlos. 14
4.6 Análisis del nivel 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 19
4.8 Cálculo de transformadores incluyendo los efectos de los armónicos y factor de potencia en la carga. 19
4.9 Cálculo del sistema de puesta a tierra. ..... ¡Error! Marcador no definido.
Diseño del sistema de puesta a tierra ..... ¡Error! Marcador no definido.
4.10 Cálculo económico de conductores, teniendo en cuenta todos los factores de pérdidas, las cargas resultantes y los costos de la energía. ..... ¡Error! Marcador no definido.
4.11 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, capitulo 9 o equivalente. 20
4.12 Calculo mecánico de estructuras y elementos de sujeción. 21
4.13 Cálculo y coordinación de protecciones contra sobrecorrientes. En baja tensión se permite la coordinación con las características de limitación de corriente de los dispositivos según IEC 60947-2 Anexo A. 21
4.14 Cálculos de canalizaciones (tubo, ductos, canaletas y electroductos) y volumen de encerramientos (cajas, tableros, conduletas, etc.). 21
Conductores, canalizaciones y tomacorrientes 21

Conductores 21

Canalizaciones **22**

4.15 Cálculo de pérdidas de energía, teniendo en cuenta los efectos armónicos y el factor de potencia. **23**

4.16 Cálculos de Regulación **23**

4.17 Clasificación de áreas. **24**

4.18 Elaboración de diagramas Unifilares. **24**

4.19 Elaboración de planos y esquemas eléctricos para la construcción: **24**

4.20 Especificaciones de construcción complementarias a los planos, incluyendo las de tipo técnico de los equipos y materiales y sus condiciones particulares: **24**

4.21 Establecer las distancias de seguridad requeridas: **24**

4.22 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: **25**

4.23 Los demás estudios que el tipo de instalación requiera para su correcta y segura operación, tales como condiciones sísmicas, acústicas, mecánicas o térmicas ....¡Error! Marcador no definido.

MEMORIA DE CÁLCULO Y CONSIDERACIONES DEL DISEÑO PARA EL SISTEMA DE ELÉCTRICO DE BAJA TENSIÓN

1 INTRODUCCIÓN

La seguridad de las personas que de manera directa o indirecta intervienen en cualquier tipo de instalación eléctrica, justifica la realización de estudios y diseños para que dichas instalaciones operen de manera adecuada. El correcto diseño del sistema eléctrico tiene como objetivo fundamental la protección de las personas, equipos y edificaciones además de garantizar un adecuado funcionamiento.

2 OBJETIVOS

El objetivo de este documento es presentar la descripción de la metodología utilizada para la evaluación y diseño de las redes eléctricas en baja tensión y del sistema de protección contra descargas eléctricas atmosféricas y su sistema de puesta a tierra, para el edificio BULEVAR HOSPITAL YOLOMBO.
El alcance de los trabajos comprende el diseño eléctrico y estudios pertinentes del sistema de fuerza, sistema de iluminación interna y externa,

METODOLOGÍA

Para la ejecución de los trabajos, de parte del diseñador, se realizaron varias reuniones de coordinación con el diseñador arquitectónico y el diseñador estructural del proyecto además de reuniones con el cliente a fin de obtener las mayores características o exigencias del diseño, se definió de parte del propietario los alcances y necesidades de los diseños y se realizó el levantamiento de campo para tomar los datos de los acabados y alturas de las estructuras y la disposición en planta de las estructuras aledañas y edificaciones existentes que pueden tener un efecto sobre la nueva edificación, además de la resistividad del terreno

2.1*Lugar de diseño*

El proyecto BULEVAR HOSPITAL YOLOMBO está ubicado en el municipio de YOLOMBO . Departamento de Antioquia.

YOLOMBO . es un municipio de Colombia ubicado en el nordeste del departamento de Antioquia.

Destinación:	HOSPITAL YOLOMBO.
Dirección más cercana al lote:	YOLOMBO
Municipio:	YOLOMBO . – Antioquia.
Proyecto:	BULEVAR HOSPITAL YOLOMBO.
Voltaje de alimentación:	120 / 240 Vac.
Sistema de alimentación:	Monofásico, Trifilar

2.2*Criterios generales de diseño*

Los sistemas de alumbrado, fuerza y comunicaciones fueron diseñados para cumplir con los requerimientos arquitectónicos del proyecto para iluminación interior, fuerza y suministro de energía en todas las áreas internas, teniendo en cuenta las definiciones realizadas por las demás áreas de diseño.

El diseño eléctrico se realizó teniendo en cuenta el RETIE, el Código Eléctrico Nacional - NTC 2050 y las recomendaciones aplicables de normas internacionales tales como, NEC, NEMA, ANSI,

IEEE etc. Adicionalmente se consideraron las recomendaciones de diferentes manuales y textos especializados.

El diseño de las instalaciones telefónicas proyectadas se realizó, teniendo en cuenta los requerimientos generales de comunicaciones propios del proyecto.

2.3 Normas

RETIE	Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas
NTC 4552	Protección contra Rayos. Principios Generales
ICONTEC	Código Eléctrico Nacional NTC - 2050
IES	Lighting Handbook, Reference & Application
ANSI/IEEE	Std 81-1983 “IEEE Guide for Measuring Earth Resistivity, Ground Impedance and Earth Surface Potentials of a Ground System”.
NFPA	NFPA-780 “Lightning Protection”

2.4 Características eléctricas de los equipos y nivel de tensión requerido

El nivel de tensión requerido depende directamente de los niveles nominales de voltaje de los diferentes equipos eléctricos, electrónicos y electromecánicos que formen parte del proyecto (Motobombas, iluminación, sistemas eléctricos para viviendas etc.).

En esta sección de las memorias de cálculo, se definen los voltajes nominales del transformador que brinda el suministro a la instalación, y a todos los equipos aguas abajo, del proyecto a construir; alimentados en M.T por la red eléctrica del Sistema Interconectado Nacional, SIN; administrada por el Operador de Red epm. La red primaria propiedad de epm es una red monofásica de media tensión a nivel de voltaje de 7200 V, 60 Hz. Dadas las características de la carga final, se utilizarán como voltaje nominal para los equipos y el sistema eléctrico del proyecto, 240/120 V, Monofásico, Trifilar, 4 hilos. La frecuencia de operación para todos los sistemas eléctricos será 60 Hz.

El sistema de alimentación del proyecto obedece a las redes de Empresas Públicas de Medellín, en un sistema de distribución que a su llegada final es Monofásico

2.5 Sistema de alumbrado

El sistema de alumbrado del proyecto BULEVAR HOSPITAL YOLOMBO fue realizado siguiendo las buenas prácticas de la ingeniería y lo estipulado en el reglamento técnico de iluminación y alumbrado público RETILAP, este diseño contempla los resultados obtenidos de sus simulaciones y la usa para las redes eléctricas de baja tensión.

2.6 Tomacorrientes

Los tomacorrientes serán del tipo para trabajo pesado y decorativos, dobles de 15 A, 125 Vc.a., Línea NEMA 5-15R, dos polos, tres hilos con y sin polo de tierra aislado, para uso general, dobles de 20 A, 125 Vc.a., Línea NEMA 5-20R, dos polos, tres hilos, para cargas específicas o individuales, bifásicos sencillos, dos polos, tres hilos, 20 A, 250 Vc.a., línea NEMA 6-20R y se distribuirán en las áreas donde se requieran y se alimentarán desde tableros de interruptores automáticos para distribución de energía.

En las zonas húmedas, los tomacorrientes serán del tipo GFCI, dobles de 20 A, 125 Vc.a., Línea NEMA 5-20R, dos polos, tres hilos.

Todos los tomacorrientes tendrán polo de tierra y serán adecuados para las condiciones ambientales en las que se van a instalar.

2.7*Cálculo de conductores para alimentadores y circuitos ramales*

La selección de los conductores se realizó verificando la capacidad de corriente y la caída de tensión en el circuito y el nivel de cortocircuito en el punto de llegada a los tableros.

Selección del conductor por capacidad de corriente. Los conductores se seleccionaron de forma tal que tengan una capacidad no menor a la corriente nominal de la carga, afectada por los factores de temperatura, agrupamiento o capacidad de carga, recomendados por el RETIE y el Código Eléctrico Nacional - Norma ICONTEC 2050.

Las expresiones utilizadas para el cálculo de la capacidad de corriente de los conductores será la siguiente:

I cond = VA de la carga / [Vo x FT (FA x Fcarga)] (para circuitos 1ϕ)

Donde:

I cond	=	Capacidad de corriente del conductor
VA	=	Voltamperios nominales de la carga
Vo	=	Voltaje fase a fase o fase a neutro, según el circuito.
V	=	Voltaje fase a fase del circuito
FT	=	Factor de corrección por temperatura
FA	=	Factor de agrupamiento de los conductores
F carga	=	Factor de carga del circuito

Después de obtener la capacidad de corriente del conductor, se seleccionó el conductor con capacidad de corriente normalizada superior más próxima a la calculada, de acuerdo con las tablas de capacidades de corriente permisibles del Código Eléctrico Nacional NTC-2050, teniendo en cuenta el tipo de instalación en ductos o al aire libre, acorde con la siguiente Tabla.

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.

Calibre	Temperatura nominal del conductor (ver Tabla 310-13)						Calibre
mm²	60°C	75°C	90°C	60°C	75°C	90°C	AWG o kcmils
	TIPOS TW*, UF*	TIPOS FEPW*, RH*, RHW*, THHW*, THW*, THWN*, XHHW*, USE*, ZW*	TIPOS TBS, SA, SIS, 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, SIS, THHN*, THHW*, THW-2, THWN-2, RHH*, RHW-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2	
	COBRE			ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE			
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

Figura 3. Capacidad de corriente permisible en conductores aislados para 0-2000V
Fuente: NTC 2050 – Código Eléctrico Colombiano

Selección del conductor por caída de tensión. Los conductores para los alimentadores y circuitos ramales para las instalaciones de alumbrado y fuerza se calcularon utilizando programas de computador que están implementados para determinar el calibre de los conductores de un circuito de baja tensión, teniendo en cuenta la regulación de voltaje, el tipo de circuito y la distribución de la carga a lo largo del mismo.

La información básica utilizada por los programas es la longitud de cada derivación, la corriente, el tipo de circuito (monofásico, trifásico o trifásico balanceado con cargas monofásicas), y el material del conductor (cobre o aluminio).

El modelo matemático implementado está basado en las recomendaciones del NEC y del Código Eléctrico Nacional - NTC 2050 y en las siguientes expresiones:

$$CMIL = \frac{(2xKxLxI)}{V} x3,28$$ (Para circuitos monofásicos)

Donde:

CMIL	Área transversal del conductor, en circular mil.
K	Resistividad del conductor (CMIL-OHM/FT).
K=12	Para conductores de cobre cargados con más del 50% de su capacidad nominal.
K=11	Para conductores de cobre cargados con menos del 50% de su capacidad nominal.
K=18	Para conductores de aluminio.
L	Longitud del circuito, en metros.
I	Corriente del conductor, en amperios
V	Caída del voltaje del circuito, en voltios.

Una vez obtenida el área transversal en CMIL, el programa selecciona el conductor con área transversal normalizada superior más próxima a la calculada, de acuerdo con la tabla No. 8 del Código Eléctrico Nacional.

La intención de este cálculo es verificar que con los conductores seleccionados la caída total de tensión por regulación desde los bornes de baja del transformador de potencia hasta la carga final, no supere el 5% del voltaje nominal del circuito.

Verificación del conductor por Cortocircuito. Los calibres de conductores para los alimentadores de los diferentes tableros y gabinetes de distribución principal, se verificaron teniendo en cuenta los niveles de cortocircuito en los barrajes de llegada, el tiempo de acción de las protecciones y el tipo de aislamiento de los conductores.

En todos los casos para la selección del conductor de neutro para los circuitos ramales y alimentadores se siguieron las indicaciones del RETIE en sus secciones 310.15 y 220-22 y para la selección del conductor de puesta a tierra, se siguieron las indicaciones de las secciones 250-94 y 250-95 del RETIE.

2.8*Sistema de distribución eléctrico para las instalaciones interiores*

De manera general, puede indicarse que la configuración del sistema de distribución, está conformado por un sistema eléctrico radial, el cual consiste en un transformador de potencia sumergido en aceite instalado en poste y conectado al sistema de distribución en media tensión de las EEPPM y del cual se deriva la acometida eléctrica hacia los equipos de protección y medida, del cual se alimentan los tableros eléctricos y de distribución de baja tensión que atienden las cargas y circuitos individuales.

2.9*Servicios de telecomunicaciones*

El sistema de comunicaciones del proyecto se diseñó de tal forma que se utilizaran las salidas requeridas en cada puesto y para cada aplicación, acorde con la infraestructura de telecomunicaciones y el operador del servicio.

3 REQUISITOS RETIE

3.1Análisis y cuadros de carga inicial y futura, incluyendo análisis de factor de potencia

Información de la conexión: para el cada gabinete, se debe hacer según el punto de conexión que otorgue el operador de red, de ser en nivel de tensión 1 se deberá instalar lo siguiente o lo que el operador de red sugiera:

Acometida general: 2 x No 2 + 1 x No 2 THHN tubería PVC 1 1/4”
Protección de la acometida general: 2x80 A,

Calculo de Armónicos.

La instalación eléctrica no cuenta cargas que inyecten corrientes armónicas significativas al sistema, con excepción de las cargas motrices del sistema contra incendio, el proveedor de estos equipos deberá garantizar que su inyección armónica al sistema sea menor al 2%, pero dado que estas cargas no son de operación continua ni simultánea a los demás equipos este análisis no se hace necesario.

3.2 Análisis de Coordinación de Aislamiento.

Dadas las características técnicas de la instalación a ser diseñada, no se hace necesario la elaboración de un análisis de la coordinación de aislamiento más allá de lo mostrado en el presente informe.

3.3 Análisis de cortocircuito y falla a tierra.

A continuación, se indican el modelo utilizado para los cálculos de cortocircuito y los resultados obtenidos en cada uno de los nodos y barrajes de los tableros eléctricos principales, desde los cuales se derivan las alimentaciones a los circuitos ramales de las cargas finales. La información del cortocircuito del operador de Red se toma como típico de redes similares al mismo nivel de tensión.

De acuerdo con lo indicado anteriormente, debido a la baja capacidad de los transformadores de potencia de alimentación para el proyecto BULEVAR HOSPITAL YOLOMBO, sumado a las impedancias de los conductores de alimentación, el nivel de cortocircuito en los gabinetes eléctricos, en baja tensión es bajo (0.36 kA) Monofásicos en los tableros de distribución de cada vivienda y en el tablero principal tenemos una corriente de cortocircuito I cc Asimétrica de 0.68 KA.

Resistencia y reactancia de conductores			
Calibre:	2	Conductore por fase	1
Mat. de la tuberia:	PVC		
Distancia:	30 M		
Resistencia	**0,620 Ohm/kM**		**R: 0,019**
Reactancia	**0,148 Ohm/kM**		**X: 0,004**

Calculo de corriente de corto circuito

Tension del sistema: 0,24 kV
Lugar: Barra 100

Impedancias del sistema

Equipo	R	X
Red	0,105	0,365
Cable	0,019	0,004

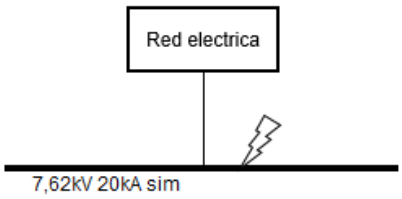
Total

Rt =	0,1232 Ω	
Xt =	0,3698 Ω	
Zt =	0,3897 Ω	
Icc =	0,36 kA sim	
R/X =	0,33	
Factor K =	1,35	*IEC60909*
Icc asimetrica =	**0,68 kA asim**	

Calculo de corriente de corto circuito

Aporte de corriente de la red electrica

Tension Nominal:	**7,62** kV	
Icc:	**20** kA sim	
Scc:	152,4 MVA	
Icc Asimetrica:	39,88 kA asim	
Ra/Za:	0,275	
Za:	0,381 Ω	
Xa:	0,366 Ω	
Ra:	0,105 Ω	
Ra/Xa:	0,286	
Factor K:	1,410	*(IEC 60909)*



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

No se requiere sistema de apantallamiento en el proyecto BULEVAR HOSPITAL YOLOMBO contra descargas eléctricas atmosféricas directas, basado en los cálculos del programa SEGELECTRICA



En general, la metodología utilizada para la evaluación y diseño del sistema de protección contra descargas eléctricas atmosféricas de las edificaciones corresponde al uso del tradicional modelo electrogeométrico desarrollado por Armstrong y Whitehead y adoptado por la Norma NFPA-780 “Lightning Protection Code”, el RETIE y la NTC 4552, para definir la localización de las puntas de descarga (pararrayos) más conveniente para efecto de protección de las estructuras.

Resultado arrojado por el programa:

EVALUACIÓN DE RIESGO DE LA ESTRUCTURA	
PROYECTO:	NOVA SAN PEDRO
© Copyright: Seguridad Eléctrica Ltda.	

RIESGO DE PÉRDIDA DE VIDAS HUMANAS	RIESGO DE PÉRDIDA DEL SERVICIO PÚBLICO	RIESGO DE PÉRDIDA DEL PATRIMONIO CULTURAL
R_1	R_2	R_3
1,1056E-07	0,00E+00	0,00E+00
R_1	R_2	R_3
1,0000000E-05	1,00E-03	1,00E-03
R_1	R_2	R_3
OK!!! RIESGO CONTROLADO	OK!!! RIESGO CONTROLADO	OK!!! RIESGO CONTROLADO

VALORES DE RIESGO CALCULADO

VALORES DE RIESGO TOLERABLE

CONTROL DEL RIESGO

Datos engresados en el programa:

Seguridad Eléctrica Ltda.

SEGELECTRICA

www.seguridadelectricaltda.com

Bogotá - Colombia

© Copyright: Seguridad Eléctrica Ltda.

ANÁLISIS DE RIESGO POR RAYOS
NTC 4552-2/2008
IEC 62305-2/2006

PREPARADO POR: ING. LORENA VALENCIA REVISADO POR: ING. HECTOR GRAFFE VALIDADO POR: ING. FAVIO CASAS

DIMENSIONES DE LA ESTRUCTURA A PROTEGER

Largo de la estructura **L** (m)	25
Ancho de la estructura **W** (m)	15
Altura máxima de la estructura **H** (m)	12
Marque si la estructura posee parte sobresaliente.	☐
Altura máxima de la estructura **Hp** (m)	12
Densidad de rayos a tierra (Rayos/km²-año) **DDT**	6

Ejemplo de dimensiones de estructura

DDT

CARACTERÍSTICAS DEL ENTORNO

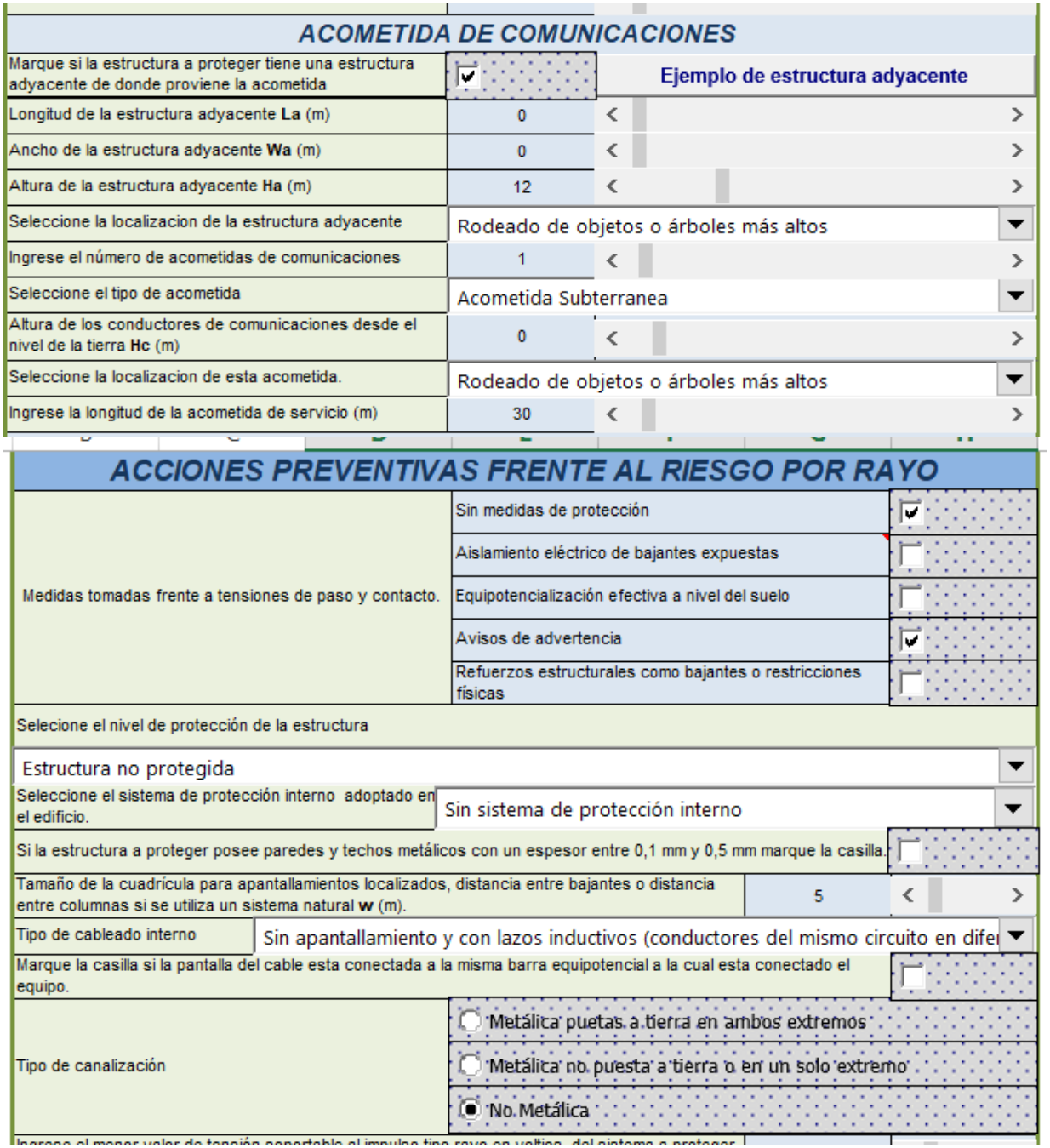
Seleccione la localizacion de la estructura a ser protegida.	Rodeado de objetos o árboles más altos
Ambiente donde están las acometidas de la estructura.	Urbano (entre 10 y 20 m de altura)
Selecione el tipo de suelo en el **interior** de la estructura	Mármol, cerámica.
Selecione el tipo de suelo en el **exterior** de la estructura	Prado, concreto.

CARACTERÍSTICAS DE LAS ACOMETIDAS DE SERVICIOS

ACOMETIDA DE POTENCIA

Marque si la estructura a proteger tiene una estructura adyacente de donde proviene la acometida de potencia	☑
Longitud de la estructura adyacente **La** (m)	1
Ancho de la estructura adyacente **Wa** (m)	1
Altura de la estructura adyacente **Ha** (m)	12
Seleccione la localizacion de la estructura adyacente	Rodeado de objetos o árboles más altos
Seleccione el tipo de acometida	Acometida Subterranea
Altura de los conductores de potencia desde el nivel de la tierra **Hc** (m)	0
Seleccione la localizacion de la acometida de servicio	Rodeado de objetos o árboles más altos
Ingrese la longitud de la acometida de servicio (m)	20
Transformador AT/BT en la acometida	Acometida con Transformador
Ingrese la resistividad del suelo **ρ** (Ωm)	80

Ejemplo de estructura adyacente



ACOMETIDA DE COMUNICACIONES

Marque si la estructura a proteger tiene una estructura adyacente de donde proviene la acometida	☑ Ejemplo de estructura adyacente
Longitud de la estructura adyacente **La** (m)	0
Ancho de la estructura adyacente **Wa** (m)	0
Altura de la estructura adyacente **Ha** (m)	12
Seleccione la localizacion de la estructura adyacente	Rodeado de objetos o árboles más altos
Ingrese el número de acometidas de comunicaciones	1
Seleccione el tipo de acometida	Acometida Subterranea
Altura de los conductores de comunicaciones desde el nivel de la tierra **Hc** (m)	0
Seleccione la localizacion de esta acometida.	Rodeado de objetos o árboles más altos
Ingrese la longitud de la acometida de servicio (m)	30

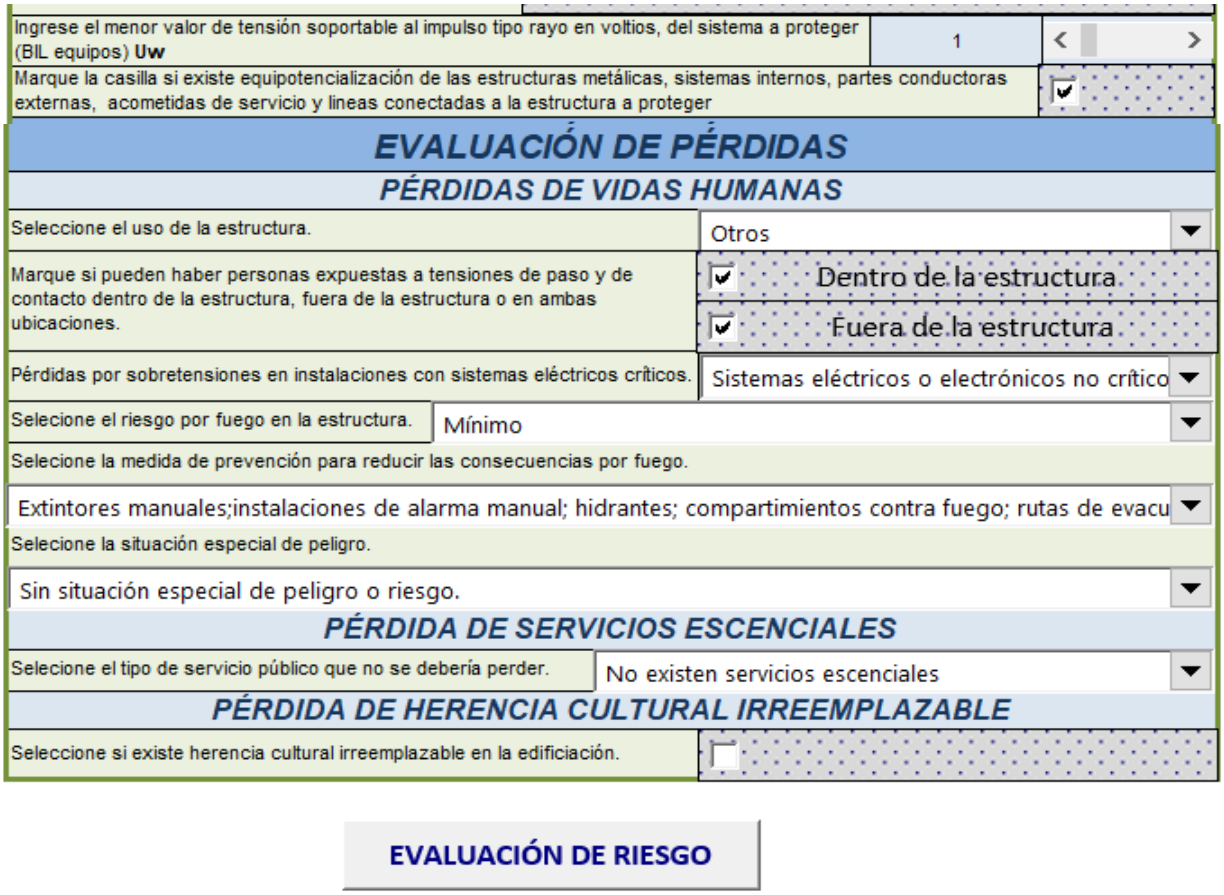
ACCIONES PREVENTIVAS FRENTE AL RIESGO POR RAYO

Medidas tomadas frente a tensiones de paso y contacto.	Sin medidas de protección	☑
	Aislamiento eléctrico de bajantes expuestas	☐
	Equipotencialización efectiva a nivel del suelo	☐
	Avisos de advertencia	☑
	Refuerzos estructurales como bajantes o restricciones físicas	☐

Selecione el nivel de protección de la estructura

Estructura no protegida

Seleccione el sistema de protección interno adoptado en el edificio.	Sin sistema de protección interno
Si la estructura a proteger posee paredes y techos metálicos con un espesor entre 0,1 mm y 0,5 mm marque la casilla.	☐
Tamaño de la cuadrícula para apantallamientos localizados, distancia entre bajantes o distancia entre columnas si se utiliza un sistema natural **w** (m).	5
Tipo de cableado interno	Sin apantallamiento y con lazos inductivos (conductores del mismo circuito en difer
Marque la casilla si la pantalla del cable esta conectada a la misma barra equipotencial a la cual esta conectado el equipo.	☐
Tipo de canalización	○ Metálica puetas a tierra en ambos extremos
	○ Metálica no puesta a tierra o en un solo extremo
	◉ No Metálica



De acuerdo con la anterior información derivada de la Norma NTC 4552, para esta instalación no se requiere la instalación de DPS por ser nivel de riesgo baja.

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

La interacción con toda instalación eléctrica presupone un riesgo potencial básicamente de electrocución o incendio. Es por ello que a continuación se describen cada uno de estos riesgos y planteamos las medidas para mitigarlos.

Riesgo por electrocución en cuarto eléctrico: en el ML principal es el lugar donde se alojan todos los medidores eléctricos de baja tensión que operan conectados a un sistema monofásico, de 240/120 Vac, 60 Hz, y donde se puede presentar un cortocircuito de hasta 6 kA. El ingreso a esta zona debe realizarse solo por personal autorizado y capacitado para el trabajo eléctrico, baja ninguna circunstancia se permite el ingreso de cualquier otra tipo de persona, al ingreso del ML se debe indicar con una señal de riesgo eléctrico, además del uso de botas dieléctricas, casco, gafas de seguridad, bajo ninguna circunstancia se deben intervenir los tableros mientras se encuentren energizados, de requerirse este tipo de labor se deben emplear equipos de protección adecuados para tal fin como por ejemplos guantes dieléctricos aislados a 2000 Vac y tapetes dieléctricos aislados al mismo voltaje.

Evaluador Mauricio Betancur Arias. MP AN250-79661

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 y fallas a tierra.

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

R+A213:N234IESGO 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	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 Mauricio Betancur Arias. MP AN250-79661

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 y fallas a tierra.

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

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 Mauricio Betancur Arias. MP AN250-79661

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.

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)	biente o manipulación de equi
	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

En los inmuebles, se debe evitar la manipulación por parte de los niños que habitan el lugar, de cables y aparatos eléctricos sin la supervisión de una persona responsable y mayor de edad.

La edificación se puede ver sometido a cortocircuitos en el sistema eléctrico, los cuales son controlados con el sistema de puesta a tierra planteado en la presente ingeniería.

Riegos por descargas atmosféricas: este tipo de riesgo se analiza en el informe Memorias de Cálculo Sistema de Apantallamiento
Evaluador Mauricio Betancur Arias. MP AN250-79661

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 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.

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	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

Riesgo por incendio en ML eléctrico e instalaciones en general: Las zonas comunes deben contar con extintores que permitan mitigar los efectos de un conato de incendio.

Toda la instalación debe contar con sistema de extintores de acuerdo a los estudios complementarios al diseño eléctrico.

Evaluador Mauricio Betancur Arias. MP AN250-79661

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										
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	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**

3.6 Análisis del nivel tensión requerido

El nivel de tensión requerido depende directamente de los niveles nominales de voltaje de los diferentes equipos eléctricos, electrónicos y electromecánicos que formen parte del proyecto (Motobombas, iluminación, sistemas eléctricos para viviendas etc).

En esta sección de las memorias de cálculo, se definen los voltajes nominales del transformador que brinda el suministro a la instalación, y a todos los equipos aguas abajo, del proyecto a construir; alimentados en M.T por la red eléctrica del Sistema Interconectado Nacional, SIN; administrada por el Operador de Red epm. La red primaria propiedad de epm es una red monofásica de media tensión a nivel de voltaje de 7200 V, 60 Hz. Dadas las características de la carga final, se utilizarán como voltaje nominal para los equipos y el sistema eléctrico del proyecto, 240/120 V, Monofásico, trifilar, 4 hilos. La frecuencia de operación para todos los sistemas eléctricos será 60 Hz.

El sistema de alimentación del proyecto obedece a las redes de Empresas Públicas de Medellín, en un sistema de distribución que a su llegada final es Monofásico

3.7 Cálculo de campos electromagnéticos.

Dadas las características técnicas de la instalación a ser diseñada, y dado que el transformador principal se ubica en pila publica, no se hace necesario la elaboración de un análisis de campos electromagnéticos más allá de lo mostrado en el presente informe, ya que el proyecto es la construcción de redes de distribución con cumplimiento de distancias de seguridad a construcciones y niveles de tensión bajos que no generan exposición a las personas por campos eléctricos y/o magnéticos.

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

Debido a la asignación del punto de conexión en nivel de tensión I el presente proyecto no involucra instalación de transformador.

La instalación eléctrica no cuenta cargas que inyecten corrientes armónicas significativas al sistema, con excepción de las cargas motrices del sistema de bombeo, el proveedor de estos equipos deberá garantizar que su inyección armónica al sistema sea menor al 2%, pero dado que estas cargas no son de operación continua ni simultánea a los demás equipos este análisis no se hace necesario, debido a que el tipo de instalación es típica con redes de distribución para cargas de tipo residencial. El proyecto no contiene cargas de tipo industrial o edificaciones institucionales que son las que eventualmente presentan problemas de bajos factores de potencia o presencia de armónicos.

3.9 Cálculo del sistema de puesta a tierra.

En el sistema eléctrico de cualquier edificación, el sistema de puesta a tierra es importante para la protección humana contra un choque eléctrico y un elemento esencial para el control y la protección contra descargas atmosféricas. Su función en la protección de equipos y sistemas contra interferencias electromagnéticas (EMI) es de vital importancia para el correcto funcionamiento en los sistemas modernos.

Lo más importante en cualquier instalación, es armonizar las técnicas de puesta a tierra de seguridad y de alta frecuencia, de tal forma que no se sacrifique la seguridad eléctrica para obtener una operación satisfactoria del sistema electrónico. La seguridad humana debe cumplirse primero y la puesta a tierra del sistema de control debe efectuarse en una forma compatible que no comprometa aspectos de la seguridad de la instalación.

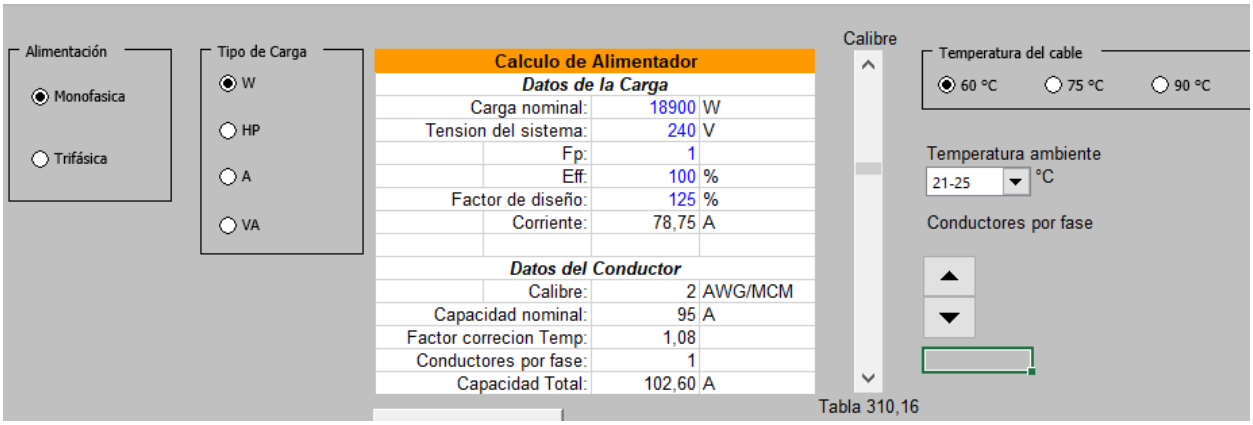
En general se puede decir que no existe un sistema de puesta a tierra perfecto que no involucre costos muy elevados y, por lo tanto, los determinantes de un buen diseño serán siempre el buen criterio, la correcta evaluación del costo del riesgo de daños al personal y los equipos y la evaluación de la probabilidad de ocurrencia de eventos que conduzcan a ellos.

Para obtener mayor detalle sobre la configuración del sistema de puesta a tierra del Proyecto BULEVAR HOSPITAL YOLOMBO remitirse a los planos.

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

A continuación, se indican a manera de tabla, los cálculos realizados para la selección de los conductores de los alimentadores principales, tanto por capacidad de corriente, como por

regulación y la verificación final realizada por efecto de los niveles de cortocircuito en cada barraje de llegada.



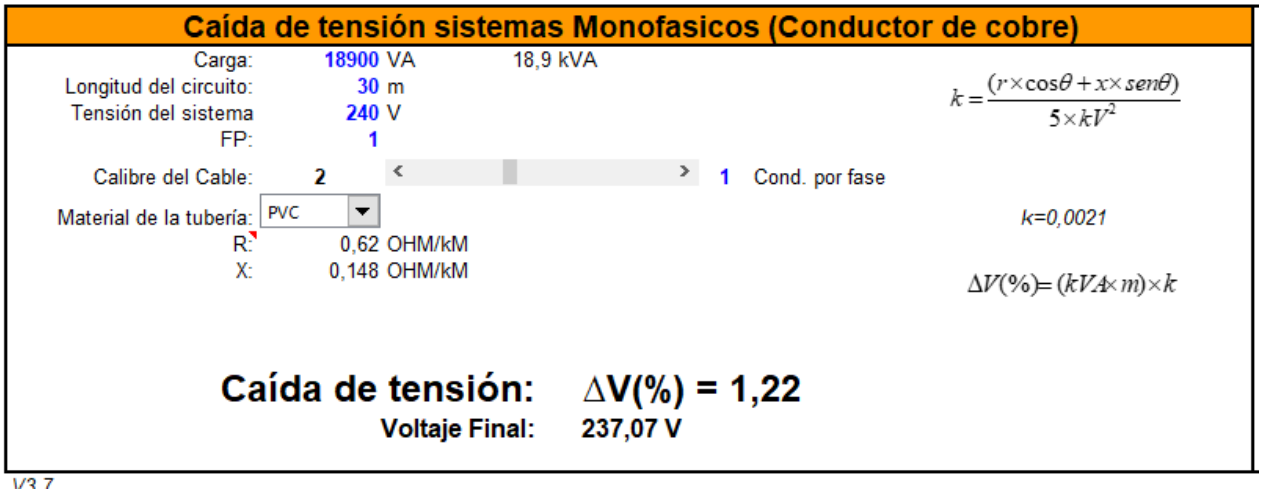


Tabla 1. Cálculos para selección de conductores según norma epm RA8-009

De acuerdo con los resultados indicados en la tabla anterior, los conductores seleccionados para los alimentadores cumplen con la capacidad de corriente requerida, el porcentaje de regulación y por nivel de cortocircuito.

3.11 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, capitulo 9 o equivalente.

No se hace verificación del cálculo de los conductores ya que el proyecto no lo requiere debido a que el mismo solo contiene líneas de media tensión protegidas por los fusibles de los cortacircuitos asociados al transformador como se observa en los planos y redes de distribución aérea trenzadas, establecidas por la Norma del Operador de Red y las cuales no contradicen las prescripciones del RETIE.

3.12 Calculo mecánico de estructuras y elementos de sujeción.

En el proyecto no se instalan estructuras mecánicas, por tal motivo este análisis no se hace necesario más allá de lo mostrado en el presente informe, adicionalmente as estructuras utilizadas en el presente diseño ya se encuentran normalizadas por el operador de red y los vanos entre las mismas están por debajo de las distancias mínimas sugeridas en la norma.

3.13 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.

La coordinación de los elementos de protección trata sobre la interacción entre los interruptores conectados en diferentes niveles de la instalación.

Para las instalaciones en cuestión, se determinará una coordinación de protecciones con selectividad amperimétrica como la estrategia de protección. Consiste en coordinar las protecciones de tal manera que en caso de defecto aguas abajo, se abra solo el interruptor inmediatamente encima del defecto.

Para este caso solo se considerarán la protección del gabinete principal y las protecciones aguas abajo en las viviendas.

DETERMINACION DE ZONAS DE PROTECCION

Zona de protección nivel 1. Totalizador 2x100A del gabinete principal de protección y medida

La protección de esta zona debe dispararse con alguna corriente de falla que se presente aguas abajo del gabinete y que no active ninguna otra protección.

Zona de protección nivel 2. Totalizador acometidas

En esta zona se incluye las acometidas de las viviendas con protección de 2 X 40 A, La falla en esta zona disparará el totalizador de 2x100 A ubicado en el gabinete.

Zona de protección nivel 3. Área de tableros de distribución internos de uso final. Esta área incluye los circuitos ramales de cada vivienda y una falla debe disparar el interruptor de 1x20 A.

Puede observarse que no hay cruce de las curvas, por tanto, la selectividad a perimétrica es completa.

3.14 Cálculos de canalizaciones (tubo, ductos, canaletas y electro ductos) y volumen de encerramientos (cajas, tableros, conduletas, etc.).

Conductores, canalizaciones y tomacorrientes

Conductores

Los conductores para las instalaciones eléctricas de alumbrado y acometidas eléctricas generales, serán de cobre, con aislamiento termoplástico resistente al calor THHN, para 600 V y temperatura en el conductor de 90°C.

Todos los conductores serán del tipo cableado concéntrico, clase B. Para el sistema de tomacorrientes los cables son multipolares del tipo encauchetado ST-C aptos para instalación en bandejas porta cables y los conductores de cada polo serán de cobre trenzado.

El aislamiento de los conductores y de las cubiertas para cables multipolares será de PVC material termoplástico, retárdate a la llama, para una tensión de 600 V, y adecuado para una temperatura máxima del conductor de 60 grados centígrados.

En las instalaciones eléctricas de alumbrado y fuerza, el calibre mínimo de conductor utilizado será No 12 AWG.

Canalizaciones

Las canalizaciones para las instalaciones eléctricas internas se proyectaron para instalar ocultas en los cielos falsos, fijadas a cerchas, estructuras o muros, empotradas en los pisos y las paredes y expuestas en las zonas técnicas. El diámetro mínimo de la tubería será de 1/2”. La tubería será de PVC o tipo EMT según su instalación, adecuada para la protección de conductores eléctricos.

La tubería utilizada en las instalaciones eléctricas expuestas en el interior será metálica tipo EMT, respectivamente, adecuadas para la protección de conductores eléctricos.

La tubería utilizada en las instalaciones eléctricas expuestas a la intemperie será metálica tipo IMC, respectivamente, adecuadas para la protección de conductores eléctricos.

La instalación de tuberías se hará de acuerdo con los artículos 300 y 346 del Código Eléctrico Nacional - NTC 2050 y con disposiciones de Las Empresas Públicas de Medellín.

Los ductos porta cables deberán ser metálicos galvanizados, con una profundidad libre para la instalación de los cables de 8,0 cm y su altura total deberá ser de 10 cm, provisto de divisiones metálicas y tapa metálica, con un ancho total de 30 cm.

Las canalizaciones eléctricas y los accesorios de fijación, requeridas para los circuitos de fuerza y control serán fabricadas siguiendo las recomendaciones de las siguientes normas:

ICONTEC/NTC 2050	"Código Eléctrico Nacional"
ICONTEC/NTC 2076	Galvanizado por Inmersión en Caliente para Elementos en Hierro y Acero"
EE.PP.MM	"Normas de Diseño y Construcción - Redes Subterráneas para la Distribución de Energía"
NORMAS ICONTEC	"Tubos de Acero con y sin costura para la protección de conductores eléctricos"

Calculo ducto acometida vivienda

CALCULO DE DUCTOS TUBULARES					
Calibre AWG	Calibre mm²	Area con aislamiento en mm²	Tipo y uso del Conductor	Cantidad Conductores	Area Total Conductores en mm²
14 AWG	2,08	5,11	THHN, THWN		0,00
12AWG	3,30	7,12	THHN, THWN		0,00
10 AWG	5,25	11,76	THHN, THWN	2	23,52
8 AWG	8,36	20,51	THHN, THWN	2	41,02
6 AWG	13,29	28,65	THHN, THWN		0,00
4 AWG	21,14	47,17	THHN, THWN		0,00
2 AWG	33,62	74,51	THHN, THWN		0,00
1/0 AWG	53,50	102,43	THHN, THWN		0,00
2/0 AWG	67,44	122,72	THHN, THWN		0,00
3/0 AWG	85,02	148,06	THHN, THWN		0,00
4/0 AWG	107,21	179,08	THHN, THWN		0,00
250 KCM	126,67	232,89	THHN, THWN		0,00
300 KCM	152,01	270,55	THHN, THWN		0,00
350 KCM	177,34	308,53	THHN, THWN		0,00
400 KCM	202,68	345,70	THHN, THWN		0,00
500 KCM	253,35	418,37	THHN, THWN		0,00
Area - en mm² - total de los conductores alojados en el ducto					64,54
Ducto escogido	Tubería Conduit PVC Tipo DB	2"Ø			1143,45
Comprobacion de la seccion de área del ducto tubular escogido					Cumple
Area - en mm² - de la Canaleta o Ducto rectangular necesaria					322,7
Sección de Canaleta o Ducto cuadrado necesario en Pulgadas					1

Tabla 346-12 Soportes para tubo conduit metálico rígido		
Tamaño comercial del tubo		Distancia máxima entre soportes
mm	pulgadas	m
13-16	1/2 - 3/4	3
27	1	3,6
35-41	1 1/4 - 1 1/2	4,2
53-63	2 - 2 1/2	4,8
> 78 mm	> 3"	6

Tabla 347-8 Soportes de los tubos rígidos no metálicos		
mm	pulgadas	m
21-33	1/2 - 1	0,9
42-60	1 1/4 - 2	1,5
73-88	2 1/2 - 3	1,8
101-141	3 1/2 - 5	2,1
168	6	2,4

Calculo ducto acometida principal

CALCULO DE DUCTOS TUBULARES					
Calibre AWG	Calibre mm²	Area con aislamiento en mm²	Tipo y uso del Conductor	Cantidad Conductores	Area Total Conductores en mm²
14 AWG	2,08	5,11	THHN, THWN		0,00
12AWG	3,30	7,12	THHN, THWN		0,00
10 AWG	5,25	11,76	THHN, THWN		0,00
8 AWG	8,36	20,51	THHN, THWN		0,00
6 AWG	13,29	28,65	THHN, THWN		0,00
4 AWG	21,14	47,17	THHN, THWN		0,00
2 AWG	33,62	74,51	THHN, THWN	3	223,53
1/0 AWG	53,50	102,43	THHN, THWN		0,00
2/0 AWG	67,44	122,72	THHN, THWN		0,00
3/0 AWG	85,02	148,06	THHN, THWN		0,00
4/0 AWG	107,21	179,08	THHN, THWN		0,00
250 KCM	126,67	232,89	THHN, THWN		0,00
300 KCM	152,01	270,55	THHN, THWN		0,00
350 KCM	177,34	308,53	THHN, THWN		0,00
400 KCM	202,68	345,70	THHN, THWN		0,00
500 KCM	253,35	418,37	THHN, THWN		0,00
Area - en mm² - total de los conductores alojados en el ducto					223,53
Ducto escogido	Tubería Conduit PVC Tipo DB	2"Ø			1143,45
Comprobacion de la seccion de área del ducto tubular escogido					Cumple
Area - en mm² - de la Canaleta o Ducto rectangular necesaria					1117,65
Sección de Canaleta o Ducto cuadrado necesario en Pulgadas					1

Tabla 346-12 Soportes para tubo conduit metálico rígido		
Tamaño comercial del tubo		Distancia máxima entre soportes
mm	pulgadas	m
13-16	1/2 - 3/4	3
27	1	3,6
35-41	1 1/4 - 1 1/2	4,2
53-63	2 - 2 1/2	4,8
> 78 mm	> 3"	6

Tabla 347-8 Soportes de los tubos rígidos no metálicos		
mm	pulgadas	m
21-33	1/2 - 1	0,9
42-60	1 1/4 - 2	1,5
73-88	2 1/2 - 3	1,8
101-141	3 1/2 - 5	2,1
168	6	2,4

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

No se requiere análisis de factor de potencia y armónicos debido a que el tipo de instalación es típica con redes de distribución para cargas de tipo residencial. El proyecto no contiene cargas de tipo industrial o edificaciones institucionales que son las que eventualmente presentan problemas de bajos factores de potencia o presencia de armónicos.

3.16 Cálculos de Regulación

Calculo de regulación desde el gabinete de protección y medida hasta el tablero de distribución de la vivienda más alejado:

Caída de tensión sistemas Monofasicos (Conductor de cobre)

Carga:	2926 VA	2,926 kVA
Longitud del circuito:	30 m	
Tensión del sistema	240 V	
FP:	1	
Calibre del Cable:	8	1 Cond. por fase
Material de la tubería:	PVC	
R:	2,56 OHM/kM	
X:	0,171 OHM/kM	

$$k=\frac{(r\times\cos\theta+x\times sen\theta)}{5\times kV^2}$$

$k=0,0088$

$$\Delta V(\%)=(kVA\times m)\times k$$

Caída de tensión: ΔV(%) = 0,78

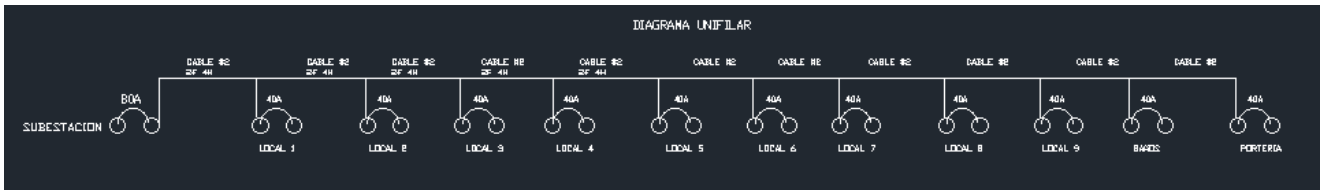
Voltaje Final: 238,12 V

3.17 Clasificación de áreas.

El presente proyecto no presenta áreas clasificadas.

3.18 Elaboración de diagramas Unifilares.

A continuación, se presentan los diagramas unifilares de los 19 apartamentos, 1 local y la Zona Común:



3.19 Elaboración de planos y esquemas eléctricos para la construcción:

Se tienen en los anexos un plano y esquema para la construcción.

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

Están incluidas en los planos entregados.

3.21 Establecer las distancias de seguridad requeridas:

En el capítulo 1, sección 110, tabla 110-16 de la NTC 2050 se define el espacio de trabajo para partes energizadas.

Tabla 110-16.a). Espacio de trabajo

Tensión nominal a tierra (V)	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

El nivel de tensión en el proyecto BULEVAR HOSPITAL YOLOMBO es de en media tensión 7620 Voltios y en baja tensión 240 V – 120 V, para el cual se define un límite de distancia libre para el elemento energizado expuesto de 0.9 m frontal. La ubicación adoptada para el ML (elemento energizado con este nivel de tensión) cumple con la distancia exigida por este reglamento.

Adicional mente se debe cumplir el artículo 13. Distancias Mínimas de Seguridad del RETIE.

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	3,6
	13,8/13,2/11,4/7,6	3,6
	<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	5,6
	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**

Igualmente, en instalaciones construidas bajo criterio de la norma **IEC 60364**, para tensiones mayores de **1 kV**, se deben tener en cuenta y aplicar las distancias de la **IEC 61936 -1**.

Únicamente se permite el paso de conductores por encima de construcciones (distancia vertical "**a**") cuando el tenedor de la instalación eléctrica tenga absoluto control, tanto de la instalación eléctrica como de las modificaciones de la edificación o estructura de la planta. Entendido esto como la administración, operación y mantenimiento, tanto de la edificación como de la instalación eléctrica.

En ningún caso se permitirá el paso de conductores de redes o líneas del servicio público, por encima de edificaciones donde se tenga presencia de personas.

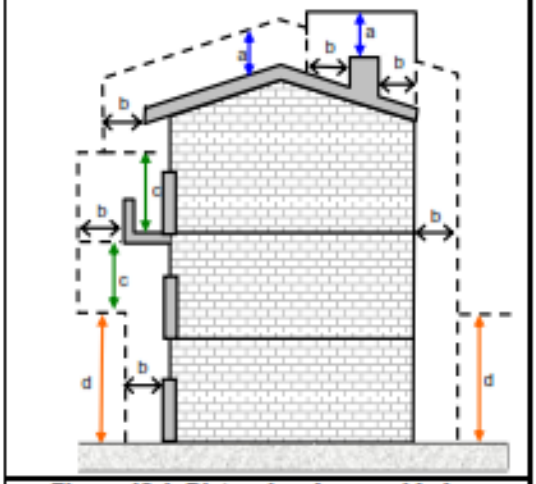


Figura 13.1. Distancias de seguridad en zonas con construcciones

3.22 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 presentan.

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

No aplica debido a la simplicidad de las instalaciones.



Mauricio Betancur Arias
MAT: AN250-79661
C.C.: 71.774.757