PROYECTO DE DISEÑO LUMINICO PARQUE RIO RONDA LAS CEIBAS - CALLE 25A ENTRE CARRERAS 5B Y 7, DE NEIVA-HUILA

PROPIETARIO
CIUDAD DE NEIVA, HUILA

JUNIO DEL 2025

PROYECTO DE DISEÑO LUMINICO PARQUE RIO RONDA LAS CEIBAS - CALLE 25A ENTRE CARRERAS 5B Y 7, DE NEIVA-HUILA

PROPIETARIO
CIUDAD DE NEIVA, HUILA

Proyectista: dirección de prospectiva

Ingeniero diseñador: Cristian Riveros Gil

Tarjeta profesional: SN 205-152473

JUNIO DEL 2025

Tabla de Contenido

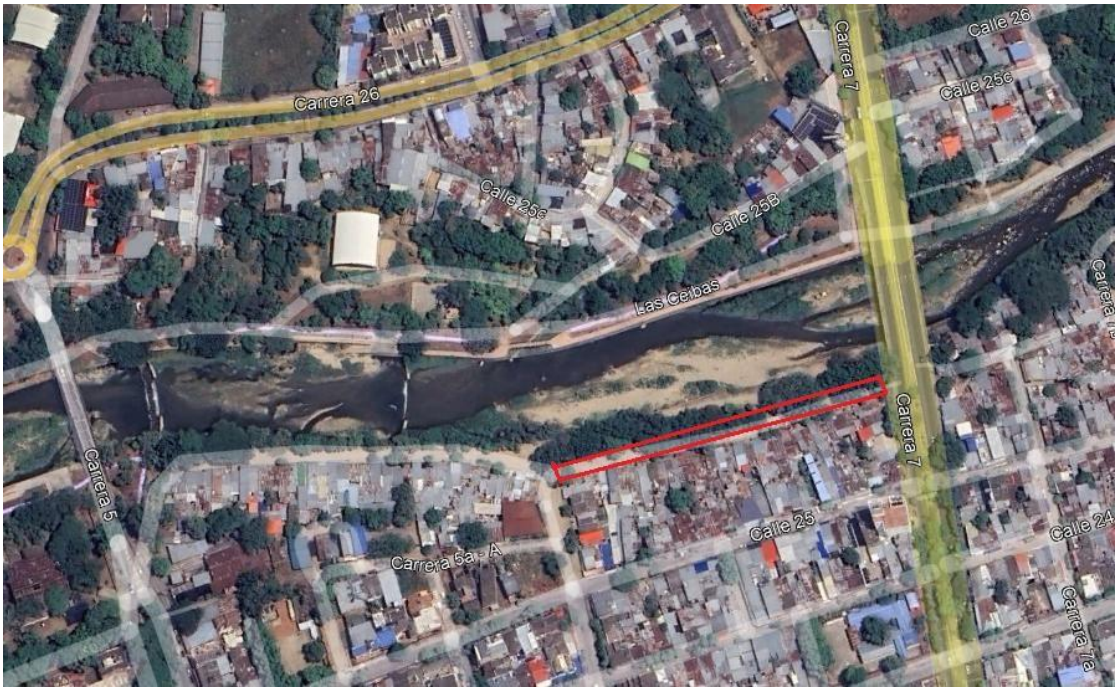
1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 5
   1.1. LOCALIZACIÓN GENERAL 5
   1.2. OBJETO 5
   1.3. NÚMERO DE USUARIOS 5
   1.4. CARACTERISTICAS DE LA CARGA 5
   1.5. REDES DE MEDIA TENSIÓN 6
   1.6. REDES DE BAJA TENSIÓN 6
   1.7. INSTALACIONES INTERNAS 6
   1.8. SUBESTACIONES 6
   1.9. NORMATIVIDAD 6
2. MEMORIAS 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 protection 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
   2.3.1. Cuadro resumen de consumo de potencia de por armónicos proyectado 15
   2.3.2. Análisis de cargas 15
   2.3.3. Parámetros de diseño 16
   2.4. Coordinación de aislamiento eléctrico 16
   2.4.1. SELECCIÓN PROTECCIÓN CONTRA LAS SOBRETENSIONES 17
   2.5. Análisis y cálculos de cortocircuito, arco eléctrico y falla a tierra 20
   2.6. Análisis del nivel tensión requerido 22
   2.7. Cálculos de campos electromagnéticos 22
   2.8. Cálculo de transformadores incluyendo efectos de los armónicos y factor de potencia en la carga 22
   2.9. Sistema de puesta a tierra 23

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.....26
2.10.3. Selección de conductor para instalaciones internas 26
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.....29
2.13. Cálculo y coordinación de protecciones contra sobrecorrientes.....33
2.13.1. Cálculo de la protección para los circuitos ramales del gabinete principal. 33
2.14. Cálculos de canalizaciones (tubos, ductos, canales y electroductos), bandejas portacables y volumen de encerramientos (cajas, conduletas, armarios, etc.).....33
2.15. Cálculo de pérdidas de energía, teniendo en cuenta los efectos de armónicos y factor de potencia.....35
2.16. Cálculos de regulación de tensión 36
2.17. Áreas clasificadas como peligrosas 36
2.18. Diagramas unifilares 36
2.19. Planos eléctricos para construcción.....36
2.20. Especificaciones de construcción complementarias a los planos, incluyendo las de tipo técnico de equipos y materiales y sus condiciones particulares 37
2.21. Distancias de seguridad o servidumbre requeridas.....37
2.22. Justificación de desviaciones técnicas cuando sea estrictamente necesarias, siempre y cuando no comprometa la seguridad de las personas o de la instalación.....40
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. 40
2.24. Selección, cálculo y especificación de equipos de generación de energía convencionales y no convencionales. 40

1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

1.1. LOCALIZACIÓN GENERAL

El proyecto de iluminación **Parque Rio Ronda las Ceibas - Calle 25a entre Carreras 5b y 7**, se encuentra ubicado en la calle 25A entre carreras 5B y 7 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 una subestación tipo poste. Por otra parte, se hará la adecuación de la acometida principal subterránea que iría desde bornes de baja tensión del transformador Proyectado hasta el barraje del TGD, el cual alimentará cargas de alumbrado público, reflectores, tomacorrientes y un cuarto de máquinas.

1.3. NÚMERO DE USUARIOS

El número de usuarios son dos:
Uno (1) de tipo comercial
Uno (1) de tipo Alumbrado Público

1.4. CARACTERISTICAS DE LA CARGA

La demanda máxima proyectada es de 59.5 [kVA]
Tensión de servicio: 13,2 [KV]
Operador de Red: ELECTROHUILA

1.5. REDES DE MEDIA TENSIÓN

Se tiene proyectado la construcción de 108 metros de línea de media tensión de tipo compacta, con derivación de estructura existente de propiedad del operador de red. Con una proyección en puentes de 2 metros lineales con cable ACSR 2/0 AWG. Para montaje de un transformador trifásico en aceite de 75 [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 100 A y 3 DPS de 15 Kv.

1.6. REDES DE BAJA TENSIÓN

Se realizará la construcción de 6 metros lineales de acometida principal en cable número 3x4/0 AWG Cu + 4/0 Cu. También se realizará la construcción de dos acometidas, una de alumbrado público de 523 metros lineales aproximadamente de 2F#6 AWG Al + 1T#6 AWG Al y la segunda acometida será para alimentar el cuarto de máquinas, la cual tendrá 44 metros lineales con cable número 3x2/0 AWG Cu + 2/0 AWG Cu.

1.7. INSTALACIONES INTERNAS

No aplica.

1.8. SUBESTACIONES

Se proyecta una subestación tipo poste con transformador trifásico en aceite con capacidad de 75 [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.

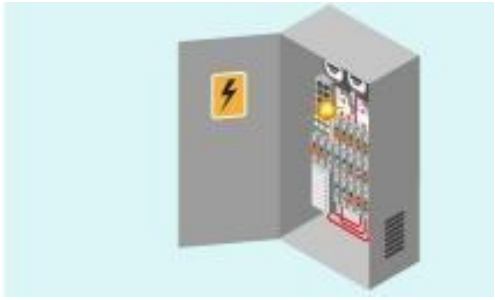
MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Establecer distancias de seguridad, interposición de obstáculos, aislamiento o recubrimiento de partes activas, utilización de interruptores diferenciales, elementos de protección personal, puesta a tierra, probar ausencia de tensión, doble aislamiento.



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.

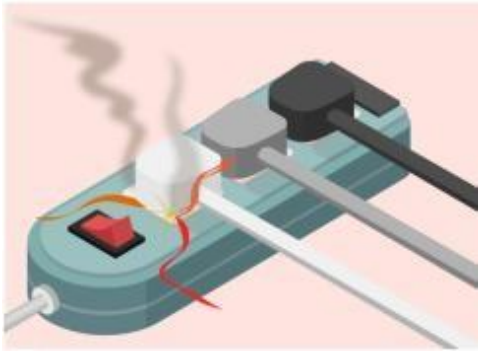
MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Mantenimiento predictivo y preventivo, construcción de instalaciones siguiendo las normas técnicas.



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.



TENSIÓN DE PASO

POSIBLES CAUSAS: Rayos, fallas a tierra, fallas de aislamiento, violación de áreas restringidas, retardo en el despeje de la falla.

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

2.1.1. ANÁLISIS DE MATRIZ DE RIESGO

Se presenta el análisis de riesgo aplicable al sistema eléctrico de baja tensión para la alimentación del sistema e iluminación del parque Rio Ronda las Ceibas, ubicado en la calle 25A entre carreras 5B y 7, donde se instalará una subestación tipo poste con un transformador trifásico, del que se deriva la alimentación a una carga de alumbrado público, de un cuarto de máquinas y de una carga compuesta de tomacorrientes, a este sistema se asocia los riesgos más comunes en este tipo de instalaciones que corresponde a riegos por contacto directo, contacto indirecto y descargas atmosféricas que se describen a continuación:

4. FACTOR DE RIESGO POR CONTACTO DIRECTO - RED DE BAJA TENSION

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.

RIESGO A EVALUAR:	Electrocución o quemaduras	por	Contacto Directo	(al) o (en)	RED BAJA TENSION
	EVENTO O EFECTO		FACTOR DE RIESGO (CAUSA)		FUENTE

POTENCIAL	X	RIESGO MATERIALIZADO		PROBABILIDAD

						E	D	C	B	A
						No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la Empresa	Sucede varias veces al año en la Empresa	Sucede varias veces al mes en la Empresa
CONSECUENCIAS	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa						
	Una o mas muertes	Daño grave en infraestructura. Interrupción	Contaminación irreparable.	Internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores, salida de subestación	Contaminación mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Incapacidad temporal (> 1 día)	Daños severos. Interrupción Temporal	Contaminación localizada	Regional	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Lesión menor (sin incapacidad)	Daños importantes Interrupción breve	Efecto menor	Local	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves, No Interrupción	Sin efecto	Interna	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO

Evaluador:	JULIO ALBEIRO LEOÓN CARVAJAL	MP:	SN205-175080	FECHA:	1/08/2024

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 EVENTO O EFECTO	por	Contacto Indirecto FACTOR DE RIESGO (CAUSA)	(al) o (en)	RED BAJA TENSION FUENTE

POTENCIAL	X	RIESGO MATERIALIZADO	

CONSECUENCIAS	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		E No ha ocurrido en el sector	D Ha ocurrido en el sector	C Ha ocurrido en la Empresa	B Sucede varias veces al año en la	A Sucede varias veces al mes en la
	Una o mas muertes	Daño grave en infraestructura - Interrupción	Contaminación irreparable.	Internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores, salida de subestación	Contaminación mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Incapacidad temporal (> 1 día)	Daños severos. Interrupción Temporal	Contaminación localizada	Regional	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Lesión menor (sin incapacidad)	Daños importantes Interrupción breve	Efecto menor	Local	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves, No Interrupción	Sin efecto	Interna	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO

Evaluador: JULIO ALBEIRO LEOÓN CARVAJAL **MP:** SN205-175080 **FECHA:** 24/07/2024

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 EVENTO O EFECTO	por	RAYO FACTOR DE RIESGO (CAUSA)	(al) o (en)	RED M.T. Y B.T. FUENTE

POTENCIAL		RIESGO MATERIALIZADO	X

CONSECUENCIAS	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		E No ha ocurrido en el sector	D Ha ocurrido en el sector	C Ha ocurrido en la Empresa	B Sucede varias veces al año en la	A Sucede varias veces al mes en la
	Una o mas muertes	Daño grave en infraestructura - Interrupción	Contaminación irreparable.	Internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores, salida de subestación	Contaminación mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Incapacidad temporal (> 1 día)	Daños severos. Interrupción Temporal	Contaminación localizada	Regional	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Lesión menor (sin incapacidad)	Daños importantes Interrupción breve	Efecto menor	Local	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves, No Interrupción	Sin efecto	Interna	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO

Evaluador: JULIO ALBEIRO LEOÓN CARVAJAL **MP:** SN205-175080 **FECHA:** 24/07/2024

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 PROTECTION 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 l 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 TENSIÓN 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.

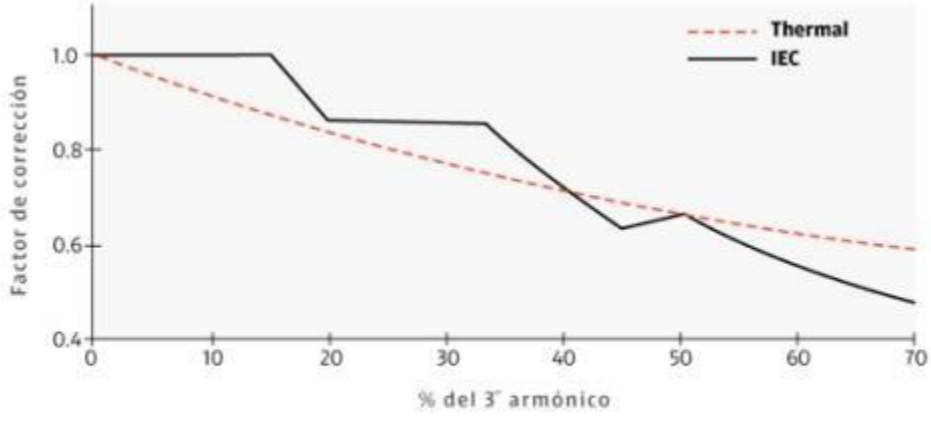


Figura 3.3.3.6. a. Factor de Corrección en función de la proporción de armónicos.
Fuente: Adoptada de la norma IEC 60364-5-52.

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.

2.3.1. CUADRO RESUMEN DE CONSUMO DE POTENCIA DE POR ARMÓNICOS PROYECTADO

Se dimensionan los conductores para asumir las pérdidas de potencia correspondientes por distorsión armónica presente en la red.

En este caso, a partir de la información proporcionada por el fabricante el THD-I de las cargas (Luminarias LED) es inferior al 15% y cuentan con un factor de potencia superior al 0.95.

Análisis de armónicos a 60 Hz para iluminación LED			
Armónico	Aporte	% Fundamental	I RMS [A]
1	X	100	8.85
3	X	15	1.3
		I Total Equivalente [A]	10.2
		THD-I	15%
		Potencia Total Requerida [KVA]	2.2

2.3.2. ANÁLISIS DE CARGAS

En las siguientes tablas, se presenta el cuadro de memoria de cálculo del transformador y cuadro de cargas.

CALCULO DEL TRANSFORMADOR												CALCULO EN AÑO CERO			
TIPO LÁMPARAS A. P.		LED		CARGA TOTAL KVA	CARGA FUTURA KVA	CARACTERÍSTICAS TRANSFORMADOR						DPS		CORTACIRCUITO	
NUMERO	(W)	KVA	KVA TOT			CAP KVA	% CARGA	I. SEC.(A)	TIPO	VOLT PRIM (KV)	VOLT SECUN (V)	No	KV	No.	FUSIBLE
68	35	0.037	2.51												
MOTORES DE BOMBA 24,221KW															
NUMERO	(W)	KVA	KVA TOT												
2	24221	28.495	56.99	59.50	75.00	75.00	79.33	196.82	3 FASES	13.20	220 / 127	3.00	15.00	3.00	5.00

CUADRO DE CARGA DEL GABINETE DE DISTRIBUCION GENERAL															
TABLERO		FASES			CARGA ISNTALADA	TENSIÓN [V]	FACTOR DE DIVERSIDAD [%]	CARGA [VA]	CORRIENTE [A]	I [A] Fac. de Correc.	CALIBRE CONDUCTOR POR FASE	TIPO DE ACOMETIDA	PRO. TM [A] SEGÚN	DUCTO PVC	DESCRIPCIÓN
	CTO	R	S	T	Total [VA]										
TDP	1	405.3	442.1	405.3	1252.63	220	100	1252.63	5.69	7.12	# 6 AWG AL	3F#6 AWG + 1T	2x16	1 1/2"	Alumbrado Público
	2	405.3	405.3	442.1	1252.63	220	100	1252.63	5.69	7.12	# 6 AWG AL	3F#6 AWG + 1T	2x16	1 1/2"	Alumbrado Público
TOTAL		810.5	847.4	847.4	59495.33	220	100	59495.33	156.13	195.2	# 6 AWG Al	3F+1N	3X32		ACOMETIDA PRINCIPAL

CUADRO DE CARGA DEL GABINETE DE DISTRIBUCION GENERAL															
TABLERO		FASES			CARGA ISNTALADA	TENSIÓN [V]	FACTOR DE DIVERSIDAD [%]	CARGA [VA]	CORRIENTE [A]	I [A] Fac. de Correc.	CALIBRE CONDUCTOR POR FASE	TIPO DE ACOMETIDA	PRO. TM [A] SEGÚN	DUCTO PVC	DESCRIPCIÓN
	O	R	S	T	Total [VA]										
TDP	3	18996.7	18996.7	18996.7	56990.07	220	100	56990.07	149.6	187	# 2/0 AWG Cu	3F+1N	3X180	2"	Motores de bomba

Teniendo en cuenta la carga de cada una de las fases, se calcula el desbalance de corriente de la siguiente forma:

$$Des - I = \frac{I_{max} - I_{prom}}{I_{prom}} * 100\%$$

Donde,

Imax: Es la corriente máxima de las tres fases.
Iprom: Es la corriente promedio de las tres fases.

$$Des - I = \frac{6.722 - 6.575}{6.575} * 100\%$$

$$Des - I = 1.47\%$$

El desbalance de corriente que se presenta en la instalación es de 1.47%, el cual cumple con el valor máximo permitido de 2% estipulado en la Norma Técnica Colombiana NTC 5001.

2.3.3. 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: 13200 - 220/127 volts.
- Subestación de media tensión aérea, red aérea en BT, arranque con cortacircuitos en MT.

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

NIVEL	TENSIÓN MÁS ELEVADA PARA EL MATERIAL (kV)	BIL (kV)
Media tensión 13,2 kV	17,5	95
Media tensión 34,5 kV	36,0	170

Tabla 4. Niveles de aislamiento.

Para el presente proyecto, el transformador trifásico proyectado posee niveles de tensión de 13200 – 220/127 V, y cuenta con un nivel de BIL para media tensión de 95 KV y para baja tensión de 35 KV. Tanto para el caso de media y baja tensión los niveles de BIL cumplen con los establecidos en la tabla anteriormente mencionada.

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	Excelente	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 60ºC)	Buena	Buena	(Pobre por encima de 110°C)
Petróleo Crudo					
La Creosota	Pobre	Buena	Normal	Normal	Buena
Hidrocarburos parafinicos					
Gasolina	Buena	Excelente	Pobre	Pobre	Excelente
Queroseno		(Se deforma levemente a altas temperaturas)			(Se deforma levemente a altas temperaturas)
Alcoholes					
Isopropilico					
Wood	Normal	Buena	Normal	Buena	Buena
Grain					
Ácidos minerales					
Sulfúrico					
Nítrico	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
Clorhídrico					
Preparados Álcalis de hidróxido de sodio (lejía)					
Hidróxido de potasio (potasa)	Buena	Excelente	Buena	Excelente	Excelente
Hidróxido de calcio (cal)					
Cetonas					
Acetona	Pobre	Buena	Pobre	Normal	Buena
Metil Etil Cetona (MEK)					
Esteres					
Acetato de Etilo	Pobre	Buena	Pobre	Normal	Buena
Diluyentes para lacas					
Hidrocarburos halogenados					
Cloroformo					
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 Oxigeno (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 hear	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 especificamente 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 Up= 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 (Uc) 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 (Uchoc):

S = 1	**S = 2**	**S = 3**
U > 2,5 kV categoría III y IV Resistencia al choque elevada o normal	1,5 kV < *U* < 2,5 kV Resistencia al choque media	*U* < 1,5 kV categoría I y II Resistencia al choque reducida
Armarios de distribución, aparamenta fija (interruptores automáticos, tomas de corriente...), material de uso industrial (motores, transformadores...), aparatos instalados aguas arriba del cuadro de distribución (contadores, protección de sobre-intensidades, telemedia...)	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>2,5KV.
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 Imáx (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 (Up) es demasiado alto en relación a la tensión de resistencia a los impulsos (Uchoc) del equipo de la instalación. Si el equipo sensible se encuentra demasiado alejado del limitador de sobretensiones entrante
d = 30 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 Imax 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 Uz=2.57 %.

$$Icc = \frac{S}{V_{LL} * U_Z}$$

El transformador trifásico proyectado al ser de 75 KVA y tener una Icc= 7,65 KA, se seleccionan dispositivos de protección principal como mínimo con Icc = 25 KA.

Calculo de corriente de corto circuito

Tension del sistema: 0.24 kV
Lugar: M010591

Impedancias del sistema

Equipo	R	X
Red	2.199	8.933
Cable	0.352	0.216

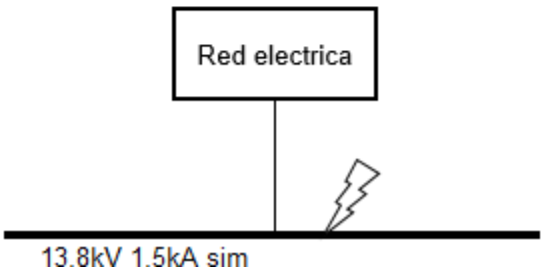
Total

Rt =	2.5510 Ω	
Xt =	9.1493 Ω	
Zt =	9.4983 Ω	
Icc =	0.01 kA sim	
R/X =	0.28	
Factor K =	1.42	*IEC60909*
Icc asimetrica =	**0.03 kA asim**	

Calculo de corriente de corto circuito

Aporte de corriente de la red electrica

Tension Nominal:	**13.8** kV	
Icc:	**1.5** kA sim	
Scc:	20.7 MVA	
Icc Asimetrica:	3.11 kA asim	
Ra/Za:	0.239	
Za:	9.200 Ω	
Xa:	8.933 Ω	
Ra:	2.199 Ω	
Ra/Xa:	0.246	
Factor K:	1.467	*(IEC 60909)*



Calculo de Corriente máxima de Corto Circuito			Formula Aplicada
Calibre del Cable:	4/0		$I_{cc} = A\sqrt{\frac{0,0297 \log\left[\frac{T_2 + 234}{T_1 + 234}\right]}{t}}$
Área:	211600	CMIL	
Frecuencia:	60	Hz	Donde:
Duración del Corto C:	60	Ciclos	
	1.00	Seg	*Icc:* Corriente de Corto Circuito
Temp. De Operación:	75	ºC	*A:* Área del Conductor en MCM
Temp. Max Corto C:	450	ºC	*t:* Tiempo de Corto Circuito en seg.
			T1: Temperatura de operación del cable
Corriente de CC:	21.42	kA	*T2:* Temperatura Max. De Corto Circuito
			Fuente: Okonite

2.6. ANÁLISIS DEL NIVEL TENSIÓN REQUERIDO

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

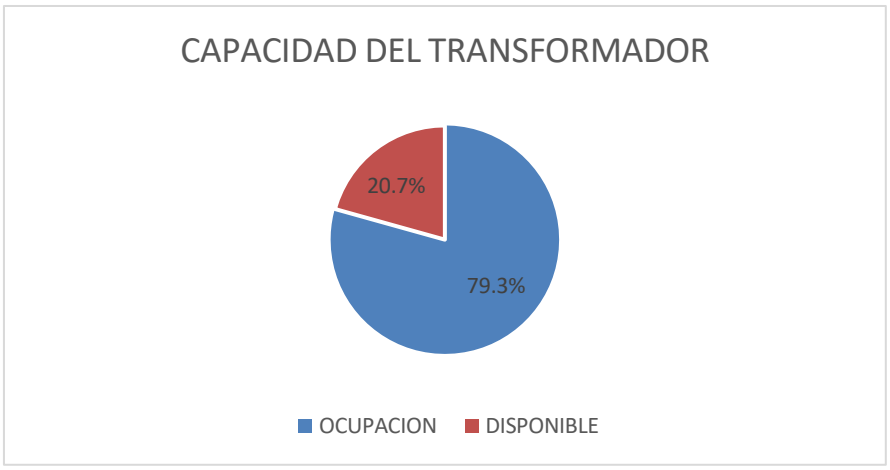
Nivel de Tensión	Voltaje [V]
Media Tensión	13200
Baja Tensión	220/127

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.

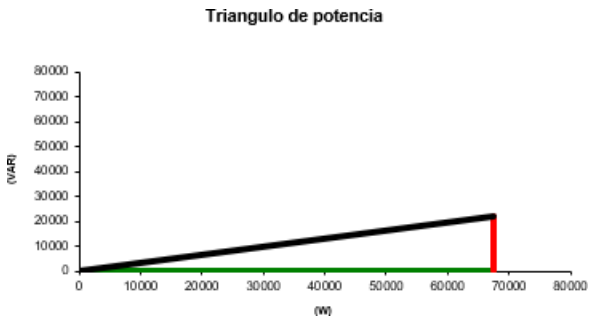


CARGAS DEL TRANSFORMADOR						
TIPO LÁMPARAS A. P.					*CARGA TOTAL KVA*	*CARGA FUTURA KVA*
NUMERO	(W)	FP	KVA	KVA TOT		
68	35	0.95	0.037	2.505		
MOTORES DE BOMBA 24,221KW					**59.50**	**75.00**
NUMERO	(W)	FP	KVA	KVA TOT		
2	24221	0.85	28.50	56.991		

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), se selecciona un transformador trifásico tipo poste de 75 KVA. La corriente suministrada para este caso será corriente de línea-línea y corriente línea-fase. El factor de potencia seleccionado debido a la característica de las cargas es de 0.95 para efectos de magnitudes de cálculos.

Factor de Potencia

Potencia:	**70974.29**
FP (%):	**95**
Cos(θ):	**0.95**
Sen(θ):	**0.31**
S	**70974.29 VA**
P	**67425.58 W**
Q	**22161.71 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 30x30x60 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	1o 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

Debido a que el calibre del conductor de la acometida principal de baja tensión es # 4/0 AWG Cu por fase y de acuerdo a la anterior tabla se selecciona el conductor del electrodo de puesta a tierra en cable de calibre #2 AWG en cobre, canalizado con tubería IMC 3/4".

Cálculo de la resistencia de puesta a tierra configuración de un electrodo vertical.

$$R = \left(\frac{Pe}{2\pi L}\right) * \left(\ln\left(\frac{2L}{a}\right)\right) \ [\Omega]$$

Dónde:

R: Es el valor de la resistencia medida [Ω].
L: Longitud de la barra [m].
a: Radio de la barra [m].
Pe: Resistividad equivalente del terreno [Ω -m].

$$R = \left(\frac{22}{2\pi * (2.4)}\right) * \left(\ln\left(\frac{2 * (2.4)}{0.008}\right)\right) \ [\Omega]$$

$$R = 9{,}333$$

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 respetivos 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 cobre y # 6 AWG en aluminio según establece NTC 2050, Tabla 250-94.

El conductor a utilizar en las salidas del transformador para el reparto de los circuitos ramales será en cable aislado No. 4/0 AWG Cu 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	75 °C	90 °C	60 °C	75 °C	90 °C	
	TIPOS TW*, UF*	TIPOS FEPW*, RH*, RHW*, THHW*, THW*, THWN*, XHHW*, USE*, ZW*	TIPOS TBS,SA,SS,FEP*, FEPB*,MI,RHH*, RHW-2, THHN*, THHW*,THW-2*, THWN-2*, USE-2, XHH, XHHW*, XHHW-2, ZW-2	TIPOS TW*, UF*	TIPOS RH*, RHW*, THHW*, THW*, THWN*, XHHW, USE*	TIPOS TBS,SA,SS, THHN*, THHW*, THW-2, THWN-2, RHH*, RHW-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2	
mm²	COBRE			ALUMINIO 0 ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE			AWG o kcmils
0,82	--	--	14	--	--	--	18
1,31	--	--	18	--	--	--	16
2,08	20*	20*	25	--	--	--	14
3,30	25*	25*	30*	20*	20*	25*	12
5,25	30	35*	40*	25	30*	35*	10
8,36	40	50	55	30	40	45	8
13,29	55	65	75	40	50	60	6
21,14	70	85	95	55	65	75	4
26,66	85	100	110	65	75	85	3
33,62	95	115	130	75	90	100	2
42,20	110	130	150	85	100	115	1
53,50	125	150	170	100	120	135	1/0
67,44	145	175	195	115	135	150	2/0
85,02	165	200	225	130	155	175	3/0
107,21	195	230	260	150	180	205	4/0
126,67	215	255	290	170	205	230	250
152,01	240	285	320	190	230	255	300
177,34	260	310	350	210	250	280	350
202,68	280	335	380	225	270	305	400
253,35	320	380	430	260	310	350	500
304,02	355	420	475	285	340	385	600
354,69	385	460	520	310	375	420	700
380,02	400	475	535	320	385	435	750
405,36	410	490	555	330	395	450	800
456,03	435	520	585	355	425	480	900
506,70	455	545	615	375	445	500	1.000
633,38	495	590	665	405	485	545	1.250
760,05	520	625	705	435	520	585	1.500
886,73	545	650	735	455	545	615	1.750
1.013,40	560	665	750	470	560	630	2.000

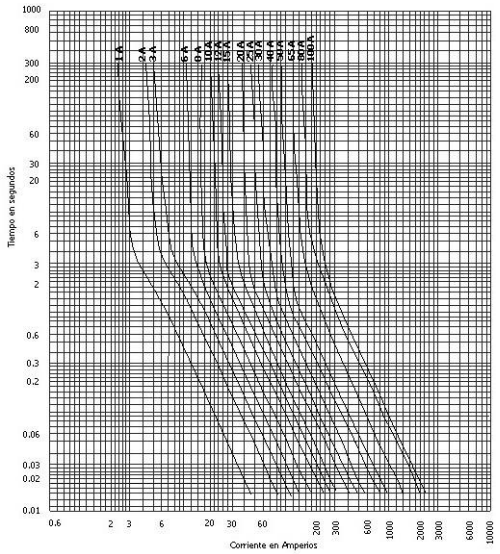
Temp. ambiente en °C	FACTORES DE CORRECCIÓN Para temperaturas ambientes distintas de 30°C, multiplicar las anteriores corrientes por el correspondiente factor de los siguientes						Temp. ambiente en °C
21-25	1,08	1,05	1,04	1,08	1,05	1,04	21-25
26-30	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	26-30
31-35	0,91	0,94	0,96	0,91	0,94	0,96	31-35
36-40	0,82	0,88	0,91	0,82	0,88	0,91	3640
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

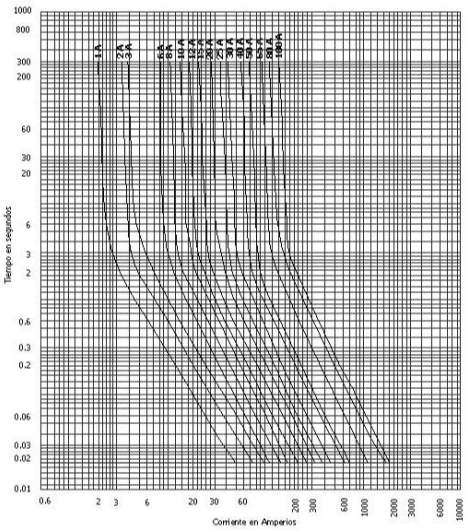
* Si no se permite otra cosa específicamente en otro lugar de este *Código*, la protección contra sobrecorriente de los conductores marcados con un asterisco (*), no debe superar los 15 A para el conductor de sección transversal 2,08 mm²(14AWG);20 A para 3,3 mm² (12 AWG) y 30 A para 5,25 mm² (10 AWG), todos de cobre; o 15 A para 3,3 mm2 AWG) y 25 A para5,25 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.

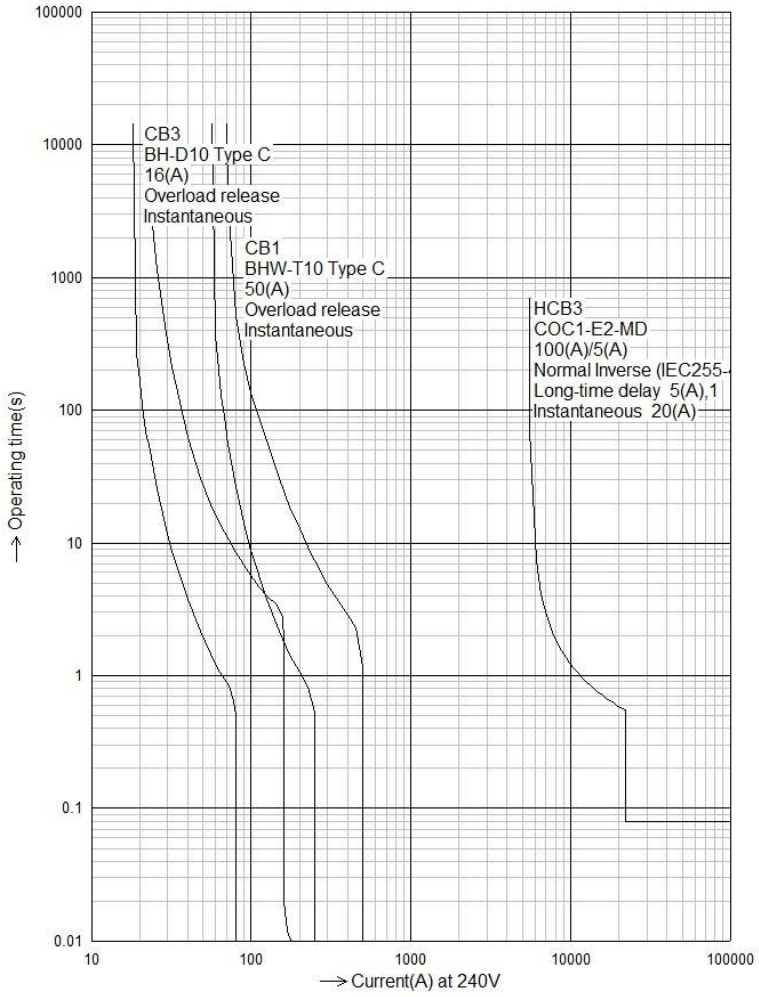
2.11. ESPECIFICACIÓN DE LOS CONDUCTORES, TENIENDO EN CUENTA EL TIEMPO DE DISPARO DE LOS INTERRUPTORES, LA CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO DE LA RED Y LA CAPACIDAD DE CORRIENTE DEL CONDUCTOR, DE ACUERDO CON LA NORMA IEC 60909 U OTRA EQUIVALENTE.

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 # 4/0 AWG Cu tiene una máxima corriente de aguante de 260 [A] tabla 310-16 NTC 2050. Datos del fabricante para # 2 AWG Cu 260 [A]. Teniendo en cuenta que para una carga máxima posible suministrada por el transformador de 75 [kVA] la corriente sería de 216.51 [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







De acuerdo a las curvas máximas y mínimas respectivamente del accionamiento del fusible de protección en media tensión para las cañuelas porta-fusibles. Se selecciona un fusible de 5 [A] para un accionamiento de 4 [s] a partir de una corriente de línea del orden de los 5 [A] por fase.

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**

Lp: Longitud total del poste = 14 m
LLp : Longitud libre del poste

LLp = 0,9*Lp - 0.6
LLp = (0,9)*(14) – 0.6
LLp = 12 m

❖ **Cálculo Hv**

LIP : 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

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

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

$$Hv = 5{,}18$$

❖ **Cálculo Fuerza del Viento sobre el Conductor**

Fvc : FUERZA DEL VIENTO SOBRE EL CONDUCTOR
Vv : VELOCIDAD DEL VIENTO = 80 Km/h = 22,22 m/s
D : DIAMETRO EXTERNO DEL CONDUCTOR (2/0) ASCR AL= $18{,}2*10^{-3}$ m
L : LONGITUD MÁXIMA DEL VANO MAXIMO REGULADOR = 60 m

$$Fvc = (4{,}191 * 10^{-3}) * Vv^2 * D * L$$

$$Fvc = (4{,}191 * 10^{-3}) * (22{,}22)^2 * (18{,}2 * 10^{-3}) * (60)$$

$$Fvc = 2{,}26\ [Kg]$$

❖ **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
LIP : 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

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

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

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

❖ 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
LIT : LONGITUD UBICACIÓN DEL TRANSFORMADOR = 60 m
AT : ÁREA DEL TRANSFORMADOR = (0.5 m) *(0,7 m) = 0.35 mm2

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

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

$$Fvtr = 776{,}8\ [Kg]$$

❖ Cálculo de la Tensión Máxima del Conductor

TMAXC: TENSIÓN MÁXIMA DEL CONDUCTOR
Tc : TENSION DEL CONDUCTOR = 6,0847 kg/mm2
D : DIAMETRO EXTERNO DEL CONDUCTOR (2/0) = 18,2 mm
S : AREA TRANVERSAL DEL CONDUCTOR

$$S = \pi * (\frac{D}{2})^2$$

$$S = \pi * (\frac{18{,}2}{2})^2$$

$$S = 82{,}81\ [mm^2]$$

$$\boldsymbol{TMAX = Tc * S}$$

$$\boldsymbol{TMAX = 6{,}0847 * 82{,}81}$$

$$\boldsymbol{TMAX = 503{,}87\ [Kg]}$$

❖ Cálculo de la Tensión Máxima del Conductor

Fs : FACTOR DE SEGURIDAD DEL POSTE = 1,25
LIP: LONGITUD LIBRE DEL POSTE = 12 m
Hv : 5,18 m.
Fvc : FUERZA DEL VIENTO SOBRE EL CONDUCTOR = 2,26 kg
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 = 503, 87 kg

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

$$\boldsymbol{TR \geq (\frac{1,25}{12}) * (3 * 2,26 + 776,8 + 503,87 + 119,84 * 5,18)}$$

$$\boldsymbol{TR \geq 198,77\ [Kg]}$$

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

$$\boldsymbol{1050\ Kg\ \geq TR \geq 198,77\ kg}$$

❖ Cálculo de la Flecha del Vano de Media Tensión

F : FLECHA
P : PESO DEL CONDUCTOR POR UNIDAD DE LONGITUD = 478 Kg/Km=0,478 Kg/m
L : LONGITUD MAXIMA DEL VANO MAXIMO REGULADOR = 60 m
To : TENSIÓN DE DISEÑO
TR : TENSIÓN DE ROTURA DEL CONDUCTOR DE (2/0) ASCR AL = 472 Kg-f

- To = TR / 4
  To = 472 / 4
  To = 118 Kg-f

- **$F = (P * L^2) / (8 * To)$**

  $F = (0.478 * 60^2) / (8 * 118)$
  F = 1,82 m

En conclusión, el poste de concreto 14mts x 1050 kg seleccionado soporta la carga del transformador de 75 KVA junto con de la estructura retención para la red media tensión y el CABLE ASCR en calibre 2/0 AL.

2.13. CÁLCULO Y COORDINACIÓN DE PROTECCIONES CONTRA SOBRECORRIENTES

Para el cálculo de la protección para la acometida, 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 156.13 [A] corriente de fase y de acuerdo a los cálculos de regulación y perdidas de potencia el conductor seleccionado es cable calibre 4/0 AWG Cu SERIE AA 8000 THHN/THWN-2 600 [V] 90C°, con capacidad de corriente de 260 [A], se selecciona un interruptor automático totalizador de 3x240 [A] y capacidad interruptora de 25 [kA].

Ver anexos de diseño, cuadros de carga.

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

Con base al calibre del conductor seleccionado para los circuitos ramales del gabinete, teniendo en cuenta la capacidad de corriente demandada según cuadros de carga, se selecciona un interruptor BREAKER BIPOLAR TIPO RIEL de 2x16 [A] con capacidad de corte de 15 [kA] para cable # 6 AWG AL SERIE AA 8000 THHN/THWN-2 600 [V] 90 C°.

Y para el circuito de las bombas se selecciona un interruptor de 3x180 [A] con capacidad de corte de 15[kA] para cable # 2/0 AWG Al 600 [V] 90 °C.

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 pulgadas											
	mm^2	AWG kcmil	16 ½	21 ¾	27 1	36 1 ¼	41 1 ½	53 2	63 2 ½	78 3	91 3 ½	103 4	129 5	155 6
THW,	8,36	8	1	4	6	11	15	26	37	57	76	98	155	224
THW-2,	13,29	6	1	3	5	9	12	20	28	44	59	76	119	173
THHW	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	8,36	8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
THWN,	13,29	6	2	4	7	13	17	29	41	64	86	111	175	253
THWN-2	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
	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
XHHW,	8,36	8	3	5	8	14	20	33	47	73	99	127	200	290
XHHW-2	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
	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	11	17	25
	202,68	400	0	0	1	1	1	2	3	5	7	10	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
	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

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
Alumbrao Público	6	3	1 1/2"
Cuarto de máquinas	2/0	4	2"

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.

	CALCULO DE LAS REDES A 15 AÑOS										MOMENTO ELEC. KVA-MT	TIPO DE CONDUCTOR:			Monopolar	% DE REGULACIÓN		CORRIENTE (A)	PERDIDAS DE POTENCIA		
	TRAMO		LONG. TRAMO (MT)	NÚMERO DE LAMP. 37W	NÚMERO DE REF. 150W	NÚMERO DE LAMP. BALA 38W	NÚMERO DE TOMA-CORRIENTES	MOTORES DE BOMBA 24,221KW	KVA TOTAL TRAMO	KVA PROM.		FASES No.	FASES CALIBRE AWG	NEUTRO CALIBRE	K *E-3	PARCIAL	ACUMULADO		KW-TRAMO	%	KW ACUMULADO
				0.037	0.000	0.000	0.000	28.495													
CIRCUITO #1	CI-00	CI-01	7.81	42					1.547	0.037	12.08	2	6	-	3.2216	0.088	0.09	3.23	0.001279	0.1279	0.12794
	CI-01	CI-02	14.67	40					1.474	0.037	21.62	2	6	-	3.2216	0.157	0.24	3.08	0.002289	0.2289	0.35680
	CI-02	CI-03	4.50	38					1.400	0.037	6.30	2	6	-	3.2216	0.046	0.29	2.93	0.000667	0.0667	0.42350
	CI-03	CI-04	10.24	11					0.405	0.037	4.15	2	6	-	3.2216	0.030	0.32	0.85	0.000439	0.0439	0.46743
	CI-04	CI-05	14.80	9					0.332	0.037	4.91	2	6	-	3.2216	0.036	0.36	0.69	0.000520	0.0520	0.51938
	CI-05	CI-06	14.88	7					0.258	0.037	3.84	2	6	-	3.2216	0.028	0.32	0.54	0.000406	0.0406	0.56001
	CI-06	CI-07	14.80	5					0.184	0.037	2.73	2	6	-	3.2216	0.020	0.34	0.39	0.000289	0.0289	0.58887
	CI-07	CI-08	14.80	3					0.111	0.037	1.64	2	6	-	3.2216	0.012	0.35	0.23	0.000173	0.0173	0.60618
	CI-08	CI-09	9.15	1					0.037	0.037	0.34	2	6	-	3.2216	0.002	0.35	0.08	0.000036	0.0036	0.60975
	CI-03	CI-10	11.12	27					0.995	0.037	11.06	2	6	-	3.2216	0.080	0.43	2.08	0.001171	0.1171	0.54060
	CI-10	CI-11	7.40	1					0.037	0.037	0.27	2	6	-	3.2216	0.002	0.43	0.08	0.000029	0.0029	0.54348
	CI-10	CI-12	9.40	25					0.921	0.037	8.66	2	6	-	3.2216	0.063	0.49	1.93	0.000917	0.0917	0.63225
	CI-12	CI-13	4.27	15					0.553	0.037	2.36	2	6	-	3.2216	0.017	0.45	1.16	0.000250	0.0250	0.65723
	CI-13	CI-14	15.40	13					0.479	0.037	7.38	2	6	-	3.2216	0.053	0.50	1.00	0.000781	0.0781	0.73532
	CI-14	CI-15	14.70	11					0.405	0.037	5.96	2	6	-	3.2216	0.043	0.55	0.85	0.000631	0.0631	0.79838
	CI-15	CI-16	14.80	9					0.332	0.037	4.91	2	6	-	3.2216	0.036	0.54	0.69	0.000520	0.0520	0.85034
	CI-16	CI-17	9.50	7					0.258	0.037	2.45	2	6	-	3.2216	0.018	0.56	0.54	0.000259	0.0259	0.87627
	CI-17	CI-18	8.70	1					0.037	0.037	0.32	2	6	-	3.2216	0.002	0.56	0.08	0.000034	0.0034	0.87967
	CI-17	CI-19	5.30	6					0.221	0.037	1.17	2	6	-	3.2216	0.008	0.57	0.46	0.000124	0.0124	0.89207
	CI-19	CI-20	12.00	4					0.147	0.037	1.77	2	6	-	3.2216	0.013	0.58	0.31	0.000187	0.0187	0.91079
	CI-20	CI-21	14.79	2					0.074	0.037	1.09	2	6	-	3.2216	0.008	0.59	0.15	0.000115	0.0115	0.92233
	CI-12	CI-22	10.54	10					0.368	0.037	3.88	2	6	-	3.2216	0.028	0.62	0.77	0.000411	0.0411	0.67336
	CI-22	CI-23	8.30	8					0.295	0.037	2.45	2	6	-	3.2216	0.018	0.63	0.62	0.000259	0.0259	0.69926
	CI-23	CI-24	5.60	8					0.295	0.037	1.65	2	6	-	3.2216	0.012	0.57	0.62	0.000175	0.0175	0.71673
	CI-24	CI-25	15.22	6					0.221	0.037	3.36	2	6	-	3.2216	0.024	0.66	0.46	0.000356	0.0356	0.75235
	CI-25	CI-26	15.10	4					0.147	0.037	2.23	2	6	-	3.2216	0.016	0.58	0.31	0.000236	0.0236	0.77591
	CI-26	CI-27	14.78	2					0.074	0.037	1.09	2	6	-	3.2216	0.008	0.67	0.15	0.000115	0.0115	0.78744

	CALCULO DE LAS REDES A 15 AÑOS										MOMENTO ELEC. KVA-MT	TIPO DE CONDUCTOR:			Monopolar	% DE REGULACIÓN		CORRIENTE (A)	PERDIDAS DE POTENCIA		
	TRAMO		LONG. TRAMO (MT)	NÚMERO DE LAMP. 37W	NÚMERO DE REF. 150W	NÚMERO DE LAMP. BALA 38W	NÚMERO DE TOMA-CORRIENTES 150W	MOTORES DE BOMBA 24,221KW	KVA TOTAL TRAMO	KVA PROM.		FASES No.	FASES CALIBRE AWG	NEUTRO CALIBRE	K *E-3	PARCIAL	ACUMULADO		KW-TRAMO	%	KW ACUMULADO
				0.037	0.000	0.000	0.000	28.495													
CIRCUITO # 2	CI-00	CI-01	7.81	26					0.958	0.037	7.481	2	6	-	3.2216	0.054	0.30	2.00	0.000792	0.0792	0.05423
	CI-01	CI-28	14.67	26					0.958	0.037	14.052	2	6	-	3.2216	0.102	0.40	2.00	0.001488	0.1488	0.15609
	CI-28	CI-29	8.00	2					0.074	0.037	0.589	2	6	-	3.2216	0.004	0.40	0.15	0.000062	0.0062	0.16036
	CI-29	CI-30	8.26	1					0.037	0.037	0.304	2	6	-	3.2216	0.002	0.41	0.08	0.000032	0.0032	0.16256
	CI-28	CI-31	14.81	22					0.811	0.037	12.004	2	6	-	3.2216	0.087	0.494	1.70	0.001271	0.1271	0.24310
	CI-31	CI-32	7.20	2					0.074	0.037	0.531	2	6	-	3.2216	0.004	0.411	0.15	0.000056	0.0056	0.24694
	CI-32	CI-33	11.40	1					0.037	0.037	0.420	2	6	-	3.2216	0.003	0.497	0.08	0.000044	0.0044	0.24999
	CI-31	CI-34	14.81	18					0.663	0.037	9.821	2	6	-	3.2216	0.071	0.482	1.39	0.001040	0.1040	0.31429
	CI-34	CI-35	14.72	16					0.589	0.037	8.677	2	6	-	3.2216	0.063	0.560	1.23	0.000919	0.0919	0.37718
	CI-35	CI-36	17.82	6					0.221	0.037	3.939	2	6	-	3.2216	0.029	0.510	0.46	0.000417	0.0417	0.40574
	CI-36	CI-37	14.48	5					0.184	0.037	2.667	2	6	-	3.2216	0.019	0.579	0.39	0.000282	0.0282	0.42507
	CI-37	CI-38	8.60	1					0.037	0.037	0.317	2	6	-	3.2216	0.002	0.513	0.08	0.000034	0.0034	0.42737
	CI-37	CI-39	16.52	3					0.111	0.037	1.826	2	6	-	3.2216	0.013	0.592	0.23	0.000193	0.0193	0.44060
	CI-39	CI-40	7.27	2					0.074	0.037	0.536	2	6	-	3.2216	0.004	0.517	0.15	0.000057	0.0057	0.44449
	CI-35	CI-41	9.39	8					0.295	0.037	2.768	2	6	-	3.2216	0.020	0.612	0.62	0.000293	0.0293	0.39724
	CI-41	CI-42	15.10	6					0.221	0.037	3.338	2	6	-	3.2216	0.024	0.541	0.46	0.000353	0.0353	0.42144
	CI-42	CI-43	14.26	4					0.147	0.037	2.101	2	6	-	3.2216	0.015	0.103	0.31	0.000222	0.0222	0.43667
	CI-43	CI-44	14.80	2					0.074	0.037	1.091	2	6	-	3.2216	0.008	0.111	0.15	0.000115	0.0115	0.44458

	CALCULO DE LAS REDES A 15 AÑOS										MOMENTO ELEC. KVA-MT	TIPO DE CONDUCTOR:			Monopolar	% DE REGULACIÓN		CORRIENTE (A)	PERDIDAS DE POTENCIA		
	TRAMO		LONG. TRAMO (MT)	NÚMERO DE LAMP. 37W	NÚMERO DE REF. 150W	NÚMERO DE LAMP. BALA 38W	NÚMERO DE TOMA-CORRIENTES 150W	MOTORES DE BOMBA 24,221KW	KVA TOTAL TRAMO	KVA PROM.		FASES No.	FASES CALIBRE AWG	NEUTRO CALIBRE	K *E-3	PARCIAL	ACUMULADO		KW-TRAMO	%	KW ACUMULADO
				0.037	0.000	0.000	0.000	28.495													
CIRCUITO # 3	CI-43	AB	44					2	56.991	1.295	2507.59	3	2/0	2/0	0.6595	1.65	1.65	80.48	0.265463	26.5463	0.26546

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)	NÚMERO DE LAMP. 37W 0.037				MOTORES DE BOMBA 24,221 KW 28.495	KVA TOTAL TRAMO	KVA PROM.			FASES No.	CALIBRE AWG	NEUTRO CALIBRE	K *E-3	PARCIAL	ACUMULADO
CIRCUITO #1	CI-00	CI-01	7.81	42					1.547	0.037	12.08		2	6	-	3.2216	0.088	0.09
	CI-01	CI-02	14.67	40					1.474	0.037	21.62		2	6	-	3.2216	0.157	0.24
	CI-02	CI-03	4.50	38					1.400	0.037	6.30		2	6	-	3.2216	0.046	0.29
	CI-03	CI-04	10.24	11					0.405	0.037	4.15		2	6	-	3.2216	0.030	0.32
	CI-04	CI-05	14.80	9					0.332	0.037	4.91		2	6	-	3.2216	0.036	0.36
	CI-05	CI-06	14.88	7					0.258	0.037	3.84		2	6	-	3.2216	0.028	0.38
	CI-06	CI-07	14.80	5					0.184	0.037	2.73		2	6	-	3.2216	0.020	0.40
	CI-07	CI-08	14.80	3					0.111	0.037	1.64		2	6	-	3.2216	0.012	0.42
	CI-08	CI-09	9.15	1					0.037	0.037	0.34		2	6	-	3.2216	0.002	0.42
	CI-03	CI-10	11.12	27					0.995	0.037	11.06		2	6	-	3.2216	0.080	0.37
	CI-10	CI-11	7.40	1					0.037	0.037	0.27		2	6	-	3.2216	0.002	0.37
	CI-10	CI-12	9.40	25					0.921	0.037	8.66		2	6	-	3.2216	0.063	0.43
	CI-12	CI-13	4.27	15					0.553	0.037	2.36		2	6	-	3.2216	0.017	0.45
	CI-13	CI-14	15.40	13					0.479	0.037	7.38		2	6	-	3.2216	0.053	0.50
	CI-14	CI-15	14.70	11					0.405	0.037	5.96		2	6	-	3.2216	0.043	0.55
	CI-15	CI-16	14.80	9					0.332	0.037	4.91		2	6	-	3.2216	0.036	0.58
	CI-16	CI-17	9.50	7					0.258	0.037	2.45		2	6	-	3.2216	0.018	0.60
	CI-17	CI-18	8.70	1					0.037	0.037	0.32		2	6	-	3.2216	0.002	0.60
	CI-17	CI-19	5.30	6					0.221	0.037	1.17		2	6	-	3.2216	0.008	0.61
	CI-19	CI-20	12.00	4					0.147	0.037	1.77		2	6	-	3.2216	0.013	0.62
	CI-20	CI-21	14.79	2					0.074	0.037	1.09		2	6	-	3.2216	0.008	0.63
	CI-12	CI-22	10.54	10					0.368	0.037	3.88		2	6		3.2216	0.028	0.46
	CI-22	CI-23	8.30	8					0.295	0.037	2.45		2	6		3.2216	0.018	0.48
	CI-23	CI-24	5.60	8					0.295	0.037	1.65		2	6		3.2216	0.012	0.49
	CI-24	CI-25	15.22	6					0.221	0.037	3.36		2	6		3.2216	0.024	0.52
	CI-25	CI-26	15.10	4					0.147	0.037	2.23		2	6		3.2216	0.016	0.53
	CI-26	CI-27	14.78	2					0.074	0.037	1.09		2	6		3.2216	0.008	0.54

	CALCULO DE LAS REDES A 15 AÑOS											MOMENTO ELEC. KVA-MT	TIPO DE CONDUCTOR:			Monopolar	% DE REGULACIÓN	
	TRAMO		LONG. TRAMO (MT)	NÚMERO DE LAMP. 37W 0.037				MOTORES DE BOMBA 24,221KW 28.495	KVA TOTAL TRAMO	KVA PROM.			FASES No.	CALIBRE AWG	NEUTRO CALIBRE	K *E-3	PARCIAL	ACUMULADO
CIRCUITO # 2	CI-00	CI-01	7.81	26					0.958	0.037	7.48		2	6	-	3.2216	0.054	0.05
	CI-01	CI-28	14.67	26					0.958	0.037	14.05		2	6	-	3.2216	0.102	0.16
	CI-28	CI-29	8.00	2					0.074	0.037	0.589		2	6	-	3.2216	0.004	0.16
	CI-29	CI-30	8.26	1					0.037	0.037	0.304		2	6	-	3.2216	0.002	0.16
	CI-28	CI-31	14.81	22					0.811	0.037	12.004		2	6	-	3.2216	0.087	0.24
	CI-31	CI-32	7.20	2					0.074	0.037	0.531		2	6	-	3.2216	0.004	0.25
	CI-32	CI-33	11.40	1					0.037	0.037	0.420		2	6	-	3.2216	0.003	0.25
	CI-31	CI-34	14.81	18					0.663	0.037	9.821		2	6	-	3.2216	0.071	0.31
	CI-34	CI-35	14.72	16					0.589	0.037	8.677		2	6	-	3.2216	0.063	0.38
	CI-35	CI-36	17.82	6					0.221	0.037	3.939		2	6	-	3.2216	0.029	0.41
	CI-36	CI-37	14.48	5					0.184	0.037	2.667		2	6	-	3.2216	0.019	0.43
	CI-37	CI-38	8.60	1					0.037	0.037	0.317		2	6	-	3.2216	0.002	0.43
	CI-37	CI-39	16.52	3					0.111	0.037	1.826		2	6	-	3.2216	0.013	0.44
	CI-39	CI-40	7.27	2					0.074	0.037	0.536		2	6	-	3.2216	0.004	0.44
	CI-35	CI-41	9.39	8					0.295	0.037	2.768		2	6	-	3.2216	0.020	0.40
	CI-41	CI-42	15.10	6					0.221	0.037	3.338		2	6	-	3.2216	0.024	0.42
	CI-42	CI-43	14.26	4					0.147	0.037	2.101		2	6	-	3.2216	0.015	0.44
	CI-43	CI-44	14.80	2					0.074	0.037	1.091		2	6	-	3.2216	0.008	0.44

	CALCULO DE LAS REDES A 15 AÑOS											MOMENTO ELEC. KVA-MT	TIPO DE CONDUCTOR:			Monopolar	% DE REGULACIÓN	
	TRAMO		LONG. TRAMO (MT)	NÚMERO DE LAMP. 37W 0.037				MOTORES DE BOMBA 24,221KW 28.495	KVA TOTAL TRAMO	KVA PROM.			FASES No.	CALIBRE AWG	NEUTRO CALIBRE	K *E-3	PARCIAL	ACUMULADO
CIRCUITO # 3	CI-00	AB	44					2	56.991	1.285	2527.53		3	2/0	2/0	0.6595	1.67	1.67

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
	<1	1,7
Distancia vertical "**c**" sobre o debajo de balcones o techos de fácil acceso a personas, y sobre techos accesibles a vehículos de máximo 2,45 m de altura. (Figura 3.10.1. a.)	44/34,5/33	4,1
	13,8/13,2/11,4/7,6	4,1
	<1	3,5
Distancia vertical "**d**" a carreteras, calles, callejones, zonas peatonales, áreas sujetas a tráfico vehicular. (Figura 3.10.1. a.) para vehículos de más de 2,45 m de altura.	115/110	6,1
	66/57,5	5,8
	44/34,5/33	5,6
	13,8/13,2/11,4/7,6	5,6
	<1	5

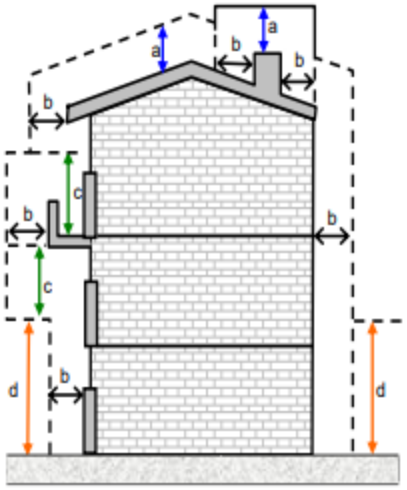


Figura 3.10.1. a. Distancias de seguridad en zonas con construcciones.

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.

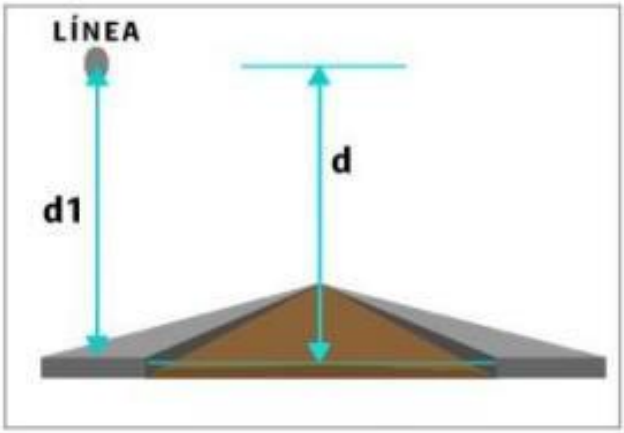


Figura 3.10.2. a. Distancias "d" y "d1" en cruce y recorridos de vías.

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

		DISTANCIAS EN METROS								
Tensión nominal (kV) entre fases de la línea superior	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 ESTRICTAMENTE 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.

Atentamente.



Cristian Jesús Riveros Gil. Ingeniero Electricista.
Mat: SN 205-152473.

ANEXOS

A. Declaración de cumplimiento RETIE.

B. Matricula profesional vigente de ingeniero proyectista.

C. Planos eléctricos del proyecto.

D. Cuadros de carga y regulación.