MEMORIA DE CÁLCULOS ELÉCTRICOS

GARZÓN

FEBRERO 2021

Contenido

1. PRESENTACIÓN DEL PROYECTO....3
1.1. Datos Generales....3
1.2. Objeto del proyecto....3
1.3. Antecedentes....3
1.4. Generalidades del proyecto....3
2. DISEÑO DETALLADO ARTÍCULO 10.1 RETIE 2013....4
A. Análisis de cuadros de carga iniciales y futuros, incluyendo análisis del factor de potencia y armónicos.....4
B. ANÁLISIS DE COORDINACIÓN DE AISLAMIENTO ELÉCTRICO....4
D. Análisis del nivel de riesgo por rayos y medidas de protección contra rayos....7
E. Análisis de riesgos de origen eléctrico y medidas para mitigarlos....10
F. Análisis de nivel de tensión requerido....11
G. Cálculo de campos electromagnéticos....11
H. Cálculo de TRANSFORMADOR (CARGA REQUERIDA)....11
I. Calculo del sistema de puesta a tierra....12
J. Cálculo económico de los conductores....12
K 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……..12
L Cálculo mecánico de estructuras y de elementos de sujeción de equipos……..12
M 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……..12
N Cálculos de canalizaciones (tubo, ductos, canaletas y electroductos) y volumen de encerramientos (cajas, tableros, conduletas, etc.)……..12
O Cálculos de pérdidas de energía, teniendo en cuenta los efectos de armónicos y factor de potencia……13
P Cálculos de regulación……13
Q Clasificación de áreas……..13
R Elaboración de diagramas unifilares……..14
S) Elaboración de planos y esquemas eléctricos para construcción……14
T Especificaciones de construcción complementarias a los planos, incluyendo las de tipo técnico de equipos y materiales y sus condiciones particulares……14
U Establecer las distancias de seguridad requeridas……..15
V 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……16
W Los demás estudios que el tipo de instalación requiera para su correcta y segura operación, tales como condiciones sísmicas, acústicas, mecánicas o térmicas……16

1. PRESENTACIÓN DEL PROYECTO

1.1. Datos Generales

NOMBRE DEL PROYECTO:	DISEÑO ELÉCTRICO CUBIERTA GARZÓN
DIRECCION DEL PROYECTO:	
MUNICIPIO/DEPARTAMENTO:	HUILA
PROPIETARIO:	SENA
TIPO DE SERVICIO:	INSTITUCIÓN EDUCATIVA
OBJETO:	DISEÑO ELÉCTRICO

1.2. Objeto del proyecto

Diseñar red de baja tensión para una cubierta

1.3. Antecedentes

Proyecto con cuenta existente, tablero de distribución general a 15 metros de la ubicación de la cubierta con reserva en espacio y carga, el cual se tomará como punto de conexión.

1.4. Generalidades del proyecto

Cubierta cuya carga en su totalidad consiste en la iluminación, pues no hay otros sistemas que requieran ser alimentados eléctricamente.

NORMAS UTILIZADAS:

- Código Eléctrico Colombiano NTC 2050.
- Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE.
- Reglamento técnico de Alumbrado RETILAP

2. DISEÑO DETALLADO ARTÍCULO 10.1 RETIE 2013.

A. Análisis de cuadros de carga iniciales y futuros, incluyendo análisis del factor de potencia y armónicos.

La carga inicial es desconocida.

El Tablero General de Distribución Existente, según información suministrada por personal en sitio, tiene la disponibilidad de espacio y carga para lo que requiere el presente proyecto.

La carga a adicionar es de 5.8kVA, por ende no se anticipa ningún inconveniente.

	TABLERO GENERAL PROYECTADO																
Número	CIRCUITOS	(Ctd) Cantidad	(VA_u) Voltamperios Unitarios	(VA_T) Voltamperios Totales (VA_u*Ctd)	(F_u) Factor de Utilización	Voltamperios Finales (VA_T*F_u)	Corriente por Fase 1 (Dada en Amperios)	Corriente por Fase 2 (Dada en Amperios)	Corriente para calcular la protección (Corriente de línea * 1.25)	# polos	Longitud	Fases	Neutro	Tierra	Protección	ΔV fase
1	Iluminación Normal Cancha	9	100	900	1.0	900	7.50		9.4	1	30	1 x 12	12	12	1 x 20	1.7%
2																
3	Iluminación Emergencia Cancha	9	100	900	1.0	900		7.50	9.4	1	30	1 x 12	12	12	1 x 20	1.7%
4																
5	Reserva de 4000W															
6																
7																
8																
	BALANCEO DE CARGA (VA)						7.50	7.50								
	Carga Total Tablero	**1**	**5800**	**5800**	**1.0**	**5800**	**27.88**	**27.88**	**30.7**	**2**	**15**	**2 x 8**	**10**	**10**	**2 x 40**	**0.3%**

B. ANÁLISIS DE COORDINACIÓN DE AISLAMIENTO ELÉCTRICO

Se maneja un solo nivel de tensión normalizado nivel 1 a 208 V / 120 V, dado por la tensión nominal de los equipos comerciales a instalar; Por lo tanto, todos los conductores a instalar de uso eléctrico deberán ser con aislamiento de 600V.

C. ANÁLISIS DE CORTOCIRCUITO Y FALLA A TIERRA.

Existen tres sectores para coordinar:

- Sector I: Comprende los circuitos ramales de alumbrado y tomas, protegidos por interruptores enchufables, con Icc=10KA. Cada panel de distribución está protegido por un interruptor industrial con capacidad de corte para proteger al sistema de sobrecorrientes 5% por encima de la corriente nominal del sistema y corrientes de cortocircuito hasta 10 KA.
- Sector II: Comprende las acometidas desde el tablero de distribución a cada tablero del sector I. Protege cada acometida con un interruptor industrial con capacidad de corte para sobrecorrientes 5% por debajo de la corriente nominal del conductor y corrientes de cortocircuito hasta los 10KA.
- Sector III: Comprende la acometida desde el transformador al tablero de distribución general en baja tensión. Protege cada acometida con un interruptor industrial con capacidad de corte para sobrecorrientes 5% por debajo de la corriente nominal del conductor y corrientes de cortocircuito hasta los 10 KA.

La especificación se basa en el cálculo de cortocircuito cuyos resultados son menores a 10KA y comercialmente esta es la menor capacidad de cortocircuito disponible.

Las magnitudes de corriente de cortocircuito presentadas corresponden a los valores máximos de corriente en caso de falla en los barrajes de los tableros a los que se hace referencia.

De acuerdo con el IEEE 242, se presenta el procedimiento de cálculo de área de sección transversal para cada circuito alimentador, de tal manera que se compara con el calibre seleccionado por capacidad de

corriente de la carga y corregido por otros factores de ajuste.

La siguiente es la ecuación que describe el incremento de temperatura de un conductor ante una corriente de cortocircuito:

$$\left(\frac{I}{CM}\right)^2 (tF_{ac}) = 0.0297 \log_{10} \frac{T_f + 234}{T_O + 234} \text{ for copper}$$

$$\left(\frac{I}{CM}\right)^2 (tF_{ac}) = 0.0125 \log_{10} \frac{T_f + 228}{T_O + 228} \text{ for aluminum}$$

De esta fórmula se despeja el área de la sección transversal con la cual se calculará el conductor por cortocircuito:

$$A = \frac{I}{\sqrt{\frac{0{,}0297}{t} Log\left[\frac{T_2 + 234}{T_1 + 234}\right]}}$$ Cu [1]

$$A = \frac{I}{\sqrt{\frac{0{,}0125}{t} Log\left[\frac{T_2 + 228}{T_1 + 228}\right]}}$$ Al [2]

Los valores usados en las ecuaciones [1] y [2] se tomaron de las siguientes tablas extraídas del IEEE 242:

Table 9-2—Maximum short-circuit temperatures

Type of insulation	Continuous temperature rating T_O (°C)	Short-circuit current temperature rating T_f (°C)
Rubber	75	200
Rubber	90	250
Silicone rubber	125	250
Thermoplastic	60, 75, 90	150
Paper	85	200
Vanishing cloth	85	200

Table 9-3a—Estimated clearing times of protective devices: relayed circuit breakers, 2.4–13.8 kV

	Plunger, instantaneous	Type of relay induction, instantaneous	Induction, inverse time
Relay times (cycles)	0.25–1	0.5–2	6–6000
Circuit breaker interrupting time (cycles)	3–8	3–8	3–8
Total time (cycles)	3.25–9	3.5–10	9–6000

Table 9-3b—Estimated clearing times of protective devices: power circuit breakers, 600 V and below

	Frame size	
	225–600 A	1600–4000 A
Instantaneous (cycles)	2–3	3
Short time (cycles)	10–30	10–30
Long time (s)	over 100	
Ground fault (cycles)	10–30	10–30

Table 9-3c—Estimated clearing times of protective devices: molded-case circuit breakers, 600 V and below

	Frame size		
	100 A	225–1200 A	100–1200 A (current limiting)
Instantaneous (cycles)	0.5–1	1–1.5	Less than 0.5
Long time (s)	over 100		

Para la selección de la capacidad de corriente del Breaker y de los conductores de las acometidas se utiliza la siguiente ecuación:

$$I_{BREAKER} = 1{,}25 \cdot \frac{CD\,(VA)}{\sqrt{3} \times Vs\,(V)}$$

Donde:

CD: Carga diversificada en VA

Vs: Tensión en baja tensión

De acuerdo con el artículo 220-10.b) de la NTC 2050 tanto los dispositivos de protección como los conductores deben tener una capacidad del corriente del 125% de la carga continua (carga diversificada).

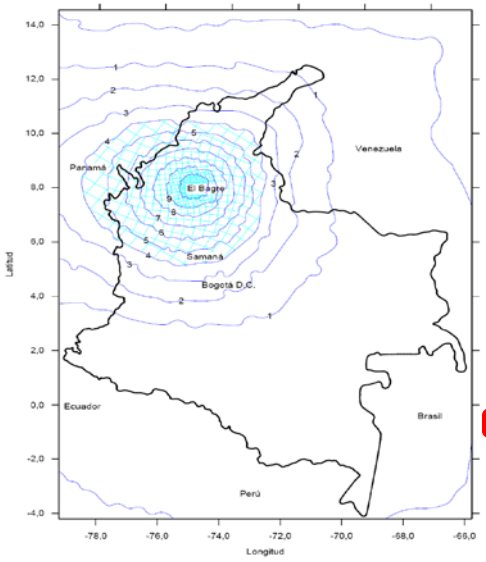
Para los circuitos, los breakers en el tablero deben tener una Icc de 10 kA.

D. Análisis del nivel de riesgo por rayos y medidas de protección contra rayos

Para realizar el estudio de protección contra rayos (evaluación del nivel de riesgo), se debe partir de la caracterización espacial y meteorológica del sitio en estudio, para así tener en cuenta las condiciones de aleatoriedad, propias de cualquier fenómeno meteorológico.

A partir de la caracterización espacial de la estructura y la caracterización meteorológica se realiza la EVALUACIÓN DE RIESGO POR RAYOS. A este respecto es importante anotar que la normatividad colombiana permite el uso de normas internacionales y avala las metodologías de diseño aceptadas por la comunidad internacional de ingeniería, por lo tanto, se realiza la evaluación de riesgo por rayos de acuerdo a la norma IEC 62305-2/2010.

La caracterización meteorológica mencionada es identificada para el entorno, como el DDT o densidad de descargas a tierra y particularmente para el proyecto Cubierta para Cancha Deportiva Garzón, ubicado en el municipio de Garzón - Huila, se ha considerado como valor representativo 1 (rayos x kilómetro cuadrado al año) correspondiente a la ciudad en tabla más cercana a Garzón, que es Neiva, como se observa en la siguiente tabla tomada de la Norma NTC 4552-1 en la cual se presenta la DDT para las principales ciudades de Colombia y para algunos sitios con características especiales.



Ciudad	Latitud	Longitud	Densidad promedio
Barranquilla	10,9	-74,8	1
Cartagena	10,5	-75,5	2
Corozal	9,3	-75,3	3
El Banco	9,1	-74,0	10
Magangue	9,3	-74,8	5
Montería	8,8	-75,9	2
Quibdo	5,7	-76,6	9
Santa Marta	11,1	-74,2	2
Tumaco	1,8	-78,8	1
Turbo	8,1	-76,7	5
Valledupar	10,4	-73,3	2
Riohacha	11,5	-72,9	2
Armenia	4,5	-75,8	2
Barranca	7,0	-73,8	7
Bogota	4,7	-74,2	1
Bucaramanga	7,1	-73,1	1
Cali	3,6	-76,4	1
Cúcuta	7,9	-72,5	1
Girardot	4,3	-74,8	5
Ibagué	4,4	-75,2	2
Ipiales	0,8	-77,6	1
Manizales	5,0	-75,5	2
Medellín	6,1	-75,4	1
Neiva	3,0	-75,3	1
Ocaña	8,3	-73,4	2
Pasto	1,4	-77,3	1
Pereira	4,8	-75,7	4
Popayán	2,4	-76,6	1
Remedios	7,0	-74,7	12
Villavicencio	4,2	-73,5	1
Bagre	7,8	-75,2	12
Samaná	5,4	-74,8	9

Mediante la evaluación de riesgo por rayos se encuentran las medidas que se deben tomar para mitigar el riesgo, que se identifica como la superación de parámetros respecto a unos denominados como tolerables.

Es necesario identificar que el entorno de la estructura es rural y que es una estructura rodeada por edificaciones con una altura inferior.

Adicionalmente a las características de la actividad atmosférica del entorno donde se encuentra la estructura a evaluar se deben tener en cuenta las características propias de la estructura como son:

- Dimensiones.
- Atributos de la estructura
    - Riesgo de fuego.

- Efectividad del apantallamiento de los materiales constructivos.
- Tipo de cableado de la estructura.

- Líneas de servicio conductivas.
  - Electricidad.
  - Comunicaciones.
- Tipo de pérdidas que se puedan presentar.
  - Pérdida de vidas humanas.
  - Pérdida de servicios esenciales.
  - Pérdida de patrimonio de la humanidad.
  - Pérdidas económicas.

RESULTADOS

En la siguiente tabla se presentan los resultados de la evaluación de riesgo sin utilizar medidas de protección:



Alzate INGENIEROS

ANÁLISIS DE RIESGO POR RAYOS
IEC 62305-2 Y NTC-4552-2

© Copyright: Seguridad Eléctrica Ltda - Bogotá - Colombia

RESULTADO DE LA EVALUACIÓN DE RIESGO DE LA ESTRUCTURA O ZONA

PROYECTO:	CUBIERTA GARZÓN	**CLIENTE:**	CONSORCIO FUTURO

Regresar

RIESGO DE PÉRDIDA DE VIDAS HUMANAS	RIESGO DE PÉRDIDA DEL SERVICIO PÚBLICO ESENCIAL	RIESGO DE PÉRDIDA DEL PATRIMONIO CULTURAL	RIESGO DE PÉRDIDA ECONÓMICA

R_1	R_2	R_3	R_4	VALORES DE RIESGO CALCULADO
6.489E-07	6.856E-05	0.000E+00	6.856E-06	

R_1	R_2	R_3	R_4	VALORES DE RIESGO TOLERABLE
1.0000000E-05	1.00E-03	1.00E-04	1.00E-04	

R_1	R_2	R_3	R_4
RIESGO CONTROLADO	RIESGO CONTROLADO	RIESGO CONTROLADO	RIESGO CONTROLADO

Evaluación de riesgo realizada por: Ing. Alberto Braulio Alzate Duque
MP:CN205-47003

Fecha: 19/02/2021

Alzate INGENIEROS

SEGELECTRICA

ANÁLISIS DE RIESGO POR RAYOS IEC 62305-2 Y NTC-4552-2

© Copyright: Seguridad Eléctrica Ltda - Bogotá - Colombia

Elaborado por: Ing. Héctor E. Graffe Cantillo - Braulio Alzate Duque ;Validado por: Ing. Favio Casas Ospina

PROYECTO:	CUBIERTA GARZÓN	CLIENTE:	CONSORCIO FUTURO	FECHA	19/02/2021

DIMENSIONES DE LA ESTRUCTURA A PROTEGER

Largo de la estructura **L** (m)	30
Ancho de la estructura **W** (m)	30
Altura máxima de la estructura **H** (m)	8
Marque si la estructura posee parte sobresaliente.	☐ Ejemplo de dimensiones de estructura
Altura máxima de la estructura **Hp** (m)	8

CARACTERÍSTICAS DEL ENTORNO

Seleccione la localización de la estructura a ser protegida.	Rodeada de objetos o árboles de igual altura o menor
Ambiente donde están las acometidas de la estructura.	Urbano
Seleccione el tipo de piso en la estructura a proteger	Prado, concreto.
Ingrese la resistividad del suelo **ρ** (Ωm)	150
Densidad de rayos a tierra (Rayos/km²-año) **DDT**	1 — Mapas de DDT

CARACTERÍSTICAS DE LAS ESTRUCTURAS ADYACENTES DE DONDE PROVIENEN LAS ACOMETIDAS DE SERVICIOS

ACOMETIDA DE POTENCIA (se asume una sola acometida de potencia)

Marque si la estructura a proteger tiene una estructura adyacente de donde proviene la acometida de potencia	☑ Ejemplo de estructura adyacente
Longitud de la estructura adyacente **La** (m)	20
Ancho de la estructura adyacente **Wa** (m)	20
Altura de la estructura adyacente **Ha** (m)	12
Seleccione la localización de la estructura adyacente	Rodeada de objetos o árboles de igual altura o menor
Seleccione la forma de instalación de la acometida de potencia	Acometida subterránea
Seleccione el tipo de acometida de potencia	Acometida Sin Transformador
Ingrese la longitud de la acometida de potencia (m)	15

ACOMETIDAS DE COMUNICACIONES (Si hay acometidas por diferentes rutas, tome los valores de la más expuesta)

Marque si la estructura a proteger tiene una estructura adyacente de donde proviene la acometida de comunicaciones	☐ 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)	0
Seleccione la localización de la estructura adyacente	Rodeada de objetos o árboles de igual altura o menor
Ingrese el número de acometidas de comunicaciones	0
Seleccione la forma de instalación de la acometida de comunicaciones	Acometida subterránea
Ingrese la longitud de la acometida de comunicaciones (m)	0

ACCIONES PREVENTIVAS FRENTE AL RIESGO POR RAYO

Medidas tomadas frente a descargas eléctricas por tensiones de paso o de contacto por rayos en la estructura o en las acometidas de servicios.

- ☐ Sin medidas de protección
- ☐ Avisos de advertencia
- ☐ Aislamiento eléctrico de bajantes expuestas
- ☐ Equipotencialización efectiva a nivel del suelo
- ☐ Refuerzos estructurales como bajantes o restricciones físicas

Tipo de cableado interno: Sin apantallamiento y pequeños lazos inductivos (misma canalización sin entorchar)

Seleccione el nivel de protección de la estructura: Estructura no protegida

Seleccione el SPI en la estructura. Sin sistema de protección interno

Marque la casilla si la estructura a proteger posee paredes y techos metálicos con un espesor mayor o igual a 0,1 mm. ☐ FALSO

Seleccione las características de la acometida de potencia: Sistema de potencia con el neutro múltiplemente conectado a tierra

Seleccione las características de la acometida de telecomunicaciones: Acometida subterránea apantallada pero la pantalla no es conectada a la misma tierra de los eq

Tamaño de la cuadrícula para apantallamientos localizados, distancia entre bajantes o distancia entre columnas metálicas o concreto reforzado w (m). 0

Ingrese el menor valor de tensión soportable al impulso tipo rayo en kV, del sistema a proteger (BIL equipos) Uw 600

FACTORES PARA EVALUACIÓN DE PÉRDIDAS

FACTORES ASOCIADOS A PÉRDIDAS DE VIDAS HUMANAS

Seleccione el uso de la estructura: Hoteles, escuelas, colegios, universidades, edificios públicos, apartamentos y viviendas.

Seleccione el riesgo por fuego o explosión en la estructura: Ningún riesgo de fuego o explosión.

Seleccione la medida de prevención para reducir las consecuencias por fuego: Sin medida de prevención

Seleccione la situación especial de peligro: Nivel medio de pánico (edificaciones para eventos culturales o deportivos, de 100 a 1000 perso

Daños a las personas debidos a fallas en los equipos eléctricos y electrónicos: Sistemas eléctricos o electrónicos no críticos. Ej. Viviendas

El daño físico a la estructura involucra estructuras alrededor o el medio ambiente como emisiones químicas o radiactivas o derrames de petróleo? ○ Si ◉ No

FACTORES PARTICULARES ASOCIADOS A LA PÉRDIDA DE SERVICIOS ESENCIALES

Seleccione el tipo de servicio público que no se debería perder: Gas, acueducto, electricidad.

FACTORES PARTICULARES ASOCIADOS A LA PÉRDIDA DE HERENCIA CULTURAL

Existe herencia cultural irreemplazable en la edificación a proteger? ○ Si ◉ No

FACTORES PARTICULARES ASOCIADOS A LAS PÉRDIDAS ECONÓMICAS

Clasificación de la estructura en relación con los bienes perdidos por daño a la infraestructura: Hoteles, escuelas, colegios, universidades, oficinas, iglesias, entrete

Hay presencia de animales mayores en el lugar a proteger ○ Si ◉ No

Clasificación de la estructura en relación con los bienes perdidos por falla en los sistemas eléctricos y electrónicos: Museos, agricultura escuelas, colegios, universidades, iglesias, ent

Tipo de suelo donde pueden permanecer animales que podrían estar en riesgo: Prado, concreto.

HAGA CLICK EN ESTA BARRA PARA OBTENER LOS RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DE RIESGO

CONCLUSIÓN

Como se puede observar ningún riesgo se encuentra por fuera de los límites tolerables, por lo tanto, **NO** es necesario implementar ningún sistema de protección (externa ni interna) contra rayos.

Sin embargo esta conclusión no se debe tomar ni confundir con que no se requiere un buen sistema de puesta a tierra, este punto se tocará más adelante en estas memorias.

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

Se adjunta la matriz de riesgo con las medidas de protección a tener en cuenta, esta se evaluó según la matriz adjunta disponible en el RETIE. El cruce que se estima en la evaluación para las consecuencias es la valoración del riesgo más alto entre personas, económicas, ambientales e imagen de la empresa con el nivel del riesgo de 1 a 5 es decir si el riesgo potencialmente más alto por ejemplo es una contaminación localizada el valor será Ambiental 3 según la frecuencia A, B, C, D y E se tiene la valoración del Nivel del Riesgo.

FACTOR DE RIESGO	MATRIZ DE RIESGO			MEDIDAS DE PROTECCION
	CONSECUENCIAS	FRECUENCIA	NIVEL RIESGO	
ARCOS ELECTRICOS	ECONOMICA 2	D	BAJO	SE RESPETARON DISTANCIAS DE SEGURIDAD, SE ESPECIFICARON CONECTORES CERTIFICADOS PARA EMPALMES Y UNIONES
AUSENCIA DE ELECTRICIDAD	PERSONA 1	D	BAJO	NO HAY PERDIDAS POR AUSENCIA DE ELECTRICIDAD.
CONTACTO DIRECTO	PERSONA 2	D	BAJO	TABLEROS DE ACUERDO CON LA NORMA CON AISLAMIENTO DE PARTES ACTIVAS, PUESTA A TIERRA, MANTENIMIENTO A REALIZAR SOLAMENTE POR PERSONAL TECNICO CAPACITADO.
CONTACTO INDIRECTO	PERSONA 2	E	BAJO	SE RESPETARON DISTANCIAS DE SEGURIDAD, SE CUENTA CON CONEXIONES EQUIPOTENCIALES, CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA Y SE RECOMIENDA MANTENIMIENTO CORRECTIVO Y PREVENTIVO.
CORTOCIRCUITO	ECONOMICA 2	D	BAJO	SE CUENTA CON INTERRUPTORES AUTOMATICOS CON DISPOSITIVO DE DISPARO DE MAXIMA CORRIENTE.
ELECTRICIDAD ESTATICA	PERSONA2	E	BAJO	SE CUENTA CON CONEXIONES EQUIPOTENCIALES AL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA .
EQUIPO DEFECTUOSO	PERSONA 1	C	BAJO	DISEÑO CUMPLIENDO CON LAS NORMAS TECNICAS,PUESTA A TIERRA, MANTENIMIENTO SOLAMENTE PERSONAL TECNICO CAPACITADO
SOBRECARGA	ECONOMICA2	D	BAJO	SE CUENTA CON INTERRUPTORES AUTOMATICOS CON DISPOSITIVO DE DISPARO DE MAXIMA CORRIENTE. DIMENCIONAMIENTO DE C O N DUCTORES Y EQUIPOS DE ACUERDO CON LA NORMA
TENSION DE CONTACTO	PERSONA 1	E	BAJO	SE CUENTA CON CONEXIONES EQUIPOTENCIALES AL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA .
TENSION DE PASO	PERSONA 1	E	BAJO	SE CUENTA CON CONEXIONES EQUIPOTENCIALES AL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA .

POTENCIAL REAL						FRECUENCIA				
	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		E	D	C	B	A
						No ha ocurrido en	Ha ocurrid	Ha ocurri	Sucede varias veces	Sucede varias veces al
CONSECUENCIAS	Una o más muert	Daño grave en infraestructura. Interrupción regional.	Contaminación irreparable	Internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
	Incapacidad parcial permane	Daños mayores, Salida de Subestación	Contaminación mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	ALTO
	Incapacidad temporal	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 (afect	Daños leves, No interrupción	Sin efecto	Interna	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO

F. Análisis de nivel de tensión requerido

El nivel de tensión requerido en nivel I, únicamente 110V y eventualmente 208V, situación que se cumple en el tablero existente.

G. Cálculo de campos electromagnéticos

De acuerdo con el numeral 14.4 del RETIE 2013 “Los diseños de líneas o subestaciones de tensión superior a 57,5 kV, en zonas donde se tengan en las cercanías edificaciones ya construidas, deben incluir un análisis del campo electromagnético en los lugares donde se vaya a tener la presencia de personas”.

Teniendo en cuenta que la tensión máxima en el proyecto es de 110V y eventualmente 208V, este numeral no aplica.

H. Cálculo de TRANSFORMADOR (CARGA REQUERIDA)

No aplica. Se hace uso de la red de baja tensión existente.

I. Cálculo del sistema de puesta a tierra

No aplica cálculo de malla de puesta a tierra ni medición de resistividad aparente del terreno por tratarse de una acometida en baja tensión.

Para el sistema de puesta a tierra del tablero general de distribución en baja tensión, de acuerdo al artículo 250.84 de la NTC2050 se instalará un electrodo tipo varilla que cumpla con el artículo 250.83 C (Varilla de 2.4 m de longitud * 5/8 diámetro Cu/Cu), al ser instalada se debe medir el valor de resistencia de puesta a tierra, en caso de que el valor de resistencia sea mayor a 25 ohmnios, este electrodo deberá complementarse con otro igual instalado a no menos de 1.8 m de separación (la separación ideal es de 4.8 m).

J. Cálculo económico de los conductores

No aplica pues se especifican conductores HFFR comerciales de calibre mínimo 12 AWG.

K): 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:

Teniendo en cuenta que en tablero de distribución todas las cargas son monofásicas, las cuales se conectan por medio de breackers enchufables de 20 A Icc 10 KA, la coordinación se cumple dado que la carga nominal de cada circuito no está superando la capacidad de los breackers y la capacidad de disparo por sobrecarga de los circuitos ramales es menor que la del interruptor principal y a su vez la de este es menor que el interruptor de derivación del tablero de acometidas del centro comercial.

L): Cálculo mecánico de estructuras y de elementos de sujeción de equipos:

No aplica para el proyecto porque no hay equipo que requiera soportes estructurales especiales.

La tubería se fija mediante elementos comerciales de uso común.

M): 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:

Teniendo en cuenta que en tablero de distribución todas las cargas son monofásicas, las cuales se conectan por medio de breackers enchufables de 20 A Icc 10 KA, la coordinación se cumple dado que la carga nominal de cada circuito no está superando la capacidad de los breackers y la capacidad de disparo por sobrecarga de los circuitos ramales es menor que la del interruptor principal y a su vez la de este es menor que el interruptor de derivación del tablero de acometidas del centro.

N): Cálculos de canalizaciones (tubo, ductos, canaletas y electroductos) y volumen de encerramientos (cajas, tableros, conduletas, etc.):

La cantidad de conductores por ductería se ha seleccionado de la siguiente tabla normalizada para los índices de ocupación de la norma NTC 2050:

Cantidad de Conductores Admisible en Tubería Conduit PVC Tipo A Cables THHN/THWN

CALIBRE AWG o kcmil	DIÁMETRO NOMINAL DEL TUBO (Pulgadas, mm)									
	1/2 13	3/4 19	1 25	1 1/4 32	1 1/2 38	2 51	2 1/2 64	3 76	3 1/2 89	4 102
14	16	27	44	73	96	150	225	338	441	566
12	11	19	32	53	70	109	164	246	321	412
10	7	12	20	33	44	69	103	155	202	260
8	4	7	12	19	25	40	59	89	117	150
6	3	5	8	14	18	28	43	64	84	108
4	1	3	5	8	11	17	26	39	52	66
2	1	1	3	6	8	12	19	28	37	47
1	1	1	2	4	6	9	14	21	27	35
1/0	1	1	2	4	5	8	11	17	23	29
2/0	1	1	1	3	4	6	10	14	19	24
3/0	-	1	1	2	3	5	8	12	16	20
4/0	-	1	1	1	3	4	6	10	13	17
250	-	1	1	1	2	3	5	8	10	14
300	-	-	1	1	1	3	4	7	9	12
350	-	-	1	1	1	2	4	6	8	10
400	-	-	1	1	1	2	3	5	7	9
500	-	-	1	1	1	1	3	4	6	7
600	-	-	-	1	1	1	2	3	5	6
750	-	-	-	1	1	1	1	3	4	5
800	-	-	-	1	1	1	1	3	4	5
900	-	-	-	-	1	1	1	2	3	4
1000	-	-	-	-	1	1	1	2	3	4

O): Cálculos de pérdidas de energía, teniendo en cuenta los efectos de armónicos y factor de potencia:

Instalaciones comerciales de uso común en Baja Tensión donde la carga relevante es la Iluminación. Las pérdidas en este tipo de instalación son principalmente por efecto Jule el cual se obtiene como el producto del cuadrado de la corriente por la resistencia de conductor que para el caso del circuito existente es 2,66 ohm/km de acuerdo con la Tabla 9 de la NTC-2050, lo cual da como resultado
$P = 48^2$ x (20 m x 2.66 ohm/km/1000) = 1,37 W.

P): Cálculos de regulación:

La longitud del circuito de llegada es de 15m, sin embargo, se considera una regulación máxima del 3% hasta este punto. Para la carga instalada de 5.8 kVA, el calibre de los conductores de fase permite una regulación del 3% con una longitud máxima de 15 m. a este valor de regulación máxima, se le suma el valor obtenido para cada circuito, lo cual se puede observar en el cuadro de cargas, de tal manera que la caída de tensión máxima no supera el 5% en ningún caso.
Estos cálculos se pueden evidenciar con mayor detalle en literal A en el cuadro de cargas.

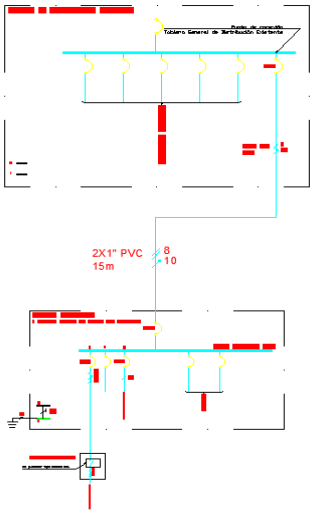
Q): Clasificación de áreas:

Las instalaciones objeto del presente diseño son catalogadas como de uso mercantil y no se encuentran dentro de las descritas en el artículo 28.3 del RETIE (Instalaciones Especiales), por lo tanto, no son áreas clasificadas como peligrosas o de alto riesgo que requieran especificaciones eléctricas especiales según el citado artículo.
La clasificación se realiza de acuerdo al numeral C y E y de acuerdo a la metodología IEC (zonas) o la de NFPA (Clases, Divisiones) y son definidas como de alta concentración de personas de acuerdo a la tabla 7.3.1.2 Apéndice A.3.3.134.3 de la NFPA 101.

Según lo anterior, el espacio en análisis **SÍ** se considera un sitio de alta concentración de personas y/o de reuniones públicas debido a que la carga de ocupación calculada es mayor a la carga de ocupación que exige la norma, por ende, sí se requiere el uso de conductores (cables) con bajo contenido de Halogenuros.

R): Elaboración de diagramas unifilares:

El diagrama unifilar corresponde al plano 1 de 1 Eléctrico donde se puede visualizar con mayor facilidad, sin embargo, a continuación, se muestra la misma información:



S): Elaboración de planos y esquemas eléctricos para construcción:

Corresponde al siguiente directorio de planos los cuales hacen parte integral del diseño que se presenta como anexo al presente documento:

- **1 de 1 Eléctrico**: Contiene Diagrama Unifilar, cuadro de cargas del tablero y demás elementos eléctricos.

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

Se utilizará tubería apropiada del tipo EMT, cable No.12 con aislamiento del tipo HFFR (Libre o con baja concentración de halogenuros), Conduletas y/o cajas del tipo RAWELT, la caja de control de

iluminación será con codillos de 15A y conexión directa a estos y deberá contar con certificado RETIE expedido por el fabricante o tablerista que la arme.

Todos elementos a usar en el sistema eléctrico deberán contar con certificado RETIE o RETILAP según aplique.

En general se deben seguir todas las recomendaciones dadas por el Código Eléctrico Colombiano NTC2050, RETIE, RETILAP y Fabricantes.

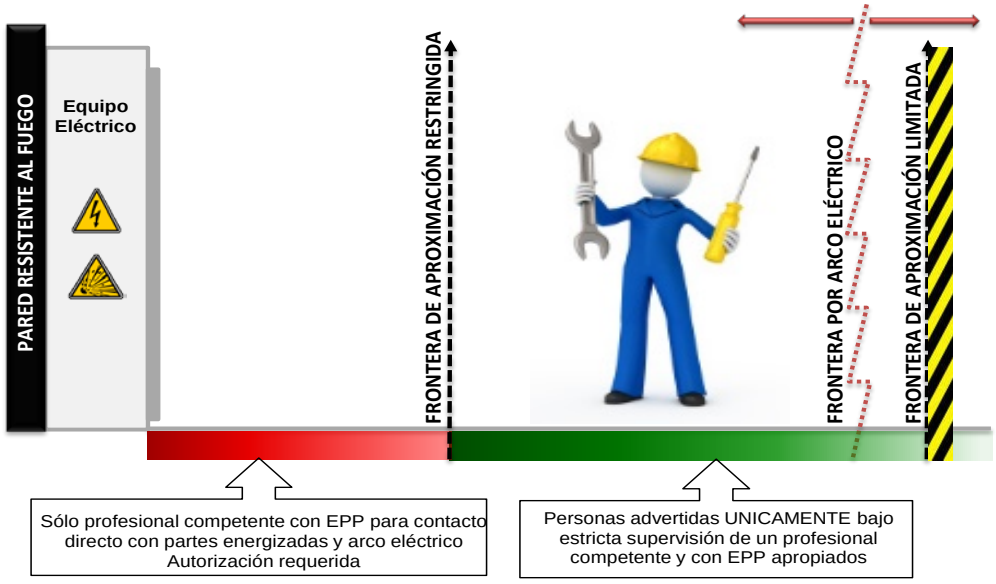
Las personas que intervienen en el sistema eléctrico deberán estar a cargo de una persona capacitada y certificada para tal fin.

U): Establecer las distancias de seguridad requeridas:

Se establecen las distancias de seguridad basadas en el artículo 13 del RETIE, el análisis de Distancias de Seguridad se concentra en el Tablero de Distribución Normal, y para este caso que el voltaje de operación es de 208V, es decir que se está dentro del rango de voltaje de 50V - 300V A.C., según la **Tabla 13.7.** Distancias mínimas para trabajos en o cerca de partes energizadas en corriente alterna, se deben respetar las siguientes distancias:

Tensión nominal del sistema (fase – fase)	Frontera de aproximación Limitada [m]		Frontera de aproximación Restringida(m) Incluye movimientos involuntarios
	Parte móvil expuesta	Parte fija expuesta	
50 V – 300 V	3,0	1,0	Evitar contacto
301 V – 750 V	3,0	1,0	0,30
751 V – 15 kV	3,0	1,5	0,7
15,1 kV – 36 kV	3,0	1,8	0,8
36,1 kV – 46 kV	3,0	2,5	0,8

Tabla 13.7. Distancias mínimas para trabajos en o cerca de partes energizadas en corriente alterna



Basados en la anterior tabla, se debe mantener la distancia de seguridad de **1 m** frente a parte fija expuesta en el Tablero de Distribución, que para el caso se **cumple**.

V): 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 desviaciones a la norma.

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

Se anexa estudio fotométrico.



ALBERTO BRAULIO ALZATE DUQUE
M.P.:CN205-47003
C.C. 16.076.836 de Manizales.

Nota: Las obras correspondientes al presente diseño, se deben certificar RETIE y RETILAP para ser entregadas al usuario final.