

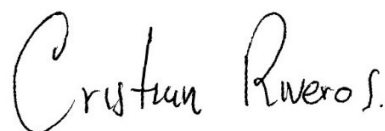
**PROYECTO DE DISEÑO ELECTRICO ADECUACIÓN DE ESPACIO PÚBLICO PARA EL
MEJORAMIENTO DEL ENTORNO SOCIAL EN EL CENTRO POBLADO EL
CAGUÁN.**

**PROPIETARIO
CIUDAD DE NEIVA, HUILA**

JULIO DEL 2025
**PROYECTO DE DISEÑO ELECTRICO ADECUACIÓN DE ESPACIO PÚBLICO PARA EL
MEJORAMIENTO DEL ENTORNO SOCIAL EN EL CENTRO POBLADO EL CAGUÁN.**

PROPIETARIO
CIUDAD DE NEIVA, HUILA

Proyectista: dirección de prospectiva

A handwritten signature in black ink that reads "Cristian Riveros". The signature is written in a cursive, flowing style.

Ingeniero diseñador: Cristian Jesús Riveros Gil

SN205-152473

JULIO DEL 2025

Tabla de Contenido

1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	5
1.1. LOCALIZACIÓN GENERAL	5
1.2. OBJETO	5
1.3. NÚMERO DE USUARIOS	5
1.4. CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA	5
1.5. REDES DE MEDIA TENSIÓN	5
1.6. REDES DE BAJA TENSIÓN	6
1.7. INSTALACIONES INTERNAS	6
1.8. SUBESTACIONES	6
1.9. NORMATIVIDAD	6
2. MEMORIAS DE CALCULO	6
2.1. ANÁLISIS DE RIESGOS DE ORIGEN ELÉCTRICO Y MEDIDAS PARA MITIGARLOS 7	
2.1.1. ANÁLISIS DE MATRIZ DE RIESGO	10
2.2. Análisis de riesgos por descargas eléctricas atmosféricas (rayos) y medidas de protección.	12
2.2.2. Sistema de proteccion interna:	12
2.2.3. Control de sobre tensión interna transitoria	13
2.2.4. Recomendaciones del análisis de nivel de riesgo frente a descargas atmosféricas. 13	
2.3. Análisis y cálculo de cargas iniciales y futuras, incluyendo factor de potencia y armónicos	14
2.3.5. Análisis de cargas	15
2.3.6. Parámetros de diseño	15
2.4. Coordinación de aislamiento eléctrico	15
2.4.1. SELECCIÓN PROTECCIÓN CONTRA LAS SOBRETENSIONES	16
2.5. Análisis y cálculos de cortocircuito, arco eléctrico y falla a tierra	19
2.6. Análisis del nivel tensión requerido	20
2.7. Cálculos de campos electromagnéticos	21
2.8. Cálculo de transformadores incluyendo efectos de los armónicos y factor de potencia en la carga	21
2.9. Sistema de puesta a tierra	22

2.10.	Cálculo económico de conductores, teniendo en cuenta todos los factores de pérdidas, las cargas resultantes y los costos de la energía.....	25
2.10.1.	Código de colores para conductores.....	25
2.10.2.	Capacidad de corriente de los conductores.	25
2.10.3.	Selección de conductor para instalaciones internas	25
2.11.	Especificación 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 u otra equivalente.	27
2.12.	Cálculo mecánico de estructuras y de elementos de sujeción y soporte de redes de transmisión, de distribución, subestaciones y centrales de generación.....	28
2.13.	Cálculo y coordinación de protecciones contra sobrecorrientes	30
2.13.1.	Cálculo de la protección para los circuitos ramales del gabinete principal.....	31
2.14.	Cálculos de canalizaciones (tubos, ductos, canales y electroductos), bandejas portacables y volumen de encerramientos (cajas, conduletas, armarios, etc.).....	31
2.15.	Cálculo de pérdidas de energía, teniendo en cuenta los efectos de armónicos y factor de potencia.	33
2.16.	Cálculos de regulación de tensión	34
2.17.	Áreas clasificadas como peligrosas.....	35
2.18.	Diagramas unifilares	35
2.19.	Planos eléctricos para construcción	35
2.20.	Especificaciones de construcción complementarias a los planos, incluyendo las de tipo técnico de equipos y materiales y sus condiciones particulares.	35
2.21.	Distancias de seguridad o servidumbre requeridas	35
2.22.	Justificación de desviaciones técnicas cuando sea estrictamente necesarias, siempre y cuando no comprometa la seguridad de las personas o de la instalación.....	38
2.23.	Los demás estudios que el tipo de instalación requiera para su correcta y segura operación, tales como condiciones sísmicas, acústicas, mecánicas o térmicas.....	38
2.24.	Selección, cálculo y especificación de equipos de generación de energía convencionales y no convencionales.....	38

1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

1.1. LOCALIZACIÓN GENERAL

El proyecto de iluminación **PARQUE DE LA VEREDA CAGUAN, DE NEIVA-HUILA**, se encuentra ubicado en el cruce que lleva al municipio de la Ulloa en el municipio de Neiva, en el departamento del Huila, y el alcance del proyecto se resalta en la siguiente imagen.



1.2. OBJETO

El presente documento describe los criterios de diseño eléctrico para construcción de un sistema eléctrico con medidores de energía con medida directa con tablero de control el cual alimentará cargas de las casetas comerciales y el alumbrado publico

1.3. NÚMERO DE USUARIOS

El número de usuarios es nueve:
Ocho (8) casetas comerciales
Uno (1) de tipo Alumbrado Público

1.4. CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA

La demanda maxima proyectada por usuario: 0.288 kVA y el alumbrado publico que tendrá una carga de 4kVA
Nivel de tensión: 127 V y una cuenta 220V
Operador de Red: ELECTROHUILA

1.5. REDES DE MEDIA TENSIÓN

Se tiene proyectado la construcción de 2 metros de línea de media tensión para puentes de 2 metros lineales con cable ACSR 2/0 AWG. Para montaje de un transformador trifásico en aceite de 15 [kVA] de capacidad, con relación de tensión 13200/220-127 [V], tipo poste. El arranque será en disposición compacta por medio de una cruceta tipo semibandera, para la estructura final se tiene proyectado 3 cortacircuitos de 15 kV 5A y 3 DPS de 15 kV.

1.6. REDES DE BAJA TENSIÓN

"Se llevará a cabo la construcción de las acometidas necesarias para la instalación de 9 medidores en el gabinete general de medidas. Esto incluirá aproximadamente 32 metros lineales de acometida principal, utilizando cable tipo 3x2+2 AWG de cobre (Cu). Adicionalmente, se ejecutarán las acometidas secundarias hacia los tableros de cada una de las casetas, así como la acometida correspondiente al sistema de alumbrado público.

1.7. INSTALACIONES INTERNAS

Se realizará la instalación de una tomacorriente y un sistema de iluminación de un bombillo e interruptor por caseta comercial.

1.8. SUBESTACIONES

Se proyecta una subestación tipo poste con transformador trifásico en aceite con capacidad de 15 [kVA] y niveles de tensión 13200 – 220/127 [V].

1.9. NORMATIVIDAD

El diseño eléctrico se realiza bajo los lineamientos establecidos en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE, el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público RETILAP, la norma Técnica Colombiana NTC 2050 y la norma del operador de red ELECTROHUILA (Electrificadora del Huila).

2. MEMORIAS DE CALCULO

En los circuitos de alumbrado público la electricidad se deben adoptar las medidas de seguridad, tanto para la protección de los usuarios como de las redes y los bienes conexos a estas, las cuales deben ser especificadas según las características eléctricas de los aparatos receptores.

El alto número de incendios ocasionados por deficiencias en la instalación, en especial lo relacionado con dimensionamiento de conductores y protecciones, malas conexiones, daños de aislamiento de conductores y empalmes, uso de equipos, aparatos y materiales inapropiados, uso de lámparas y luminarias sin espacio para evacuación del calor; obliga a dar estricto cumplimiento a las normas de construcción de la instalación y atender los lineamientos de otros reglamentos técnicos, como el de Iluminación y Alumbrado Público.

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



ARCOS ELÉCTRICOS

POSIBLES CAUSAS: Malos contactos, cortocircuitos, aperturas de interruptores con carga, apertura o cierre de transformadores 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.

MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Utilizar materiales envolventes resistentes a los arcos, mantener una distancia de seguridad, usar prendas acordes con el riesgo y gafas de protección contra los rayos ultravioletas



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.

MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Disponer de sistemas ininterrumpidos de potencia y de plantas de emergencia con transferencia automática.



CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS

POSIBLES CAUSAS: Falla en el diseño, violación de anchos de zonas de servidumbre, mediciones con equipo no calibrado.

MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Respetar los anchos de zonas de servidumbre y los valores de límites de exposición a campos electromagnéticos.



CONTACTO DIRECTO

POSIBLES CAUSAS: Negligencia de técnicos o impericia de no técnicos, violación de las distancias mínimas de seguridad.

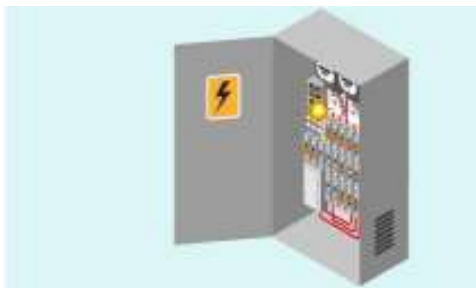
MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Establecer distancias de seguridad, interposición de obstáculos, aislamiento o recubrimiento de partes activas, utilización de interruptores diferenciales, elementos de protección personal, puesta a tierra, probar ausencia de tensión, doble aislamiento.



CONTACTO INDIRECTO

POSIBLES CAUSAS: Fallas de aislamiento, mal mantenimiento, falta de conductor de puesta a tierra.

MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Separación de circuitos, uso de muy baja tensión, distancias de seguridad, conexiones equipotenciales, sistemas de puesta a tierra, interruptores diferenciales, mantenimiento preventivo y correctivo.



CORTOCIRCUITO

POSIBLES CAUSAS: Fallas de aislamiento, impericia de los técnicos, accidentes externos, vientos fuertes, humedades, equipos defectuosos.

MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Interruptores automáticos con dispositivos de disparo de máxima corriente o cortacircuitos fusibles.



ELECTRICIDAD ESTÁTICA

POSIBLES CAUSAS: Unión y separación constante de materiales como aislantes, conductores, sólidos o gases con la presencia de un aislante.

MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Sistemas de puesta a tierra, conexiones equipotenciales, aumento de la humedad relativa, ionización del ambiente, eliminadores eléctricos y radiactivos, pisos conductivos.



EQUIPO DEFECTUOSO

POSIBLES CAUSAS: Mal mantenimiento, mala instalación, mala utilización, tiempo de uso, transporte inadecuado.

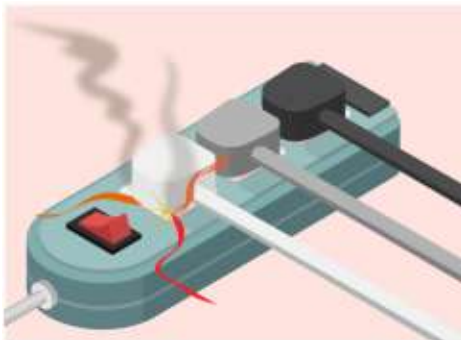
MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Mantenimiento predictivo y preventivo, construcción de instalaciones siguiendo las normas técnicas.



RAYOS

POSIBLES CAUSAS: Fallas en: el diseño, construcción, operación, mantenimiento del sistema de protección.

MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Pararrayos, bajantes, puestas a tierra, equipotencialización, apantallamientos, topología de cableados. Además, suspender actividades de alto riesgo, cuando se tenga personal al aire libre.



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.

MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Uso de Interruptores automáticos con relés de sobrecarga, interruptores automáticos asociados con cortacircuitos, cortacircuitos, fusibles bien dimensionados, dimensionamiento técnico de conductores y equipos, compensación de energía reactiva con banco de condensadores.



TENSIÓN DE CONTACTO

POSIBLES CAUSAS: Rayos, fallas a tierra, fallas de aislamiento, violación de distancias de seguridad.

MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Puestas a tierra de baja resistencia, restricción de accesos, alta resistividad del piso, equipotencializar.

5. FACTOR DE RIESGO POR CONTACTO INDIRECTO - RED DE BAJA TENSION										
POSIBLES CAUSAS: Fallas de aislamiento, mal mantenimiento, falta de conductor de puesta a tierra.										
MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Separación de circuitos, uso de muy baja tensión, distancias de seguridad, conexiones equipotenciales, sistemas de puesta a tierra, interruptores diferenciales, mantenimiento preventivo y correctivo.										
RIESGO A EVALUAR:		Electrocución o quemaduras		por		Contacto Indirecto		(al) o (en)		RED BAJA TENSION
		EVENTO O EFECTO				FACTOR DE RIESGO				FUENTE
						(CAUSA)				
POTENCIAL		X		RIESGO MATERIALIZADO				PROBABILIDAD		
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	Sucede varias veces al mes en la
	Una o mas muertes	Daño grave en infraestructura. Interrupción irreparable.	Contaminación	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	Efecto menor	Local	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
AS	Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves, No Interrupción	Sin efecto	Interna	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO
Evaluador:				MP:				FECHA:		

6. FACTOR DE RIESGO POR RAYO - RED BAJA TENSION										
POSIBLES CAUSAS: Fallas en: el diseño, construcción, operación, mantenimiento del sistema de protección.										
MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Pararrayos, bajantes, puestas a tierra, equipotencialización, apantallamientos, topología de cableados. Además, suspender actividades de alto riesgo, cuando se tenga personal al aire libre.										
RIESGO A EVALUAR:		Electrocución o quemaduras		por		RAYO		(al) o (en)		RED M.T. Y B.T.
		EVENTO O EFECTO				FACTOR DE RIESGO				FUENTE
						(CAUSA)				
POTENCIAL				RIESGO MATERIALIZADO		X		PROBABILIDAD		
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	Sucede varias veces al mes en la
	Una o mas muertes	Daño grave en infraestructura. Interrupción irreparable.	Contaminación	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	Efecto menor	Local	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
AS	Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves, No Interrupción	Sin efecto	Interna	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO
Evaluador:				MP:				FECHA:		

COLOR	NIVEL DE RIESGO	DECISIONES A TOMAR Y CONTROL	PARA EJECUTAR LOS 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 al 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 de 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: • ¿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?
	Muy bajo	Vigilar posibles cambios.	No afecta la secuencia de las actividades.

2.2. ANÁLISIS DE RIESGOS POR DESCARGAS ELÉCTRICAS ATMOSFÉRICAS (RAYOS) Y MEDIDAS DE PROTECCIÓN.

2.2.2. SISTEMA DE PROTECCION INTERNA:

Para evitar que chispas, arcos eléctricos o cortocircuitos que puedan ser originados por sobretensiones transitorias ya sea por impacto directo de rayo en la edificación, o en sus acometidas de servicios (tales como electricidad, teléfono, gas, ductos metálicos), al igual que por tensiones inducidas por impactos indirectos o lejanos, que puedan generar incendios, explosiones o sobretensiones que pongan en riesgo vidas humanas; se debe equipotenciar las acometidas de servicios, pantallas de cables, y otras partes metálicas normalmente no energizadas.

Los lineamientos expuestos están de acuerdo con los principios de coordinación de aislamiento; por lo tanto, los equipos para los cuales se especifican los métodos de mitigación deben tener definido una categoría de sobre tensión; es decir, un nivel básico I impulso (BIL) de acuerdo con su ubicación en las instalaciones. La categoría de sobre tensión se presenta en la tabla 11, NTC 4552.

Nivel de tensión de operación de los equipos V	BIL requerido en (kV)			
	Contadores	Tableros, interruptores, cables, etc.	Electrodomésticos, herramientas portátiles	Equipo electrónico
	IV	III	II	I
120 – 240 ; 120 / 208	4	2,5	1,5	0,8
254 / 440 ; 277 / 480	6	4	2,5	1,5

2.2.3. CONTROL DE SOBRE TENSION INTERNA TRANSITORIA

La equipotencialización de elementos o conductores activos al sistema de puesta a tierra con conductores eléctricos y/o dispositivos de protección contra sobre tensiones para llevarlas a la mínima diferencia de potencial y así propender por la seguridad.

2.2.4. RECOMENDACIONES DEL ANÁLISIS DE NIVEL DE RIESGO FRENTE A DESCARGAS ATMOSFÉRICAS.

Además del uso del extintor de incendios se sugiere las siguientes recomendaciones con el ánimo de mitigar los riesgos por impactos de rayo, tenga en cuenta las siguientes recomendaciones mínimas en caso de proximidad de tormentas eléctricas:

- A menos que sea absolutamente necesario, no salga al exterior ni permanezca a la intemperie durante una tormenta eléctrica.
- Busque refugio en el interior de las edificaciones del Campus o de vehículos metálicos cerrados.
- No transite o juegue en espacios abiertos ni monte en bicicleta por el campo.

Los siguientes lugares constituyen una protección adecuada contra los rayos:

- Contenedores totalmente metálicos.
- El interior de los edificios y o viviendas de la Ciudad
- Automóviles y otros vehículos cerrados, con carrocerías metálicas.



De ser posible, evite los siguientes lugares, que ofrecen poca o ninguna protección:

- Edificaciones alejadas de otros edificios (quioscos).
- Tiendas de campaña y refugios temporales.
- Vehículos descubiertos o no metálicos.
- Torres de comunicaciones o de energía.



Extremar las precauciones en los siguientes lugares:

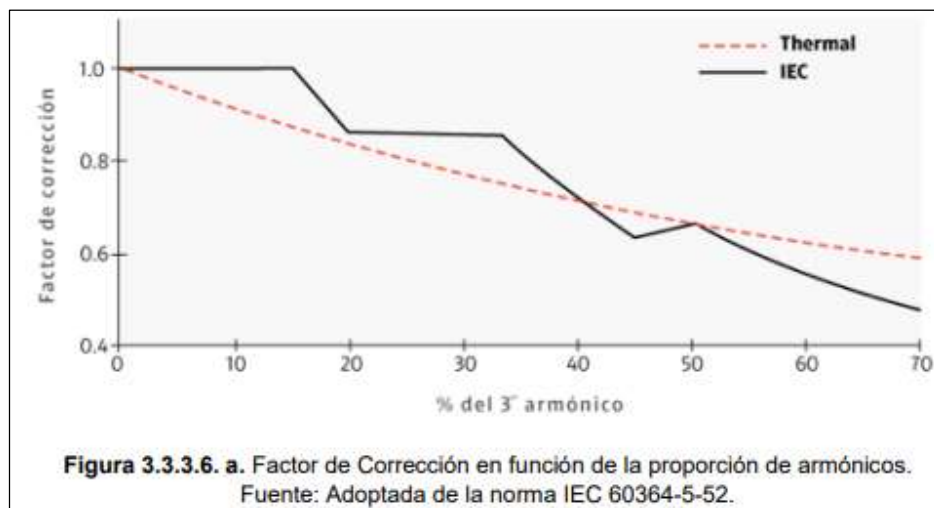
- Terrenos deportivos y campos abiertos
- Cercanías de líneas eléctricas, cables aéreos, cercas ganaderas, mallas eslabonadas.
- Árboles aislados.
- Torres metálicas (de comunicaciones, de líneas de alta tensión).



2.3. ANÁLISIS Y CÁLCULO DE CARGAS INICIALES Y FUTURAS, INCLUYENDO FACTOR DE POTENCIA Y ARMÓNICOS

Las cargas eléctricas con comportamiento no lineal producen distorsiones armónicas en corriente y tensión, ocasionando mala calidad en de la energía eléctrica suministrada, esto se traduce en pérdidas de potencia, acortamiento de la vida útil de los equipos, calentamientos excesivos en conductores y fallas en su funcionamiento, entre otros. Por estas razones los estudios pertinentes sobre las distorsiones armónicas en las redes eléctricas, no se hacen esperar, ya que el resultado del análisis es clave para el mejoramiento en la mitigación de este fenómeno.

Según el reglamento vigente RETIE en sistemas en donde la distorsión armónica total (THD) en corriente, sea superior o igual al 15%, se deben dimensionar todos los conductores o barras de acuerdo con el factor de corrección exigido en la IEC 60364-5-52 Anexo C y presentado en la Figura 3.3.3.6.a.



Los equipos motrices tienen un contenido de armónicos bajo, siempre y cuando estén balanceados y el funcionamiento sea lineal. Se puede presentar un efecto capacitivo leve debido a componentes de electrónica de potencia, como es el caso de variadores de velocidad.

$$THD - I = \sqrt{\frac{\sum_2^h (I_h)^2}{(I_1)^2}}$$

Donde:

- THD-I: Es Total Harmonic Distortion of Current por sus siglas en ingles que significa Total Distorsión Armónica en corriente.

Dejando que la corriente es $I_1 = 39.36 A$ lo cual hace que la $I_{THD} = 1.96A$. Con esto se calcula la Potencia de distorsión que sería cerca de $0.433[W]$

2.3.5. ANÁLISIS DE CARGAS

En las siguientes tablas, se presenta el cuadro de cargas desde el transformador a tableros de cada una de las casetas y se da a conocer el cuadro de carga de la caseta tipo (todas las casetas tendrán la misma carga proyectada).

CUADRO DE CARGA GENERAL																					
		TABLEROS GENERALES								CARGA INSTALADA	TENSIÓN [V]	FACTOR DE DIVERSIDAD [N]	CARGA [VA]	CORRIENTES [A]	I [A] Fac. de Correc.	CALIBRE CONDUCTOR POR FASE	TIPO DE ACOMETIDA	PRO. TM [A]	DUCTO Y MATERIAL	DESCRIPCIÓN	
		CASETA 1	CASETA 2	CASETA 3	CASETA 4	CASETA 5	CASETA 6	CASETA 7	CASETA 8	ILUMINACION EXTERIOR	Total [VA]										
TDP	1	260.0									288.89	127	100	288.89	2.27	2.84	# 12 AWG CU	1F8 AWG + 1N	1X50	1" PVC	CASETA
	2		260.0								288.89	127	100	288.89	2.27	2.84	# 12 AWG CU	1F8 AWG + 1N	1X50	1" PVC	CASETA
	3			260.0							288.89	127	100	288.89	2.27	2.84	# 12 AWG CU	1F8 AWG + 1N	1X50	1" PVC	CASETA
	4				260.0						288.89	127	100	288.89	2.27	2.84	# 12 AWG CU	1F8 AWG + 1N	1X50	1" PVC	CASETA
	5					260.0					288.89	127	100	288.89	2.27	2.84	# 12 AWG CU	1F8 AWG + 1N	1X50	1" PVC	CASETA
	6						260.0				288.89	127	100	288.89	2.27	2.84	# 12 AWG CU	1F8 AWG + 1N	1X50	1" PVC	CASETA
	7							260.0			288.89	127	100	288.89	2.27	2.84	# 12 AWG CU	1F8 AWG + 1N	1X50	1" PVC	CASETA
	8								260.0		288.89	127	100	288.89	2.27	2.84	# 12 AWG CU	1F8 AWG + 1N	1X50	1" PVC	CASETA
AP									260.0		288.89	127	100	288.89	2.27	2.84	# 12 AWG CU	1F8 AWG + 1N	1X50	1" PVC	ALUMBRADO PÚBLICO
TOTAL		260.0	260.0	260.0	260.0	260.0	260.0	260.0	260.0	4020.0	4466.67	220	100	4466.67	20.30	25.38	# 10 AWG CU	2F8 AWG + 1N	2X50	1" PVC	ALUMBRADO PÚBLICO
										6777.78	6777.78	127	100	6778	38.50	48.1			NO APLICA		

CUADRO DE CARGAS POR CASETA TIPO.

CUADRO DE CARGA GENERAL CASETA TIPO																			
TABLERO		CIRCUITOS								CARGA INSTALADA Total [VA]	TENSIÓN [V]	FACTOR DE DIVERSIDAD [%]	CARGA [VA]	CORRIENTE [A]	I [A] Fac. de Correc.	CALIBRE CONDUCTOR POR FASE	PRO. TM [A]	DUCTO Y MATERIAL	DESCRIPCIÓN
CTO		ILUMINACIÓN	TOMACORRIENTE	RESERVA	RESERVA	RESERVA	RESERVA	RESERVA											
TABLERO CASETA TIPO	1	20.0							22.22	127	100	22.22	0.17	0.22	# 12 AWG CU	1X20	1/2" PVC	CASETA	
	2	240.0							266.67	127	100	266.67	2.10	2.62	# 12 AWG CU	1X20	1/2" PVC	CASETA	
	3								0.00	127	100	0.00	0.00	0.00	NA	NA	NA	RESERVA	
	4								0.00	127	100	0.00	0.00	0.00	NA	NA	NA	RESERVA	
	5								0.00	127	100	0.00	0.00	0.00	NA	NA	NA	RESERVA	
	6								0.00	127	100	0.00	0.00	0.00	NA	NA	NA	RESERVA	
	7								0.00	127	100	0.00	0.00	0.00	NA	NA	NA	RESERVA	
	8								0.00	127	100	0.00	0.00	0.00	NA	NA	NA	RESERVA	
TOTAL		260.0	240.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	288.89	127	100	288.89	2.27	2.84			NO APLICA		

2.3.6. PARÁMETROS DE DISEÑO

Los siguientes cálculos fueron elaborados con base en los criterios de las normas técnicas de ElectroHuila vigente, o en su defecto según lo establecido en la norma técnica colombiana NTC 2050, en concordancia con el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE) y el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP).

- Tipo de usuario: Oficial. Nivel 1 y 2.
- La tensión de servicio será: 220/127 voltios y 13.2kV.

2.4. COORDINACIÓN DE AISLAMIENTO ELÉCTRICO

El tipo de aislamiento se seleccionará de acuerdo con el nivel de tensión de servicio, basandonos en los niveles establecidos en la siguiente tabla:

NIVEL	TENSIÓN MÁS ELEVADA PARA EL MATERIAL (kV)	BIL (kV)
Baja tensión	0,6	25

Las redes de baja tensión son aisladas.

TABLA DE SELECCIÓN DE AISLANTES PARA CONDUCTORES ELÉCTRICOS					
Mecánica	PVC	Polietileno	Neopreno	Polietileno Cloro sulfonado	CPE Termoplástico
Resistencia a la Abrasión	Buena	Excelente	Buena	Buena	Excelente
Resistencia a la Tracción	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Buena
Elongación	Buena	Excelente	Buena	Excelente	Buena
Resistencia a la Compresión	Buena	Excelente	Excelente	Excelente	Buena
Flexibilidad	Buena	Normal	Excelente	Excelente	Normal
Ambiental					
Llama	Buena	Pobre	Excelente	Excelente	Buena
Humedad					
Agua Dulce o Salada	Buena	Excepcional	Buena	Excelente	Excelente
Aceites de Petróleo					
Aceite de Motor		Excelente			Buena
Fuel-oil	Buena	(Se deforma levemente por encima de los 60°C)	Buena	Buena	(Pobre por encima de 110°C)
Petróleo Crudo		Buena			Buena
La Graxosita	Pobre		Normal	Normal	Buena
Hidrocarburos parafínicos					
Gasolina		Excelente			Excelente
Queroseno	Buena	(Se deforma levemente a altas temperaturas)	Pobre	Pobre	(Se deforma levemente a altas temperaturas)
Alcoholes					
Isopropílico					
Wood	Normal	Buena	Normal	Buena	Buena
Grain					
Ácidos minerales					
Sulfúrico					
Nítrico	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
Clorhídrico					
Preparados Alkalís de hidróxido de sodio (leja)					
Hidróxido de potasio (potasa)	Buena	Excelente	Buena	Excelente	Excelente
Hidróxido de calcio (cal)					
Cetonas					
Acetona					
Meil Oil Cetona (MEK)	Pobre	Buena	Pobre	Normal	Buena
Esteres					
Acetato de Etilo	Pobre	Buena	Pobre	Normal	Buena
Diluyentes para lacas					
Hidrocarburos halogenados					
Clorofomo					
Tetracloruro de carbono	Pobre	Pobre	Pobre	Pobre	Pobre
Cloruro de Metilo					
General					
Deja residuos después de la combustión	SI	No	SI	SI	SI
Índice de Oxígeno (ASTM-D-2863)	23-30%	17-18%	31-39%	30-36%	30-34%
Contenido Halógeno - % Peso	26	0	18	14	18-20
Temperatura Mínima de Instalación	14°F (-10°C)	-40°F (-40°C)	-4°F (-20°C)	-4°F (-20°C)	-40°F (-40°C)
Dimensional stability under heat	Normal	Normal	Excelente	Excelente	Normal
Temperatura Máxima de Operación	75°C (167°F)	75°C (167°F)	90°C (194°F)	90°C (194°F)	75°C (167°F)

Nota: Si los cables se van a instalar en frío, deben ser calentados en el almacenamiento durante al menos 24 hrs. Antes de la instalación.

2.4.1. SELECCIÓN PROTECCIÓN CONTRA LAS SOBRETENSIONES

La norma IEC 60364-4, la cual consiste en la elección del equipo para la instalación, permite la elección del nivel de protección Up del limitador de sobretensiones en función de las cargas que se van a proteger.

La tensión residual nominal de los dispositivos de protección no debe ser superior al valor en la categoría II de tensión máxima soportada a impulsos.

Tensión nominal		Nivel presunto de sobretensiones transitorias (kV)			
Redes trifásicas	Redes monofásicas	Materiales en el origen de la instalación (categoría IV)	Materiales en distribución y circuitos terminales (categoría III)	Aparatos de utilización (categoría II)	Materiales específicamente protegidos (categoría I)
230/440	230	6	4	2,5	1,5
400/690	—	8	6	4	2,5
1.000	—	8	6	4	2,5

Niveles de sobretensiones para diferentes materiales según IEC 60364.

Para el presente caso la protección $U_p = 2,5$ siendo de CATEGORIA II

También la norma IEC 60364-5-534, permite la elección e implementación de equipos eléctricos.

Esta sección describe las condiciones de instalación de los limitadores de sobretensión: Según los sistemas de conexión a tierra, la tensión máxima en régimen permanente (U_c) de un limitador de sobretensiones no debe ser inferior a la tensión de funcionamiento nominal de sus terminales.

En la cabecera de la instalación, si el limitador de sobretensión se instala en el origen de una instalación eléctrica que recibe la alimentación de la red de distribución, la corriente de descarga nominal debe ser inferior a 5 kA. Si se instala un limitador de sobretensión aguas abajo desde un dispositivo de protección de fugas a tierra, debe utilizarse un interruptor diferencial de tipo S, con inmunidad a corrientes de impulso de menos de 3 kA (8/20 ms).

En presencia de pararrayos, si se instala un limitador de sobretensiones, deben aplicarse las especificaciones adicionales para limitadores de sobretensión (véase IEC 61024-1 e IEC 61312-1).

Evaluación del riesgo de la sobretensión en la instalación a proteger Principio general al evaluar los riesgos, deben tenerse en cuenta los siguientes elementos:

- El riesgo de caídas de rayos en el área.
- El tipo de la red de distribución eléctrica.
- La topografía del área.
- Si existe un pararrayos.
- El equipo a proteger.
- Las sobretensiones de maniobra.

Con estos elementos, se pueden establecer dos diagnósticos: un diagnóstico de las cargas que tienen que protegerse y un diagnóstico del lugar que va a protegerse.

El diagnóstico del material que se desea proteger, se obtiene con la siguiente fórmula:

$$R = S + C + I$$

Donde,

La sensibilidad del equipo se debe a la tensión máxima soportada a los impulsos del equipo que va a protegerse (U_{choc}):

S = 1	S = 2	S = 3
$U > 2,5 \text{ kV}$ categoría III y IV Resistencia al choque elevada o normal	$1,5 \text{ kV} < U < 2,5 \text{ kV}$ Resistencia al choque media	$U < 1,5 \text{ kV}$ categoría I y II Resistencia al choque reducida
Armarios de distribución, aparataje fijo (interruptores automáticos, tomas de corriente...), material de uso industrial (motores, transformadores...), aparatos instalados aguas arriba del cuadro de distribución (contadores, protección de sobrecargas, telemedida...)	Los aparatos electrodomésticos (lavavajillas, nevera, horno microondas...)	Todos los aparatos sensibles: informática, telefonía, contestador, alarma, fax, cadena hi-fi, televisiones, reguladores, aparatos con circuitos integrados...

Para este caso se escogerá $S=1$ con una sensibilidad $U>2,5\text{KV}$.

Coste del equipo

Costo elevado $C=2$

Interrupción total o muy importante de la actividad (consecuencias económicas inaceptables)

$I=3$

Interrupción $I=1$

Elección de la corriente máxima de descarga del limitador de sobretensiones (red de BT)
Tras haber realizado estudios de riesgos de la carga (R) y del lugar (E), se determina la corriente máxima de descarga $I_{\text{máx}}$ (onda 8/20) para limitadores de sobretensiones de BT:

En los dos casos siguientes, se necesita un limitador de sobretensiones de protección secundaria:

Si el nivel de protección (U_p) es demasiado alto en relación a la tensión de resistencia a los impulsos (U_{choc}) del equipo de la instalación. Si el equipo sensible se encuentra demasiado alejado del limitador de sobretensiones entrante

$d = 30 \text{ m}$.

Un limitador de sobretensiones de 8 kA debe instalarse en otro cofre de sub-distribución y junto a cargas sensibles.

	I = 1	I = 2	I = 3
R = 8 o 9	40 kA	65 kA	65 kA
R = 6 o 7	20 kA ⁽¹⁾	40 kA	65 kA
R ≤ 5	20 kA ⁽¹⁾	20 kA ⁽¹⁾	40 kA

Nivel de riesgo total R=5 por lo tanto se elige una corriente de descarga I_{max} de 20KA para I=2.

2.5. ANÁLISIS Y CÁLCULOS DE CORTOCIRCUITO, ARCO ELÉCTRICO Y FALLA A TIERRA

Se calcula la corriente de cortocircuito, con la potencia máxima instalada tomaremos la demanda máxima diversificada, tensión de línea-línea 220 [V] y la tensión de cortocircuito U_z=2.57 %.

$$I_{cc} = \frac{S}{V_{LL} * U_z}$$

El transformador trifásico proyectado al ser de 15 KVA y tener una I_{cc}= 1.06kA en baja tension, se seleccionan dispositivos de protección principal como mínimo con I_{cc} = 5 KA.

Calculo de corriente de corto circuito

Tension del sistema:13.2 kV

Lugar: M010591

Impedancias del sistema

Equipo	R	X
Red	1.645	6.602
Cable	0.688	0.230

Total

Rt =2.3328 Ω

Xt =6.8327 Ω

Zt =7.2200 Ω

Icc =1.06 kA sim

R/X =0.34

Factor K =1.34

Icc asimetrica =2.00 kA asim

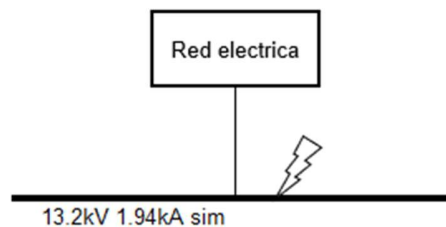
IEC60909

Calculo de corriente de corto circuito

Aporte de corriente de la red electrica

Tension Nominal: **13.2** kV
 Icc: **1.94** kA sim
 Scc: 25.608 MVA
 Icc Asimetrica: 4.01 kA asim

 Ra/Za: 0.242
 Za: 6.804 Ω
 Xa: 6.602 Ω
 Ra: 1.645 Ω
 Ra/Xa: 0.249
 Factor K: 1.463 (IEC 60909)



Calculo de Corriente máxima de Corto Circuito		Formula Aplicada
Calibre del Cable: 1/0		$I_{cc} = A \sqrt{\frac{0.02971 \log \left[\frac{T_2 + 234}{T_1 + 234} \right]}{t}}$ Donde: I_{cc}: Corriente de Corto Circuito A: Área del Conductor en MCM t: Tiempo de Corto Circuito en seg. T₁: Temperatura de operación del cable T₂: Temperatura Max. De Corto Circuito Fuente: Okonite
Área: 105518 CMIL		
Frecuencia: 60 Hz		
Duración del Corto C: 60 Ciclos 1.00 Seg		
Temp. De Operación: 75 °C		
Temp. Max Corto C: 450 °C		
Corriente de CC: 10.68 kA		

2.6. ANÁLISIS DEL NIVEL TENSIÓN REQUERIDO

Las cargas del presente proyecto al ser de tipo de alumbrado público y casetas comerciales al necesitar la instalación de una subestación de tipo poste, es necesario que existan los siguientes niveles de tensión:

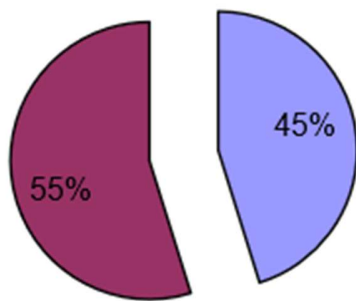
Nivel de Tensión	Voltaje [V]
Baja Tensión	220/127

2.7. CÁLCULOS DE CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS

No aplica.

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

En el siguiente diagrama y cuadro se pueden observar las cargas del presente proyecto y la demanda total.

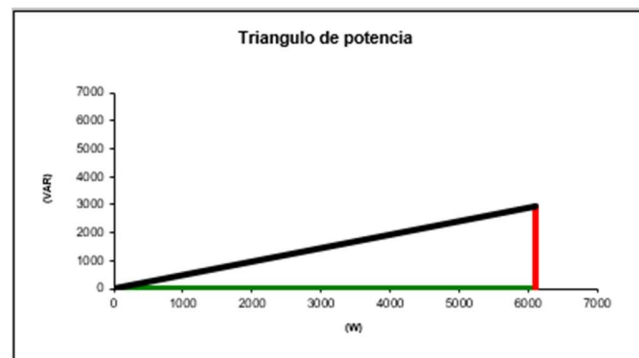


■ Uso ■ Reserva

Cargas del Transformador								
Nº	Descripción	Carga	Unidad	FP	Ef.	VA	W	VAR
1	Alumbrado Público	4020	W	0.9	100	4466.666667	4020	1946.974861
2	lum. y tomacorrientes	2080	W	0.9	100	2311.111111	2080	1007.389978
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
Voltaje del sistema 220 V						Sub Total	6100.00	2954.36
$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$						Total	6777.77 VA	
Nota: todas las cargas se consideran trifásicas para fines del calculo, a menos que se exprese directamente en VA								

De acuerdo a la demanda máxima inicial y proyectada del proyecto, y teniendo en cuenta los cálculos de carga (Ver anexo y sección número 2.3 del presente libro). El factor de potencia seleccionado debido a la característica de las cargas es de 0.9 para efectos de magnitudes de cálculos.

Factor de Potencia	
Potencia:	6777.78
FP (%):	90
Cos(θ):	0.9
Sen(θ):	0.44
S	6777.78 VA
P	6100.00 W
Q	2954.37 VAR



2.9. SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

En el presente diseño se seleccionan varillas de cobre de 2,4 metros de longitud y 5/8" de diámetro que conforman la malla total de tierra, la cual debe cumplir con los ítems descritos en el artículo 2.3.15 del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE, la cual se debe ubicar lo más cerca posible al barraje y conectados mediante un conector de cobre homologado en una caja de inspección de 40x40x60 cm, con tapa removible y marco metálico.

Para la instalación del electrodo se deben considerar los siguientes requisitos:

- ❖ El electrodo debe quedar enterrado en su totalidad.
- ❖ El punto de unión entre el conductor del electrodo de puesta a tierra y la puesta a tierra debe ser accesible y la parte superior del electrodo enterrado debe quedar a mínimo 15 cm de la superficie.
- ❖ El electrodo puede ser instalado en forma vertical, horizontal o con una inclinación adecuada, siempre que garantice el cumplimiento de su objetivo, conforme al numeral 3 del literal c del de la sección 250- 83 de la NTC 2050,
- ❖ El valor máximo de resistencia de la malla de puesta a tierra deberá ser menor o igual a 10 Ω según tabla 15.4 valores de referencia para resistencia de puesta a tierra del RETIE.

Tabla 3.12.3. a. Valores de referencia para resistencia de puesta a tierra

APLICACIÓN	VALORES MÁXIMOS DE RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA
Estructuras y torrecillas metálicas de líneas o redes con cable de guarda	20 Ω
Subestaciones de alta y extra alta tensión.	1 Ω
Subestaciones de media tensión.	10 Ω
Protección contra rayos.	10 Ω
Punto neutro de acometida en baja tensión.	25 Ω
Redes para equipos electrónicos o sensibles	10 Ω

Fuente: Adaptada de las normas ANSI/IEEE 80, NTC 2050 Segunda Actualización y NTC 4552-1.

El conductor del electrodo de puesta a tierra o conductor a tierra, es aquel une la puesta a tierra con el barraje principal de puesta a tierra y para baja tensión, se debe seleccionar con base en la Tabla 250-94 de la NTC 2050.

Tabla 250-94. Conductor del electrodo de puesta a tierra para sistemas de c.a.

Sección Transversal del mayor conductor de acometida o su equivalente para conductores en paralelo				Sección transversal (calibre) del conductor al electrodo de puesta a tierra			
Cobre		Aluminio o aluminio recubierto de cobre		Cobre		Aluminio o aluminio revestido de cobre *	
mm ²	AWG o kcmil	mm ²	AWG o Kcmils	mm ²	AWG o Kcmils	mm ²	AWG o Kcmils
33,62 o menor	2 o menor	53,5 o menor	1/0 o menor	8,36	8	13,29	6
42,2 o 53,5	1 o 1/0	67,44 o 85,02	2/0 o 3/0	13,29	6	21,14	4
67,44 o 85,02	2/0 o 3/0	107,21 o 126,67	4/0 o 250 kcmil	21,14	4	33,62	2
107,21 hasta 177,34	4/0 hasta 350 kcmil	152,01 a 253,35	300 a 500 kcmil	33,62	2	53,50	1/0
202,68 a 304,02	400 a 600 kcmil	278,68 a 456,03	550 a 900 kcmil	53,50	1/0	85,02	3/0
329,35 a 557,37	650 a 1100 kcmil	506,70 a 886,73	1000 a 1 750 kcmil	67,44	2/0	107,21	4/0
608,04 y más	1200 kcmil y más	912,06 y más	1800 y más kcmil	85,02	3/0	126,67	250 kcmil

A continuación, se presenta los cálculos correspondientes a la resistividad del terreno y el diseño de la malla para el sistema de puesta a tierra de la instalación.

CRITERIOS DE DISEÑO PARA LA MALLA DE PUESTA A TIERRA:

- ρ = resistividad=22,6(Ω -M) • L=longitud electrodo= 2,40 M
- a = radio del electrodo=0.80 cm
- Corriente de cortocircuito calculada: 1.06 kA.
- Corriente de cortocircuito en alta =4.61 kA, (suministrada por Electrohuila).
- Profundidad de enterramiento del electrodo: 60 cm
- Geometría de la malla: Una varilla de 2.4m

Cálculo de la Malla de Puesta a Tierra para Transformadores de Distribución

INGRESE LOS DATOS DEL TERRENO	VALOR	UNIDADES
Resistividad Equivalente del Terreno ρ	22,6	$\Omega \cdot m$
Si existe Capa Superficial Ingrese el Valor de $\rho_s =$		$\Omega \cdot m$
Espesor de la Capa Superficial h_s		m
Profundidad de Enterramiento de la Malla h	0,6	m
INGRESE DATOS DE FALLA	VALOR	UNIDADES
Tiempo de Despeje de la Falla t_s	0,15	Seg
Corriente de Falla Monofásica a Tierra Lado AT I_0	4,61	kA
Corriente de Falla Monofásica a Tierra Lado BT I	1,06	kA

REGRESAR AL MENÚ

Si Desea ir al Cálculo de la Resistencia de Puesta a Tierra, Favor Seleccione esta Opción.

CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DE LA MALLA

Cálculo del Conductor de Puesta a Tierra		
DATOS DE DISEÑO	VALOR	UNIDADES
Corriente de Diseño de los Conductores	2021	A
Sección Transversal Requerida del Conductor	4,67	mm ²
Tiempo de Despeje de la Falla t_s	0,15	Seg

Calibre del Conductor	Área		Diámetro	Material	Conductividad (%)	TM (°C)	Kf
AWG	kcmil	mm ²	m				
				1. Cobre Blando	100	1083	7
6	26,24	13,3	0,00412	2. Cobre Duro si se usa Soldadura Exotérmica	97	1084	7,06
4	41,74	21,15	0,00519	3. Cobre Duro si se usan Conexiones Mecánicas a Presión	97	250	11,78
2	66,36	33,63	0,00654	4. Alambre de Acero Recubierto de Cobre	40	1084	10,45
1	83,69	42,41	0,00735	5. Alambre de Acero Recubierto de Cobre	30	1084	14,64
1/0	105,6	53,51	0,0082	6. Varilla de Acero Recubierta de Cobre	20	1084	14,64
2/0	133,1	67,42	0,0093	7. Acero 1020	10,8	1510	15,95
3/0	167,8	85,03	0,0104	8. Varilla de Acero Galvanizado	9,8	1400	14,72
4/0	211,6	107,2	0,0117	9. Varilla de Acero con Baño de Zinc	8,6	419	28,96
Fuente: RETIE				10. Acero Inoxidable 304	2,4	1400	30,05
Valor de Kf que se va a Utilizar =							11,78

Resultado del Calibre Mínimo del Conductor a Usar	Área	Calibre	Diámetro
	13,3	6	0,00412
La bajante la puede usar en Acero Extrarresistente de 1/4			

Escoja el Material que Desea Utilizar



Transformadores de Distribución

TENSIONES TOLERABLES	VALOR	UNIDADES
Tensión de Toque Tolerable E_t	419,11	V
Tensión de Paso Tolerable E_p	460,34	V

CRITERIO A 50 kg

CRITERIO A 70 kg

TENSIONES EN CASO DE FALLA	VALOR	UNIDADES
Máximo Potencial de Tierra GPR	15,55	V
Tensión de Toque en Caso de Falla T_t	11,45	V
Tensión de Paso en Caso de Falla T_p	10,39	V

Condiciones para el Diseño

Si el Máximo Potencial de Tierra es Menor a la Tensión de Toque Tolerable
Su Diseño Cumple Este Requisito
Si la Tensión de Toque en Caso de Falla es Menor a la Tensión de Toque Tolerable
Su Diseño Cumple Este Requisito
Si la Tensión de Paso en Caso de Falla es Menor a la Tensión de Paso Tolerable
Su Diseño Cumple Este Requisito
Si la Resistencia de Puesta a Tierra Calculada es Menor a la Propuesta por NESC
Su Diseño Cumple Este Requisito

VARIABLES	VALOR
Factor de Disminución C_s	1
Componente K_r	0,4044
Distancia para calculo de E_p en caso de falla [m]	0,05
Componente K_x	0,1067
Componente K_{x1}	0,3027
Componente K_{x2}	0,1038
Componente K_p	0,1989
Componente K_c	0,2977
Resistencia de Malla Máxima Según NESC en Ω	25
Resistencia de Malla R_g	3,3725

MODIFICAR LOS DATOS

Si Desea Modificar los Datos del Terreno o Falla, Seleccione esta Opción

CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DE LA MALLA

Si Desea Volver al Cálculo de la Resistencia de Puesta a Tierra, Seleccione esta Opción.

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

2.10.1. CÓDIGO DE COLORES PARA CONDUCTORES

Con el objeto de evitar accidentes por errónea interpretación del nivel de tensión y tipo de sistema utilizado, se debe cumplir el código de colores para conductores aislados de potencia, establecido en las Tablas 3.5.a y 3.5.b según corresponda. Se tomará como válido para determinar este requisito el color propio del acabado exterior del conductor o una marcación clara en las partes visibles, con pintura, con cinta o rótulos adhesivos del color respectivo. Este requisito igualmente aplica a conductores desnudos, que actúen como barrajes en instalaciones interiores y no para los conductores utilizados en instalaciones a la intemperie diferentes a la acometida.

El código de colores establecido en la Tabla 3.5.a RETIE, no aplica para los conductores utilizados en instalaciones a la intemperie, diferentes a la acometida, tales como las redes, líneas y subestaciones tipo poste.

Tabla 3.5.a. Código de colores para conductores c.a.

Sistema c.a.	1Φ	1Φ	3ΦY	3ΦΔ	3ΦΔ-	3ΦY	3ΦY	3ΦΔ	3ΦΔ	3ΦY
Tensión nominal (voltios)	120	480/240/ 120	208/ 120	240	240/ 208/ 120	380/ 220	480/ 277	480 - 440	Más de 1 000 V	Más de 1 000 V
Conductor activo	1 fase 2 hilos	2 fases 3 hilos	3 fases 4 hilos	3 fases 3 hilos	3 fases 4 hilos	3 fases 4 hilos	3 fases 4 hilos	3 fases 3 hilos	3 fases	3 fases
Fase	Color fase o negro	Color fases o 1 Negro	Amarillo Azul Rojo	Negro Azul Rojo	Negro Naranja Azul	Café Negro Amarillo	Café Naranja Amarillo	Café Naranja Amarillo	Violeta Café Rojo	Amarillo Violeta Rojo
Neutro	Blanco	Blanco	Blanco	No aplica	Blanco	Blanco	Blanco o Gris	No aplica	No aplica	No Aplica
Tierra de protección	Desnudo o verde	Desnudo o verde	Desnudo o verde	Desnudo o verde	Desnudo o verde	Desnudo o verde	Desnudo o verde	Desnudo o verde	Desnudo o verde	No Aplica
Tierra aislada	Verde o Verde/ amarillo	Verde o Verde/ amarillo	Verde o Verde/ amarillo	No aplica	Verde o Verde/ amarillo	Verde o Verde/ amarillo	No aplica	No aplica	No aplica	No Aplica

Fuente: Adoptada de la Resolución 90708 del 2013.

2.10.2. CAPACIDAD DE CORRIENTE DE LOS CONDUCTORES.

De acuerdo a los análisis de carga de los circuitos y guiado por las tablas facilitadas por la NTC 2050 y de los fabricantes de conductores, se determina el calibre y la distribución interna de los circuitos al igual que los respectivos cálculos de regulación y pérdidas de potencia por tramos. Tabla 3101 NTC 2050, tablas de conductores suministrada por proveedores.

2.10.3. SELECCIÓN DE CONDUCTOR PARA INSTALACIONES INTERNAS

Se seleccionan atendiendo lo establecido en la norma de Electrohuila y lo recomendado en el Código Eléctrico Nacional NTC 2050 y en el Reglamento Técnico de Instalaciones

Eléctricas (RETIE). En todos los circuitos irán conductores de puesta a tierra no mayores o iguales a su respectivo conductor de fase. El calibre mínimo para acometidas en baja tensión es de # 8 AWG en AL según establece NTC 2050, Tabla 250-94.

El conductor a utilizar en las salidas del transformador existente para el reparto de los circuitos ramales será en cable aislado No. 2 AWG AL Serie 8000 THHN/THWN-2 600 [V] a 90°C. Ver anexo de diseño eléctrico

La sección 220-13 explica cómo una vez se tiene la corriente a plena carga del circuito se suma la corriente de las cargas no continuas más el 1.25% de la carga continua sin aplicar ningún factor de diversificación para cálculo de conductor. La capacidad de protección contra sobrecorriente no debe estar por encima de la capacidad máxima de corriente del conductor.

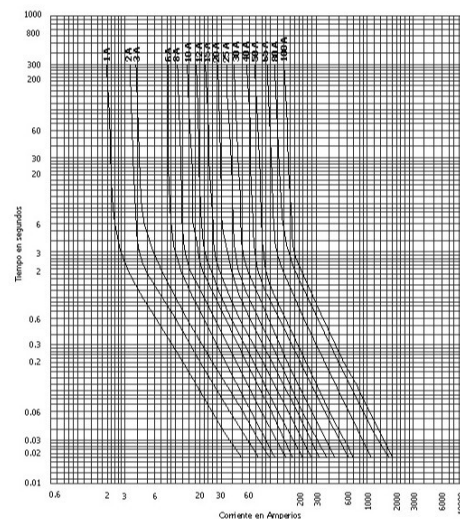
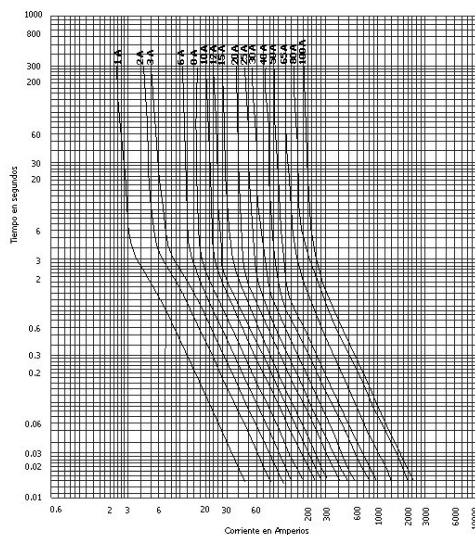
Tabla 310-16 Capacidad de corriente permisible en conductores aislados para 0 a 2 000 V nominales y 60 °C a 90 °C. No más de tres conductores portadores de corriente en una canalización, cable o tierra (directamente enterrados) y temperatura ambiente de 30 °C.

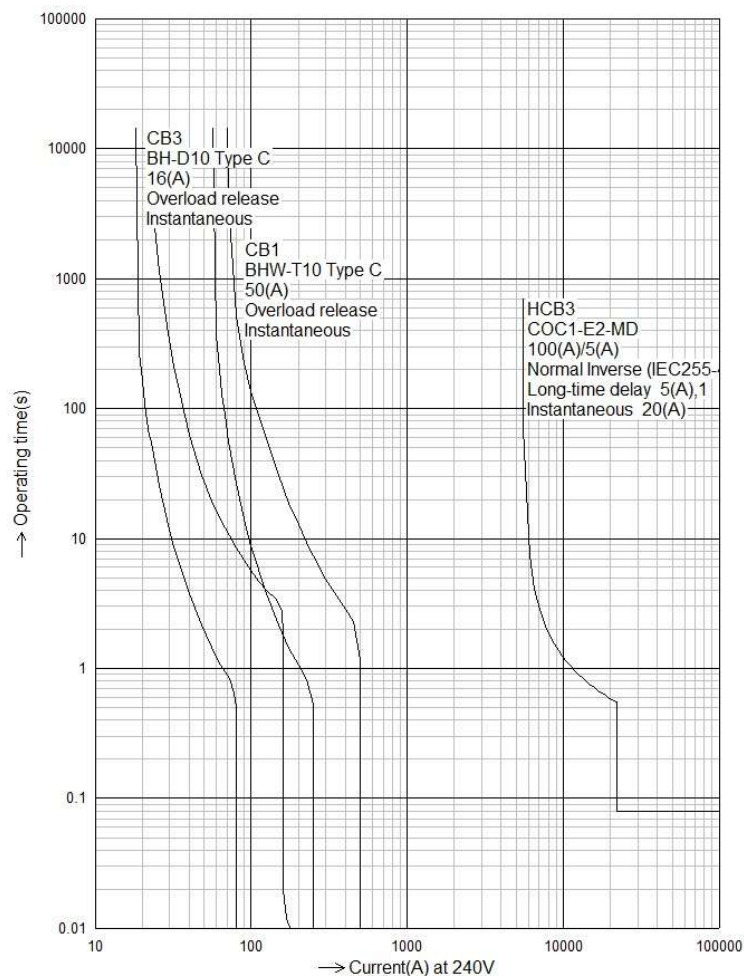
Sección transv.	Temperatura nominal del conductor (ver Tabla 310-13)						Calibre
	60 °C TIPOS TW*, UF*	75 °C TIPOS FEPW*, RH*, RHW*, THHW*, THW*, THWN*, XHHW*, USE*, ZW*	90 °C TIPOS TBS,SA,SS,FEP*, FEPB*,ML,RHH*, RHW-2, THHN*, THHW*,THW-2*, THWN-2*, USE-2, XHH, XHHW*, XHHW-2, ZW-2	60 °C TIPOS TW*, UF*	75 °C TIPOS RH*, RHW*, THHW*, THW*, THWN*, XHHW*, USE*	90 °C TIPOS TBS,SA,SS, THHN*, THHW*, THW-2, THWN-2, RHH*, RHW-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2	
mm²	COBRE			ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE			AWG o kcmils
0,82	--	--	14	--	--	--	18
1,31	--	--	18	--	--	--	16
2,08	20*	20*	25	--	--	--	14
3,30	25*	25*	30*	20*	20*	25*	12
5,25	30	35*	40*	25	30*	35*	10
8,36	40	50	55	30	40	45	8
13,29	55	65	75	40	50	60	6
21,14	70	85	95	55	65	75	4
33,62	95	115	130	75	90	100	2
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
FACTORES DE CORRECCIÓN							
Temp. ambiente en °C	Para temperaturas ambientes distintas de 30°C, multiplicar las anteriores corrientes por el correspondiente factor de los siguientes						Temp. ambiente en °C
21-25	1,08	1,05	1,04	1,08	1,05	1,04	21-25
26-30	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	26-30
31-35	0,91	0,94	0,96	0,91	0,94	0,96	31-35
36-40	0,82	0,88	0,91	0,82	0,88	0,91	36-40
41-45	0,71	0,82	0,87	0,71	0,82	0,87	41-45
46-50	0,58	0,75	0,82	0,58	0,75	0,82	46-50
51-55	0,41	0,67	0,76	0,41	0,67	0,76	51-55
56-60		0,58	0,71		0,58	0,71	56-60
61-70		0,33	0,58		0,33	0,58	61-70
71-80			0,41			0,41	71-80

* Si no se permite otra cosa específicamente en otro lugar de este Código, la protección contra sobrecorriente de los conductores marcados con un asterisco (*), no debe superar los 15 A para el conductor de sección transversal 2,08 mm² (14AWG); 20 A para 3,3 mm² (12 AWG) y 30 A para 5,25 mm² (10 AWG), todos de cobre; o 15 A para 3,3 mm² (12 AWG) y 25 A para 5,25 mm² (10 AWG) de aluminio y aluminio recubierto de cobre, una vez aplicados todos los factores de corrección por temperatura ambiente y por número de conductores.

2.11. ESPECIFICACIÓN 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 U OTRA EQUIVALENTE.

Al realizar el análisis de carga en los circuitos, los conductores seleccionados deben permitir una circulación de una corriente mayor a la corriente nominal de plena carga. En este caso la acometida ramal de cada circuito de proyecta con el 1.25 % de acuerdo a la norma NTC 2050 en la sección 430-23. De igual manera el dispositivo de protección contra sobre-corrientes no debe permitir la circulación de una corriente mayor a la capacidad posible del conductor, pero tampoco debe ser menor a la del circuito a plena carga más un aumento controlado y razonable de corriente por efecto Joule. Por lo tanto, es importante tener en cuenta los tiempos mínimos de disparo y las corrientes permisibles para dichos dispositivos de protección. Adicionalmente otro tipo de falla puede ser la de cortocircuito la cual puede llegar a ser hasta 10 o más veces la corriente permisible de circulación por el conductor. Para el sistema del presente proyecto, en donde la estabilización del sistema al instante de accionar las cargas de iluminación es tan corta se configura el tiempo de disparo por corto circuito del totalizador en 0.1 segundos, esto es adecuado debido a que la corriente de falla de cortocircuito que circularía sería de aproximadamente 48 veces la nominal del interruptor, por tal motivo es importante el corte y despeje de la falla en el menor tiempo posible. En el caso de la corriente por sobre carga tenemos que el conductor calibre # 2 AWG AL tiene una máxima corriente de aguante de 90 [A] tabla 310-16 NTC 2050. Teniendo en cuenta que para una carga máxima para este proyecto tiene una corriente sería de 38.50[A]. Para lo cual se selecciona un dispositivo de protección de acuerdo a la corriente de sobre carga con DIAL automático de disparo a los 10 [S]. Ver anexo cuadro de carga





2.12. CÁLCULO MECÁNICO DE ESTRUCTURAS Y DE ELEMENTOS DE SUJECIÓN Y SOPORTE DE REDES DE TRANSMISIÓN, DE DISTRIBUCIÓN, SUBESTACIONES Y CENTRALES DE GENERACIÓN

A continuación, se presenta el procedimiento y los criterios para el cálculo mecánico de estructuras y elementos de sujeción de equipos utilizados en el diseño de sistemas de distribución de energía en media tensión. El cálculo mecánico de estructuras se realiza con el fin de verificar que los diseños, materiales empleados, forma constructiva y montaje de la estructura garanticen el cumplimiento de los requerimientos mecánicos a los que pueda estar sometida.

- Cálculo longitud libre del poste
 L_p : Longitud total del poste = 14 m
 LL_p : Longitud libre del poste

$$\begin{aligned}
 LLp &= 0,9 * Lp - 0.6 \\
 LLp &= (0,9) * (14) - 0.6 \\
 LLp &= 12 \text{ m}
 \end{aligned}$$

- Cálculo Hv

LLP : longitud libre del poste = 12 m
 DBP : diametro de la base del poste = 0,38 m
 DCP : diametro de la cima del poste = 0,16 m

$$Hv = \frac{LIP}{3} * \left(\frac{Dbp + 2 * Dcp}{Dbp + Dcp} \right)$$

$$Hv = \frac{12}{3} * \left(\frac{0,38 + 2 * 0,16}{0,38 + 0,16} \right)$$

$$Hv = 5,18$$

- Cálculo Fuerza del Viento sobre el Poste

FVP : fuerza del viento sobre el poste
 VV : velocidad del viento = 80 km/h = 22.22 m/s
 LLP : longitud libre del poste = 12 m
 DBP : diametro de la base del poste = 0,38 m
 DCP : diametro de la cima del poste = 0,16 m

$$Fvc = (74,92 * 10^{-3}) * Vv^2 * LIP * \left(\frac{Dbp + Dcp}{2} \right)$$

$$Fvc = (74,92 * 10^{-3}) * (22,22)^2 * (12) * \left(\frac{0,38 + 0,16}{2} \right)$$

$$Fvc = 119,84 \text{ [Kg]}$$

- Cálculo Fuerza del Viento sobre el Transformador

FVTR : fuerza del viento sobre el transformador
 VV : velocidad del viento = 80 km/h = 22.22 m/s
 LLT : longitud ubicación del transformador = 60 m
 AT : área del transformador = (0.5 m) * (0,7 m) = 0.35 mm²

$$Fvtr = (74,92 * 10^{-3}) * Vv^2 * LIT * AT$$

$$F_{vtr} = (74,92 * 10^{-3}) * (22,22)^2 * (60) * (0,35)$$

$$F_{vtr} = 776,8 [Kg]$$

- Cálculo de la Tensión Máxima sobre el poste

FS : factor de seguridad del poste = 1,25

LLP: longitud libre del poste = 12 m

HV : 5,18 m.

FVC : fuerza del viento sobre el conductor = 0 (no aplica).

FVP : fuerza del viento sobre el poste = 119,84 kg

FVTR : fuerza del viento sobre el transformador = 776,8 kg

TMAXC : tension maxima del conductor = 0 (no aplica).

$$TR \geq \left(\frac{Fs}{LIP} \right) * (3 * Fvc + Fvtr + TMAXC + Fvp * Hv)$$

$$TR \geq \left(\frac{1,25}{12} \right) * (3 * 0 + 776,8 + 0 + 119,84 * 5,18)$$

$$TR \geq 145.58 [Kg]$$

Comparamos la carga de ruptura del poste de concreto 14mts x 1050 kg con la carga de ruptura calculada:

$$1050 Kg \geq TR \geq 145.58 kg$$

2.13. CÁLCULO Y COORDINACIÓN DE PROTECCIONES CONTRA SOBRECORRIENTES

Para el cálculo de la protección para el tablero general de acometidas, se tiene como base al calibre y la potencia instalable del conductor seleccionado para la acometida, teniendo en cuenta la capacidad de corriente demandada al igual que un porcentaje de reserva del 25 %, la capacidad instalada es de 48.1[A] corriente de fase y de acuerdo a los cálculos de regulación y perdidas de potencia el conductor seleccionado es cable calibre 2 AWG AL SERIE A 8000 THHN/THWN-2 600 [V] 90C°, con capacidad de corriente de 90 [A], se selecciona un interruptor automático totalizador de 3x100 [A] y capacidad interruptora de 5 [kA], esto limitando el cable debido que el proyecto no presentara aumento de carga a futuro.

Para el cálculo de la protección para la acometida principal de cada una de las casetas, se tiene como base al calibre y la potencia instalable del conductor seleccionado para la acometida, teniendo en cuenta la capacidad de corriente demandada al igual que un porcentaje de reserva del 25 %, la capacidad instalada es de 2.84[A] corriente de fase y de acuerdo a los cálculos de regulación y pérdidas de potencia el conductor seleccionado es cable calibre 8 AWG AL 90C°, con capacidad de corriente de 40 [A], se selecciona un interruptor automático totalizador de 1x50 [A] y capacidad interruptora de 5 [kA], esto limitando el cable debido que el proyecto no presentara aumento de carga a futuro.

Para el cálculo de la protección para los circuitos ramales de cada caseta, se tiene como base al calibre y la potencia instalable del conductor seleccionado para la acometida, teniendo en cuenta la capacidad de corriente demandada al igual que un porcentaje de reserva del 25 %, la capacidad instalada es de 0.17[A] corriente de fase como la máxima y de acuerdo a los cálculos de regulación, la NTC 2050 y pérdidas de potencia el conductor seleccionado es cable calibre 12 AWG CU 90C°, con capacidad de corriente de 20 [A], se selecciona un interruptor automático totalizador de 1x20 [A] y capacidad interruptora de 5 [kA], esto limitando el cable debido que el proyecto no presentara aumento de carga a futuro.

Ver anexos de diseño, cuadros de carga.

2.13.1. CÁLCULO DE LA PROTECCIÓN PARA LOS CIRCUITOS RAMALES DEL GABINETE PRINCIPAL.

Para las casetas comerciales se realizará con dos circuitos, uno para la iluminación con una protección de 1x20A con un calibre de conductor 12AWG Cu y un segundo con la protección de 1x20A con el mismo nivel de calibre del conductor.

Para el sistema eléctrico de alumbrado público se utilizarán conductores #6 AL para alimentar el sistema eléctrico con una protección general de 2x75 y protecciones de los ramales de circuitos de 2x50A cada uno.

2.14. CÁLCULOS DE CANALIZACIONES (TUBOS, DUCTOS, CANALES Y ELECTRODUCTOS), BANDEJAS PORTACABLES Y VOLUMEN DE ENCERRAMIENTOS (CAJAS, CONDULETAS, ARMARIOS, ETC.)

Como las acometidas principales de los circuitos del proyecto se eligieron subterráneas, es importante dimensionar de forma correcta el diámetro de cada una de las canalizaciones que se debe implementar, para dicho dimensionamiento se hace uso de la Tabla C10.A establecida en la Norma Técnica Colombiana NTC 2050.

Tabla C10A. Número máximo de conductores compactos en tubo conduit rígido de PVC, Schedule 40 y en tubos de PEAD (HDPE) (según la [Tabla 1](#), Capítulo 9)

Letras de tipo	Sección transversal del conductor		Tamaño comercial											
	mm ²	AWG kcmil	mm pulgadas											
			16 1/2	21 3/4	27 1	36 1 1/4	41 1 1/2	53 2	63 2 1/2	78 3	91 3 1/2	103 4	129 5	155 6
THW, THW-2, THHW	8,36	8	1	4	6	11	15	26	37	57	76	98	155	224
	13,29	6	1	3	5	9	12	20	28	44	59	76	119	173
	21,14	4	1	1	3	6	9	15	21	33	44	57	89	129
	33,62	2	1	1	2	5	6	11	15	24	32	42	66	95
	42,20	1	1	1	1	3	4	7	11	17	23	29	46	67
	53,50	1/0	0	1	1	3	4	6	9	15	20	25	40	58
	67,44	2/0	0	1	1	2	3	5	8	12	16	21	34	49
	85,02	3/0	0	1	1	1	3	5	7	10	14	18	29	42
	107,21	4/0	0	1	1	1	2	4	5	9	12	15	24	35
	126,67	250	0	0	1	1	1	3	4	7	9	12	19	27
	152,01	300	0	0	1	1	1	2	4	6	8	10	16	24
	177,34	350	0	0	1	1	1	2	3	5	7	9	15	21
	202,68	400	0	0	0	1	1	1	3	5	6	8	13	19
	253,35	500	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7	11	16
	304,02	600	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5	9	13
	354,69	700	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5	8	12
	380,02	750	0	0	0	0	1	1	1	2	3	5	7	11
	506,70	1000	0	0	0	0	1	1	1	1	3	4	6	9
THHN THWN, THWN-2	8,36	8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	13,29	6	2	4	7	13	17	29	41	64	86	111	175	253
	21,14	4	1	2	4	8	11	18	25	40	53	68	108	156
	33,62	2	1	1	3	5	8	13	18	28	38	49	77	112
	42,20	1	1	1	2	4	6	9	14	21	29	37	58	84
	53,50	1/0	1	1	1	3	5	8	12	18	24	31	49	72
	67,44	2/0	0	1	1	3	4	7	9	15	20	26	41	59
	85,02	3/0	0	1	1	2	3	5	8	12	17	22	34	50
	107,21	4/0	0	1	1	1	3	4	6	10	14	18	28	41
	126,67	250	0	0	1	1	1	3	5	8	11	14	22	32
	152,01	300	0	0	1	1	1	3	4	7	9	12	19	28
	177,34	350	0	0	1	1	1	3	4	6	8	10	17	24
	202,68	400	0	0	1	1	1	2	3	5	7	9	15	22
	253,35	500	0	0	0	1	1	1	3	4	6	8	13	18
	304,02	600	0	0	0	1	1	1	2	4	5	6	10	15
	354,69	700	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5	9	13
XHHW, XHHW-2	380,02	750	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5	8	12
	506,70	1000	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	6	9
	8,36	8	3	5	8	14	20	33	47	73	99	127	200	290
	13,29	6	1	4	6	11	15	25	35	55	73	94	149	215
	21,14	4	1	2	4	8	11	18	25	40	53	68	108	156
	33,62	2	1	1	3	5	8	13	18	28	38	49	77	112
	42,20	1	1	1	2	4	6	9	14	21	29	37	58	84
	53,50	1/0	1	1	1	3	5	8	12	18	24	31	49	72
	67,44	2/0	1	1	1	3	4	7	10	15	20	26	42	60
	85,02	3/0	0	1	1	2	3	5	8	12	17	22	34	50
	107,21	4/0	0	1	1	1	3	5	7	10	14	18	29	42
	126,67	250	0	0	1	1	1	4	5	8	11	14	23	33

En la siguiente tabla se expone el diámetro de la tubería PVC schedule 40 que se implementará en cada una de las acometidas del proyecto.

ACOMETIDA	CALIBRE CONDUCTOR AWG	N° CONDUCTORES	DIÁMETRO PVC - 40
TABLERO GENERAL DE ACOMETIDAS TGA	2	4	2"
TUBERIA DE TGA A CASETA TIPO	8	3	1"

2.15. CÁLCULO DE PÉRDIDAS DE ENERGÍA, TENIENDO EN CUENTA LOS EFECTOS DE ARMÓNICOS Y FACTOR DE POTENCIA.

A continuación, se presenta el cálculo de las pérdidas de energía en el sistema de baja tensión.

	CÁLCULO DE LAS REDES A 15 AÑOS										TIPO DE CONDUCTOR:			CORRIENTE (A)	PERDIDAS DE POTENCIA			
	TRAMO		LONG. TRAMO (MT)	CARGA CASETA	CARGA ALUMBRADO				KVA TOTAL TRAMO	KVA PROM.	MOMENTO ELEC. KVA- MT	FASES			NEUTRO CALIBRE			
												No.	CALIBRE AWG					
TGA	MT	TGA	29		4.466				6.776	6.776	196.52	2	2	-	14.20	0.020804	2.0804	2.08
CASETA 1	TGA	TB1	20.24	1					0.289	0.289	5.85	1	8	-	1.21	0.000619	0.0619	2.14
CASETA 2	TGA	TB2	17.50	1					0.289	0.289	5.05	1	8	-	1.21	0.000535	0.0535	2.20
CASETA 3	TGA	TB3	9.76	1					0.289	0.289	2.82	1	8	-	1.21	0.000298	0.0298	2.23
CASETA 4	TGA	TB4	17.62	1					0.289	0.289	5.09	1	8	-	1.21	0.000539	0.0539	2.28
CASETA 5	TGA	TB5	11.75	1					0.289	0.289	3.39	1	8	-	1.21	0.000359	0.0359	2.32
CASETA 6	TGA	TB6	17.00	1					0.289	0.289	4.91	1	8	-	1.21	0.000520	0.0520	2.37
CASETA 7	TGA	TB7	14.03	1					0.289	0.289	4.05	1	8	-	1.21	0.000429	0.0429	2.41
CASETA 8	TGA	TB8	11.91	1					0.289	0.289	3.44	1	8	-	1.21	0.000364	0.0364	2.45
AP	TGA	TAP	11.82		1				4.466	4.466	52.79	2	8	-	9.41	0.005588	0.5588	3.01

Perdidas para el sistema de alumbrado público.

	CÁLCULO DE LAS REDES A 15 AÑOS										TIPO DE CONDUCTOR:				CORRIENTE (A)	PERDIDAS DE POTENCIA			
	TRAMO		LONG. TRAMO (MT)	NÚMERO DE LAMP. 100W					KVA TOTAL TRAMO	KVA PROM.	MOMENTO ELEC. KVA- MT	FASES		KW-TRAMO		%	KW ACUMULAD		
												No.	CALIBRE AWG						
	TGA	C11	4.8	50	0.066	0.000	0.000	0.000	0.000		14.440	0.289	69.31	2	4	30.13	0.003015	0.3015	0.30
CIRCUITO # 1	C11	C12	8.40	48							13.862	0.289	116.44	2	4	28.99	0.005065	0.5065	0.81
	C12	C13	8.40	46							13.285	0.289	111.592	2	4	27.85	0.004854	0.4854	1.29
	C13	C14	8.40	44							12.707	0.289	106.740	2	4	26.70	0.004643	0.4643	1.76
	C14	C15	8.40	42							12.130	0.289	101.889	2	4	25.54	0.004432	0.4432	2.20
	C15	C16	7.70	40							11.552	0.289	88.950	2	4	24.36	0.003869	0.3869	2.59
	C16	C17	11.14	38							10.974	0.289	122.255	2	4	23.21	0.005318	0.5318	3.12
	C17	C18	11.14	36							10.397	0.289	115.820	2	4	22.04	0.005038	0.5038	3.62
	C18	C19	6.00	34							9.819	0.289	58.915	2	4	20.84	0.002563	0.2563	3.88
	C19	C10	8.30	32							9.242	0.289	76.705	2	4	19.64	0.003336	0.3336	4.21
	C110	C111	8.30	30							8.664	0.289	71.911	2	4	18.44	0.003128	0.3128	4.53
	C111	C112	13.25	28							8.086	0.289	107.145	2	4	17.25	0.004660	0.4660	4.99
	C112	C113	16.00	12							3.466	0.289	55.450	2	4	7.40	0.002412	0.2412	5.23
	C113	C114	15.00	8							2.310	0.289	34.656	2	4	4.94	0.001507	0.1507	5.38
	C114	C115	10.28	4							1.155	0.289	11.875	2	4	2.47	0.000517	0.0517	5.44
	C112	C116	13.30	12							3.466	0.289	46.092	2	4	7.40	0.002005	0.2005	5.19
	C116	C117	10.52	10							2.888	0.289	30.382	2	4	6.17	0.001322	0.1322	5.32
	C117	C118	8.40	8							2.310	0.289	19.407	2	4	4.94	0.000844	0.0844	5.41
	C118	C119	8.40	6							1.733	0.289	14.556	2	4	3.71	0.000633	0.0633	5.47
	C119	C120	8.40	4							1.155	0.289	9.704	2	4	2.47	0.000422	0.0422	5.51
	C120	C121	8.40	2							0.578	0.289	4.852	2	4	1.24	0.000211	0.0211	5.54

		CÁLCULO DE LAS REDES A 15 AÑOS										TIPO DE CONDUCTOR:		CORRIENTE (A)	PERDIDAS DE POTENCIA		
		TRAMO		LONG. TRAMO (MT)	NÚMERO DE LAMP. 100W			Reflectores 100W	KVA TOTAL TRAMO	KVA PROM.	MOMENTO ELEC. KVA- MT	FASES			KW-TRAMO	%	KW ACUMULADO
												No.	CALIBRE AWG				
CIRCUITO # 2	TGA	CI-22	15.60	17	0.000	0.000	0.000	0.000	4.910	0.289	76.590	2	4	10.24	0.008108	0.8108	0.81
	CI-22	CI-23	8.20	9					2.599	0.289	21.313	2	4	5.43	0.002256	0.2256	1.04
	CI-23	CI-24	8.43	7					2.022	0.289	17.042	2	4	4.22	0.001804	0.1804	1.22
	CI-24	CI-25	8.50	5					1.444	0.289	12.274	2	4	3.02	0.001299	0.1299	1.35
	CI-25	CI-26	6.46	4					1.155	0.289	7.463	2	4	2.41	0.000790	0.0790	1.43
	CI-26	CI-27	10.00	3					0.866	0.289	8.664	2	4	1.81	0.000917	0.0917	1.52
	CI-27	CI-28	10.00	2					0.578	0.289	5.776	2	4	1.21	0.000611	0.0611	1.49
	CI-28	CI-29	10.00	1					0.289	0.289	2.888	2	4	0.60	0.000306	0.0306	1.52
	CI-22	CI-30	3.00	3					0.866	0.289	2.599	2	4	1.81	0.000275	0.0275	1.55
	CI-30	CI-31	8.00	2					0.578	0.289	4.621	2	4	1.21	0.000489	0.0489	1.09
	CI-31	CI-32	8.00	1					0.289	0.289	2.310	2	4	0.60	0.000245	0.0245	1.11
	CI-22	CI-33	8.00	4					1.155	0.289	9.242	2	4	2.41	0.000978	0.0978	1.21

2.16. CÁLCULOS DE REGULACIÓN DE TENSIÓN

En las siguientes tablas se presenta la regulación de tensión para sistema de baja tensión, de cada uno de los tres circuitos del proyecto.

	CALCULO DE LAS REDES A 15 AÑOS										MOMENTO ELEC. KVA-MT	TIPO DE CONDUCTOR:		Monopolar	% DE REGULACIÓN			
	TRAMO		LONG. TRAMO (MT)	CARGA CASETA	CARGA ALUMBRADO				KVA TOTAL TRAMO	KVA PROM.		FASES			NEUTRO CALIBRE	K'E-3	PARCIAL	ACUMULADO
												No.	CALIBRE AWG					
TGA	MT	TGA	29		0.289	4.466				6.776	6.776	196.52	2	2	-	1.3175	0.583	0.58
CASETA 1	TGA	TB1	20.2423	1						0.289	0.289	5.85	1	8	-	4.8480	0.064	0.65
CASETA 2	TGA	TB2	17.50	1						0.289	0.289	5.05	1	8	-	4.8480	0.055	0.64
CASETA 3	TGA	TB3	9.76	1						0.289	0.289	2.82	1	8	-	4.8480	0.031	0.61
CASETA 4	TGA	TB4	17.62	1						0.289	0.289	5.09	1	8	-	4.8480	0.056	0.64
CASETA 5	TGA	TB5	11.75	1						0.289	0.289	3.39	1	8	-	4.8480	0.037	0.62
CASETA 6	TGA	TB6	17.00	1						0.289	0.289	4.91	1	8	-	4.8480	0.054	0.64
CASETA 7	TGA	TB7	14.03	1						0.289	0.289	4.05	1	8	-	4.8480	0.044	0.63
CASETA 8	TGA	TB8	11.91	1						0.289	0.289	3.44	1	8	-	4.8480	0.038	0.62
AP	TGA	TAP	11.82			1				4.466	4.466	52.79	2	8	-	4.8480	0.576	1.16

Regulación para el sistema de alumbrado público.

CÁLCULO DE LAS REDES A 15 AÑOS																	
TRAMO		LONG. TRAMO (MT)	NÚMERO DE LAMP. 100W					KVA TOTAL TRAMO	KVA PROM.	MOMENTO ELEC. KVA- MT	TIPO DE CONDUCTOR:			Monopolar	% DE REGULACIÓN		
											FASES		NEUTRO CALIBRE		K °E-3	PARCIAL	ACUMULADO
											No.	CALIBRE AWG					
			0.066	0.000	0.000	0.000	0.000										
CIRCUITO # 1	TGA	Ci1	4.8	50				14.440	0.289	69.31	2	4	-	2.0565	0.143	0.14	
	Ci1	Ci2	8.40	48				13.862	0.289	116.44	2	4	-	2.0565	0.239	0.38	
	Ci2	Ci3	8.40	46				13.285	0.289	111.592	2	4	-	2.0565	0.229	0.61	
	Ci3	Ci4	8.40	44				12.707	0.289	106.740	2	4	-	2.0565	0.220	0.83	
	Ci4	Ci5	8.40	42				12.130	0.289	101.889	2	4	-	2.0565	0.210	1.04	
	Ci5	Ci6	7.70	40				11.552	0.289	88.950	2	4	-	2.0565	0.183	1.22	
	Ci6	Ci7	11.14	38				10.974	0.289	122.255	2	4	-	2.0565	0.251	1.47	
	Ci7	Ci8	11.14	36				10.397	0.289	115.820	2	4	-	2.0565	0.238	1.71	
	Ci8	Ci9	6.00	34				9.819	0.289	58.915	2	4	-	2.0565	0.121	1.83	
	Ci9	Ci10	8.30	32				9.242	0.289	76.705	2	4	-	2.0565	0.158	1.99	
	Ci10	Ci11	8.30	30				8.664	0.289	71.911	2	4	-	2.0565	0.148	2.14	
	Ci11	Ci12	13.25	28				8.086	0.289	107.145	2	4	-	2.0565	0.220	2.36	
	Ci12	Ci13	16.00	12				3.466	0.289	55.450	2	4	-	2.0565	0.114	2.47	
	Ci13	Ci14	15.00	8				2.310	0.289	34.656	2	4	-	2.0565	0.071	2.55	
	Ci14	Ci15	10.28	4				1.155	0.289	11.875	2	4	-	2.0565	0.024	2.57	
	Ci12	Ci16	13.30	12				3.466	0.289	46.092	2	4	-	2.0565	0.095	2.46	
	Ci16	Ci17	10.52	10				2.888	0.289	30.382	2	4	-	2.0565	0.062	2.52	
	Ci17	Ci18	8.40	8				2.310	0.289	19.407	2	4	-	2.0565	0.040	2.56	
	Ci18	Ci19	8.40	6				1.733	0.289	14.556	2	4	-	2.0565	0.030	2.59	
	Ci19	Ci20	8.40	4				1.155	0.289	9.704	2	4	-	2.0565	0.020	2.61	
	Ci20	Ci21	8.40	2				0.578	0.289	4.852	2	4	-	2.0565	0.010	2.62	

		CÁLCULO DE LAS REDES A 15 AÑOS										TIPO DE CONDUCTOR:			Monopolar			% DE REGULACIÓN	
		TRAMO		LONG. TRAMO (MT)	NÚMERO DE LAMP. 100W				Reflectores 100W	KVA TOTAL TRAMO	KVA PROM.	MOMENTO ELEC. KVA- MT	FASES		NEUTRO CALIBRE	K "E-3	PARCIAL	ACUMULADO	
													No.	CALIBRE AWG					
CIRCUITO # 2	TGA	CI-22	15.60	17					4.910	0.289	76.590	2	4	-	2.0565	0.158	0.16		
	CI-22	CI-23	8.20	9					2.599	0.289	21.313	2	4	-	2.0565	0.044	0.20		
	CI-23	CI-24	8.43	7					2.022	0.289	17.042	2	4	-	2.0565	0.035	0.24		
	CI-24	CI-25	8.50	5					1.444	0.289	12.274	2	4	-	2.0565	0.025	0.26		
	CI-25	CI-26	6.46	4					1.155	0.289	7.463	2	4	-	2.0565	0.015	0.28		
	CI-26	CI-27	10.00	3					0.866	0.289	8.664	2	4	-	2.0565	0.018	0.29		
	CI-27	CI-28	10.00	2					0.578	0.289	5.776	2	4	-	2.0565	0.012	0.31		
	CI-28	CI-29	10.00	1					0.289	0.289	2.888	2	4	-	2.0565	0.006	0.31		
	CI-22	CI-30	3.00	3					0.866	0.289	2.599	2	4	-	2.0565	0.005	0.16		
	CI-30	CI-31	8.00	2					0.578	0.289	4.621	2	4	-	2.0565	0.010	0.21		
	CI-31	CI-32	8.00	1					0.289	0.289	2.310	2	4	-	2.0565	0.005	0.22		
	CI-22	CI-33	8.00	4					1.155	0.289	9.242	2	4	-	2.0565	0.019	0.18		

2.17. ÁREAS CLASIFICADAS COMO PELIGROSAS

Dadas las características de la zona donde se construirá el proyecto y las áreas aledañas, no existen áreas clasificadas como peligrosas, por lo tanto, no amerita la aplicación de medidas especiales para el diseño de las instalaciones eléctricas. Se evidencia en plano anexo.

2.18. DIAGRAMAS UNIFILARES

Se evidencia en plano anexo.

2.19. PLANOS ELÉCTRICOS PARA CONSTRUCCIÓN

Se evidencia en plano anexo.

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

Se evidencia en plano anexo.

2.21. DISTANCIAS DE SEGURIDAD O SERVIDUMBRE REQUERIDAS

Las distancias mínimas de seguridad que se deben conservar las partes energizadas respecto de las construcciones, son las establecidas en la Tabla 3.10.1.a del RETIE. En el plano anexo también se evidencia las distancias de seguridad.

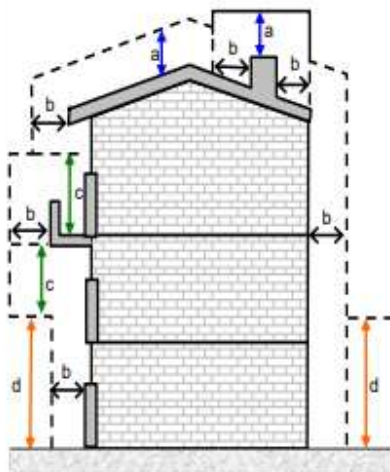
DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD EN ZONAS CON CONSTRUCCIONES			
Descripción	Tensión nominal entre fases (kV)	Distancia (m)	
Distancia vertical "a" sobre techos y proyecciones, aplicable solamente a zonas de muy difícil acceso a personas y siempre que el propietario o tenedor de la instalación eléctrica tenga absoluto control tanto de la instalación como de la edificación (Figura 3.10.1. a.).	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 3.10.1. a.)	66/57,5	2,5	
	44/34,5/33	2,3	
	13,8/13,2/11,4/7,6	2,3	
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 3.10.1. a.)	<1	1,7	
	44/34,5/33	4,1	
	13,8/13,2/11,4/7,6	4,1	
Distancia vertical "d" a carreteras, calles, callejones, zonas peatonales, áreas sujetas a tráfico vehicular. (Figura 3.10.1. a.) para vehículos de más de 2,45 m de altura.	<1	3,5	
	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	

Figura 3.10.1. a. Distancias de seguridad en zonas con construcciones.

Fuente: Adaptada de la Resolución 90708 de 2013.

En líneas de transmisión o redes de distribución, la altura de los conductores respecto del piso o de la vía, como lo señala la Figuras 3.10.2. a, no podrá ser menor a las establecidas en la Tabla 3.10.2. a. Los conductores de media tensión se proyectan a una altura de 9.5 metros aproximadamente.

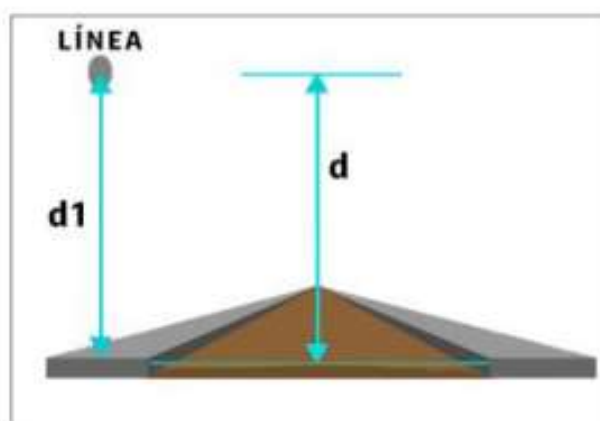


Figura 3.10.2. a. Distancias "d" y "d1" en cruce y recorridos de vías.

Fuente: Adaptada de la Resolución 90708 del 2013.

Descripción	Tensión nominal entre fases (kV)	Distancia (m)
Cruce de líneas aéreas de baja tensión en grandes avenidas.	<1	5,6
Distancia mínima al suelo "d1" desde líneas que recorren avenidas, carreteras y calles (Figura 11.2.1.).	500	11,5
	230/220	8,0
	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	5,0
Distancia mínima al suelo "d" en zonas de bosques de arbustos, áreas cultivadas, pastos, huertos, etc. Siempre que se tenga el control de la altura máxima que pueden alcanzar las copas de los arbustos o huertos, localizados en las zonas de servidumbre (Figura 11.2.1.).	500	8,6
	230/220	6,8
	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	5,0
En áreas de bosques y huertos donde se dificulta el control absoluto del crecimiento de estas plantas y sus copas puedan ocasionar acercamientos peligrosos, o se requiera el uso de maquinaria agrícola de gran altura o en cruces de ferrocarriles sin electrificar, se debe aplicar como distancia "e" estos valores (Figura 11.2.2.).	500	11,1
	230/220	9,3
	115/110	8,6
	66/57,5	8,3
	44/34,5/33	8,1
	13,8/13,2/11,4/7,6	8,1
	<1	7,5
Distancia mínima vertical en el cruce "f" a los conductores alimentadores de ferrocarriles electrificados, teleféricos, tranvías y trole-buses (Figura 11.2.3).	500	4,8
	230/220	3,0
	115/110	2,3
	66/57,5	2,0
	44/34,5/33	1,8
	13,8/13,2/11,4/7,6	1,8
	<1	1,2
Distancia mínima vertical respecto del máximo nivel del agua "g" en cruce con ríos, canales navegables o flotantes adecuados para embarcaciones con altura superior a 2 m y menor de 7 m (Figura 11.2.3)	500	12,9
	230/220	11,3
	115/110	10,6
	66/57,5	10,4
	44/34,5/33	10,2
	13,8/13,2/11,4/7,6	10,2
	<1	9,6
Distancia mínima vertical respecto del máximo nivel del agua "g" en cruce con ríos, canales navegables o flotantes, no adecuadas para embarcaciones con altura mayor a 2 m. (Figura 11.2.3)	500	7,9
	230/220	6,3
	115/110	5,6
	66/57,5	5,4
	44/34,5/33	5,2
	13,8/13,2/11,4/7,6	5,2
	<1	4,6
Distancia mínima vertical al piso en cruce por espacios usados como campos deportivos abiertos, sin infraestructura en la zona de servidumbre, tales como graderías, casetas o cualquier tipo de edificaciones ubicadas debajo de los conductores.	500	14,6
	230/220	12,8
	115/110	12
	66/57,5	12
	44/34,5/33	12
	13,8/13,2/11,4/7,6	12
	<1	12
Distancia mínima horizontal en cruce cercano a campos deportivos que incluyan infraestructura, tales como graderías, casetas o cualquier tipo de edificación asociada al campo deportivo.	500	11,1
	230/220	9,3
	115/110	7,0
	66/57,5	7,0
	44/34,5/33	7,0
	13,8/13,2/11,4/7,6	7,0
	<1	7,0

Fuente: Adoptada de la Resolución 90708 de 2013.

Las distancias obligatorias para la construcción del arranque en media tensión proyectado son:

Tabla 3.10.3.a. Distancias verticales mínimas en vanos con líneas de diferentes tensiones

Tensión nominal (kV) entre fases de la línea superior	DISTANCIAS EN METROS									
	500	4,8	4,2	4,2	4,2	4,3	4,3	4,6	5,3	7,1
230/220		3,0	2,4	2,4	2,4	2,5	2,6	2,9	3,6	
115/110		2,3	1,7	1,7	1,7	1,8	1,9	2,2		
66		2,0	1,4	1,4	1,4	1,5	1,5			
57,5		1,9	1,3	1,3	1,3	1,4				
44/34,5/33		1,8	1,2	1,2	1,3					
13,8/13,2/11,4/7,6		1,8	1,2	0,6						
<1		1,2	0,6							
Comunicaciones		0,6								
Comunicación		<1	13,8/ 13,2/ 11,4/ 7,6	44/ 34,5/ 33	57,5	66	115/ 110	230/ 220	500	
Tensión nominal (kV) entre fases de la línea inferior										

Fuente: Adoptada de la Resolución 90708 de 2013.

Nota 1: Las distancias están calculadas teniendo en cuenta la regla 233C2.a del NESC La tabla está basada en la tensión nominal fase-tierra.

Nota 2: Cuando el circuito inferior tenga cable de guarda, la distancia mínima vertical en el cruce será la que corresponda al nivel de tensión del circuito superior con la columna de menos de 1 kV.

2.22. JUSTIFICACIÓN DE DESVIACIONES TÉCNICAS CUANDO SEA ESTRUCTIVAMENTE NECESARIAS, SIEMPRE Y CUANDO NO COMPROMETA LA SEGURIDAD DE LAS PERSONAS O DE LA INSTALACIÓN.

No aplica.

2.23. 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.

2.24. SELECCIÓN, CÁLCULO Y ESPECIFICACIÓN DE EQUIPOS DE GENERACIÓN DE ENERGÍA CONVENCIONALES Y NO CONVENCIONALES.

No aplica.