REPÚBLICA DE COLOMBIA
DEPARTAMENTO DE ARAUCA
MUNICIPIO DE SARAVENA
NIT: 800102799-6

DISEÑO ELECTRICO

DISEÑO ELECTRICO PARA EL PROYECTO "OPTIMIZACIÓN DE LA PLANTA DE SACRIFICIO BOVINO, MEDIANTE LA INSTALACION DE UN CUARTO FRÍO EN EL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA"

DISEÑO DETALLADO

RETIE RESOLUCIÓN 40117 DEL 2 DE ABRIL DE 2024

DIRECCION:
MUNICIPIO DE SARAVENA

Iván René Gómez Ocampo
Ingeniero Electricista.
C.C. 1116866723
Matricula. SN205-152998
cons.electricaig@gmail.com

FEBRERO 2025

IG
INGENIERO ELECTRICISTA
IVÁN GÓMEZ

CONTENIDO

RESUMEN 4
DESCRIPCION 4
ALCANCE 4
GENERALIDADES 6
LOCALIZACIÓN 6
OBJETIVOS 6
Objetivo general 6
Objetivos Específicos 6
1. DISEÑO DETALLADO SEGÚN RETIE 2024 "REQUERIMIENTOS GENERALES DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS" 6
(A) ANÁLISIS DE RIESGOS DE ORIGEN ELÉCTRICO Y MEDIDAS PARA MITIGARLOS 7
(B) ANÁLISIS DE NIVEL DE RIESGO POR RAYOS Y MEDIDAS DE PROTECCIÓN CONTRA RAYOS 15
REFERENCIAS NORMATIVAS 15
(C) ANÁLISIS Y CUADROS DE CARGAS INICIALES Y FUTURAS, INCLUYENDO ANÁLISIS DE FACTOR DE POTENCIA Y ARMÓNICOS 16
(D) ANÁLISIS DE COORDINACIÓN DE AISLAMIENTO ELÉCTRICO 17
(E) ANÁLISIS Y CÁLCULO DE CORTOCIRCUITO, ARCO ELECTRICO Y FALLA A TIERRA 18
(F) ANÁLISIS DEL NIVEL TENSIÓN REQUERIDO. 19
(G) CÁLCULO DE CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS 19
(H) SELECCIÓN DE TRANSFORMADOR INCLUYENDO EFECTOS DE LOS ARMONICOS Y FACTOR DE POSTENCIA EN LA CARGA 20
SECCIÓN 220. CÁLCULOS DE LOS CIRCUITOS ALIMENTADORES, RAMALES Y ACOMETIDAS 20
Demanda Máxima 21
Demanda Máxima Diversificada 21
Descripción de la carga 21
CALCULO DE TRANSFORMADOR 21
ANALISIS DE LA COORDINACIÓN DE AISLAMIENTO ELECTRICO 22
I) CÁLCULO DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA. 27
DISEÑO DE MALLA DE PUESTA A TIERRA 28
SITIO Y CONDICIONES AMBIENTALES 29
CODIGOS Y NORMAS 29
REQUISITOS DE LA MALLA DE PUESTA A TIERRA 29
DISEÑO DE LA MALLA A TIERRA 30
(J) CÁLCULO ECONÓMICO DE CONDUCTORES, TENIENDO EN CUENTA TODOS LOS FACTORES DE PÉRDIDAS, LAS CARGAS RESULTANTES Y LOS COSTOS DE LA ENERGÍA 31

(K) 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, IEEE 242, CAPÍTULO 9 O EQUIVALENTE..... 32

(L) CALCULO MECANICO DE ESTRUCTURAS Y DE ELEMENTOS DE SUJECION Y SOPORTES DE REDES DE TRANSMISION, DE DISTRIBUCIÓN, SUBESTACIÓN Y CENTRALES DE GENERACIÓN. 33

(M) CÁLCULO Y COORDINACIÓN DE PROTECCIONES CONTRA SOBRE CORRIENTES. 35

(N) CÁLCULOS DE CANALIZACIONES (TUBOS, DUCTOS, CANALES Y ELECTRODUCTOS), BANDEJAS PORTACABLES Y VOLUMEN DE ENCERRAMIENTOS (CAJAS, CONDULETAS, ARMARIOS, ETC.) 37

(O) CÁLCULO DE PÉRDIDAS DE ENERGÍA, TENIENDO EN CUENTA LOS EFECTOS DE ARMÓNICOS Y FACTOR DE POTENCIA. 39

(P) CÁLCULOS DE REGULACIÓN DE TENSIÓN. 41

(Q) CLASIFICACIÓN DE ÁREAS 41

(R) DIAGRAMAS UNIFILARES 41

(S) PLANOS ELÉCTRICOS PARA CONSTRUCCIÓN. 41

(T) ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN COMPLEMENTARIAS A LOS PLANOS, INCLUYENDO LAS DE TIPO TÉCNICO DE EQUIPOS Y MATERIALES Y SUS CONDICIONES PARTICULARES. 41

ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN 41

IDENTIFICACIÓN DE CONDUCTORES SEGÚN EL NIVEL DE TENSIÓN 41

SELECCIÓN DE MEDIDORES 42

(U) DISTANCIAS DE SEGURIDAD O SERVIDUMBRES REQUERIDAS. 42

(V) JUSTIFICACIÓN DE DESVIACIONES TÉCNICAS CUANDO SEA ESTRICTAMENTE NECESARIAS, SIEMPRE Y CUANDO NO COMPROMETA LA SEGURIDAD DE LAS PERSONAS O DE LA INSTALACIÓN. 44

(W) LOS DEMÁS ESTUDIOS QUE EL TIPO DE INSTALACIÓN REQUIERA PARA SU CORRECTA Y SEGURA OPERACIÓN. 44

(X) SELECCIÓN, CÁLCULO Y ESPECIFICACIÓN DE EQUIPOS DE GENERACIÓN DE ENERGÍA CONVENCIONALES Y NO CONVENCIONALES. 45

RESUMEN

Nombre proyecto eléctrico:	OPTIMIZACIÓN DE LA PLANTA DE SACRIFICIO BOVINO, MEDIANTE LA INSTALACION DE UN CUARTO FRIO EN EL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA
Ubicación:	Municipio de Saravena, Arauca
Tipo de servicio:	Oficial
Capacidad total instalada:	75 kVA
Tipo de subestaciones:	Se construira 1 transformador trifásico de 75 KVA con tensión primaria 13.200 V, tensión secundaria 220/127 V
Red de media tensión:	3X1/0 AWG XLPE L:14 Metros
Tipo de posteria:	Poste de concreto Autosoportado 12 mts x 1050 kgf
Acometida de Baja tensión:	Cable unipolar 3x2/0F+1/0N AWG Cu L:16 Metros
Eqeuipo de Medida:	1 Medidor de medida semidirecta Elester 0.5s

DESCRIPCION

El diseño del proyecto en general contempla la construcción de las instalaciones eléctricas para la **DISEÑO ELECTRICO PARA EL PROYECTO " OPTIMIZACIÓN DE LA PLANTA DE SACRIFICIO BOVINO, MEDIANTE LA INSTALACION DE UN CUARTO FRIO EN EL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA "**, La construcción cuenta con una distribucion amplia donde se encuantra 2 cuartos para frio, adicionalmente cuenta con un area de trabajo tecnico, cuartos electricos y zonas de trabajo profesional, cuanta con baños y y cocina. La construcion será alimentado por una red red subterránea en baja tensión en cable 3x2/0F+1/0N+4T AWG Cu desde un poste proyectado en la parte exterior del edificio con red exclusiva desde un transformador proyectado de 75 kva.

La proyeccion del sistema electrico no contempla la instalacion de equipos especiales o sensibles, se instalaran equipos de oficina (computadores e impresoras), ventiladores etc. Se utilizarán dos tableros de fuerza e iluminación dispuestos para cada piso.

ALCANCE

El alcance de la consultoria en el área eléctrica para el proyecto consiste en los siguientes puntos:

- ✓ Diseño de las redes eléctricas necesarias para la implementación de la nueva infraestructura.
- ✓ El RETIE en el cuerpo normativo, establece lo siguiente respecto a las tareas de diseño:

REQUISITOS TECNICOS ESCENCIALES: Los requisitos contenidos en este capitulo, son de aplicación obligatoria en todos los niveles de tensión y en todos los procesos y deben ser cumplidos según la situación particular en las instalaciones eléctricas objeto del presente reglamento. Se define asi la ruta de las respectivas memorias de cálculo.

TÍTULO 3 – DISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Artículo 3.3.1. Instalaciones eléctricas que requieren diseño : Toda instalación eléctrica a la que le aplique el RETIE debe contar con un diseño realizado por un profesional o profesionales legalmente competentes para desarrollar esa actividad. El diseño podrá ser detallado o básico según el tipo de instalación.

3.3.1.1. Diseño detallado: El diseño detallado debe ser ejecutado por profesionales de la ingeniería de acuerdo con la competencia otorgada por su matrícula profesional. Las partes involucradas con el diseño deben atender y respetar los derechos de autor y propiedad intelectual de los diseños. La profundidad con que se traten los temas dependerá de la complejidad y el nivel de riesgo asociado al tipo de instalación y debe contemplar los items que le apliquen de la siguiente lista:

ITEM	DESCRIPCIÓN	APLICA
A	Análisis de riesgos de origen eléctrico y medidas para mitigarlos.	SI
B	Análisis de riesgos por descargas eléctricas atmosféricas (rayos) y medidas de protección.	SI
C	Análisis y cálculo de cargas iniciales y futuras, incluyendo factor de potencia y armónicos.	SI
D	Coordinación de aislamiento eléctrico.	SI
E	Análisis y cálculos de cortocircuito, arco eléctrico y falla a tierra.	SI
F	Análisis del nivel tensión requerido.	SI
G	Cálculos de campos electromagnéticos.	NO
H	Cálculo de transformadores incluyendo efectos de los armónicos y factor de potencia en la carga.	SI
I	Sistema de puesta a tierra.	SI
J	Cálculo económico de conductores, teniendo en cuenta todos los factores de pérdidas, las cargas resultantes y los costos de la energía	SI
K	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.	SI
L	Cálculo mecánico de estructuras y de elementos de sujeción y soporte de redes de transmisión, de distribución, subestaciones y centrales de generación.	SI
M	Cálculo y coordinación de protecciones contra sobrecorrientes. En baja tensión se permite la coordinación con las características de limitación de corriente de los dispositivos según IEC 60947-2 Anexo A.	SI
N	Cálculos de canalizaciones (tubos, ductos, canales y electroductos), bandejas portacables y volumen de encerramientos (cajas, conduletas, armarios, etc.)	SI
O	Cálculo de pérdidas de energía, teniendo en cuenta los efectos de armónicos y factor de potencia.	SI
P	Cálculos de regulación de tensión.	SI
Q	Áreas clasificadas como peligrosas.	NO
R	Diagramas unifilares.	SI
S	Planos eléctricos para construcción.	SI
T	Especificaciones de construcción complementarias a los planos, incluyendo las de tipo técnico de equipos y materiales y sus condiciones particulares.	SI

U	Distancias de seguridad o servidumbre requeridas.	*SI*
V	Justificación de desviaciones técnicas cuando sea estrictamente necesarias, siempre y cuando no comprometa la seguridad de las personas o de la instalación.	*NO*
W	Los demás estudios que el tipo de instalación requiera para su correcta y segura operación, tales como condiciones sísmicas, acústicas, mecánicas o térmicas.	*SI*
X	Selección, cálculo y especificación de equipos de generación de energía convencionales y no convencionales.	*NO*

NOTA: La profundidad con que se traten los ítems dependerá del tipo de instalación y del criterio del diseñador donde aplicará el juicio profesional, ademas hara mención expresa de aquellos ítems que a su juicio no apliquen.

GENERALIDADES

Las especificaciones a continuación tienen por objeto describir las actividades de obras electricas y mecánicas que deberán realizarse para construir el proyecto, que tiene como Objeto la: **"OPTIMIZACIÓN DE LA PLANTA DE SACRIFICIO BOVINO, MEDIANTE LA INSTALACION DE UN CUARTO FRIO EN EL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA"**

LOCALIZACIÓN

El trabajo realizado se encuentra ubicado en Saravena Arauca.

OBJETIVOS

Objetivo general

OPTIMIZACIÓN DE LA PLANTA DE SACRIFICIO BOVINO, MEDIANTE LA INSTALACION DE UN CUARTO FRIO EN EL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA "

Objetivos Específicos

- Realizar los diseños eléctricos y elaboración de planos bajo los parámetros y requerimientos del RETIE.
- Calcular los parámetros mínimos exigidos en la norma NTC-2050 y RETIE
- Verificar cada uno de los materiales a utilizar para el cumplimiento de RETIE.

1. DISEÑO DETALLADO SEGÚN RETIE 2024 "REQUERIMIENTOS GENERALES DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS"

ALCANCE Y CONEXIÓN.

El proyecto se alimenta desde la red de 13.2 kV a 14 metros de distancia del proyecto dicha derivación se realizará en cable ecológico 1/0 AWG 15KV, el circuito de media tensión existente se deriva desde el poste existente a fueras del edificio. se instalará un transformador trifásico tetrafilar de 75 kVA para alimentar en baja tensión la carga proyectada.

La red de 13.2 kV se proyecta como se indica en los planos Anexos.

GENERALIDADES DE DISEÑO.

El diseño de las redes eléctricas para el proyecto en mención, se realizó bajo los lineamientos de Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas "RETIE" última actualización, y se tiene en cuenta las recomendaciones del Código eléctrico Nacional, Norma NTC 2050 y las publicaciones que contemplan las Normas hechas por la empresa de energía de Arauca en lo referente a selección de conductores, proyecciones, así como también las recomendaciones de construcción de las Normas ENEL-CODENSA.

CARGA DE DISEÑO.

El proyecto tiene por objeto alimentar cargas de tipo residencial e industrial, que está compuesto por las siguientes cargas:

TIPO DE CARGA	FACTOR DE POTENCIA
Tomacorriente Común-General	1.00
Cargas en general	0.95
Iluminación	0.94
Aire Acondicionado	0.88

(A) ANÁLISIS DE RIESGOS DE ORIGEN ELÉCTRICO Y MEDIDAS PARA MITIGARLOS

Para evaluar el nivel de riesgo de tipo eléctrico, se aplica la matriz para toma de decisiones plasmada en el RETIE 2024 Libro de instalaciones, 3.3.1.1. Diseño detallado a. Análisis de riesgos de origen eléctrico y medidas para mitigarlos.

El riesgo eléctrico es una condición peligrosa la cual, al contacto o falla del equipo puede resultar en un shock eléctrico, quemadura por arco eléctrico, por temperatura o explosión, con lamayor utilización de las instalaciones eléctricas de distribución y uso final, se ha observado un aumento en los accidentes originados por contactos directos e indirectos con partes energizadas, incendios de origen eléctricos y exposiciones por arco eléctrico, es por esto que se debenidentificar y minimizar todos los riesgos relacionados con una instalación eléctrica; a continuación se mostraran algunas definiciones y la metodología para identificar y minimizar dichos riesgos.

EVALUACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO

El RETIE califica las instalaciones eléctricas como de alto riesgo, cuando estas carecen de protecciones en pro de la integridad de las personas, para evaluar el nivel de riesgo eléctrico del proyecto; se utilizó la metodología de la matriz de análisis de riesgos expuesta del RETIE; en el siguiente punto, se muestra el análisis de algunos factores de riesgo debidos a las subestaciones de poste y a las líneas y sus tablas de acciones de control.

ELABORACIÓN DE MATRIZ O PANORAMA DE RIESGOS

a. Definir el factor de riesgo que se requiere evaluar o categorizar.
b. Definir si el riesgo es potencial o real.
c. Determinar las consecuencias para las personas, económicas, ambientales y de imagen de la empresa. Estimar dependiendo del caso particular que analiza.
d. Buscar el punto de cruce dentro de la matriz correspondiente a la consecuencia (1, 2, 3, 4, 5) y a la frecuencia determinada (a, b, c, d, e): esa será la valoración del riesgo para cada clase.
e. Repetir el proceso para la siguiente clase hasta que cubra todas las posibles pérdidas.
f. Tomar el caso más crítico de los cuatro puntos de cruce, el cual será la categoría o nivel del riesgo.
g. Tomar las decisiones o acciones, según lo indicado en la Tabla 9.4.

DISEÑO ELECTRICO:
OPTIMIZACION FRIGORIFICO DE SARAVENA

De acuerdo con el proyecto se diligencio la matriz para cada uno de los posibles riesgos y se realizó el análisis tomando como base la matriz para análisis de riesgo tabla 9.3 RETIE.

COLOR	NIVEL DE RIESGO	DECISIONES A TOMAR Y CONTROL	PARA EJECUTAR LOS TRABAJOS.
	MU 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 (AST) y autoriza su realización, mediante un Permiso Especial de Trabajo (PES)
	ALTO	Minimizarlo. Buscar alternativas que presenten menor riesgo. Demostrar cómo se va a controlar el riesgo, aislar con barreras o distancia, usar EPP Requiere permiso especial de trabajo	El jefe o supervisor del área involucrada, aprueba el Análisis de Trabajo Seguro (AST) y el permiso de trabajo (PT) presentados por el líder a cargo del trabajo
	MEDIO	Aceptarlo. Aplicar los sistemas de control (minimizar, aislar, suministrarEPP, procedimientos, protocolos, lista de verificación usar EPP) Requiere permiso especial de trabajo	El líder del grupo de trabajo diligencia el Análisis de Trabajo Segura (AST) y el 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 de trabajo	El líder debe verificar: • ¿Qué puede salir mal o fallar? • ¿Qué puede causar que algo salga mal o fallar? • ¿Qué podemos hacer para evitar que algo salga mal o falle?
	MUY BAJO	Vigilar posibles cambios	No afecta la secuencia de las Actividades

GOLPES

POSIBLES CAUSAS; la Inadecuada utilización de las herramientas, Utilización de herramientas defectuosas o inapropiadas, No utilización de equipos de protección individual, Posturas forzadas.

MEDIDAS DE PROTECCION: se deben inspeccionar las herramientas de trabajo antes de iniciar la jornada laboral, revisar las carpetas de inspeccion de dichas herramientas

RIESGO A EVALUAR	GOLPES	por	HERRAMIENTAS	(al) o (en)	SUB-ESTACION
	EVENTO O EFECTO		FACTOR DE RIESGO (CAUSA)		FUENTE REAL

POTENCIAL ☐ REAL ■

CONSECUENCIAS	EN PERSONAS	ECONOMICAS	AMBIENTALES	EN LA IMAGEN DE LA EMPRESA		FRECUENCIA E: No ha ocurrido en el sector	D: ha ocrrido en el sector	C: ha ocurrido en la empresa	B: sucede varias veces en el año en la empresa	A: sucede varias veces al mes en la empresa
	Una o mas muertes	daño grave en infraestructuras interrupcion regional	Contaminacion irreparable	Internacional	5	MEDIO	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores. Salida de subestación	Contaminacion mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	[redacted]	[redacted]
	Incapacidad temporal (>1 dia)	Daños severos, Interrupcion temporal	Contaminacion localizada	Regional	3	[redacted]	MEDIO	MEDIO	MEDIO	[redacted]
	lesion menor sin incapacidad	Daños importantes, Interrupcion breve	Efecto menor	Local	2	[redacted]	[redacted]	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves. No interrupcion	Sin efecto	Interna	1	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	MEDIO

Evaluador: Ing. Ivan Rene Gomez Ocampo — MP: SN205-152998 — Fecha: Febrero 2025

COLOR	NIVEL DE RIESGO	DECISIONES A TOMAR Y CONTROL	PARA EJECUTAR LOS TRABAJOS
[redacted]	MUY BAJO	Vigilar posibles cambios	No afecta la secuencia de las Actividades

DISEÑO ELECTRICO
OPTIMIZACION FRIGORIFICO DE SARAVENA

	CAIDAS POSIBLES CAUSAS: un inapropiado uso de los elementos de sucesion y posicion para trabajo seguro en alturas, equipos en mal estado, por posturas indebidas, trabajo forzado en cimas no apropiados. MEDIDAS DE PROTECCION: se deben inspeccionar las herramientas de trabajo antes de iniciar la jornada laboral, revisar las carpetas de inspeccion de dichas herramientas

RIESGO A EVALUAR	CAIDAS	por	TRABAJOS EN ALTURAS	(al) o (en)	SUB-ESTACION
	EVENTO O EFECTO		FACTOR DE RIESGO (CAUSA)		FUENTE REAL

POTENCIAL ☐ REAL ■

CONSECUENCIAS	EN PERSONAS	ECONOMICAS	AMBIENTALES	EN LA IMAGEN DE LA EMPRESA		FRECUENCIA E No ha ocurrido en el sector	D ha ocurrido en el sector	C ha ocurrido en la empresa	B sucede varias veces en el año en la empresa	A sucede varias veces al mes en la empresa
	Uno o mas muertes	daño grave en infraestructuras interrupcion regional	Contaminación irreparable	Internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores. Salida de subestación	Contaminacion mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	MUY ALTO
	Incapacidad temporal (>1 dia)	Daños severos. Interrupcion temporal	Contaminacion localizada	Regional	3	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	lesion menor sin incapacidad	Daños importantes, interrupcion breve	Efecto menor	Local	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	molestia funcional (efecto rendimiento laboral)	Daños leves. No interrupcion	Sin efecto.	Interna	1	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO

Evaluador: Ing. Ivan Rene Gomez Ocampo | MP: SN205-152998 | Fecha: Febrero 2025

COLOR	NIVEL DE RIESGO	DECISIONES A TOMAR Y CONTROL	PARA EJECUTAR LOS TRABAJOS
	MEDIO	Aceptarlo, Aplicar los sistemas de control (minimizar, aislar, suministrar EPP, procedimientos, protocolos, lista de verificación usar EPP) Requiere permiso especial de trabajo	El líder del grupo de trabajo diligencia el Análisis de Trabajo Segura (AST) y el de área aprueba el permiso de Trabajo (PT) según procedimiento establecido

	SOBRECARGAS POSIBLES CAUSAS: Superar lo límites nominales de los equipos o de los conductores, instalaciones que no cumplan las normas tecnicas, torque inadecuado en conexiones con borneras en armarios, no tener en cuenta el factor de potencia. MEDIDAS DE PROTECCION: uso de interruptores automaticos con reles de sobrecarga, interruptores automaticos asociados con cortacircuitos y fusibles diseñados y dimensionados por un profesional competente. Compensacion de energia reactiva.

RIESGO A EVALUAR	ELECTROCUCION O QUEMADURA	por	SOBRECARGA	(al) o (en)	RED SECUNDARIA 120/208
	EVENTO O EFECTO		FACTOR DE RIESGO (CAUSA)		FUENTE REAL

POTENCIAL ☐ REAL ■

CONSECUENCIAS	EN PERSONAS	ECONOMICAS	AMBIENTALES	EN LA IMAGEN DE LA EMPRESA		FRECUENCIA E No ha ocurrido en el sector	D ha ocurrido en el sector	C ha ocurrido en la empresa	B sucede varias veces en el año en la empresa	A sucede varias veces al mes en la empresa
	Una o mas muertes	daño grave en infraestructuras interrupcion regional	Contaminacion irreparable	Internacional	5	MEDIO				
	incapacidad parcial permanente	Daños mayores. Salida de subestacion	Contaminacion mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO		
	incapacidad temporal (>1 dia)	Daños severos, interrupcion temporal	Contaminacion localizada	Regional	3		MEDIO	MEDIO	MEDIO	
	lesion menor sin incapacidad	Daños importantes. Interrupcion breve	Efecto menor	Local	2			MEDIO	MEDIO	MEDIO
	molesta funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves. No interrupcion.	Sin efecto	Interna	1					MEDIO

Evaluador: Ing. Ivan Rene Gomez Ocampo MP: SN205-152998 Fecha: Febrero 2025

COLOR	NIVEL DE RIESGO	DECISIONES A TOMAR Y CONTROL	PARA EJECUTAR LOS TRABAJOS
	MEDIO	Aceptarlo. Aplicar los sistemas de control (minimizar, aislar, suministrar EPP, procedimientos, protocolos, lista de verificación, usar EPP) Requiere permiso especial de trabajo	El lider del grupo de trabajo diligencia el Análisis de Trabajo Seguro (AST) y el de área aprueba el permiso de Trabajo (PT) según procedimiento establecido

	CONTACTOS DIRECTO
	POSIBLES CAUSAS: Superar lo límites nominales de los equipos o de los conductores, instalaciones que no cumplan las normas tecnicas; torque inadecuado en conexiones con borneras en armarios, no tener en cuenta el factor de potencia. MEDIDAS DE PROTECCION: uso de interruptores automaticos con relés de sobrecarga, interruptores automaticos asociados con cortacircuitos y fusibles diseñados y dimensionados por un profesional competente. Compensacion de energia reactiva.

RIESGO A EVALUAR	ELECTROCUCION O QUEMADURA	por	CONTACTO INDIRECTO	(al) o (en)	SUBESTACION
	EVENTO O EFECTO		FACTOR DE RIESGO (CAUSA)		FUENTE REAL

POTENCIAL ☐ REAL ■

CONSECUENCIAS	EN PERSONAS	ECONOMICAS	AMBIENTALES	EN LA IMAGEN DE LA EMPRESA		FRECUENCIA E No ha ocurrido en el sector	FRECUENCIA D ha ocurrido en el sector	FRECUENCIA C ha ocurrido en la empresa	FRECUENCIA B sucede varias veces en el año en la empresa	FRECUENCIA A sucede varias veces al mes en la empresa
	Una o mas muertes	daño grave en infraestructuras interrupcion regional	Contaminacion irreparable	Internacional	5	MEDIO	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores. Salida de subestacion	Contaminacion mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	[illegible]	[illegible]
	Incapacidad temporal (>1 dia)	Daños severos. Interrupcion temporal	Contaminacion localizada	Regional	3	[illegible]	MEDIO	MEDIO	MEDIO	[illegible]
	lesion menor sin incapacidad	Daños importantes. Interrupcion breve	Efecto menor	Local	2	[illegible]	[illegible]	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves. No interrupcion	Sin efecto	Interna	1	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	MEDIO

Evaluador: Ing. Ivan Rene Gomez Ocampo MP: SN205-152998 Fecha: Febrero 2025

COLOR	NIVEL DE RIESGO	DECISIONES A TOMAR Y CONTROL	PARA EJECUTAR LOS TRABAJOS
[illegible]	MEDIO	Aceptarlo. Aplicar los sistemas de control (minimizar, aislar, suministrar EPP, procedimientos, protocolos, lista de verificación usar EPP) Requiere permiso especial de trabajo	El líder del grupo de trabajo diligencia el Análisis de Trabajo Segura (AST) y el de área aprueba el permiso de Trabajo (PT) según procedimiento establecido

CONTACTO INDIRECTO

POSIBLES CAUSAS: Superar lo límites nominales de los equipos o de los conductores, instalaciones que no cumplan las normas tecnicas, torque inadecuado en conexiones con borneras en armarios, no tener en cuenta el factor de potencia.

MEDIDAS DE PROTECCION: uso de interruptores automaticos con reles de sobrecarga, interruptores automaticos asociados con contactos y fusibles diseñados y dimensionados por un profesional competente. Compensacion de energia reactiva.

RIESGO A EVALUAR	ELECTROCUCION	por	TENSION DE PASO	(al) o (en)	SUB-ESTACION
	EVENTO O EFECTO		FACTOR DE RIESGO (CAUSA)		FUENTE REAL

POTENCIAL ☐ REAL ■

CONSECUENCIAS	EN PERSONAS	ECONOMICAS	AMBIENTALES	EN LA IMAGEN DE LA EMPRESA		FRECUENCIA E: No ha ocurrido en el sector	D: ha ocrrido en el sector	C: ha ocurrido en la empresa	B: sucede varias veces en el año en la empresa	A: sucede varias veces al mes en la empresa
	Una o mas muertes	daño grave en infraestructuras interrupcion regional	Contaminacion irreparable	Internacional	5	MEDIO				
	incapacidad parcial permanente	Daños mayores. Salida de subestación	Contaminacion mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO		
	Incapacidad temporal (>1 dia)	Daños severos, interrupcion temporal	Contaminacion localizada	Regional	3		MEDIO	MEDIO	MEDIO	
	lesion menor sin incapacidad	Daños importantes. Interrupcion breve	Efecto menor	Local	2			MEDIO	MEDIO	MEDIO
	molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves. No interrupcion	Sin efecto	Interna	1					MEDIO

Evaluador: Ing. Ivan Rene Gomez Ocampo MP: SN205-152998 Fecha: Febrero 2025

COLOR	NIVEL DE RIESGO	DECISIONES A TOMAR Y CONTROL	PARA EJECUTAR LOS TRABAJOS
	MUY BAJO	Vigilar posibles cambios	No afecta la secuencia de las Actividades

	ELECTRICIDAD ESTATICA POSIBLES CAUSAS: Superar lo limites nominales de los equipos o de los conductores, instalaciones que no cumplan las normas tecnicas, torque inadecuado en conexiones con borneres en armarios. MEDIDAS DE PROTECCION: uso de interruptores automaticos con reles de sobrecarga, interruptores automaticos asociados con contactoruitos y fusibles diseñados y dimensionados pór un profesional competente. Compensacion de energia reactiva.

RIESGO A EVALUAR	ELECTROCUCION	por	TENSIÓN DE PASO	(al) o (en)	SUB-ESTACION
	EVENTO O EFECTO		FACTOR DE RIESGO (CAUSA)		FUENTE REAL

POTENCIAL ☐ REAL ■

CONSECUENCIAS	EN PERSONAS	ECONOMICAS	AMBIENTALES	EN LA IMAGEN DE LA EMPRESA		FRECUENCIA E No ha ocurrido en el sector	FRECUENCIA D ha ocrrido en el sector	FRECUENCIA C ha ocurrido en la empresa	FRECUENCIA B sucede varias veces en el año en la empresa	FRECUENCIA A sucede varias veces al mes en la empresa
	Una o mas muertes	daño grave en infraestructuras interrupcion regional	Contaminacion irreparable	Internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	
	incapacidad parcial permanente	Daños mayores. Salida de subestación	Contaminacion mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	ALTO
	incapacidad temporal (>1 dia)	Daños severos, interrupcion temporal	Contaminacion localizada	Regional	3		MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	lesion menor sin incapacidad	Daños importantes, interrupcion breve	Efecto menor	Local	2			MEDIO	MEDIO	MEDIO
	molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves, No interrupcion	Sin efecto	Interna	1					MEDIO

Evaluador: Ing. Ivan Rene Gomez Ocampo MP: SN205-152998 Fecha: Febrero 2025

COLOR	NIVEL DE RIESGO	DECISIONES A TOMAR Y CONTROL	PARA EJECUTAR LOS TRABAJOS
	MUY BAJO	Vigilar posibles cambios	No afecta la secuencia de las Actividades

(B) ANÁLISIS DE NIVEL DE RIESGO POR RAYOS Y MEDIDAS DE PROTECCIÓN CONTRA RAYOS

El objeto de este informe es verificar y establecer los requisitos y medidas que deben cumplir la protección contra daños físicos a la estructura y lesiones a seres vivos por medio de un sistema de apantallamiento para protección contra rayos, en las instalaciones del proyecto: DISEÑO ELECTRICO PARA EL PROYECTO "OPTIMIZACIÓN DE LA PLANTA DE SACRIFICIO BOVINO, MEDIANTE LA INSTALACION DE UN CUARTO FRIO EN EL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA".

La protección contra el rayo o los "efectos directos" consiste en:

- Capturar el rayo constituyendo un punto de impacto privilegiado con un dispositivo de captura natural o específico (pararrayos, jaula enmallada o hilos armados).
- Canalizar la corriente de rayo facilitando su paso al medio de "bajada a tierra"
- Conducir la corriente de rayo a la tierra, garantizando su dispersión en el suelo con un sistema de puesta a tierra.

LA INFRAESTRUCTURA FÍSICA ESTARÍA CONFORMADA POR:

Acometida En Baja Tension

Uso Final industrial

Este diseño cumple con los criterios de seguridad exigidos por el artículo 18 del anexo del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE) y las normas NTC 4552, 2008.

En este documento se describe la metodología utilizada, se analizan los resultados y se presentan las conclusiones y recomendaciones derivadas del estudio realizado.

REFERENCIAS NORMATIVAS

NTC 4552-1 / 2008 PROTECCIÓN CONTRA DESCARGAS ELÉCTRICAS ATMOSFÉRICAS (RAYO) –PRINCIPIOS GENERALES.

NTC 4552-2 / 2008 PROTECCIÓN CONTRA DESCARGAS ELÉCTRICAS ATMOSFÉRICAS (RAYO) –MANEJO DEL RIESGO.

NTC 4552-3 / 2008 PROTECCIÓN CONTRA DESCARGAS ELÉCTRICAS ATMOSFÉRICAS (RAYO) –DAÑOS FISICOS A ESTRUCTURAS Y AMENAZAS A LA VIDA.

IEC 62305

ANEXO GENERAL –REGLAMENTO TÉCNICO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS (RETIE)

LOS VALORES OBTENIDOS SON LOS SIGUIENTES:

ÍNDICE	DETERMINACION DE LA NECESIDAD DE PROTECCION SEGÚN LA NORMA UNE-EN 62305-2		
	RIESGO DE PÉRDIDA DE VIDAS HUMANAS	RIESGO DE PÉRDIDA DEL SERVICIO PÚBLICO	RIESGO DE PÉRDIDA DEL PATRIMONIO CULTURAL
	R1	R2	R3
VALORES DE RIESGO TOLERABLE	1,0000000 E-05	1,00 E-03	1,00 E-03
VALORES DE RIESGO CALCULADO	5,03 E-05	1,50 E-00	3,2 E-06

CONTROL DEL RIESGO	OK	OK	OK
ACCIONES A TOMAR	NINGUNA	NINGUNA	NINGUNA

Para el cálculo anterior tenemos que el nivel de indicador de gravedad es bajo.

La densidad de descargas a tierra del municipio de SARAVENA DDT=2, lo cual da un parámetro de indicador de rayo BAJA.

La instalación de un sistema externo e interno no es necesaria según la IEC 62305-2, pero es recomendable

CONCLUSIÓN DEL ANÁLISIS DE RIESGO:

No es necesario la protección contra rayo para el proyecto, sin embargo, se realizarán los cálculos para realizar la instalación de protección para caída de rayos

(C) ANÁLISIS Y CUADROS DE CARGAS INICIALES Y FUTURAS, INCLUYENDO ANÁLISIS DE FACTOR DE POTENCIA Y ARMÓNICOS.

El análisis y los cuadros de cargas son trascendentes en los proyectos eléctricos, en estos se pauta punto por punto la información y descripción de las cargas electricas que se dimensionaran en cada uno, la capacidad de las protecciones, el calibre de los conductores y el número de circuitos para un tablero eléctrico en particular, o para toda la instalación.

Para su dimensionamiento, se cuenta con un diseño de instalaciones eléctricas (planos), conociendo las especificaciones técnicas de los equipos que formarán parte del proyecto a elaborar. Las instalaciones aquí diseñadas serán usadas para alimentar las cargas del edificio de la alcaldía de Tame.

Los cálculos se hacen atendiendo la norma NTC 2050 "CÓDIGO ELÉCTRICO COLOMBIANO"

- **Factor de demanda**

Factor de demanda: El factor de demanda para el cálculo del alimentador el indicado en la norma colombiana NTC 2050 "CÓDIGO ELÉCTRICO COLOMBIANO, CAPÍTULO 2. ALAMBRADO Y PROTECCIÓN DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS".

- **Cuadro de cargas**

Debido a la aplicación del proyecto se utilizaran cuatro tableros de distribución y dos cajas para equipos de medida.

CMMS: Caja Medidor De Medida Semidirecta

TDG: Tablero de Distribución General

ANEXO 1-TABLERO DE DISTRIBUCIÓN PRINCIPAL TGA

No. BREAKER		Descripción Circuito Ramal	Carga Inst. Fase en (VA) R	S	T	Factor Corrección de carga	Protección Eléctrica Polos	Amp.	Ics. (kA)	Tensión (V)	Cir. #	Corriente nominal (A)	Distancia Tablero (m)	Número de Conductores F	N	Cable AWG (THW) F	N	Cable de Tierra (AWG)	Pérdidas de energía (W)
1 3 5	1-3-5	TABLERO CAVA 1 (A	8333			X	3	70	15	220	01	65,6	18,0	3	1	4	8	8	Cobre	65,61
2 4 6	2-4-6			8333																
1 3 5	1-3-5	TABLERO CAVA 2 (B)			8333	X	3	70	15	220	01	65,6	18,0	3	1	4	8	8	1,1375	73,61
2 4 6	2-4-6		8333																	
7	7	ILUMINACIÓN	340			X	1	20	15	127	01	1,9	25,0	1	1	12	12	12	0,27%	0,47
8	8	TOMA COMEDOR		500		X	1	20	15	127	01	3,9	20,0	1	1	12	12	12	0,42%	1,65

Carga Instalada Fase R (VA) :	14.907	Total Carga Instalada (VA):	50.740
Carga Instalada Fase S (VA) :	17.167		
Carga Instalada Fase T (VA) :	14.667	Factor de Demanda :	1,00
Carga de reserva (VA):	4.000	Total Carga Demandada (VA):	50.740
Corriente Total Demandada (A) :	160,0	Tipo de carga:	No lineal
Corriente total demandada + 25% (A) :	176,1		
Protección general tablero (A):	3X160(A)	Capacidad Mínima Barras Fases (A) :	175
Icc (kA):	15	Capacidad Mínima Barra Neutro (A) :	175
Desbalance :	2,9%	Capacidad Mínima Barra Tierra (A) :	175
Descripción tablero :	Polimax Tipo TMG	Tensión L - L (V) :	220
Alimentador eléctrico :	3X(3X2/0)+1X1/0(PVC)+1X4(T) 65,19 A 75°C	Tensión L - N (V) :	127
Material conductor:	Cobre		
Material canalización:	PVC	Fuente de alimentación :	Medidor existente ubicado en poste
Tamaño canalización :	1 Ø 2"	Localización Tablero :	PARED
Factor de potencia:	0,9	Distancia fuente de alimentación (m) :	35
Resistencia: (Ω/km)	0,37	Pérdidas de energía (W):	141
Reactancia: (Ω/km)	0,12		
Caída de tensión: [%]	0,3%		
Caída de tensión acumulada: [%]	1%		

TGA: Tablero de Distribucion Principal

(D) ANÁLISIS DE COORDINACIÓN DE AISLAMIENTO ELÉCTRICO

Los niveles de tensión requeridos serán de nivel 1 y 2, teniendo en cuenta que se realizará la conexión a una red de media tensión de 13,2 kV.

Todos los componentes y transformador del sistema a conectar operan a un nivel de tensión:

- Para media tensión: 13200 / 34500 V – 60Hz

- Para baja tensión: 208 / 120 V

La conexión de energía eléctrica para el suministro de la carga demandada se hace en baja tensión en red aérea desde la subestación mencionada en el exterior del edificio. El aislamiento de las redes de distribución se selecciona según los niveles de tensión del operador de red, la cual especifica los siguientes valores:

Nivel: Baja tensión 120/208V

Los empalmes de los cables se realizarán de manera mecánica, con una capacidad de funcionamiento de hasta 600 V. Tendrán, junto a los conductores un factor de seguridad de 2,88.

Aislamiento BT: 600V

Aislamiento MT: 15000V

Analizamos la tensión de impulso que deben soportar los equipos de este tipo de instalación edificio comercial de 120/208 V.

De la tabla E3 NTC4552-1 *"Tension al impulso que deben soportar los equipos"* así:

Nivel de Tensión de operación de los equipos (V)	BIL requerido en (Kv)			
	Contadores	Tableros, interruptores, cables, etc.	Electrodomésticos, Herramientas portátiles	Equipo electrónico
	Categoría IV	Categoría III	Categoría II	Categoría I
120-240,127/220	4	2,5	1,5	0,8
254/440,277/480	6	4	2.5	1.5

A continuación, se muestra el cálculo realizado para la selección de aislamiento de media tensión

Distancia mínima de fuga: Se calcula la distancia mínima de fuga, según el grado de contaminación establecido en la norma IEC 60071-2 así:

$$D_t = \frac{V_{max}}{\sqrt{3}} * D_f * \delta \text{ , Donde}$$

$\delta =$ Es el factor de corrección por densidad del aire

$$\delta = e^{\frac{h}{8150}} = e^{\frac{343}{8150}} = 1.042984$$

$h = Saravena - Arauca\ (Colombia)\ a\ 223\ msnm$

$D_t =$ es la distancia total de fuga, en mm

GRADO DE CONTAMINACION	DESCRIPCION	DISTANCIA MINIMA DE FUGA D_f
I- Insignificante	Áreas no industriales y de baja densidad de casa equipadas con equipos de calefacción	16 mm/kV

$V_{max} =$ es el valor eficaz de la tensión máxima de operación, en kV

$D_f =$ es la distancia mínima de fuga, en mm/kV de acuerdo al grado de contaminación

$$D_t = \frac{17.5\ kV}{\sqrt{3}} * 16 mm/kV * 1.042984$$

$$D_t = 168.6\ mm$$

De acuerdo con el cálculo anterior se selecciona para las estructuras de paso el aislador tipo Pin sencillo ANSI 55-5 el cual tiene una distancia de fuga de 305 mm cumpliendo con lo calculado de 168.6 mm.

(E) ANÁLISIS Y CALCULO DE CORTOCIRCUITO, ARCO ELECTRICO Y FALLA A TIERRA.

Datos suministrados por operador de red ENELAR E.S.P

El Cálculo de la corriente de cortocircuito Se realizara para el caso de una falla en bornes secundarios del transformador, referida al primario; por el motivo se aplica el cálculo incluyendo la acometida principal. Los Datos

suministrados por el operador de red pertenecen a la red de media tensión los cuales son necesarios para el cálculo y análisis de cortocircuito del sistema.

$$I_n = \frac{kVA * 75}{E_2 * \sqrt{3}}$$

$$I_n = \frac{1000 * 75}{220 * \sqrt{3}} = 196.83$$

$$I_{SC} = 196.83 * 0.4 = 4920$$

RESULTADOS DE ANALISIS DE CORTOCIRCUITO		
DESCRIPCION	Icc (KA) 3F	Icc (KA) FT
CONEXIÓN BARRAJE TRAFO	4920	

Obtenemos una corriente de cortocircuito considerable por lo tanto utilizaremos una proteccion principal o general de 150 A. 20 kA, dos protecciones para los tableros de breaker de 70 A.

(F) ANÁLISIS DEL NIVEL TENSIÓN REQUERIDO.

La conexión de energía eléctrica se hace desde la red de baja tensión que corresponde a un nivel I (220-127 V) que llegara a un medidor clase 1.0 en baja tensión la conexión de la red de acometida principal se realizara a una tensión normalizada Trifásica por el OR a 220/127V, no se contemplaron equipos especiales dentro de la clinica por tal motivo no se contemplaran tensiones de alimentación diferentes a las mencionadas. La ubicación del punto de conexión a la red se indicará en planos.

*"**Niveles de Tensión.** Los sistemas de Transmisión Regional y/o Distribución Local se clasifican por niveles, en función de la tensión nominal de operación, según la siguiente definición:*

Nivel 4: Sistemas con tensión nominal mayor o igual a 57,5 kV y menor a 220 kV.
Nivel 3: Sistemas con tensión nominal mayor o igual a 30 kV y menor de 57,5 kV.
Nivel 2: Sistemas con tensión nominal mayor o igual a 1 kV y menor de 30 kV.
Nivel 1: Sistemas con tensión nominal menor a 1 kV."

(G) CÁLCULO DE CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS.

No Aplica: Debido a que no existen redes ni subestaciones de alta tensión cerca a la edificación objeto de este diseño, no es necesario el cálculo del campo eléctrico: *"Los diseños de líneas o subestaciones de tensión superior a 57,5 KV, en zonas donde se tengan en las cercanías edificaciones ya construidas, deberí incluir un análisis del campo electromagnético en los lugares donde se vaya a tener la presencia de personas."*

La densidad de flujo magnético se debe calcular para corrientes mayores de 1000 A. y tensiones mayores a 57.5 KV

La corriente máxima que tendrá la instalación será de 150 A. Por los motivos antes expuestos a un nivel de tensión 220/127 V. en baja tensión, este numeral no aplica.

(H) SELECCIÓN DE TRANSFORMADOR INCLUYENDO EFECTOS DE LOS ARMONICOS Y FACTOR DE POSTENCIA EN LA CARGA.

El cálculo de los transformadores se realiza considerando lo establecido en las tablas 220-11 y 220-13 de la norma NTC2050. Por motivos de seguridad asociados al uso de las instalaciones la iluminación de las áreas de aulas, áreas de estimulación física y sensorial, gimnasio, comedor y de oficinas se toma al 100%, y las áreas comunes se diversifican considerando lo establecido en la mencionada tabla 220-13.

SECCIÓN 220. CÁLCULOS DE LOS CIRCUITOS ALIMENTADORES, RAMALES Y ACOMETIDAS

De acuerdo con el numeral ***220-42. Alumbrado general,*** de la NTC 2050. Los factores de demanda especificados en la Tabla 220-41 se deben aplicar a la parte de la carga total calculada del circuito ramal de alumbrado general. Esos factores no se deben aplicar para calcular el número de circuitos ramales para alumbrado general.

Tabla 220-42. Factores de demanda de cargas de alumbrado

Tipo de ocupación	Parte de la carga de alumbrado a la que se aplica el factor de demanda (VA)	Factor de demanda %
Unidades de vivienda	Primeros 3 000 o menos	100
	De 3.001 a 120 000	35
	A partir de 120 000	25
Hospitales*	Primeros 50 000 o menos	40
	A partir de 50 000	20
Hoteles y moteles, incluidos bloques de apartamentos sin cocina *	Primeros 20 000 o menos	50
	De 20.001 a 100 000	40
	A partir de 100 000	30
Depósitos	Primeros 12 500 o menos	100
	A partir de 12 500	50
Todos los demás	VA totales	100

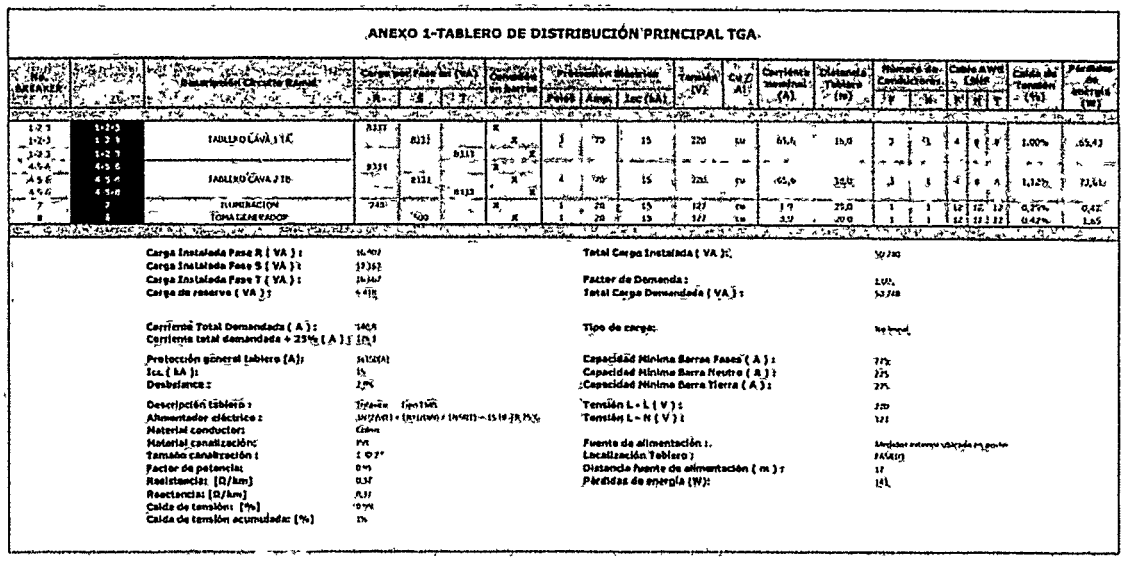
Por lo tanto se asume un factor de demanda del 100 % para el alumbrado de las instalaciones deportivas y para los locales comerciales asumiremos tipo vivienda.

De acuerdo con el numeral **220-44 Cargas de tomacorrientes en unidades diferentes de las viviendas,** En edificaciones que no sean de viviendas, debe permite que las cargas de tomacorrientes calculadas , de acuerdo con las secciones 220.14 (H) e (I), se calculen de acuerdo con los factores de demanda de la tabla 220.42 o la tabla 220.44

Tabla 220-44. Factores de demanda para cargas de tomacorrientes que no sean de vivienda.

Parte de la carga de alumbrado a la que se aplica el factor de demanda (VA)	Factor de demanda %
Primeros 10 000 VA o menos	100
A partir de 10 000 VA	50

ANEXO 1-TABLERO DE DISTRIBUCIÓN PRINCIPAL TGA.



Demanda Máxima

Para servicio trifásico, aplicando factores de demanda y con un factor de crecimiento anual de la demanda del 1%, seria:

DMP = (DMD) x (1, 01) n

Dónde: DMP: Demanda Máxima proyectada DMD: Demanda Máxima Diversificada

n: Número de años de la proyección, 8 para transformadores y 15 para redes.

Área	Carga(KVA)	Estrato	DMD(KVA)	I(protección)
Transformador General	51	Oficial	51	BREAKER INDUSTRIAL 150A -20 KA
	75	Oficial		

Demanda Máxima Diversificada

Mediante la aplicación de los criterios de los factores de demanda máxima de las normas de ENEALR E.S.P, de nivel oficial no aplicamos demanda Máxima Diversificada por ser un Proyecto Especial

Descripción de la carga

La carga está conformada básicamente por iluminación normal de tipo LED. a los requerimientos de circuitos y/o de las salidas de la norma NTC 2050 se estipula la carga.

VEASE EL ITEM A) (A) ANÁLISIS Y CUADROS DE CARGAS INICIALES Y FUTURAS, INCLUYENDO ANÁLISIS DE FACTOR DE POTENCIA Y ARMÓNICOS.

CALCULO DE TRANSFORMADOR

Transformador de 75 kVA/13,2kV/220V/127V para iluminación y distribución de baja tensión desde el punto de derivación en media tensión trifásico en ramificación de la alimentación y montaje de un transformador de 75 kVA tipo exterior, se derivará del Nodo Eléctrico de la empresa de energía de Arauca ENELAR E.S.P.

ANALISIS DE LA COORDINACIÓN DE AISLAMIENTO ELECTRICO

Este numeral contiene el estudio de coordinación de aislamiento de la linea primaria 13.2 kV que dará servicio a los diferentes usuarios que en la actualidad se conectandel ramal existente.

Debido a que la tensión máxima del sistema para la línea se ubica en el rango 1 según la norma IEC 671-1 (1KV > Um ≤ 245 KV), se analizan las distancias eléctricas en términos a su so portabilidad ante impulsos de frente rápido (tipo rayo)y de frecuencia industrial.

El diseño de aislamiento tiene como objetivo definir las siguientes características de la linea.

- ✓ Número de aisladores por cadena
- ✓ Distancia de aislamiento
- ✓ Distancia mínima de fuga.

DATOS DEL SISTEMA

CARACTERISTICAS	VALOR
Tensión nominal	13.2 KV
Máxima tensión de servicio	15 KV
Máxima tensión de diseño	17.5 KV
Frecuencia nominal	60 hz
Altura sobre el nivel del mar	147 msnm
Nivel de contaminación (Norma IEC 60815)	Ligero

DATOS METEREOLOGICOS

CARACTERISTICAS	VALOR
Nivel ceráuneo	20 (días tormenta / año)
Humedad relativa	75 %
Temperatura promedio	23.7 °C

Datos meteorológicos de la zona de estudio

La distancia total de fuga Dt se obtiene mediante la siguiente ecuación:

$$D_t = \frac{V_{max}}{\sqrt{3}} * D_f * \delta$$

Donde,

Dt – Distancia total de la fuga, mm
Vmax – Tensión máxima de operación, KV
Df – Distancia mínima de la fuga, mm/KV
Ka – Factor de corrección del aire

$$K_a = \frac{h}{e^{8150}}$$

h=147 msnm, atura sobre el nivel del mar de Arauca

$$D_t = \frac{17.5}{\sqrt{3}} * 1.5 * 1.0186 = 154.3\ mm$$

NUMERO DE AISLADORES

$$Numero\ de\ aisladores = \frac{Distancia\ total\ de\ fuga}{Distancia\ de\ fuga\ por\ aislador} = \frac{154.3}{147} = 1.05\ Und$$

Dado que para un aislador tipo disco su distancia de fuga es de 147 mm se emplean dos aisladores por cadena para que cumpla la distancia total calculada.

El procedimiento consiste en determinar la resistencia dieléctrica de los equipos con relación a los esfuerzos de tensión que se pueden presentar teniendo en cuenta las características de los elementos de protección:

RESISTENCIA DIELECTRICA

Para la determinación del nivel de aislamiento de los equipos de la subestación se siguió un método determinístico para seleccionar los aislamientos internos (no autorrestaurables) y un método probalístico simplificado de la norma IEC-60071-2 para establecer los aislamientos externos (autirrestaurables).

De acuerdo a la norma IEC-60071-2 se deben de seguir los siguientes pasos:

- ✓ Determinar las tensiones representativas (Urp)
- ✓ Determinar las tensiones de coordinación (Ucw)
- ✓ Determinar las tensiones de soportabilidad requeridas (Urw)
- ✓ Determinar las tensiones de soportabilidad normalizada (Uw)

DETERMINAMOS LAS TENSIONES REPRESENTATIVAS

Tensión de frecuencia industrial Para efecto de coordinación de aislamiento se toma la tensión más alta del sistema, la cual equivale a la máxima tensión de diseño de los equipos (Us=Um) y la tensión base (U base).

$$U_{base} = U_m * \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}} = 14.2\ kV$$

SOBRE TENSIONES TEMPORALES

Se considera que dichas sobretensiones provienen de las fallas monofásicas a tierra, considerando que es un sistema que es sólidamente aterrizado. Se consideran los valores para las sobretensiones requeridas en la norma IEC-60071-2, por tanto, las sobretensiones requeridas serán:

$$Fase - Fase = 1.5 * \frac{U_s}{\sqrt{3}} = 15.15\ kV$$

$$Rechazo\ de\ carga\ U_{rp} = 1.4 * U_s = 24.5\ kV$$

SOBRETENSIONES DE FRENTE LENTO

Impulsos que afectan en todos los equipos en la entrada de las líneas energizadas extremo remoto, la re-energización del extremo remoto origina sobre tensiones fase- tierra (Ue2) y fase-fase (Up2) los cuales se determinan en las figuras 1 y 2 de la norma IEC-60071-2.

Las sobretensiones representativas de los equipos en las entradas de la línea sin tener en cuenta los DPS son:

Fase-tierra: Upr=2,13 p.u.*Usp=2.13*14.2=30.24 kV Fase-fase: Urp= 3.2 p.u.*Usp=3.2*14.2=45.4 kV

Pararrayo desde en la línea de entrada de energización desde el extremo remoto:

Se tienen considerados DPS a la entrada de la línea, la tensión representativa de frente lento corresponderá al nivel de protección del DPS para impulso de maniobra NPM, ya que esta será la tensión que vea el equipo protegido.

Las características de protección del DPS son:

VPM (Ups): Nivel de protección al impulso tipo maniobra – máxima tensión residual para impulso de corriente de maniobra, 1 kA.

NPR (Upl): Nivel de protección tipo rayo – máxima tensión residual para un impulso atmosférico a la corriente nominal de descarga, 10 kA.

DETEMINAR LAS TENSIONES DE COORDINACION (Ucw=Kc*Urp)

SOBRE TENSIONES TEMPORALES

Kc=1 (Según norma IEC-60071)
Fase – tierra: Ucw=1*Urp=15.15 kV
Fase –fase : Urp= 1*Urp=24.5 kV

TENSIONES DE FRENTE LENTO

Se toman de los valores de coordinación determinísticos referenciados en la norma IEC-60071-2.
Fase – tierra: Ucw=1.1*30.24=33.26 kV, para equipos de entrada
Fase – tierra: Ucw=1.03*30.24=31.14 kV, para todos los equipos
Fase –fase: Ucw=1.1*2*30.24=61.08 kV, para los equipos de entrada
Fase – tierra: Ucw=1*24,5= 24.5 kV, para todos los equipo

DETERMINACIONES DE SOPORTABILIDAD

FACTOR DE SEGURIDAD

Se utiliza un factor de seguridad Ks=1.05 de acuerdo a lo establecido en la norma IEC,60071

$$K_a = \frac{h}{e^{8150}} = 1.0182$$

La tensión de soportabilidad se calcula con la expresión:

Urw=Ucw*Ks*ka

AISLAMIENTO		Ucw (Kv)	Urw (Kv)
Sobretensiones Temporales	Fase - Tierra	15.15	16.19
	Fase - Fase	24.5	26,19
Sobretensiones de frente lento	Fase - Tierra	33.26	35.55
		31.14	33.29
	Fase - Fase	61.08	65,3
		24.5	26,19

Tensiones de soportabilidad

DETERMINACIONES DE LAS TENSIONES DE SEGUTIDAD NORMALIZADAS

AISLAMIENTO		Equipo	Soportabilidad de corta duración a frecuencia industrial (Kv)	Soportabilidad al impulso tipo rayo (Kv)
Interno	Fase-Tierra	Entrada	19,72	43,53
		Otros	18,41	31,02
	Fase-Fase	Entrada	36,41	72,91
		Otros	14,54	29,02
Externo.	Fase-Tierra	Entrada	24,01	41,86
		Otros	22,37	39,21
	Fase-Fase	Entrada	37,12	77,12
		Otros	14,65	30,61

Tensiones de soportabilidad normalizadas

De acuerdo a los resultados de la tabla anterior y teniendo en cuenta que los valores normalizados para tensiones asignadas descritas en la norma IEC-60071-1, la tensión de soportabilidad normalizada al impulso tipo rayo debe ser de 95 kV y la tensión de soportabilidad normalizada de corta duración de frecuencia tipo industrial debe ser de 38 kV.

CORRIENTE DE CORTO CIRCUITO EN EL TRANSFORMADOR

$$I_n = \frac{S_{VA}}{\sqrt{3} * V} = \frac{75000}{\sqrt{3} * 220} = 196.82\ A$$

$$I_{CC} = \frac{I_n}{U_{cc}} = \frac{196.82}{0.04} = 4920.59\ A$$

Al seleccionar los dispositivos de operación y de protección, estos deben poder manejar una corriente de corto circuito igual a 3.1 kA. Sin embargo, para el tipo de servicio a destinar, la corriente tipica de corto circuito, suelen estar por el orden de los 10 kA.

El tamaño relativo de la carga con respecto a la fuente se define como la relación de cortocircuito SCR:

SCR=Icc/In = 4920.59/196.82

Donde:

Icc: Corriente de Corto Circuito.
In: Corriente de Carga.
La Relación de Corto circuito es 25.

CALIBRE DEL CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA DEL TRANSFORMADOR

Para calcular el calibre del conductor de puesta a tierra en un transformador se recurre a la siguiente ecuación:

$$A_{CC} = \frac{I_{CC} * K_f * \sqrt{t}}{1.9737}$$

Donde;

Icc- Corriente de corto circuito, kA
Kf- Constante del material
Kf=7.06, para el cobre electrosoldado
t- tiempo de despeje de la falla, s
t=0.15 s

$$A_{CC} = \frac{3123 * 7.06 * \sqrt{0.15}}{1.9737} = 6.816\ mm$$

Se debe seleccionar un calibre de conductor mínimo No. 6 AWG de cobre desnudo.

Para el cálculo de malla de puesta a tierra no debemos dirigir al ítem (I) CÁLCULO DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA. En la Tabla 1 de la IEEE519-2014, se muestran los Límites de Distorsión Armónica requeridos de acuerdo a los rangos de Voltaje:

Table 1—Voltage distortion limits

Bus voltage V at PCC	Individual harmonic (%)	Total harmonic distortion THD (%)
$V \leq 1.0$ kV	5.0	8.0
1 kV $< V \leq$ 69 kV	3.0	5.0
69 kV $< V \leq$ 161 kV	1.5	2.5
161 kV $< V$	1.0	1.5

[a] High-voltage systems can have up to 2.0% THD where the cause is an HVDC terminal whose effects will have attenuated at points in the network where future users may be connected

Teniendo en cuenta el rango de voltaje en la Tabla 1_Voltage Distortion limits, la Distorsión Armónica (THD) es del 5%.

Table 2—Current distortion limits for systems rated 120 V through 69 kV

Maximum harmonic current distortion in percent of I_L						
Individual harmonic order (odd harmonics)[a,b]						
I_{sc}/I_L	3 ≤ h < 11	11 ≤ h < 17	17 ≤ h < 23	23 ≤ h < 35	35 ≤ h ≤ 50	TDD
< 20[c]	4.0	2.0	1.5	0.6	0.3	5.0
20 < 50	7.0	3.5	2.5	1.0	0.5	8.0
50 < 100	10.0	4.5	4.0	1.5	0.7	12.0
100 < 1000	12.0	5.5	5.0	2.0	1.0	15.0
> 1000	15.0	7.0	6.0	2.5	1.4	20.0

[a] Even harmonics are limited to 25% of the odd harmonic limits above

[b] Current distortions that result in a dc offset, e.g., half-wave converters, are not allowed

[c] All power generation equipment is limited to these values of current distortion, regardless of actual I_{sc}/I_L

where

I_{sc} = maximum short-circuit current at PCC

I_L = maximum demand load current (fundamental frequency component) at the PCC under normal load operating conditions

Con esta relación podemos determinar La Distorsión Total de la Demanda (TDD), teniendo en cuenta la Tabla 2 de la IEEE 519 – 2014., Para una relación SCR menor de 20%, el límite recomendado es de 5, y Para componentes armónicas de orden menores a 11, el límite es de 4. Para nuestros cálculos tendremos en cuenta una distorsión Armónica de 5%.

El transformador escogido no estará sobrecargado ya que la carga instalada no sobrepasa la capacidad nominal del mismo. Por lo anteriormente explicado se concluye que un transformador de 75 kVA, en poste, nivel de tensión 13200V/220V-120V, DY5 está bien dimensionado para las necesidades del edificio.

Para evaluar la potencia del transformador de 75 kVA se hace análisis de la carga instalada de acuerdo con las memorias de cálculo obtenidas en el numeral (a), donde se obtiene una carga total de 4.83 kW, además se obtiene un factor de potencia superior a 0,95 lo que no se considera necesario instalar un banco de condensadores para corregir factor de potencia. A continuación, se describen las características del transformador seleccionado:

Tensión primaria	13200 (V)
Tensión secundaria	127/220 (V)
Nivel de aislamiento	75 KV
Tipo de refrigeración	ONAN
Dimensiones (cm)	610x350x680
BIL Primario/Secundario	95/30 KV

Marca	Magnetron
Peso	395 KG
Conexión	Dyn5
Impedancia	3%

J) CÁLCULO DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA.

En este capítulo de las memorias de cálculo se describirán en detalle las características técnicas del sistema de puesta a tierra SPT (dimensiones de la malla, calibre del conductor, resistividad del terreno, resistividad de la malla, etc...) y se comprobará mediante la aplicación de un software si cumple con los requerimientos establecidos en la norma ANSI / IEEE Std. 80-2000.

Inicialmente, el ingeniero diseñador deberá realizar al menos tres mediciones de resistividad o resistencia del terreno; con un telurómetro calibrado, dejando un registro fotográfico de las mediciones; que se anexarán a las memorias de cálculo.

Artículo 3.12.3. Valores de referencia de resistencia de puesta a tierra

Un buen diseño de puesta a tierra debe garantizar el control de las tensiones de paso, de contacto y transferidas. En razón a que la resistencia de puesta a tierra es un indicador que limita directamente la máxima elevación de potencial, pueden tomarse como referencia los valores máximos de la Tabla 3.12.3.a., adoptados de las normas técnicas ANSI/IEEE 80, NTC 2050 Segunda Actualización y NTC 4552-1. El cumplimiento de estos valores no exonera al diseñador y constructor de garantizar que las tensiones de paso, contacto y transferidas aplicadas al ser humano en caso de una falla a tierra, no superen la establecidas en el presente reglamento.

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.

Método de Wenner

El más práctico para diseños eléctricos. En este método, todos los electrodos están espaciados uniformemente. Se trata de un caso particular del método de los cuatro electrodos, sólo que aquí se disponen en línea recta y equidistantes una distancia "a", simétricamente respecto al punto en el que se desea medir la resistividad del suelo. El equipo de medida es un telurómetro clásico con cuatro terminales: los dos electrodos extremos son los de inyección de la corriente de medida (I) y los dos centrales son los electrodos de medida del potencial (P). La tensión (V) entre los dos electrodos más cercanos se divide por la corriente (I) que circula entre los dos electrodos más lejanos para obtener un valor de resistencia (R).

Algunos telurómetros no tienen la capacidad de medir resistividad del terreno, en su lugar, miden resistencia del terreno; en ese caso, se deberá calcular la resistividad con base en la resistencia, aplicando la ecuación.

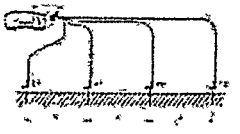
$$\rho = Ra2\pi$$

Donde
ρ es la resistividad eléctrica del material conductor [Ωm],
a es la distancia entre los electrodos,
R es la resistencia en [Ω].

GUIA DE USO DEL MEDIDOR PARA SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA

PARA REALIZAR LA MEDIDA DE RESISTENCIA ESPECÍFICA DEL TERRENO, ES NECESARIO SEGUIR ESTOS PASOS:

1. Realizar lista de chequeo del equipo y sus accesorios. (Formato de Lista)
2. Realizar la conexión del medidor, usando el cable de prueba 4x1 y cada uno se dispone a una pica, de la siguiente manera:



3. Realizar los agujeros donde irán enterradas las picas. Los agujeros deben estar separados uno del otro 1 metro, para la primera medición. Medir con el decámetro.
4. Se procede a introducir las picas a una profundidad a/20 máximo, para los diferentes casos la profundidad varia
5. Se conecta un cocodrilo a cada pica y este a su vez corresponde a cada entrada del conector punta de prueba 4x1.
6. Encienda el medidor oprimiendo el botón ON/OFF
7. Lleve el selector de función a la posición (1) ρ *EARTH*
8. Indique la distancia "a" que hay entre las picas, en el display del equipo, pulsando el botón SELECT y usando las flechas Δ ∇ para seleccionar el valor. De nuevo pulsar SELECT.
9. Oprimir el botón START y aparecerá el valor en la pantalla
10. Tomar la medida en el formato (Resistividad del Terreno).
11. Se tomarán dos datos con la misma distancia entre picas, pero ahora se disponen en otra dirección, preferiblemente perpendicular a la primera medida. Por ejemplo:
12. Una vez completada la primera fila de datos, se procede a repetir los pasos anteriores, cambiando la distancia entre las picas, con el fin de completar la tabla de resistividad de terreno.
13. Comparar datos con el tipo de suelo que aparece en la norma y verificar si se aproxima a los datos prácticos
14. Una vez terminada la medición, realizar limpieza de los elementos y un chequeo para verificar que todo esté completo.

DISEÑO DE MALLA DE PUESTA A TIERRA

El objeto de este informe es verificar el diseño de la malla de puesta a tierra para el proyecto: DISEÑO ELÉCTRICO Y FOTOMÉTRICO EDIFICIO DE TRANSITO Y TRASPORTE UBICADO EN EL BARRIO SUCRE, EN EL MUNICIPIO DE TAME, DEPARTAMENTO DE ARAUCA

Para analizar las mallas de puesta a tierra, se requiere calcular los valores de las tensiones de toque y paso, con el fin de determinar si la malla tiene un diseño correcto con diferentes parámetros al cual se puede encontrar la instalación.

ALCANCE

El alcance de este documento es analizar todos los parámetros del modelo matemático de la malla de puesta a tierra para las áreas del cerramiento perimetral y en base a este análisis determinar el valor de la malla de puesta a tierra.

SITIO Y CONDICIONES AMBIENTALES

CONDICIONES AMBIENTALES

Las características ambientales en campo son:

- Altura promedio sobre el nivel del mar: 223 msnm
- Nivel sísmico: de medio a alto
- Temperatura máxima: 34 °C
- Temperatura mínima: 21.6 °C
- Humedad Relativa Promedio: 76%
- Nivel de contaminación: Moderado
- Precipitación pluvial: 375 mm/mes
- Precipitación atmosférica: 1.010,50 hpa

CODIGOS Y NORMAS

En el diseño y desarrollo de la malla de puesta a tierra se han tomado en los requerimientos y recomendaciones de las siguientes Normas, Códigos y Estándares, en sus últimas ediciones.

- RETIE: REGLAMENTO TECNICO DE INSTALACIONES ELECTRICAS
- IEEE: IEEE GUIDE FOR SAFETY IN AC SUBSTATION GROUNDING, IEEE STD 80-2000, REVISION OF IEEE 80-1986.

El reglamento de instalaciones eléctricas en Colombia (RETIE), establece en el artículo 15, que toda instalación eléctrica, debe disponer de un sistema de puesta a tierra (SPT) de forma que cuando se presente una falla, en cualquier punto accesible, se garanticen las corrientes máximas soportables debidas a las tensiones de paso y contacto mínimas permisibles y la seguridad de las personas que permanecen sobre esa área dentro de la instalación.

El bajo valor de resistencia de puesta a tierra, es siempre requerido para disminuir al máximo el potencial de tierra fundamentado en determinar las tensiones máximas aplicadas a las personas en el caso de una falla.

Entre las más importantes funciones de la malla serán:

- Evitar sobretensiones producidas por descargas atmosféricas, operación o maniobra de interruptores y otros equipos de protección.
- Facilitar una rápida descarga de baja impedancia con el fin de mejorar y asegurar el funcionamiento de las protecciones.
- Proporcionar seguridad al personal y en general a la infraestructura física del área.

REQUISITOS DE LA MALLA DE PUESTA A TIERRA

- Debe tener una resistencia tal que el sistema se considere sólidamente aterrizado.
- Para las subestaciones de media tensión la recomendación del RETIE no debe superar un valor de 10Ω, acorde con el RETIE Tabla 25, este requisito es una recomendación de la norma, lo que se debe cumplir es con las tensiones de paso y contacto.
- La variación de la resistencia por causas de cambios ambientales debe ser despreciable, para que la corriente de falla en cualquier momento dispare las protecciones.

- Los valores de las tensiones de paso y contacto obtenidos por la instalación de la malla de puesta a tierra no deben superar los límites establecidos permitidos en la norma IEEE 80-2000.
- Al paso de la corriente de falla en el tiempo máximo establecido, (disparos de respaldo), no deben existir sobrecalentamientos.

DISEÑO DE LA MALLA A TIERRA

VARIABLES DE DISEÑO

El diseño de la malla a tierra está afectado por las siguientes variables:

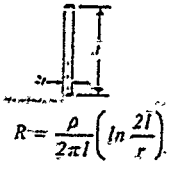
- Tensión permisible de paso cuyas variables dependen de la resistividad superficial del terreno (segunda capa) y el tiempo de despeje de la falla.
- Tensión permisible de contacto cuyas variables dependen de la resistividad superficial del terreno (segunda capa) y el tiempo de despeje de la falla a mayor profundidad.
- Geometría escogida para determinar la longitud de los conductores y el área del diseño de mallas de puesta a tierra.
- Resistividad del terreno en la primera y segunda capa, depende del tipo de terreno sobre el cual se instalará la malla.
- Tiempo máximo de despeje de la falla.
- Características del conductor de la malla.
- Profundidad de la instalación de la malla.
- Máxima corriente de falla atierra según el (OR)

CALCULO DE RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA

Siguiendo la metodología de la IEEE 80 el cálculo de la puesta a tierra para una varilla vertical es:

$$R = \frac{\rho}{2\pi l} * ln\left(\frac{2l}{r}\right)$$

VARILLA (VERTICAL)



$$R = \frac{\rho}{2\pi l}\left(ln\frac{2l}{r}\right)$$

Donde:
R: resistencia de puesta a tierra (Ω).
ρ: resistividad del terreno (Ω.m).
l: longitud de la varilla de puesta a tierra (m).
r: radio de la varilla de puesta a tierra (m).

Para este proyecto las variables son:	
Resistividad del terreno:	12
Longitud de la varilla de puesta a tierra:	2,4
RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA CALCULADA (Ω)	25,1

CALCULO DE TENSION MAXIMA PERMITIDA

tc Tiempo de despeje de la falla (s)	0,15
Io Corriente de la falla a tierra monofasica primario (A)	0,31

VOLTAJE DE PASO TOLERABLE: Vpt (V)	435
VOLTAJE DE CONTACTO TOLERABLE: Vct (V)	413

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

CALCULO ECONOMICO						PROYECCION AÑOS	
AWG	Precio -M	Estrato	Tarifa Sector	ML	Precio Total	8	15
12	$ 2.860,00	Comercial	$ 1.144,0	480	$ 1.372.800,00	$ 1.482.624,00	$ 1.578.720,00
8	$ 6.597,00	Comercial	$ 1.144,0	72	$ 474.984,00	$ 512.982,72	$ 546.231,60
4	$ 11.207,00	Comercial	$ 1.144,0	222	$ 2.487.954,00	$ 2.686.990,32	$ 2.861.147,10
1/0	$ 35.691,00	Comercial	$ 1.144,0	18	$ 642.438,00	$ 693.833,04	$ 738.803,70
2/0	$ 48.690,00	Comercial	$ 1.144,0	54	$ 2.629.260,00	$ 2.839.600,80	$ 3.023.649,00
TOTALES				846	$ 7.607.436,00	$ 8.216.030,88	$ 8.748.551,40

PERDIDAS						PROYECCION AÑOS	
ITEM	KVA	Estrato	Tarifa Sector	Horas Diarias	Costo	8	15
PERDIDAS	0,12	Comercial	$ 1.144,0	24	$ 3.294,72	$ 3.558,30	$ 3.788,93
			Perdidas al mes		$ 98.841,60	$ 106.748,93	$ 113.667,84

(K) 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, IEEE 242, CAPÍTULO 9 O EQUIVALENTE

La verificación de la protección de los conductores se realiza a partir de la estimación de la corriente de corto circuito máxima admisible por el conductor cuya fórmula se expone a

continuación:

- Calculo para acometida principal conductor 2/0 AWG

Corriente de cortocircuito:

$$I_n = \frac{kVA * 75}{E_2 * \sqrt{3}}$$

$$I_n = \frac{1000 * 75}{220 * \sqrt{3}} = 196.82$$

$$I_{SC} = 196.82 * 75 = 4920.6$$

CÁLCULO Y VERFICACION DE CONDUCTORES NORMA COLOMBIANA NTC 2050

Teniendo en cuenta el tiempo de disparo de los interruptores, la corriente de cortocircuito de la red y la capacidad de corriente del conductor de acuerdo con la norma IEC 60909, IEEE 242, capítulo 9 o equivalente.

La capacidad de corriente de corto circuito del conductor de fase es un parámetro que se debe tener presente en la selección particular del cable para una instalación determinada. La corriente máxima de corto circuito en el conductor viene dada por el material y área del conductor, la temperatura máxima que se puede alcanzar y el tiempo de duración de la falla. La siguiente ecuación describe la relación entre las variables mencionadas anteriormente:

$$I_{GC} = A * k * \sqrt{\frac{\log\left(\frac{T_2+\lambda}{T_1+\lambda}\right)}{t}}$$

Donde:

A:	Area del conductor [mm^2]
k:	Cobre 341 -Aluminio 224
λ:	Temperatura de resistencia cero. -Cobre 234°C -Aluminio 228°C
T1:	Temperatur de operación del conductor
T2:	Temperatura maxima permisible en estado de falla 250 °C
t:	Tiempo de duracion de falla

VERIFICACIÓN DE CONDUCTOR DE ACOMETIDA PRINCIPAL

DISEÑO ELECTRICO-
OPTIMIZACION FRIGORIFICO DE SARAVENA

A continuación se hace la verificación del conductor de acometida principal Tipo Antifraude de cobre calibre 1/0 AWG tipo de aislamiento THHN

A: 67,44
k: 341 Icc Conductor: 14357,5
λ: 234
T1: 75
T2: 250
t: 0,5

La corriente de cortocircuito del sistema fue calculada en el item c con un resultado de:
Icc BT en TGA

4920,6 CUMPLE

Por lo que se verifica que la capacidad de corto circuito del conductor es superior a la corriente de cortocircuito en el punto de falla.

(L) CALCULO MECANICO DE ESTRUCTURAS Y DE ELEMENTOS DE SUJECION Y SOPORTES DE REDES DE TRANSMISION, DE DISTRIBUCIÓN, SUBESTACIÓN Y CENTRALES DE GENERACIÓN.

Se contempla la instalación de un poste de 12 metros de 1050 kg-f para un transformador de 45 KVA trifásico. Luego se analizan las características del poste. Con una tensión de rotura de 706 kg aplicada a 9.9 m desde la base. El momento máximo de este apoyo sería:

POSTE 12 M 1500 KG-F – CONCRETO 3 CONDUCTORES N° 1/0 XLPE - AWG				
Longitud del poste	H =	12.00	m	Diseño
Profundidad de empotramiento	ho	1,80	m	Norma
Diámetro superior del poste	d2	0,14	m	Fabricante
Diámetro de poste a ras del piso	d1	0,34		Fabricante
Carga de rotura del poste		1500,00	Kg	Fabricante
Número de conductores en el poste	n=	3,00		Diseño
Calibre del conductor		1/0	AWG	Diseño
Diámetro de los conductores	dc=	0,01	M	Fabricante
Carga de rotura de los conductores	Cr	1290,00	Kg	Fabricante
Peso unitario del conductor	W	0,14	Kg/m	Fabricante
Velocidad del viento	V	80,00	Km/h	Diseño
Altura del conductor	h1	10,2	m	Diseño
Tensión de rotura del templete de 3/8				No aplica
Angulo del templete con la horizontal				No aplica
Factor de seguridad – cargas de viento	fs	2,50		Diseño
Factor de seguridad –cargas de ángulo	fs	1,50		Diseño
Factor de seguridad – templete	fs	2,00		Diseño
Factor de seguridad – carga a aplicar al apoyo	fs	2,00		Diseño
CARGAS				
Carga del viento sobre conductores	Fvc	0,54	*L	Ecuación 1
Carga de ángulo sobre conductores	Fa	967,50	a. *sen(β/2	Ecuación 2
Carga del viento sobre el poste	Fv1	118,24		Ecuación 3

DISEÑO ELECTRICO:
OPTIMIZACION FRIGORIFICO DE SARAVENA

Momentos				
Momento máximo permisible	Mr	4116		Ecuación 4
Momento en el apoyo debido al viento	M1	576,80		Ecuación 5
Momento del viento sobre los conductores	M2	5,38	*L	Ecuación 6
Momento debido al ángulo de reflexión	M3	9675,00	*.sen(β/2	Ecuación 7

ECUACIÓN 1. CARGA DEL VIENTO SOBRE LOS CONDUCTORES.

$$Fvc = Pv1 * dc * Vv * Fs$$

Pv1 = presión del viento = velocidad del v,0042 x V^2
V = Velocidad del viento, en Km/HFvc = fuerza del viento en Kg
dc = diámetro del conductor, en metrosVv = Vano viento = L, en m
Fs = Factor de seguridad – Carga del viento

ECUACIÓN 2. CARGA DE ÁNGULO SOBRE LOS CONDUCTORES.

$$fa = tr = 2t\, sen\beta \left(\frac{y}{2}\right) * fa$$

fa =Esfuerzo debido a cargas en ángulo, en Kg
t = tensión de trabajo del conductor, 25% de la tensión de rotura en Kg
β = ángulo de desviación en grados
Fa = factor de sobre carga – cargas en ángulo

ECUACIÓN 3. CARGA DEL VIENTO SOBRE EL POSTE.

$$fa = (0,0042 \times V2) * H * \frac{d2 + d1}{2} * Fs$$

H = longitud del poste – enterramiento, en m
d2 = diámetro superior del poste
d1 = diámetro del poste a nivel del suelo
Fs = factor de seguridad – carga del viento

ECUACIÓN 4. MOMENTO MÁXIMO PERMISIBLE.

$$fa = Cr * \frac{h1}{Fs}$$

Mr = momento máximo permisible, en Kg
Cr = Carga de rotura del poste en Kg
h1 = altura de aplicación del esfuerzo, en m
Fs = Factor de seguridad – carga a aplicar al apoyo

ECUACIÓN 5. MOMENTO EN EL APOYO DEBIDO AL VIENTO.

$$M1 = Fv1 \times H1$$

H1 = altura desde el nivel del suelo hasta el punto de aplicación de la carga

ECUACIÓN 6. MOMENTO DEL VIENTO SOBRE CONDUCTORES.

$$M2 = Fvc \times h1 \times n$$

h1 = altura del conductor en el poste, en mn = número de conductores

ECUACIÓN 7. MOMENTO DEBIDO A CAMBIO DE DIRECCIÓN DE LA LÍNEA.

$$M3 = Fa \times h \times n$$

h = altura del conductor en el poste, en mn = número de conductores

ECUACIÓN 8. SUMATORIA DE MOMENTOS E INECUACIÓN.

$$Mr \leq M1 - M2 + M3$$

Para tener una idea de cuál es la magnitud de estos esfuerzos hacemos el siguiente cálculo:

Peso de la herrajeria	20	Kg
Peso del transformador	485	Kg
Peso de un operario en el poste	75	Kg
Total, de esfuerzos verticales	375	Kg

Como se puede apreciar los esfuerzos verticales a los cuales van a estar sometidos los postes, es muy bajo ya que se utiliza un poste con carga de rotura 1500 KG-F, adicionalmente los postes verticalmente pueden soportar varias veces su carga de rotura. Si analizamos los valores hallados, podemos apreciar que hay una diferencia entre los dos momentos de 2178 kgf, a favor del apoyo, lo que nos indica que tiene la resistencia suficiente para ser usado en este tipo de estructuras.

(M) CÁLCULO Y COORDINACIÓN DE PROTECCIONES CONTRA SOBRE CORRIENTES.

PROTECCIÓN EN MEDIA TENSIÓN

En el diseño de las instalaciones eléctricas, se deben considerar no solo las corrientes nominales del servicio, sino también las sobrecorrientes debidas a las sobrecargas y a los cortocircuitos. El cortocircuito se define como una conexión de relativamente baja resistencia o impedancia entre dos o más puntos de un circuito que están normalmente a tensiones diferentes, por lo tanto, el conocimiento de estos en los distintos puntos de la instalación es indispensable para el diseño de los distintos componentes como barras, cables, dispositivos de maniobra y protección.

Para el diseño de una instalación y elegir adecuadamente los dispositivos de protección debemos conocer las corrientes de cortocircuito en los distintos niveles.

Coordinación entre interruptores automáticos.
Disposición en filiación.
Definición de la técnica de filiación.

Mediante la limitación del valor máximo de corriente de cortocircuito que pasa a través del mismo, un interruptor automático con limitación de corriente permite utilizar en todos los circuitos situados aguas debajo de su ubicación y componentes de circuitos con capacidades de corte de cortocircuito y capacidades de resistencia térmica y electromecánica con valores muy inferiores a los habituales. El tamaño físico reducido y los requisitos de rendimiento más bajos permiten conseguir un ahorro considerable y simplificar el trabajo de instalación.

La Técnica permite disminuir los efectos de las corrientes de cortocircuito. La limitación reduce los siguientes efectos:

- Electromagnéticos: reducción de las perturbaciones EMC

• Mecánicos: reducción de la deformación y los esfuerzos sobre el interruptor
• Térmicos: aumento de la vida útil de los conductores.
Se utilizarán DPS tipo distribución y su tensión nominal será:

$$V_{DPS} = 1.1 * V * n$$

Donde n = Valor de efectividad de puesta a tierra y depende de la conexión para este caso n = 0.80

$$V_{DPS} = 1.1 * 13200 * 0.80 = 11616\ V$$

Se seleccionan pararrayos con una tensión nominal de 15 KV y corriente de descarga de 10 KA.

Se utilizarán cortacircuitos tipo abierto de 15 KV, fusibles tipo H y DPS.

3 DPS de
13.2 kV Tensión de servicio.
15 kV Tensión nominal.
10 kA Capacidad de carga.

3 cortacircuitos de
13.2 kV Tensión de servicio.
15 kV Tensión nominal.
100 intensidad de corriente.

Se seleccionan Fusibles de acuerdo a la siguiente formula:

Transformador Monofásico de 75 KVA

$$I_{nB} = \frac{kVA * 75}{E_2 * \sqrt{3}}$$

$$I_{nB} = \frac{1000 * 75}{220 * \sqrt{3}} = 196.82$$

$$I_{SC} = 196.82 * 75 = 14761$$

$$I_{nM} = \frac{1000 * 75}{\sqrt{3} * 13200} = 3.28$$

$$Ifusible = InMT\ (A) * 1{,}56\%$$

$3.28\ A * 1{,}56\% = 5.1 = 5$ A *en los cortacircuitos del transformador*

Notas:

Los DPS en el transformador se conectarán entre sí y estarán ubicados aguas abajo de las protecciones de sobre corriente (cortacircuitos). De igual forma, irán directamente conectados al sistema de puesta a tierra, el cual se conforma de una varilla de acero austenítico incluida en el kit Spt, los DPS's deberán estar instalados en la cuba del transformador.

Diseño Electrico
Edificio JMTTA

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

Ocupación de conductores en tuberías

DATOS REQUERIDOS DE LOS CONDUCTORES

N°	Calibre	Aislante	Cantidad	Diámetro mm	Área por cable mm^2	Total Grupo mm^2	Observaciones
1	2/0	TTU 90 600 V	3	15,68	193,10	579,30	conductores de fases
2	1/0	TTU 90 600 V	1	14,53	165,81	165,81	conductores de neutro
3	4	TTU 75 600 V	1	9,99	78,45	78,45	conductor de puesta a tierra
4	12	MONOPOLAR 75 (PVC-PVC) 600 V					
5	12	TW 600 V					

Área total requerida por los conductores 823,56 mm^2

DATOS REQUERIDOS DE LAS TUBERÍAS

Tipo de Tubería o Canalización: Tubo rígido de PVC Tipo A Sección 352

Diámetro de la Tubería: 2 Pulgadas

Diámetro interno según tabla 4 del CEN 54,70 mm
Área Total 2.349,99 mm^2
Diámetro mínimo recomendado 2 "

Máxima ocupación permitida 40,00% **Ocupación** 35,05%

IG
INGENIERÍA ELÉCTRICA
IVÁN GOMEZ

DISEÑO ELECTRICO
EDIFICIO JATTA

Ocupación de conductores en tuberías

DATOS REQUERIDOS DE LOS CONDUCTORES

Nº.	Calibre	Aislante	Cantidad	Diámetro mm	Área por cable mm^2	Total Grupo mm^2	Observaciones
1	4	TTU 90 600 V	3	9,99	78,45	235,34	conductores de fases
2	8	TTU 90 600 V	1	6,75	35,78	35,78	conductores de neutro
3	8	TTU 75 600 V	1	6,75	35,78	35,78	conductor de puesta a tierra
4	12	MONOPOLAR 75 (PVC PVC) 600 V					
5	12	TW 600 V					

Área total requerida por los conductores 306,91 mm^2

DATOS REQUERIDOS DE LAS TUBERÍAS

Tipo de Tubería o Canalización: Tubo Rígido de PVC Tipo A Sección 352

Diámetro de la Tubería: 1 1/2 Pulgadas

Diámetro interno según tabla 4 del CEN 43,70 mm
Área Total 1.499,87 mm^2
Diámetro mínimo recomendado 1 1/4 "

Máxima ocupación permitida 40,00% **Ocupación** 20,46%

IG
INGENIERO ELECTRICISTA
IVÁN GOMEZ

DISEÑO ELECTRICO
EDIFICIO IMTTA

Ocupación de conductores en tuberías

DATOS REQUERIDOS DE LOS CONDUCTORES

N°	Calibre	Aislante	Cantidad	Diámetro mm	Área por cable mm²	Total Grupo mm²	Observaciones
1	12	TTU 90 600 V	1	4,60	16,62	16,62	conductores de fases
2	12	TTU 90 600 V	1	4,60	16,62	16,62	conductores de neutro
3	12	TTU 75 600 V	1	4,60	16,62	16,62	conductor de puesta a tierra
4	12	MONOPOLAR 75 (PVC-PVC) 600 V					
5	12	TW 600 V					

Área total requerida por los conductores 49,86 mm²

DATOS REQUERIDOS DE LAS TUBERIAS

Tipo de Tubería o Canalización: Tubo rígido de PVC Tipo A sección 352

Diámetro de la Tubería: 1/2 Pulgadas

Diámetro interno según tabla 4 del CEN 17,80 mm
Área Total 248,85 mm²
Diámetro mínimo recomendado 1/2 "

Máxima ocupación permitida 40,00% **Ocupación** 20,04%

(O) CÁLCULO DE PÉRDIDAS DE ENERGÍA, TENIENDO EN CUENTA LOS EFECTOS DE ARMÓNICOS Y FACTOR DE POTENCIA.

DISEÑO ELECTRICO
EDIFICIO IMTTA

	Longitud tramo (m)	# usuarios	Carga instalada	Carga x circuito (kVA)	Momento electrico (M=kVA x m)	Fases trafo	Tipo de red	Conductor	fp	KG conductor	Voltaje	Tc	K= $K_0 \frac{K_0}{V_f^2}$		I= $\frac{kVA}{V}$	r=Ohm/km	
Tramo PD-P1	14	1	25000,00	25,00	1040,00	3	FFF	1/0 XPLE	0,9	51,31	13200	1,00	3,E-07		3,28	1,2771	

	Longitud tramo (m)	# usuarios	Carga instalada (kVA)	Carga x circuito (kVA)	Momento electrico (M=kVA x m)	Fases trafo	Tipo de red	Conductor AWG Cu	fp	KG conductor	Voltaje	Tc	K= $K_0 \frac{K_0}{V_f^2}$		I= $\frac{kVA}{\sqrt{3}xV}$	r=Ohm/km	
ACOMETIDA TGA	18	1	50,70	50,70	912,60	3	FFFN	2/0	0,9	33,15	220	1,00	2,E-04		133,05	0,469	
ALIMENTADOR TA	17	1	25,00	25,00	425,00	3	FFFN	4	0,9	96,04	220	1,00	2,E-03		65,61	1,177	
ALIMENTADOR TB	19	1	25,00	25,00	475,00	3	FFFN	4	0,9	96,04	220	1,00	2,E-03		65,61	1,177	

(P) CALCULOS DE REGULACION DE TENSION.

Revisar el item N) CÁLCULO DE PÉRDIDAS DE ENERGÍA, TENIENDO EN CUENTA LOS EFECTOS DE ARMÓNICOS Y FACTOR DE POTENCIA.

(Q) CLASIFICACIÓN DE ÁREAS

Este ítem NO APLICA para este tipo de proyecto y edificación ya que no hay áreas en la cuales se almacenen o manejen sustancias, vapores o gases que puedan ocasionar una explosión

(R) DIAGRAMAS UNIFILARES

En los planos anexos se muestra el diagrama unifilar correspondiente al diseño electrico.

(S) PLANOS ELÉCTRICOS PARA CONSTRUCCIÓN.

En los planos anexos se muestran los esquemas eléctricos para construcción, correspondientes al diseño eléctrico.

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

En el volumen anexo se incluyen las especificaciones de construcción complementarias a los planos, incluyendo las de tipo técnico de equipos y materiales y sus condiciones particulares.

ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN

- Se instalarán terminales para el tubo conduit en la entrada o salida de conductores al tablero general para proteger al aislamiento.
- El puente equipotencial se realizó en la caja del equipo de medida, asegurándose de aterrar el neutro antes de llegar al medidor.
- El ducto para zonas donde quedo expuesto en cielo raso se instaló SCH-40 o EMT y en espacios embebidos a pared o piso se instaló PVC.

IDENTIFICACIÓN DE CONDUCTORES SEGÚN EL NIVEL DE TENSIÓN

Las instalaciones se harán en cable de aluminio THHN, en diámetros y calibres indicados en el plano, conservando la disposición y el diseño. Se utilizará el código de colores así: La identificación de los conductores deberá realizarse como lo indica la Tabla 6.5 del RETIE.

SISTEMA	1Φ	1Φ	3ΦY	3ΦΔ	3ΦΔ	3ΦY	3ΦY	3ΦΔ	3ΦΔ
TENSIONES NOMINALES (Voltios)	120	240/120	208/120	240	240/208/120	380/220	480/440	480/440	Mas de 1000 V
CONDUCTORES ACTIVOS	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
FASES	Negro Bifásico	Negro Rojo	Amarillo Azul Rojo	Negro Azul Rojo	Negro Azul	Café Negro Amarillo	Café Negro Amarillo	Café Amarillo Amarillo	Violeta Café Rojo
NEUTRO	Blanco	Blanco	Blanco	No aplica	Blanco	Blanco	Gris	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
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

INGENIERO ELECTRICISTA
IVÁN GÓMEZ

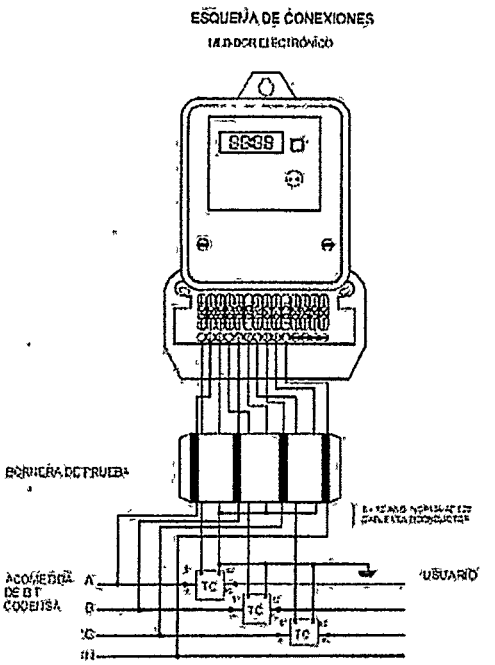
DISEÑO ELECTRICO
EDIFICIO IMTTA

SELECCIÓN DE MEDIDORES

EQUIPO DE MEDIDA PARA ALUMBRADO PUBLICO Y ESCENARIO:

De acuerdo a la carga instalada este tipo de medidor de medida semidirecta, el cual se alojara en un armario ubicado en la parte exterior de la edificacion.

Se empleará medidor de energía electrónico de conexión semi-directa a la red. Los medidores se seleccionaron de acuerdo al límite de carga y al tipo de acometida. A continuación, más características



(U) DISTANCIAS DE SEGURIDAD O SERVIDUMBRES REQUERIDAS.

Las distancias de seguridad se resumen a continuación en una tabla donde se exponen los valores mínimos y la relación en una construcción en una respectiva gráfica:

DISTANCIAS MINIMAS DE SEGURIDAD EN ZONAS CON CONSTRUCCIONES		
Descripción.	Tensión nominal entre fases (kV)	Distancia (m)
Distancia vertical "a" sobre techos y proyecciones, aplicable solamente a zonas de muy difícil acceso a personas y siempre que el propietario o tenedor de la instalación eléctrica tenga absoluto control tanto de la instalación como de la edificación (Figura 13.1).	44/34,5/33	3,8
	13,8/13,2/11,4/7,6	3.8
	<1	0,45
Distancia horizontal "b" a muros, balcones, salientes, ventanas y diferentes áreas independientemente de la facilidad de accesibilidad de personas. (Figura 13,1)	66/57,5	2,5
	44/34,5/33	2,3
	13,8/13,2/11,4/7,6	2,3
	<1	1,7
Distancia vertical "c" sobre o debajo de balcones o techos de fácil acceso a personas, y sobre techos accesibles a vehículos de máximo 2,45 m de altura. (Figura 13.1)	44/34,5/33	4,1
	13,8/13,2/11,4/7,6	4,1
	<1	3,5
Distancia vertical "d" a carreteras, calles, callejones, zonas peatonales, áreas sujetas a tráfico vehicular, (Figura 13 1) para vehículos de más de 2,45 m de altura.	115/110	6,1
	66/57,5	5,8
	44/34,5/33	5 6
	13,8/13,2/11,4/7,6	5,6
	<1	5

Tabla 13.1 distancias mínimas de seguridad en zonas con construcciones

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

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

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

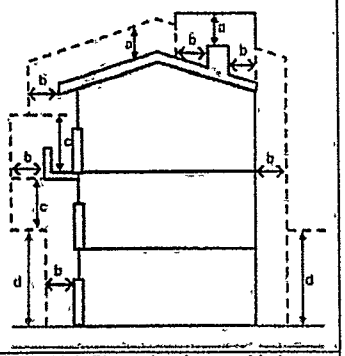


Figura 13.1. Distancias de seguridad en zonas con construcciones

Las distancias verticales mínimas en cruces o recorridos paralelos de distintas líneas, no podrán ser menores a las establecidas en la Tabla 13.3.

		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								

Tabla 13.3. Distancias verticales mínimas en vanos con líneas de diferentes tensiones

CALCULO DE DISTANCIAS MÍNIMA DEL CONDUCTOR AL SUELO

En lineas de trasmisión o redes de distribución, la altura de los conductores respecto del piso o de la vía, como lo señalan las Figuras 13.2 y 13.3, no podrá ser menor a las establecidas en la Tabla 13.2. Del RETIE actualización

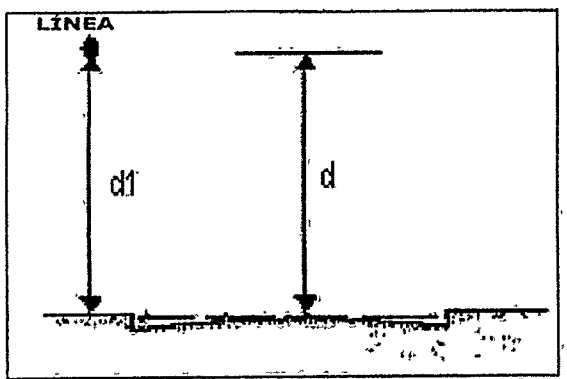


Figura13.2. Distancias "d" y "d1" en cruce y recorridos de vías

Descripción	Tensión nominal entre fases (kV)	Distancia (m)
Distancia mínima al suelo "d" en cruces con carreteras, calles, callejones, zonas peatonales, áreas sujetas a tráfico vehicular (Figura 13.2).	500	11,6
	230/220	8,5
	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	5,0
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 13.2).	500	11,6
	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 la zonas de servidumbre (Figura 13.2).	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, 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 13.3)[9]	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 13.4)	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 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

(V) JUSTIFICACIÓN DE DESVIACIONES TÉCNICAS CUANDO SEA ESTRICTAMENTE NECESARIAS, SIEMPRE Y CUANDO NO COMPROMETA LA SEGURIDAD DE LAS PERSONAS O DE LA INSTALACIÓN.

NO APLICA, No se contempla ninguna desviación de la NTC 2050. El procedimiento de diseño se ciñó a los lineamientos de la NTC 2050 y del RETI, En el diseño eléctrico planteado no se requirió hacer ninguna justificación técnica de desviación de la NTC 2050.

(W) LOS DEMÁS ESTUDIOS QUE EL TIPO DE INSTALACIÓN REQUIERA PARA SU CORRECTA Y SEGURA OPERACIÓN

Según RETIE Resolución 40117 del 2 de Abril de 2024

Artículo 3.28.3. Instalaciones especiales tenemos que:

3.28.3.3 Instalaciones en sitios con alta concentración de personas y sitios de reuniones públicas

A continuación se indican los requisitos aplicables a instalaciones en sitios con alta concentración de personas y sitios de reuniones públicas:

3.28.3.3.1 Sitios con alta concentración de personas

Estas instalaciones deben cumplir los siguientes requisitos:

e. alambrado en sitios de alta concentración de personas debe ser mediante canalizaciones metálicas, canalizaciones metálicas flexibles, cables de los Tipos MI, MC, AC o canalizaciones no metálicas las cuales deben estar embebidas en concreto a una profundidad no inferior a 50 mm. El método de alambrado debe calificar como conductor de puesta a tierra de equipos, o debe tener un conductor aislado de puesta a tierra de equipos, dimensionado de acuerdo con la Tabla 250.122 de la norma NTC 2050 segunda actualización.

f. Se deben utilizar conductores eléctricos con aislamiento o recubrimiento libre de halógenos, según los requisitos de producto establecidos en el numeral 2.3.10.2. del Libro 2 de Productos del RETIE, incluyendo los conductores eléctricos utilizados en pasillos y rutas de evacuación asociadas a la instalación de alta concentración de personas.

De acuerdo a lo anterior se define para el presente diselo que los conductores electricos deben cumplir con el Articulo 2.3.10. Conductores y cables, 2.3.10.2. Requisitos adicionales a los anteriores para cables y conductores aislados instalados en alimentación de ascensores, áreas con alta concentración de personas y áreas clasificadas como peligrosas, incluidas minas y túneles

a. Los cables y conductores aislados deberán ser libre de halógenos conforme a las normas IEC 60754-1, NTC-IEC 60754-1 o NTC 6182, con un contenido de gas ácido de halógeno expresado en miligramos de ácido clorhidrico por gramo 5 mg/gr. Los valores de pH en ambas pruebas del protocolo de ensayo deben ser superiores a 4,3 y la conductividad no debe ser superior a 10 µS/mm, con relación a un litro de agua, conforme a IEC 60754-2, NTC-IEC 60754-2 o NTC 6182.

b. Los cables y conductores aislados deben ser de baja densidad y opacidad de humos según las normas IEC 61034-2, NTC-IEC 61034-2 o NTC 6182.

Basado en lo anterior, debido á que la carga ocupacional puede llegar a ser mayor a 50 personas en el edificio, se obliga a que el cable utilizado sea de este tipo HFFR-LS (Halogen Free-Fire Retardant-Low Smoke) = (Libre de halógenos, retardante a la llama, baja generación de humos), igualmente se cumplen con las disposiciones del RETIE Resolución 40117 Del 2 De Abril De 2024, con respecto al uso de la tuberia conduit liviana tipo A, para trayectos embebidos, PVC SCH 40 en cielo falso y EMT expuesta.

(X) SELECCIÓN, CÁLCULO Y ESPECIFICACIÓN DE EQUIPOS DE GENERACIÓN DE ENERGÍA CONVENCIONALES Y NO CONVENCIONALES.

NO APLICA

RECOMENDACIONES

Que el proyecto construido cumpla con el proceso de inspección externa contratada con cualquiera de las empresas acreditadas ante la SIC.

Presentar un original del dictamen aprobado a la empresa de energia local como requisito para la conexión y puesta en servicio.

Bibliografía

Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE Resolución 40117 del 2 de Abril de 2024

Norma colombiana NTC 2050 Segunda Actualización.

Norma colombiana NTC 4552-1.

Norma colombiana NTC 4552-2.

Norma colombiana NTC 4552-3.

NORMAS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS PARA LOS NIVELES I Y II- EMPRESA DE ENERGÍA DE ARAUCA ENELAR E.S.P.

NORMAS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN ENEL-CODENSA.

International Electro Technical Commission IEC 62305 Protection against lightning – Ed. 1.0 2006-01 Part 1; General principles Part 2; Risk management

221

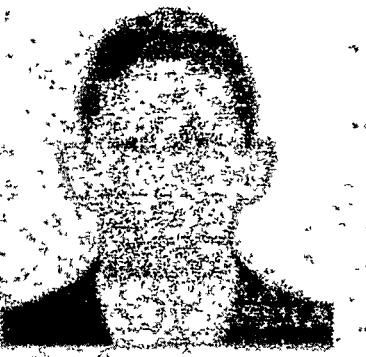
REPUBLICA DE COLOMBIA
IDENTIFICACION PERSONAL
CEDULA DE CIUDADANIA

NUMERO 1.116.866.723
GOMEZ OCAMPO

APELLIDOS

IVAN RENE

NOMBRES





FECHA DE NACIMIENTO 10-DIC-1994
MANI
(CASANARE)
LUGAR DE NACIMIENTO
1.74 B+ M
ESTATURA G.S. R+ SEXO
17-DIC-2012 TAME
FECHA Y LUGAR DE EXPEDICION

REGISTRADOR NACIONAL
JUAN CARLOS GALINDO VACHA

INDICE DERECHO



A-4000500-00975545-M-1116866723-20180207 0059443692A 1 50084816

222
139

Consejo Profesional
Nacional de Ingenierías
Eléctrica, Mecánica
y Profesiones Afines

CERTIFICADO DE MATRICULA PROFESIONAL

Original

EL SECRETARIO EJECUTIVO DEL CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, MECÁNICA Y PROFESIONES AFINES

CERTIFICA:



1. Que en cumplimiento de la Ley 51 de 1986 y del Decreto 1873 de 1996, IVAN RENE GOMEZ OCAMPO, identificado con Cédula de Ciudadanía 1.116.866.723 de Tame (Arauca), presentó solicitud de matrícula profesional de Ingeniero Electricista ante el Consejo Profesional de Ingenierías Eléctrica, Mecánica y Profesiones Afines, Seccional de Santander, acreditando para el efecto su grado profesional, otorgado por la Universidad De Pamplona el día 29 de Enero de 2021.

2. Que, estudiada la solicitud, el Consejo Profesional de Ingenierías Eléctrica, Mecánica y Profesiones Afines, Seccional de Santander, mediante la Resolución 7 del 23 de Febrero de 2021 expidió la matrícula profesional a IVAN RENE GOMEZ OCAMPO para ejercer la profesión de INGENIERO ELECTRICISTA de acuerdo con lo señalado en la ley y el decreto antes citados.

3. Que, mediante la Resolución 15 del 23 de Febrero de 2021, el Consejo Profesional Nacional de Ingenierías Eléctrica, Mecánica y Profesiones Afines confirmó la matrícula anterior y le asignó el número de registro:

SN205-152998

Este certificado se expide en Bogotá el día 25 de mayo de 2023.

MARCO ANTONIO GÓMEZ ALBORNOZ
Secretario Ejecutivo

Documento expedido en formato PDF, con firma digitalizada según el artículo 11 del Decreto 491 de 2020.
"por el cual se adoptan medidas de urgencia para garantizar la atención y la prestación de servicios por parte de las autoridades públicas"

Calle 70 No. 9 - 10
PBX: (1) 3558888
Bogotá, D.C. - Colombia
e-mail: info@consejoprofesional.org.co

223

Consejo Profesional Nacional de Ingenierías Eléctrica, Mecánica y Profesiones Afines

Referencia:

EL CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, MECÁNICA Y PROFESIONESAFINES, EN VIRTUD DE LO ESTABLECIDO POR LA LEY 51 DE 1986 Y EL DECRETO 1873 DE 1996

HACE CONSTAR QUE:

1. El Ingeniero **Ivan Rene GOMEZ OCAMPO**, identificado con Cédula de Ciudadanía No. **1116866723** de **Tame (Arauca)**, se encuentra registrado ante el Consejo Profesional Nacional de Ingenierías Eléctrica, Mecánica y Profesiones Afines, como Ingeniero **ELECTRICISTA** con Matrícula No. **SN205-152998** expedida por el Consejo Profesional Seccional de **SANTANDER** mediante resolución No. **SN-7 de 2021** el día **23** de **Febrero** de **2021** y confirmada por el Consejo Profesional Nacional según Resolución No. **CPN-15 de 2021**.

2. La matrícula profesional No. **SN205-152998**, del citado ingeniero se encuentra Vigente y no se registran Sanciones a la fecha.

Esta constancia se expide por solicitud de: **ENELAR ESP.** La vigencia de la presente certificación es de Seis (6) meses a partir de la fecha de expedición.

Dada en la ciudad de Bogotá D.C., a los Ocho (8) días del mes de Enero de Dos Mil Veinticinco (2025)

Consejo Profesional Nacional de Ingenierías Eléctrica, Mecánica y Profesiones Afines
Código de Validación:**999901862167. Vence el 08-Julio-2025**
Entre a www.consejoprofesional.org.co y a la opción 'Validar Certificado' para verificar su validez

MARCO ANTONIO GOMEZ ALBORNOZ
Secretario Ejecutivo

DECLARACIÓN DE CUMPLIMIENTO DEL DISEÑADOR

REPUBLICA DE COLOMBIA
MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA

DECLARACIÓN DE CUMPLIMIENTO DE DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS BAJO EL REGLAMENTO TÉCNICO DE INSTALACIONES ELECTRICAS – RETIE.
DECLARACIÓN No. 26

Yo **IVAN RENE GOMEZ OCAMPO**, identificado con la cédula de ciudadanía. No. **1.116.866.723**, de Tame – Arauca, en el ejercicio de mi profesión como **INGENIERO ELECTRICISTA** y titular de la matrícula profesional No. **SN205-152998**, expedida por el Consejo Profesional Nacional de Ingenierías Eléctrica, Mecánica y Profesiones A Fines, **declaro** bajo la gravedad del juramento que, el diseño de la instalación eléctrica con alcance **DISEÑO OPTIMIZACIÓN DE LA PLANTA DE SACRIFICIO BOVINO, MEDIANTE LA INSTALACION DE UN CUARTO FRIO EN EL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA,** estará ubicada en la dirección Frigomatadero de Saravena, del municipio Saravena del departamento Arauca, de la cual figura como propietario(a) Alcaldía de Saravena con tipo y número de identificación NIT.800102799-6 cumple con todos y cada uno de los requisitos que le aplican establecidos en el RETIE de acuerdo con la resolución No. 40117 de fecha 2 de abril de 2024 aplicables al diseño detallado ☒ diseño básico ☐

Así mismo, declaro que de acuerdo a las especificaciones del diseño de la instalación eléctrica se plantearon las siguientes desviaciones de requisitos, las cuales son soportadas con la justificación técnica y el análisis de riesgos adjunto a esta declaración:

La presente declaración se firma el día 19 del mes febrero del año 2025 en la ciudad de Tame.

Información de notificación del diseñador:

Dirección: calle 16 N° 8B-18 B/ Villadela Tame Arauca
Teléfono: 3123487415
Correo electrónico: cons.electricaig@gmail.com

Anexos: Plano Definitivo y Memoria De Diseño

Firma

225

Saravena, Arauca – febrero de 2025

MEMORIAL DE RESPONSABILIDAD

Yo, **IVÁN RENÉ GÓMEZ OCAMPO** identificado con CC No 1.116.866.723 de Maní - Casanare, en calidad de Ingeniero Electricista con Matricula Profesional M.P N° SN205-152998 CERTIFICO que realicé el DISEÑO ELECTRICO, para el proyecto **OPTIMIZACIÓN DE LA PLANTA DE SACRIFICIO BOVINO DEL MUNICIPIO DE SARAVENA, MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE DOS (2) CUARTOS FRÍOS.**

Por lo anterior, manifiesto que es viable la construcción objeto del proyecto, siempre y cuando se tengan en cuenta el Presente Diseño eléctrico.

En consecuencia, asumo toda responsabilidad referente a los diseños eléctrico para el proyecto **"OPTIMIZACIÓN DE LA PLANTA DE SACRIFICIO BOVINO DEL MUNICIPIO DE SARAVENA, MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE DOS (2) CUARTOS FRÍOS"**, y exonero a la **Alcaldía de Saravena** ante terceros de cualquier responsabilidad civil, penal o administrativa por cualquier falta u omisión del presente estudio.

Acepto y reconozco que la revisión efectuada por la Secretaria de Infraestructura y Desarrollo Urbano no constituye una aprobación al diseño, sino una verificación del cumplimiento de los decretos antes mencionados.

Adicionalmente manifiesto que realizo la donación de los diseños eléctrico a la **Alcaldía de Saravena**, secretaria de Infraestructura y Desarrollo Urbano, de tal manera que se viabilice la aprobación y ejecución de las actividades para el cumplimiento de las metas del ente Gubernamental.

Atentamente,

ING. IVÁN RENÉ GÓMEZ OCAMPO
INGENIERO ELECTRICISTA
M.P SN205-152998

Saravena, Arauca – febrero de 2025

226

DONACIÓN DE DISEÑO

Señores

ALCALDIA DE SARAVENA

Ciudad,

Asunto: Certificación de Donación de DISEÑO ELECTRICO.

Certifico que he realizado los diseños eléctrico y a la vez lo dono a título gratuito a la **Alcaldía Saravena**, para el Proyecto **"OPTIMIZACIÓN DE LA PLANTA DE SACRIFICIO BOVINO DEL MUNICIPIO DE SARAVENA, MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE DOS (2) CUARTOS FRÍOS"**, a construirse en el Municipio de Saravena, Departamento de Arauca de acuerdo con los requisitos técnicos vigentes.

Para los fines pertinentes, anexo copia de mi Tarjeta o Matrícula Profesional y certificado de vigencia de la misma y copia de la cédula de ciudadanía.

Atentamente,

ING. IVÁN RENÉ GÓMEZ OCAMPO
INGENIERO ELECTRICISTA
M.P SN205-152998

227
AAA

REPÚBLICA DE COLOMBIA
DEPARTAMENTO DE ARAUCA
MUNICIPIO DE SARAVENA
NIT: 800102799-6

DISEÑO HIDROSANITARIO