

CUMPLIMIENTO DISEÑO DETALLADO CAP. 10.1.1 RETIE
DAVID FELIPE NIÑO QUINTERO
INGENIERO ELÉCTRICISTA
PROYECTO: ESTUDIOS Y DISEÑOS OPTIMIZACION DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO DE LA UNILLA, MUNICIPIO
DEL RETORNO, GUAVIARE

MEMORIAS DE CÁLCULO RED ELÉCTRICA

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DEL ALCANTARILLADO SANITARIO Y
PLUVIAL DE LA INSPECCIÓN LA UNILLA DEL MUNICIPIO DEL RETORNO -
DEPARTAMENTO DEL GUAVIARE

PROPIETARIO: ALCALDÍA DEL RETORNO
DISEÑADOR: DAVID FELIPE NIÑO QUINTERO
MATRÍCULA: NS205- 153008

CONTENIDO

GENERALIDADES DE DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	1
OBJETO DEL PROYECTO.....	1
UBICACIÓN DEL PROYECTO	1
ART. 10.1.1 DISEÑO DETALLADO	3
a) Análisis y cuadro de cargas iniciales y futuras, incluyendo análisis de factor de potencia y armónicos	3
b) Análisis de coordinación de aislamiento eléctrico.....	5
c) Análisis de cortocircuito y falla a tierra.....	5
d) Análisis de nivel de riesgo por rayos y medidas de protección contra rayos. ...	8
e) Análisis de riesgos de origen eléctrico y medidas para mitigarlos.	12
f) Análisis del nivel tensión requerido.....	20
g) Cálculo de campos electromagnéticos para asegurar que, en espacios destinados a actividades rutinarias de las personas, no se superen los límites de exposición definidos en la Tabla 14.1.....	21
h) Cálculo de transformadores incluyendo efectos de los armónicos y factor de	22
i) Cálculo del sistema de puesta a tierra	35
j) Cálculo económico de conductores, teniendo en cuenta todos los factores de	37
k) Verificación de los conductores, teniendo en cuenta el tiempo de disparo de los interruptores, la corriente de cortocircuito de la red y la capacidad de corriente del conductor de acuerdo con la norma IEC 60990, IEEE 242, capítulo 9 o equivalente	37
l) Cálculo mecánico de estructuras y de elementos de sujeción de equipos.	37
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.	37
n) Cálculos de canalizaciones (tubo, ductos, canaletas y electroductos) y volumen de encerramientos (cajas, tableros, conduit, etc.).	38
o) Cálculo de pérdidas de energía, teniendo en cuenta los efectos de armónicos y factor de potencia.....	41
p) Cálculos de regulación de tensión.....	42
q) Clasificación de áreas.	43
r) Elaboración de diagramas unifilares.....	43
s) Elaboración de planos y esquemas eléctricos para construcción.....	43
t) Especificaciones de construcción complementarias a los planos, incluyendo las de tipo técnico de equipos y materiales y sus condiciones particulares.	43
u) Establecer las señales de seguridad requeridas.	43

- v) Justificación de desviaciones técnicas cuando sea estrictamente necesarias, siempre y cuando no comprometa la seguridad de las personas o de la instalación. . 45
- w) Los demás estudios que el tipo de instalación requiera para su correcta y segura operación, tales como condiciones sísmicas, acústicas, mecánicas o térmicas. 45

GENERALIDADES DE DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

OBJETO DEL PROYECTO

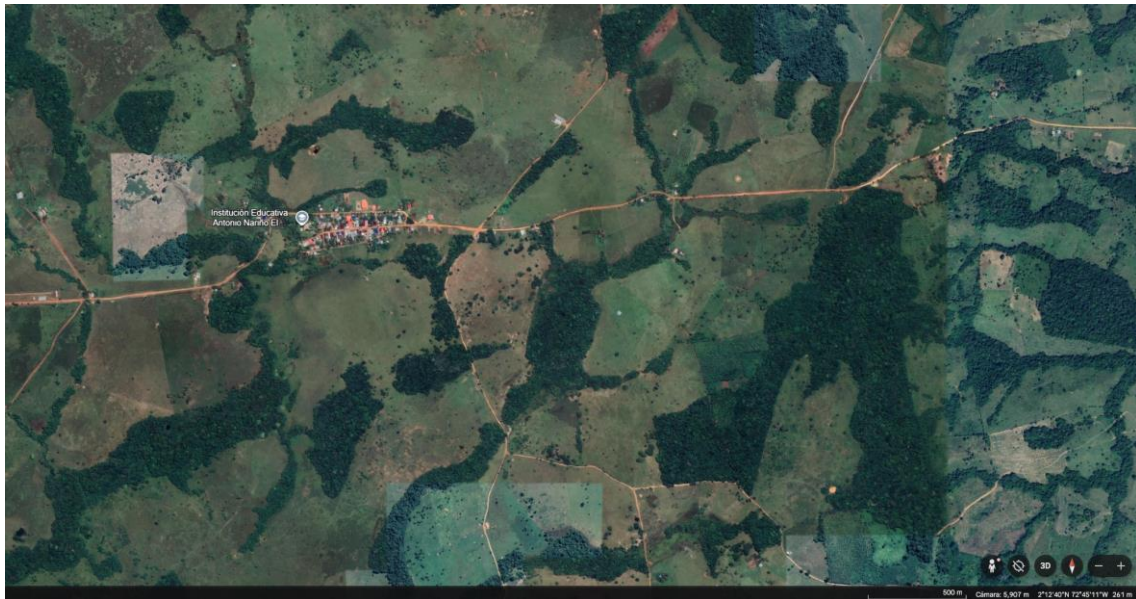
El proyecto tiene como objetivos la representación y justificación de las instalaciones eléctricas convencionales e instalaciones eléctricas fotovoltaicas para el suministro de un alcantarillado sanitario y pluvial de la inspección la Unilla, en el municipio del Retorno:

En el presente proyecto se detallarán las características técnicas de ejecución, reuniendo las condiciones y garantías mínimas por el reglamento vigente.

El proyecto consiste en el estudio y diseño eléctrico de un acueducto, en donde se instalará la iluminación, tomas comunes, suministro eléctrico para múltiples bombas de 1hp y 1/2hp, además de la distribución y tendido de circuitos internos.

UBICACIÓN DEL PROYECTO

Este proyecto se llevará a cabo en zona rural, en el corregimiento de la Unilla, en el municipio del Retorno, Guaviare, ubicado en 2°.12'.40" N y 72°.45'.11" W.



ALCANCE

El proyecto eléctrico consiste en la instalación de sistema eléctrico convencional y fotovoltaico para suministro de iluminación, tomas comunes y bombas de un acueducto.

La carga a instalar será:

BOMBAS

Marca:

Potencia: 1 HP, 1/2 HP

Voltaje: 120 V

TOMAS GENERALES

Marca: LUMINEX

Potencia: 180 W

Voltaje: 120 V

LUMINARIAS INTERNAS

Potencia: 36W.

Voltaje: 120 V

LUMINARIA LED

Potencia: 20 W

Voltaje: 120 V

La conexión de este proyecto se hará a través de red de media tensión en nodo solicitado al operador de red, mediante estudio de factibilidad. Se conectará 1 transformador proyectado de 15KVA a 13.2 KV / 208-120 V monofásico y aguas abajo del transformador se llevará en acometida subterráneas

La medida se hará a través de un armario de medida directa ubicado a un lateral de una de las casetas.

El proyecto cuenta con la instalación de 1 poste de 12 metros para tendido y tensionado de red de media tensión, montaje de 1 transformador monofásico, la instalación de un armario de medida directa y red de baja tensión subterránea que llevará el suministro eléctrico. Se distribuye la carga en 1 transformador ajustando las características de la carga a los factores establecidos por la normativa vigente.

PARAMETROS DE DISEÑO

Para el desarrollo del presente proyecto de instalación eléctrica se consideraron en forma general los siguientes parámetros de diseño, sin embargo, se advierte que puede haber variaciones dentro del mismo por algún caso particular que amerite consideraciones especiales, que de existir se indicará adecuadamente.

1. Todas las instalaciones cumplirán en cuanto a diseño con lo indicado por la Norma Técnica Colombiana NTC-2050 y los materiales a utilizar en el diseño contarán con la certificación del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE.
2. Todas las referencias de tablas indicadas en los siguientes parámetros pertenecen a la Norma Técnica Colombiana NTC-2050 a menos que se indique lo contrario.
3. La distribución de la postería se hizo teniendo en cuenta las vías de ingreso y el paramento peatonal.
4. Los conductores para la red de distribución de baja y media tensión, fueron calculadas para una capacidad ampérica de acuerdo con la carga instalada.

ART. 10.1.1 DISEÑO DETALLADO

- a) Análisis y cuadro de cargas iniciales y futuras, incluyendo análisis de factor de potencia y armónicos

Teniendo como base las salidas eléctricas, y la información eléctrica suministrada por el operador de red, se realiza el cálculo de la carga eléctrica para las diferentes áreas y para la carga total del proyecto. Adicionalmente sirve para el cálculo de las acometidas y las protecciones de los tableros. El conductor seleccionado como alimentador desde el armario de medida en el poste de 12 metros hasta el tablero de circuitos será en 2X4+1#4N AWG cobre THHN.

A continuación, se muestran los cuadros de cargas de las instalaciones a ejecutar dentro de la primera etapa.

CUADRO DE CARGAS

CUADRO DE CARGAS SISTEMA FOTOVOLTAICO																	
TABLERO GENERAL																	
CIRCUITO	DESCRIPCIÓN	ILUMINACIÓN			TOMAS			FASE			CARGA [W]	FP	S [VA]	CORRIENTE [A]	HORAS DE USO AL DÍA	CARGA EN WH/DIA	OBSERVACIONES
		13 [W]	18 [W]	36 [W]	COMUNES 171[W]	ESPECIALES 746W	ESPECIALES 373W	R	S	T							
C1	TN1							X			1976,00	0,95	2080,00	16,378	8	15808	TN1
C2	TN2								x		980,00	0,95	1031,58	8,123	8	7840	TN2
C3	BOMBA						1	X			746	0,8	932,500	7,343	8	5968	BOMBA 1HP
C4	BOMBA						1		x		746	0,8	932,500	7,343	8	5968	BOMBA 1HP
C5	BOMBA						1		x		746	0,8	932,500	7,343	8	5968	BOMBA 1HP
C6	BOMBA						1	x			746	0,8	932,500	7,343	8	5968	BOMBA 1HP
C7	BOMBA						1		x		373	0,8	466,250	3,671	1	373	BOMBA 1/2HP
C8	BOMBA						1	X			373	0,8	466,250	3,671	1	373	BOMBA 1/2HP
C9	BOMBA						1		x		373	0,8	466,250	3,671	1	373	BOMBA 1/2HP
C10	BOMBA						1	X			373	0,8	466,250	1,224	1	373	BOMBA 1/2HP
TOTAL						4	4				7432	-	8706,579	66,108	-	49012	

b) Análisis de coordinación de aislamiento eléctrico.

La principal función de la coordinación de aislamiento es establecer que distancia de fuga van a manejar los aisladores que estén conectados a las estructuras de media tensión y baja tensión que forman parte de la construcción, sin embargo, cabe aclarar que este ítem según el proyecto no es necesario, ya que se aplican normas de construcción de redes estandarizadas por el operador de la red; No obstante, se describen los elementos que se consideran que aplican para este análisis.

- **Aisladores eléctricos:** Los aisladores deben ser de porcelana o resina epóxica para uso en intemperie con certificado de producto en atención al cumplimiento del artículo 20.1 del RETIE. Para el proyecto serán requeridos aisladores de pin, tensores y suspensión en media tensión. Los aisladores tensores serán de porcelana clase ANSI 54-2 con 15 kV de flameo de baja frecuencia en húmedo y los aisladores de pin serán también de porcelana de la clase ANSI 55-6 y voltaje de prueba RMS a tierra 22 kV. Todo esto alineado con las especificaciones de las Normas IPSE para la construcción de líneas de media tensión.
- **Conductores:** Los cables de baja tensión son de cobre y cuentan con aislamiento retardante a la llama con certificado de producto. Todo esto alineado con las especificaciones de las Normas IPSE para la construcción de líneas de baja tensión y las normas del operador de red para las acometidas.

c) Análisis de cortocircuito y falla a tierra.

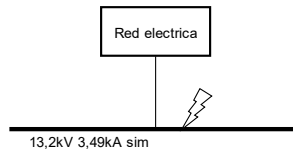
La corriente de cortocircuito para el nodo de media tensión comúnmente es suministrado por el operador de red en el punto de conexión, sin embargo, a continuación, se muestra el cálculo de la corriente de cortocircuito:

Calculo de corriente de corto circuito

Aporte de corriente de la red electrica

Tension Nominal: **13,2** kV
 Icc: **3,49** kA sim
 Scc: 46,068 MVA
 Icc Asimetrica: 7,22 kA asim

 Ra/Za: 0,242
 Za: 3,782 Ω
 Xa: 3,670 Ω
 Ra: 0,914 Ω
 Ra/Xa: 0,249
 Factor K: 1,463 (IEC 60909)



Metodo Explicado en:

De Metz-Noblat, B. Cálculo de corrientes de cortocircuito (Cuaderno Tecnico nº 158
 Barcelona: Schneider , 2000.

Calculo de corriente de corto circuito

Tension del sistema: **0,2** kV
 Lugar: Barra 220

Impedancias del sistema

Equipo	R	X
Red	0,914	3,670
Cable	0,008	0,008

Total

Rt = 0,9220 Ω
 Xt = 3,6782 Ω
 Zt = 3,7920 Ω

Icc = 0,03 kA sim
 R/X = 0,25
 Factor K = 1,46 IEC60909
Icc asimetrica = 0,06 kA asim

Metodo Explicado en:

De Metz-Noblat, B. Cálculo de corrientes de cortocircuito (Cuaderno Tecnico nº 158
 Barcelona: Schneider , 2000.

Calculo de corriente de corto circuito

Transformador trifásico

Potencia: **15** kVA
 Voltaje en lado de falla (V2): **0,22** kV V1: **13,2** kV
 Voltaje de corto circuito %: **4** *Tabla T1*
 Ra: **1,84941296** Ohm Rr 0,00051373 Ohm reflejada
 Xa: **7,36698715** Ohm Xr 0,00204639 Ohm reflejada

T1. Tensión de cortocircuito Vcc normalizada para los transformadores MT/BT de distribución pública.

kVA	630	800	1000	1250	1600	2000
Vcc (%)	4	4,5	5	5,5	6	7

Se tiene que: $Z_t = V_{cc} \times \frac{V_n^2}{S_n}$ Z del transformador

Por lo tanto: $Z_t = 129,0666667 \text{ m}\Omega$

Se tiene que: $X_t \approx Z_t$ X del transformador

Por lo tanto: $X_t = 129,0666667 \text{ m}\Omega$ $X_r = 2,046 \text{ m}\Omega$

Se tiene que: $R_t \approx 0,20 \times X_t$ R del transformador

Por lo tanto: $R_t = 25,81333333 \text{ m}\Omega$ $R_r = 0,513 \text{ m}\Omega$

Luego: $\frac{R_{total}}{X_{total}} = 0,20$

$Z_{total} = \sqrt{(R_t + R_r)^2 + (X_t + X_r)^2}$ $Z_t = 133,73 \text{ m}\Omega$

Se tiene que: $I_{cc, sim} = \frac{V_n}{\sqrt{3} \times Z_t}$

Por lo tanto: $I_{cc, sim} = \underline{\underline{0,95 \text{ kA simetricos}}}$

Luego tenemos que: $K = 1,54$, para $\frac{R_t}{X_t} = 0,20$ (IEC 60909)

$I_{cc} = \sqrt{2} \times K \times I_{cc, sim}$

Finalmente: $I_{cc} = 2,07 \text{ kA asimetricos}$

Basado en la norma UTE C 15-105 y IEC 60 909.

Metodo Explicado en:

De Metz-Noblat, B. Cálculo de corrientes de cortocircuito (Cuaderno Tecnico nº 158).
 Barcelona: Schneider , 2000.

d) Análisis de nivel de riesgo por rayos y medidas de protección contra rayos.

Para la evaluación del sistema de protección contra rayos se cumplen los lineamientos de los siguientes reglamentos y normas:

- Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE, resolución 18 1294 del 06 de agosto de 2008.
- Norma Técnica Colombiana NTC 4552 “Protección Contra Rayos” de noviembre 26 de 2008.

EVALUACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO

La evaluación de riesgo es el elemento más importante en el diseño de un sistema de protección contra rayos pues con este se selecciona el Nivel de Protección contra Rayos NPR que cumpla con las necesidades particulares de la edificación o estructura.

Los parámetros del rayo han sido medidos y registrados obteniendo datos estadísticos los cuales permiten establecer un indicador conocido como Densidad de Descargas a Tierra DDT el cual se establece como el promedio anual de descargas atmosféricas por kilómetro cuadrado, este dato es primordial para la evaluación del riesgo, pues permite determinar el número de eventos peligrosos de acuerdo con las características de la estructura a proteger.

El nivel de protección requerido para EL SISTEMA DE ACUEDUCTO DE LA UNILLA se obtuvo luego de realizar la metodología propuesta en la NTC 4552-2 de 2008.

Para obtener los valores correspondientes a los riesgos que se incluyen en las pérdidas posibles se hizo uso del software **CDRisk (Cálculo del Índice de Riesgo)** suministrado por **Aplicaciones tecnológicas** en el cual se ingresan datos sobre los parámetros de instalación de estructuras y posibles riesgos dentro de la subestación.

Los diferentes aspectos para tener en cuenta con respecto a las variables para el cálculo del nivel de riesgo de las instalaciones EL SISTEMA DE ACUEDUCTO DE LA UNILLA, Son los siguientes:

- Dimensiones de la estructura

Se consigna las dimensiones de la estructura bajo estudio; [Largo, Ancho, Altura y altura de estructuras sobre cubierta]. Con ello se determina el área de influencia de la estructura.

- Atributos de la estructura

Se consigna las características constructivas de la estructura, para determinar si existe riesgo de fuego por materiales de la cubierta y/o fachada, además del tipo de cableado, si es apantallado o no apantallado.

- Influencias ambientales

Se consigna la ubicación de la estructura, geográfica y ambiental además del DDT9 de la ciudad donde se ubica la instalación.

- Líneas de servicios

Se consigna las características de la subestación de energía eléctrica, características de la acometida, además de los diferentes tipos de servicios que entran en la instalación.

CATEGORÍAS DE PÉRDIDAS

- Pérdidas de la vida humana

Se consigna las posibles circunstancias en las cuales se puede perder una vida humana.

- Pérdidas de servicios esenciales

Se consigna los datos de pérdida de servicios esenciales siempre y cuando, la estructura provea servicios públicos a la comunidad.

- Pérdidas de patrimonio cultural

Se consigna los datos de pérdida de servicios esenciales siempre y cuando, la estructura sea considerada como patrimonio cultural.

- Pérdidas económicas

Se consigna las características según la actividad comercial de la empresa o instalación bajo estudio.

- Medidas de protección

De acuerdo con el nivel de riesgo que se obtiene según la ponderación realizada, se debe determinar las medidas de protección a implementar para mitigar el riesgo de los diferentes tipos de pérdidas. Se tiene diferentes tipos de medidas a implementar para la mitigación por un impacto directo o indirecto.

- Protección externa, con las características según se indique el nivel de riesgo.
- Niveles de protección contra el fuego.
- Protección interna, coordinación de DPS.

Parámetro	Valor
Longitud de la estructura L (m)	70
Ancho de la estructura W (m)	28
Altura de la estructura H (m)	3
Densidad de rayos a tierra (Rayos/Km2/año) DDT	1
Localización de la estructura a proteger	Estructura expuesta
Ambiente de la estructura a proteger	Rural
Acometidas de servicio	Acometida de alimentación.
Medidas tomadas frente a tensiones de paso y contacto	Sistema de puesta a tierra
Nivel de protección externo de la estructura	Estructura no protegida
Riesgo por fuego en la estructura	Común
Medida de protección para reducir las consecuencias por fuego	Sistema contra incendios
Situación especial de peligro	Nivel medio de pánico (entre 5 y 10 personas)

Resultaría costoso e impráctico realizar una protección contra rayos para cubrir todas las posibles magnitudes de los parámetros medidos del rayo en una zona, de acuerdo con esto la NTC 4552-1 define cuatro niveles de protección NPR I a IV los cuales probabilísticamente, fijan magnitudes de parámetros máximos y mínimos para cada nivel.

Las medidas de protección están encaminadas a reducir el riesgo de acuerdo con el tipo de daño. Las medidas de protección serán consideradas efectivas solamente si cumplen con los requerimientos de las siguientes normas:

- NTC 4552-3, Para protección y reducción de lesiones en seres vivos y daños físicos en la estructura.
- La normatividad nacional vigente para protección y reducción de fallas de sistemas internos, o en su defecto la norma IEC 62305-4 o los documentos normativos IEEE C62.41-1 e IEEE C62.41-2 o la normatividad UIT serie K.

Se debe identificar los parámetros críticos que determinan las medidas más eficientes para reducir el riesgo R. Para cada tipo de pérdidas existe un número de medidas de protección las cuales, individual o colectivamente, hacen que se cumpla la condición $R \leq R_T$. La solución adoptada será seleccionada teniendo en cuenta tanto los aspectos técnicos como económicos.

De acuerdo con lo anterior se realizó el procedimiento y se simuló en el software CDRisk las condiciones de protección externo (NPRI), arrojando entonces el nivel de riesgo para cada uno de los parámetros medibles.

En la siguiente imagen se visualiza los parámetros de entrada y salida del software para el cálculo de los valores pérdidas para el sistema.

Cálculo del índice de riesgo

Ed.	Nombre del edificio	Largo	Ancho	Alto	PDC-Malla
1		70,00	28,00	3,00	P

Edificio número: 1 de 1
Nombre del edificio:

Empresa

Proyecto

Datos generales

Cálculo de riesgo

Ubicación de edificios

Ubicación de pararrayos

Protección externa

Protección interna

Memoria

Solicite presupuesto

Guía de diseño

Español

English

Francais

Portugués

DIMENSIONES

Longitud (L): 70,00 m.

Anchura (W): 28,00 m.

Altura tejado (H): 3,00 m.

Altura prominencia (Hp): 3,00 m.

Superficie exposición (Ad): 3.978,47 m² ☐ Fijada manualmente

CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA

Tipo de cubierta: A. Metálica.

Tipo de estructura: D. Ladrillo, cemento.

Riesgo de incendio: B. Común.

Tipo de cableado interno: A. No apantallado.

INFLUENCIAS AMBIENTALES

Situación: C. Estructura aislada.

Factor ambiental: D. Rural.

Días de tormenta: 100 Días / año

Densidad anual impactos: 10,00 Impactos / km²

Tipo de terreno: B- Roca blanda.

PÉRDIDAS

Tipo 1. Pérdidas de vidas humanas

Por incendios: A. No ocupadas.

Por riesgo de pánico: A. Sin riesgo.

Consecuencia de los daños: A. Sin consecuencias.

Por sobretensiones: A. No aplica.

Tipo 2. Pérdidas de servicios esenciales

Pérdida de servicios: A. No aplica.

Tipo 3. Pérdidas de patrimonio cultural

Pérdida de patrimonio: A. No aplica.

Tipo 4. Pérdidas económicas

Riesgos especiales: A. Sin consecuencias.

Por incendios: A. Valor común.

Por sobretensiones: A. No aplica.

Por tensión paso/contacto: A. Sin riesgo de shock.

Riesgo tolerable de pérdidas: C. 1 en 1.000 años.

LÍNEAS DE SERVICIOS

Suministro eléctrico

Situación del cable: B. Enterrado.

Tipo de cable: B. No apantallado.

Transformador MT/BT: A. Transformador.

Otros servicios aéreos

Número de servicios: 1

Tipo de cable: B. No apantallado.

Otros servicios enterrados

Número de servicios: 0

Tipo de cable: B. No apantallado.

MEDIDAS DE PROTECCIÓN EXISTENTES

Clase SPCR: A. Nivel I.

Protección sobretensiones: B. Sólo en entrada de servicio.

Factor de protección contra sobretensiones - SP:

- Sin protección. No hay ninguna medida de protección contra sobretensiones instalada. (SP=0)
- Sólo en entrada de servicios. Protección contra sobretensiones de unión equipotencial según IEC62305=3. (SP=1)
- Coordinada según IEC62305-4. Sistema de protección contra sobretensiones completo. (SP=2)

Solución

CUMPLIMIENTO DISEÑO DETALLADO CAP. 10.1.1 RETIE
DAVID FELIPE NIÑO QUINTERO
 INGENIERO ELÉCTRICISTA
 PROYECTO: ESTUDIOS Y DISEÑOS OPTIMIZACION DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO DE LA UNILLA, MUNICIPIO DEL
 RETORNO, GUAVIARE

Calculo del índice de riesgo

Edificio número: 1 de 1

Nombre del edificio

Ed	Nombre del edificio	Largo	Ancho	Alto	PDC-Malla
1		70,00	28,00	3,00	P

APLICACIONES TECNOLOGICAS

Empresa

Proyecto

Datos generales

Cálculo de riesgo

Ubicación de edificios

Ubicación de pararrayos

Protección externa

Protección interna

Memoria

Solicite presupuesto

Guía de diseño

Español

English

Francais

Portugués

DETERMINACIÓN DE LA NECESIDAD DE PROTECCIÓN SEGÚN LA NORMA UNE-EN 62305-2

Ed.	Nombre	Superficie de captura	Riesgo de pérdida vidas humanas	Riesgo de pérdida de servicios públicos	Riesgo de pérdida de patrimonio	Riesgo de pérdidas económicas	Necesidad instalación SEPCR*	Nivel de protección	Necesidad instalación SIPCR**	Tipo SIPCR
1		3.978,47	4.45E-05	0,00E+00	0,00E+00	4.41E-04	Ya protegido	Nivel I	Ya protegido	Entrada

ELECCIÓN DE LA TECNOLOGÍA DE PROTECCIÓN

La protección se realizará mediante ☒ PDC ☐ Malla

* SEPCR = Sistema Externo de Protección Contra el Rayo
 ** SIPCR = Sistema Interno de Protección Contra el Rayo

Edificio: 1

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

En el apartado "Proyecto":

- Indicar la dirección del lugar a proteger.
- Indicar la población del lugar a proteger.
- Indicar si se trata de una obra nueva.

Como se observa en las anteriores ilustraciones la simulación nos determina valores que están dentro del rango de riesgo tolerable, por consiguiente, no se requiere una instalación SEPCR (sistemas externos de protección contra el rayo)

e) Análisis de riesgos de origen eléctrico y medidas para mitigarlos.

Según Art. 5.1 "Evaluación del Nivel de Riesgo" del RETIE, se debe tener en cuenta los criterios establecidos en las normas sobre la soportabilidad de la energía eléctrica para seres humanos tomados de la gráfica de la norma NTC 4120, con referente a la IEC 60479-2, que detalla las zonas de los efectos de la corriente alterna de 15 Hz a 100 Hz.

De acuerdo al RETIE, los humanos expuestos a riesgo eléctrico se clasifican en individuos tipo "A" y tipo "B". El tipo "A" es toda persona que Lleva conductores eléctricos que terminan en el corazón en procesos invasivos; para este tipo de paciente, se considera que la corriente máxima segura es de 80 A. Los individuos tipo "B" es aquel que está en contacto con equipos eléctricos y que no lleva conductores directos al corazón.

Para mitigar el riesgo en los individuos tipo "B", se procede a hacer evaluaciones del riesgo de origen eléctrico y las medidas para mitigarlos, según lo establecido en el artículo 9.2. Del RETIE.

DAVID FELIPE NIÑO QUINTERO

INGENIERO ELÉCTRICISTA

PROYECTO: ESTUDIOS Y DISEÑOS OPTIMIZACION DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO DE LA UNILLA, MUNICIPIO DEL RETORNO, GUAVIARE

FACTOR DE RIESGO POR SOBRECARGA										
POSIBLES CAUSAS: En las instalaciones eléctricas de media tensión se pueden presentar incendios, daños a equipos, por corrientes nominales superiores de los equipos y conductores, instalaciones que no cumplen con normas técnicas y conexiones flojas.										
MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Usar interruptores automáticos con relés de sobrecarga, dimensionamiento técnico de conductores y equipos										
RIESGO A EVALUAR:		Incendio		por		Sobrecarga		(al) o (en)		Conductores, equipos y/o red secundaria
		EVENTO O EFECTO				FACTOR DE RIESGO (CAUSA)				FUENTE
POTENCIAL		<input checked="" type="checkbox"/>		REAL		<input type="checkbox"/>		FRECUENCIA		
C O N S E C U E N C I A S	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		E	D	C	B	A
						No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la Empresa	Sucede varias veces al año en la Empresa	Sucede varias veces al mes en la Empresa
	Una o mas muertes	Daño grave en infraestructura. Interrupción regional.	Contaminación irreparable.	Internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores, salida de subestación	Contaminación mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Incapacidad temporal (> 1 día)	Daños severos. Interrupción Temporal	Contaminación localizada	Regional	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Lesión menor (sin incapacidad)	Daños importantes Interrupción breve. E2	Efecto menor	Local	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	Molestia funcional (afecta rendimiento laboral) E1	Daños leves, No Interrupción	Sin efecto E1	Interna E1	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO
Evaluador:		DAVID FELIPE NIÑO			MP:	SN205-153008		FECHA:	21/02/2022	

DAVID FELIPE NIÑO QUINTERO

INGENIERO ELÉCTRICISTA

PROYECTO: ESTUDIOS Y DISEÑOS OPTIMIZACION DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO DE LA UNILLA, MUNICIPIO DEL RETORNO, GUAVIARE

FACTOR DE RIESGO POR CORTOCIRCUITO											
POSIBLES CAUSAS: En el desarrollo de la instalación eléctrica de media y baja tensión se puede presentar electrocución por fallas de aislamiento, por falta de conductor de puesta a tierra o quemaduras por inducción al violar distancias de seguridad.											
MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Establecer distancias de seguridad, utilizar elementos de protección personal, instalar puestas a tierra solidas, hacer mantenimiento preventivo y correctivo.											
RIESGO A EVALUAR:		Quemaduras		por	Cortocircuitos		(al) o (en)	RED 13200V Y 220/127 V			
		EVENTO O EFECTO			FACTOR DE RIESGO (CAUSA)			FUENTE			
POTENCIAL	<input checked="" type="checkbox"/>				REAL	<input type="checkbox"/>	FRECUECIA				
C O N S E C U E N C I A S	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa			E	D	C	B	A
							No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la Empresa	Sucede varias veces al año en la Empresa	Sucede varias veces al mes en la Empresa
	Una o mas muertes	Daño grave en infraestructura. Interrupción regional.	Contaminación irreparable.	Internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
	Incapacidad parcial permanente E4	Daños mayores, salida de subestación	Contaminación mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Incapacidad temporal (> 1 día)	Daños severos. Interrupción Temporal	Contaminación localizada	Regional	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Lesión menor (sin incapacidad)	Daños importantes Interrupción breve. E2	Efecto menor	Local	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves, No Interrupción	Sin efecto E1	Interna E1	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO
Evaluador:		DAVID FELIPE NIÑO			MP:	SN205-153008		FECHA:	21/02/2022		

CUMPLIMIENTO DISEÑO DETALLADO CAP. 10.1.1 RETIE
DAVID FELIPE NIÑO QUINTERO
 INGENIERO ELÉCTRICISTA
 PROYECTO: ESTUDIOS Y DISEÑOS OPTIMIZACION DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO DE LA UNILLA, MUNICIPIO DEL
 RETORNO, GUAVIARE

FACTOR DE RIESGO POR TENSIÓN DE CONTACTO										
POSIBLES CAUSAS: En el desarrollo de la instalación eléctrica de media tensión tensión se pueden presentar electrocución por falla de aislamiento en conductores y fallas a tierra.										
MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Hacer puestas a tierra de baja resistencia y equipotencializar.										
RIESGO A EVALUAR:		Electrocución		por	Tensión de contacto		(al) o (en)		Conductores y equipos	
		EVENTO O EFECTO			FACTOR DE RIESGO			FUENTE		
					(CAUSA)					
POTENCIAL		X		REAL		FRECUCENCIA				
C O N S E C U E N C I A S	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		E	D	C	B	A
						No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la Empresa	Sucede varias veces al año en la Empresa	Sucede varias veces al mes en la Empresa
	Una o mas muertes	Daño grave en infraestructura. Interrupción regional.	Contaminación irreparable.	Internacio nal	5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores, salida de subestación	Contaminación mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Incapacidad temporal (> 1 día)	Daños severos. Interrupción Temporal	Contaminación localizada	Regional	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Lesión menor (sin incapacidad) E2	Daños importantes Interrupción breve. E2	Efecto menor	Local	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves, No Interrupción	Sin efecto E1	Interna E1	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO
Evaluador:		DAVID FELIPE NIÑO			MP:	SN205-153008		FECHA:	21/02/2022	

DAVID FELIPE NIÑO QUINTERO

INGENIERO ELÉCTRICISTA


PROYECTO: ESTUDIOS Y DISEÑOS OPTIMIZACION DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO DE LA UNILLA, MUNICIPIO DEL
RETORNO, GUAVIARE

FACTOR DE RIESGO POR TENSIÓN DE PASO										
POSIBLES CAUSAS: En el desarrollo de la instalación eléctrica interna y externas de baja tensión se pueden presentar electrocución por falla de aislamiento en conductores y fallas a tierra.										
MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Hacer puestas a tierra de baja resistencia y equipotencializar.										
RIESGO A EVALUAR:	Electrocución			por	Tensión de paso		(al) o (en)	Conductores y equipos		
	EVENTO O EFECTO				FACTOR DE RIESGO			FUENTE		
					(CAUSA)					
POTENCIAL	<input checked="" type="checkbox"/>			REAL	<input type="checkbox"/>					
					FRECUENCIA					
						E	D	C	B	A
	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la Empresa	Sucede varias veces al año en la Empresa	Sucede varias veces al mes en la Empresa
CONSECUENCIAS	Una o mas muertes	Daño grave en infraestructura Interrupción regional.	Contaminación irreparable.	Internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores, salida de subestación	Contaminación mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Incapacidad temporal (> 1 día)	Daños severos. Interrupción Temporal	Contaminación localizada	Regional	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Lesión menor (sin incapacidad) E2	Daños importantes Interrupción breve. E2	Efecto menor	Local	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves, No Interrupción	Sin efecto E1	Interna E1	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO
Evaluador:		DAVID FELIPE NIÑO			MP:	SN205-153008		FECHA:	21/02/2022	

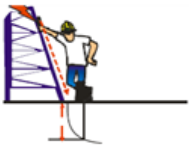

Anexo General Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE			
COLOR	NIVEL DE RIESGO	DECISIONES A TOMAR Y CONTROL	PARA EJECUTAR LOS TRABAJOS
■	MUY ALTO	Inadmisible para trabajar: Hay que eliminar fuentes potenciales, hacer reingeniería o minimizarlo y volver a valorarlo en grupo, hasta reducirlo.	Buscar procedimientos alternativos si se decide hacer el trabajo. La alta dirección participa y aprueba el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y autoriza su realización mediante un Permiso Especial de Trabajo (PES).
		Requiere permiso especial de trabajo.	
■	ALTO	Minimizarlo: Buscar alternativas que presenten menor riesgo. Demostrar cómo se va a controlar el riesgo, aislar con barreras o distancia, usar EPP.	El jefe o supervisor del área involucrada, aprueba el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y el Permiso de Trabajo (PT) presentados por el líder a cargo del trabajo.
		Requiere permiso especial de trabajo.	
■	MEDIO	Aceptarlo: Aplicar los sistemas de control (minimizar, aislar, suministrar EPP, procedimientos, protocolos, lista de verificación, usar EPP).	El líder del grupo de trabajo diligencia el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y el jefe de área aprueba el Permiso de Trabajo (PT) según procedimiento establecido.
		Requiere permiso de trabajo.	
■	BAJO	Asumirlo: Hacer control administrativo rutinario. Seguir los procedimientos establecidos. Utilizar EPP.	El líder de trabajo debe verificar:
			•¿Qué puede salir mal o fallar?
		No requiere permiso especial de trabajo.	•¿Qué puede causar que algo salga mal o falle?
■	MUY BAJO		•¿Qué podemos hacer para evitar que algo salga mal o falle?
		Vigilar posibles cambios	No afecta la secuencia de las actividades

Para las redes de media tensión proyectadas para este proyecto se tiene que existe una frecuencia OCASIONAL de riesgo y la gravedad del riesgo es MODERADA lo que nos arroja un nivel de riesgo bajo para los ocupantes del proyecto ACUEDUCTO LA UNILLA, por lo que el riesgo se puede asumir y se pueden instalar protecciones siguiendo los procedimientos establecidos por el operador de red. Estas protecciones se instalan en el momento que se da cabal cumplimiento a las normas del operador de red y no se infrinja el acceso al transformador y se respeten todas las exigencias del RETIE.

A continuación, se ilustran los niveles de riesgo más comunes en las instalaciones eléctricas.

	<table><tr><th data-bbox="591 245 1297 312">ARCOS ELECTRICOS</th></tr><tr><td data-bbox="591 312 1297 560">POSIBLES CAUSAS: Malos contactos, cortocircuitos, aperturas de interruptores con carga, apertura o cierre de seccionadores con carga , apertura de transformadores de corriente, apertura de transformadores de potencia con carga si utilizar equipo extintor de arco, apertura de transformadores de corriente en secundarios con carga, manipulación indebida de equipos de medida, materiales o herramientas olvidadas en gabinetes, acumulación de óxido o partículas conductoras, descuidos en los trabajos de mantenimiento.</td></tr><tr><td data-bbox="591 560 1297 663">MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Utilizar materiales envolventes resistentes a los arcos, mantener una distancia de seguridad, usar prendas acordes con el riesgo y gafas de protección contra rayos ultravioleta .</td></tr></table>	ARCOS ELECTRICOS	POSIBLES CAUSAS: Malos contactos, cortocircuitos, aperturas de interruptores con carga, apertura o cierre de seccionadores con carga , apertura de transformadores de corriente, apertura de transformadores de potencia con carga si utilizar equipo extintor de arco, apertura de transformadores de corriente en secundarios con carga, manipulación indebida de equipos de medida, materiales o herramientas olvidadas en gabinetes, acumulación de óxido o partículas conductoras, descuidos en los trabajos de mantenimiento.	MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Utilizar materiales envolventes resistentes a los arcos, mantener una distancia de seguridad, usar prendas acordes con el riesgo y gafas de protección contra rayos ultravioleta .
ARCOS ELECTRICOS				
POSIBLES CAUSAS: Malos contactos, cortocircuitos, aperturas de interruptores con carga, apertura o cierre de seccionadores con carga , apertura de transformadores de corriente, apertura de transformadores de potencia con carga si utilizar equipo extintor de arco, apertura de transformadores de corriente en secundarios con carga, manipulación indebida de equipos de medida, materiales o herramientas olvidadas en gabinetes, acumulación de óxido o partículas conductoras, descuidos en los trabajos de mantenimiento.				
MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Utilizar materiales envolventes resistentes a los arcos, mantener una distancia de seguridad, usar prendas acordes con el riesgo y gafas de protección contra rayos ultravioleta .				

	<p>AUSENCIA DE ELECTRICIDAD (EN DETERMINADOS CASOS)</p> <p>POSIBLES CAUSAS: Apagón o corte del servicio, no disponer de un sistema interrumpido de potencia - UPS, no tener plantas de emergencia, no tener transferencia. Por ejemplo: Lugares donde se exijan plantas de emergencia como hospitales y aeropuertos.</p> <p>MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Disponer de sistemas interrumpidos de potencia y de plantas de emergencia con transferencia automática.</p>
	<p>CONTACTO DIRECTO</p> <p>POSIBLES CAUSAS: Negligencia de Técnicos o impericia de no Técnicos, violación de las distancias mínimas de seguridad.</p> <p>MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Establecer distancias de seguridad, interposición de obstáculos, aislamiento o recubrimiento de partes activas, utilización de interruptores diferenciales, elementos de protección personal, puesta a tierra, probar ausencia de tensión, doble aislamiento.</p>
	<p>CONTACTO INDIRECTO</p> <p>POSIBLES CAUSAS: Fallas de aislamiento, mal mantenimiento, falta de conductor de puesta a tierra.</p> <p>MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Separación de circuitos, uso de muy baja tensión, distancias de seguridad, conexiones equipotenciales, sistemas de puesta a tierra, interruptores diferenciales, mantenimiento preventivo y correctivo.</p>
	<p>CORTOCIRCUITO</p> <p>POSIBLES CAUSAS: Fallas de aislamiento, impericia de los técnicos, accidentes externos, vientos fuertes, humedades, equipos defectuosos.</p> <p>MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Interruptores automáticos con dispositivos de disparo de máxima corriente o cortacircuitos fusibles.</p>
	<p>ELECTRICIDAD ESTÁTICA</p> <p>POSIBLES CAUSAS: Unión y separación constante de materiales como aislantes, conductores, sólidos o gases con la presencia de un aislante.</p> <p>MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Sistema de puesta a tierra, conexiones equipotenciales, aumento de la humedad relativa, ionización del ambiente, eliminadores eléctricos y radiactivos, pisos conductivos.</p>
	<p>EQUIPO DEFECTUOSO</p> <p>POSIBLES CAUSAS: Mal mantenimiento, mala instalación, mala utilización, tiempo de uso, transporte inadecuado.</p> <p>MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Mantenimiento predictivo, y preventivo, construcción de instalaciones siguiendo las normas técnicas, caracterización del entorno electromagnético.</p>
	<p>RAYOS</p> <p>POSIBLES CAUSAS: Fallas en el diseño, construcción, operación, mantenimiento del sistema de protección.</p> <p>MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Pararrayos, bajantes, puestas a tierra, equipotencialización, apantallamientos, topología de cableados. Además suspender actividades de alto riesgo, cuando se tenga personal al aire libre.</p>
	<p>SOBRECARGA</p> <p>POSIBLES CAUSAS: Superar los límites nominales de los equipos o de los conductores, instalaciones que no cumplen las normas técnicas, conexiones flojas, armónicos, no controlar el factor de potencia.</p> <p>MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Uso de interruptores automáticos con relés de sobrecarga, interruptores automáticos asociados con cortacircuitos, cortacircuitos, fusibles bien dimensionados, dimensionamiento técnico de conductores y equipos, compensación de energía reactiva con banco de condensadores.</p>

	<p>TENSIÓN DE CONTACTO</p> <p>POSIBLES CAUSAS: Rayos, fallas a tierra, fallas de aislamiento, violación de distancias de seguridad.</p> <p>MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Puesta a tierra de baja resistencia, restricción de acceso, alta resistividad del piso, equipotencializar.</p>
	<p>TENSIÓN DE PASO</p> <p>POSIBLES CAUSAS: Rayos, fallas a tierra, fallas de aislamiento, violación de áreas restringidas, retardo en el despeje de la falla.</p> <p>MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Puesta a tierra de baja resistencia, restricción de acceso, alta resistividad del piso, equipotencializar.</p>

f) Análisis del nivel tensión requerido.

De acuerdo al punto de conexión proyectado el nivel de tensión requerido será nivel 2.

LA UNILLA																		
Nombre del Proyecto		SISTEMA DE ACUEDUCTO DE LA UNILLA																
Nombre de Cliente o Empresa		MUNICIPIO DEL RETORNO GUAVIARE																
Descripción del Proyecto		TRANSFORMADOR DE 15KVA PARA ALIMENTAR SISTEMA DE ACUEDUCTO DE LA UNILLA																
Localización del Proyecto		LA UNILLA, MUNICIPIO DEL RETORNO, GUAVIARE																
Documentación Aplicable		Retie, NTC 2050 y Norma Ennergaviare																
DETERMINACIÓN DE NIVELES DE TENSIÓN																		
DATOS	1. CARGA INSTALADA (kVA)				8706,57													
	2. NIVEL DE TENSIÓN PRIMARIA A UTILIZAR SUGERIDO POR EL OPERADOR DE RED										MEDIA A 13.2 kV		MEDIA A 34.5 kV		ALTA 115 Kv o mayor			
											Hasta 50 kVA		Hasta 499 kVA		500 a 5000 kVA		Mayor a 5000 kVA	
											Monofásico		Trifásico		Trifásico		Trifásico	
											X							
	3. NIVEL DE TENSIÓN USUARIOS			RESIDENCIAL				COMERCIAL				INDUSTRIAL						
				BAJA TENSIÓN (V)			MEDIA TENSIÓN (kV)		BAJA TENSIÓN (V)			MEDIA TENSIÓN (kV)		BAJA TENSIÓN (V)			MEDIA TENSIÓN (kV)	
				120	208	240	13.2	34,5	120	208	220	13.2	34,5	220	380	440	13.2	34,5
											X	X						
	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y TÉCNICAS DE LAS SUBESTACIONES SELECCIONADAS																	
CLASIFICACIÓN DE LA SUBESTACIÓN	DESCRIPCIÓN TRANSFORMADOR	USO	POSTE		X		ENCERRAMIENTO EXTERIOR			INTERIOR								
		POTENCIA	MONOFÁSICO (KVA)						TRIFÁSICO (KVA)									
			15	30	25	37,5	50	15	30	45	75	112,5	150	225	300	400		
			X															
		TIPO	ACEITE		X		SECO		PEDESTAL									
		NIVEL DE TENSIÓN	En bornes de baja fase fase (V)						En bornes de alta (kV)									
208	240		380	440	480	13,2	34,5	115										
X						X												
OBSERVACIONES																		
SE INSTALARÁ TRANSFORMADOR DE 15KVA																		

g) **Cálculo de campos electromagnéticos para asegurar que, en espacios destinados a actividades rutinarias de las personas, no se superen los límites de exposición definidos en la Tabla 14.1.**

No aplica, ya que el proyecto es la construcción de redes de distribución con cumplimiento de distancias de seguridad a construcciones y niveles de tensión bajos que no generan exposición a las personas por campos eléctricos y/o magnéticos

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

CÁLCULO DE LOS TRANSFORMADORES

CÁLCULO DE LA CARGA Y DE ACOMETIDAS ELÉCTRICAS CARGAS ELÉCTRICAS

A continuación, se anexan los cuadros de cargas eléctricas de las diferentes áreas del proyecto; además en el correspondiente plano del proyecto se incluye dichos cuadros.

CÁLCULOS DE ACOMETIDA

Cálculo de la acometida para principal:

CARGA INSTALADA: VA

CORRIENTE POR FASE: $\frac{8706.582VA}{220V} = 38.60A$

PROTECCIÓN SELECCIONADA: 2x80 A

CONDUCTOR SELECCIONADO PARA ACÓMETIDA SUBTERRÁNEA: 2X4+1#4N
THHN/THWN 90°C. +1#4T Cu DESNUDO

La acometida principal viene desde el transformador hasta el Inversor Híbrido, se llevará en conductor de cobre suave aislado calibre No. 4 AWG THHN/THWN.

Cálculo de la acometida parcial para TN1:

CARGA INSTALADA: VA

CORRIENTE POR FASE: $\frac{2080VA}{220V} = 9.45A * 1.25 = 11.81A$

PROTECCIÓN SELECCIONADA: 2x50 A

CONDUCTOR SELECCIONADO PARA ACÓMETIDA SUBTERRÁNEA: 2X8+1#8N
THHN/THWN 90°C. +1#8T Cu DESNUDO

La acometida parcial del TN1 hasta el TGA en 220 V se llevará en conductor de cobre suave aislado calibre No. 8 AWG THHN/THWN.

Cálculo de la acometida parcial para TN2:

CARGA INSTALADA: VA

CORRIENTE POR FASE: $\frac{1032 \text{ VA}}{120 \text{ V}} = 8.6 \text{ A} * 1.25 = 10.75 \text{ A}$

PROTECCIÓN SELECCIONADA: 2x40 A

CONDUCTOR SELECCIONADO PARA ACÓMETIDA SUBTERRÁNEA: 1X8+1#8N
THHN/THWN 90°C. +1#8T Cu DESNUDO

La acometida parcial del TN2 hasta el TGA en 120 V se llevará en conductor de cobre suave aislado calibre No. 8 AWG THHN/THWN.

CALCULO DE LA CARGA Y DE ACOMETIDAS ELÉCTRICAS

Teniendo como base las salidas eléctricas, y la información eléctrica suministrada por el técnico constructor, se realiza el cálculo de la carga eléctrica para las diferentes áreas y para la carga total del proyecto. Adicionalmente sirve para el cálculo de los alimentadores y las protecciones de los tableros.

DEFINICIONES

Siempre que se utilicen palabras ajustadamente técnicas en la memoria de cálculo, su significado será bajo las normas NTC 2050, RETIE Y RETILAP.

CUADRO DE CARGAS SISTEMA FOTOVOLTAICO																	
TABLERO GENERAL																	
CIRCUITO	DESCRIPCIÓN	ILUMINACIÓN			TOMAS			FASE			CARGA [W]	FP	S [VA]	CORRIENTE [A]	HORAS DE USO AL DÍA	CARGA EN WH/DIA	OBSERVACIONES
		13 [W]	18 [W]	36 [W]	COMUNES 171[W]	ESPECIALES 746W	ESPECIALES 373W	R	S	T							
C1	TN1							X			2324,00	0,95	2446,32	19,262	8	18592	TN1
C2	TN2								x		980,00	0,95	1031,58	8,123	8	7840	TN2
C3	BOMBA						1	X			746	0,8	932,500	7,343	8	5968	BOMBA 1HP
C4	BOMBA						1		x		746	0,8	932,500	7,343	8	5968	BOMBA 1HP
C5	BOMBA						1		x		746	0,8	932,500	7,343	8	5968	BOMBA 1HP
C6	BOMBA						1	x			746	0,8	932,500	7,343	8	5968	BOMBA 1HP
C7	BOMBA					1			x		373	0,8	466,250	3,671	1	373	BOMBA 1/2HP
C8	BOMBA					1		X			373	0,8	466,250	3,671	1	373	BOMBA 1/2HP
C9	BOMBA					1			x		373	0,8	466,250	3,671	1	373	BOMBA 1/2HP
C10	BOMBA					1		X			373	0,8	466,250	1,224	1	373	BOMBA 1/2HP
TOTAL						4	4				7780	-	9072,895	68,992	-	51796	

CALCULO DE CUADRO DE CARGAS TABLERO TN1																				
CIRCUITO	DESCRIPCIÓN	LAMPARAS WATTS					TOMACORRIENTES					ESPECIALES					TOTAL WATTS	VOLTAJE	AMPERAJE	Protección del circuito
		12	20	36	150	200	15	65	85	100	180	400	1100	1492	2000	2500				
1	ILUMINACIÓN		3	14													564	120	4,7	1x20A
2	TOMAS									5							900	120	7,5	1x30A
3	BOMBA											1					400	120	3,3	1x30A
4	BOMBA											1					400	120	3,3	1x30A
5	ILUMINACION EMERGENCIA	5															60	120	0,5	1x20A
6	Reserva																0	120	0,0	1x20A
7	Reserva																0	120	0,0	1x20A
8	Reserva																0	120	0,0	1x20A

RESUMEN CARGA POR TIPO			
TIPO DE CARGA	CARGA (W)	FACTOR DE POTENCIA	CARGA TOTAL (VA)
TN1	2324	0,95	2446,32
TN2	980	0,95	1031,58
BOMBA	746	0,8	932,50
BOMBA	746	0,8	932,50
BOMBA	746,00	0,8	932,50
BOMBA	746,00	0,8	932,50
BOMBA	373,00	0,8	466,25
BOMBA	373	0,8	466,25
BOMBA	373	0,8	466,25
BOMBA	373	0,8	466,25
CARGA TOTAL INSTALADA (VA)			9.072,9
TRAFO SELECCIONADO		15 KVA	
CORRIENTE		68,18	
CONDUCTOR DE ACOMETIDA		2X4+1#4N + 1#4T CU	

PARAMETROS DE DISEÑO

Para el desarrollo del presente proyecto de instalación eléctrica se consideraron en forma general los siguientes parámetros de diseño, sin embargo, se advierte que puede haber variaciones dentro del mismo por algún caso particular que amerite consideraciones especiales, que de existir se indicará adecuadamente.

5. Todas las instalaciones cumplirán en cuanto a diseño con lo indicado por la Norma Técnica Colombiana NTC-2050 y los materiales a utilizar en el diseño contarán con la certificación del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE y el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público RETILAP.
6. Todas las referencias de tablas indicadas en los siguientes parámetros pertenecen a la Norma Técnica Colombiana NTC-2050 a menos que se indique lo contrario.
7. Las salidas de alumbrado y tomacorrientes se diseñaron de acuerdo con las áreas a utilizar.
8. Los conductores para las acometidas, así como los conductores para los circuitos de fuerza e iluminación fueron calculadas para una capacidad ampérica de acuerdo con la carga que debe alimentar.

INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CARGAS ELÉCTRICAS

En el siguiente proyecto se encuentran consignados los cálculos de un sistema fotovoltaico para una planta de tratamiento de agua con elementos eléctricos comunes, a partir de la capacidad instalada y una base de datos de irradiación diaria por un año de la zona, se diseñan la cantidad y características de paneles, baterías, inversor y regulador.

PROCEDIMIENTO

Se consulta una base de datos en la cual se tenga los datos de irradiación diaria, se analiza la información de un año. Con esa información y en orden ascendente se analiza el dato del percentil 10, este valor corresponderá al nivel de irradiación que será superado el 90% de las veces.

La irradiación determinada por lo general es calculada con datos que corresponde a superficies horizontales por tanto ese nivel de irradiación hay que corregirlo, ya que los paneles en teoría se van a ubicar en un ángulo óptimo.

CONDICIONES DE ENCUADRAMIENTO DEL PROYECTO ELÉCTRICO

El Diseño Eléctrico se realiza teniendo en cuenta las normas vigentes para Satisfacer las necesidades de las obras objeto del proyecto RETIE, RETILAP, NTC 2050 y Normas internacionales.

Para los tableros de distribución y control de circuitos se dejaron establecidas un número de reservas para futuras conexiones y se tuvo en cuenta para el cálculo de los conductores como de la proyección de diseño la capacidad demandada y un sobredimensionamiento establecido.

El tablero de distribución de 8 circuitos que prestará el servicio a la instalación se tuvo en cuenta como condición de diseño la capacidad demandada y un sobredimensionamiento, equivalente según norma al 80% de la capacidad Instalada.

IRRADIACIÓN DE PARTIDA

De la página atlas.ideam.gov.co se consulta la base de datos de irradiación diaria, de la zona de ubicación del proyecto con latitud 2.2111 y longitud 72.7531 Con esa información se procede a realizar el cálculo de la instalación fotovoltaica. Según la siguiente imagen la

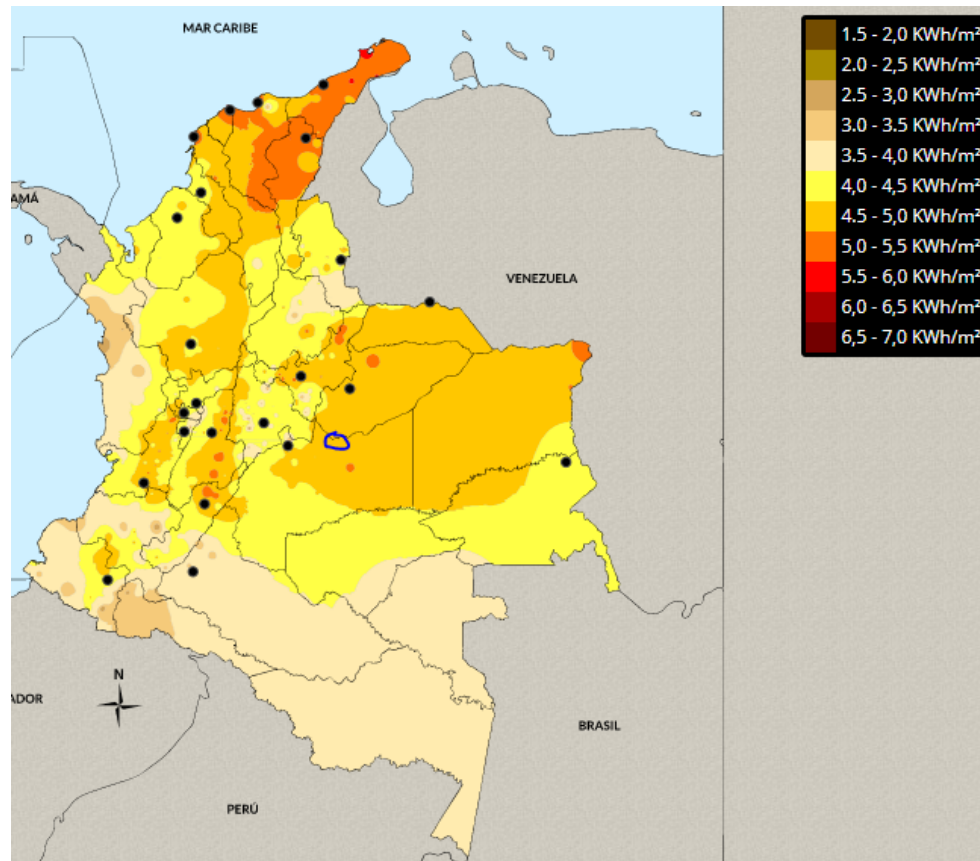
irradiación promedio en las coordenadas del proyecto se establece entre 4,5 y 5,0 kWh/m².
Se escoge el menor valor dimensionando el sistema fotovoltaico ante la situación más crítica.

$GD(0)=4,5 \text{ kWh/m}^2$

$GD(0) = \text{Irradiación diaria}$



Curva de irradiación promedio año 2015 zona del proyecto



Mapa de irradiación diaria promedio en Colombia

ÁNGULO DE INCLINACIÓN ÓPTIMO

Para el cálculo del ángulo de inclinación óptimo se debe tener las coordenadas geográficas del lugar de ubicación del proyecto las cuales son: 2°.12'.40" N y 72°.45'.11" W

$$\beta_{opt} = 3,7 + (0,69 \times |\phi|)$$

$$\beta_{opt} = \text{Ángulo de inclinación óptimo } \phi = \text{Latitud del lugar}$$

$$\beta_{opt} = 3,7 + (0,69 \times 2,2111) = 5,23^\circ$$

Ecuación para el ángulo de partida

$$GD(0)=4,5 \text{ kWh/m}^2$$

$$GD(\beta_{opt}) = \frac{4,5}{1 - 4,46 \times 10^{-4} \times \beta_{opt} - 1,19 \times 10^{-4} \times (\beta_{opt})^2}$$

$GD(\beta_{opt})$ = Irradiación diaria con ángulo óptimo

$$GD(\beta_{opt}) = \frac{4,5}{1 - 4,46 \times 10^{-4} \times 5,723 - 1,19 \times 10^{-4} \times (5,723)^2}$$

$$GD(\beta_{opt}) = 4,529$$

Factor de corrección

Si el panel se inclina en un ángulo diferente al óptimo el nivel de irradiación va a disminuir, por lo tanto, hay que corregir la irradiación diaria óptima.

Si $15^\circ < \beta \leq 90^\circ$ entonces:

$$FI = 1 - (1,2 \times 10^{-4} \times (\beta - \beta_{opt})^2 + 3,5 \times 10^{-5} \times \alpha^2)$$

FI = Factor de corrección

β = Ángulo de inclinación del tejado α = Azimut

Si $\beta \leq 15^\circ$ entonces:

$$FI = 1 - (1,2 \times 10^{-4} \times (\beta - \beta_{opt})^2)$$

FI = Factor de corrección

β = Ángulo de inclinación del tejado

$$GD_{partida} = FI \times GD(\beta_{opt})$$

$GD_{partida}$ = Irradiación de partida con factor de corrección

Según la estructura en la que se instalará el sistema, el tejado tiene una inclinación de 15° por consiguiente para calcular el factor de corrección se calcula con la siguiente ecuación obedeciendo $\beta \leq 15^\circ$.

$$FI = 1 - (1,2 \times 10^{-4} \times (15 - 5,23)^2) = 0,9885$$

Con el factor de corrección hallado anteriormente se calcula nuevamente un $Gd_{partida}$.

$$GD_{partida} = 0,9885 \times 4,537 = 4,483 \text{ kWh/m}^2$$

Factor de sombra

Es un coeficiente que va a disminuir la irradiación de partida debido a la presencia de sombras durante el día, esto se debe a la presencia de obstáculos alrededor del generador fotovoltaico, para determinar el factor de sombra se debe realizar la siguiente metodología.

En la carta solar se debe dibujar los obstáculos y se debe hacer la relación entre el área libre de obstáculos de las trayectorias solares y el área obstaculizada.

Para cálculos sencillo se puede asumir un factor de sombra de 0,97 y sino no hay se aplica de 0,99.

$$G_{partidaFS} = FS \times G_{partida}$$

$G_{partidaFS}$ = Irradiación con corrección de factor de sombra

FS = Factor de sombra

Se recalcula un nuevo $G_{partida}$, debido a que el proyecto no presenta obstáculos por lo tanto para un cálculo sencillo se toma un factor de sombra de 0,99 de acuerdo a la ecuación.

$$G_{partidaFS} = 0,99 \times 4,4537 = 4,4091$$

POTENCIA DEL GENERADOR

El siguiente paso es calcular la potencia del generador. Con respecto al cuadro de cargas que se muestra a continuación, cabe resaltar que la irradiación en condiciones CEM del sol es (1000 w/m2).

CUADRO DE CARGAS SISTEMA FOTOVOLTAICO																	
TABLERO GENERAL																	
CIRCUITO	DESCRIPCIÓN	ILUMINACIÓN			TOMAS			FASE			CARGA [W]	FP	S [VA]	CORRIENTE [A]	HORAS DE USO AL DÍA	CARGA EN WH/DÍA	OBSERVACIONES
		13 [W]	18 [W]	36 [W]	COMUNES 171[W]	ESPECIALES 746W	ESPECIALES 373W	R	S	T							
C1	TN1							X			2324,00	0,95	2446,32	19,262	8	18592	TN1
C2	TN2								X		980,00	0,95	1031,58	8,123	8	7840	TN2
C3	BOMBA						1	X			746	0,8	932,500	7,343	8	5968	BOMBA 1HP
C4	BOMBA						1		X		746	0,8	932,500	7,343	8	5968	BOMBA 1HP
C5	BOMBA						1	X			746	0,8	932,500	7,343	8	5968	BOMBA 1HP
C6	BOMBA						1	X			746	0,8	932,500	7,343	8	5968	BOMBA 1HP
C7	BOMBA					1			X		373	0,8	466,250	3,671	0,5	186,5	BOMBA 1/2HP
C8	BOMBA					1		X			373	0,8	466,250	3,671	0,5	186,5	BOMBA 1/2HP
C9	BOMBA					1			X		373	0,8	466,250	3,671	0,5	186,5	BOMBA 1/2HP
C10	BOMBA					1		X			373	0,8	466,250	1,224	0,5	186,5	BOMBA 1/2HP
TOTAL						4	4				7780	-	9072,895	68,992	-	51050	

E = Consumo diario en Wh/día

$G_{partidaFS} = 4,4091$

H_{ef} = Potencia panel

$$\frac{E \times 1.3}{G_{partidaFS} \times H_{ef}} = \text{Número de paneles}$$

$$\frac{51050 \text{Wh} \times 1.3}{4.454 \times 580 \text{W}} = 25.6 \approx 24 \text{ paneles solares}$$

Se escogen 24 paneles, teniendo en cuenta que el sistema contara con baterías de respaldo y adicionalmente cuenta con un inversor On Grid.

CÁLCULO BANCO DE BATERÍAS

E = Consumo diario en Wh/día

V_t = Voltaje del sistema

I = Capacidad de corriente del sistema

$$\frac{E}{V_t} = I$$

$$\frac{51050 \text{Wh/día}}{48 \text{V}} = 1063.54 \text{A}$$

Autonomía del sistema

Pd = Profundidad de descarga de las baterías

Días de autonomía = 1 días

Capacidad nominal de baterías = 300Ah

CB = Capacidad del banco de baterías

Ef = Eficiencia

$$\text{Número de Baterías} = \frac{\text{Días} \times I}{P_d \times E_f}$$

$$CB = \frac{1 \times 1.063,54A}{0.7 \times 0.9} = 1688.15Ah$$

$$\text{Número de Baterías} = \frac{CB}{300Ah/serie}$$

$$\text{Número de Baterías} = 5.62 \approx 6 \text{ series en paralelo}$$

Total baterías: 6 series en paralelo (Cada serie tendrá 4 baterías de 12v 300ah)

Total baterías: 24 Baterías

SELECCIÓN DE INVERSOR

Número de paneles = 24 paneles

Wp= Potencia de panel 580W

Capacidad del inversor = Número de paneles x Wp

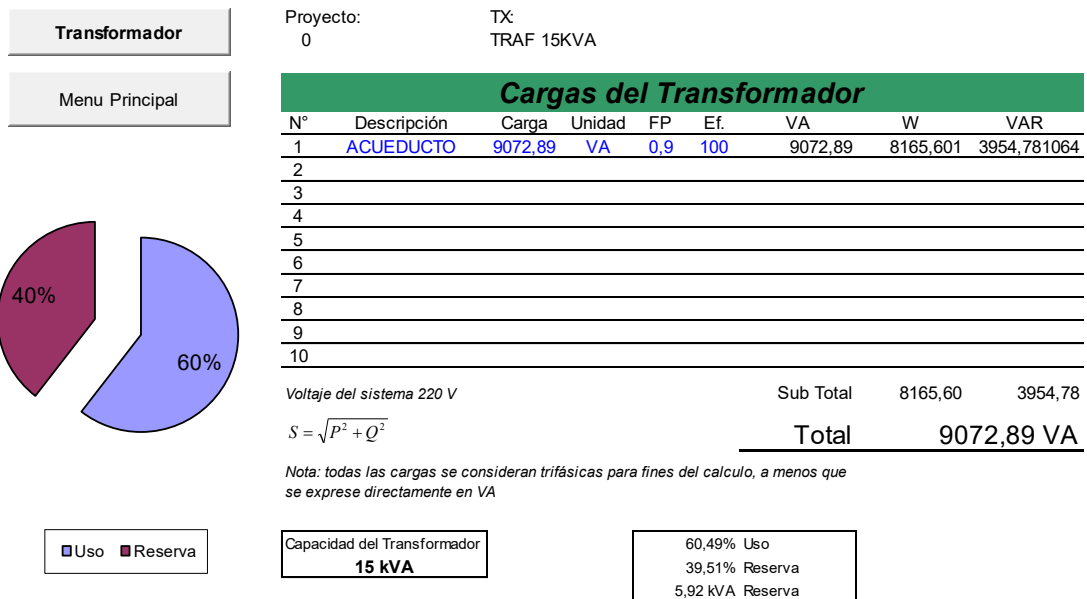
$$\text{Capacidad del inversor} = 24 \times \frac{580}{1.3} = \frac{13920W}{1.3} = 10.7kW$$

$$\text{Capacidad del inversor} = 10.7Kw$$

$$\text{Capacidad del inversor} = 1 \text{ inversores de } 10 \text{ kVA trifilar}$$

Se escogerá un inversor de 10kva-48V Hibrido, ya que es comercial y permite un rango de entrada de voltaje, más alta.

CARGABILIDAD DEL TRANSFORMADOR



Cálculos Eléctricos Para Transformador

Nombre del Proyecto: LA UNILLA		Fecha 22/09/2025
Código: _____		
Nombre del transformador: TRAF 15KVA		

Datos Eléctricos	
<p>Potencia: 15 kVA</p> <p>Tipo de alimentación: Monofasico</p> <p>Impedancia base: 12696,00 mΩ</p> <p>Frecuencia: 60 Hz</p> <p>Relación de Trans.: 7272727272:1</p>	<p>Clase del transformador : Transformadores Trifásicos Sumergibles</p> <p>Enfriamiento: (IEEE C57.93)</p> <p>TIPO OA Sumergido en aceite, con enfriamiento natural.</p>

Primario	Secundario
<p>Tipo de conexión: _____</p> <p>Hilos: 3</p> <p>Voltaje de línea: 13,8 kV L-L</p> <p>Voltaje de fase: 13,8 kV</p> <p>Corriente de línea: 1,09 A</p> <p>Corriente de Fase: 1,09 A</p> <p>Conexión del neutro: No tiene</p>	<p>Tipo de conexión: _____</p> <p>Hilos: 3</p> <p>Voltaje de línea: 0,22 kV L-L (220 V)</p> <p>Voltaje(s) de fase: 0,22 kV</p> <p>Corriente de línea: 0,11 kV L-N (110 V)</p> <p>Corriente de Fase: 68,18 A</p> <p>Conexión del neutro: solidamente a tierra</p>

i) **Cálculo del sistema de puesta a tierra**

MALLA A TIERRA PARA TRANSFORMADOR DE 15 KVA

Cálculo de la Malla de Puesta a Tierra			
Basado en la norma IEEE 80-2000 "IEEE Guide for Safety in AC Substation Grounding"			
DATOS DEL TERRENO			
Resistividad equivalente del terreno ρ	$\Omega \cdot m$	168,00	
Resistividad Capa Superficial ρ_s	$\Omega \cdot m$	6500,000	
Profundidad de la Malla h	m	0,3	
Espesor Capa Superficial h_s	m	0,3	
DATOS DE CONEXIÓN (Operador de Red)			
Corriente de Falla Monofasica I_o	kA	3,49	
Tiempo de Despeje de la Falla t_f	seg	0,15	
GEOMETRIA DE MALLA			
ANILLO			
INGRESE # DE ELECTRODOS N	-	1	
INGRESE LONGITUD CONDUCTOR ENTERRADO L_c	m	2,5	
INGRESE RADIO DE ANILLO r	m	1	
GEOMETRIA DE MALLA			
Area de la Malla A	m^2	1,0	
Longitud del Perimetro de Malla l_p	m	1,0	
RESISTENCIA DE MALLA R_g (METODO LAURENT-NIEMANN)			
$R_1 = \rho \left(\frac{1}{4 r_{anillo}} + \frac{1}{L_{conductor}} \right)$	Ω	109,20	
$R_2 = \frac{\rho}{2 \pi L_{varilla}} \ln \frac{2 L_{varilla}}{r_{varilla}}$	Ω	22,52	
$R_g = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$	Ω	18,67	
MAXIMO POTENCIAL DE TIERRA GPR			
Maximo Potencial de Tierra GPR	V	39,10	
TENSIONES TOLERABLES 50kg			
$C_s = 1 - \frac{0.09 \left(1 - \frac{\rho}{\rho_s} \right)}{2 h + 0.09}$	-	0,87	
Tensión de Toque Tolerable E_{touch}	V	2848,69	
Tensión de Paso Tolerable E_{step}	V	10496,21	
Tensión de Toque Maxima Tolerable (según RETIE)	V	299,51	
SI $GPR < E_{touch}$	LOS REQUISITOS DE MALLA CUMPLEN		

TENSIONES DE PASO Y TOQUE CALCULADAS PARA LA MALLA				
Factor de Geometria n	$n = \frac{2L_{conductor}}{L_{perimetro}} \sqrt{\frac{L_{perimetro}}{4\sqrt{A}}}$	-	2,50	
Factor Correctivo del Efecto de los Electrodo K_H	$K_H = \frac{1}{2n^2}$	-	0,28	
Factor Correctivo por Profundidad de los Conductores K_h	$K_h = \sqrt{1+h}$	-	1,14	
Factor de Espaciamento Para Tensión de Toque K_m	$K_m = \frac{1}{2\pi} \left[L_n \left(\frac{2r_{anillo}^2}{16hd_{conductor}} + \frac{(2r_{anillo}+2h)^2}{8(2r_{anillo}d_{conductor} + 4d_{conductor}^2)} - \frac{h}{4d_{conductor}} \right) + \frac{K_H}{K_h} L_n \frac{8}{\pi(2n-1)} \right]$	-	0,68	
Factor Correctivo por Geometría de la Malla K_i	$K_i = 0.644 + (0.148n)$	-	1,01	
Factor de Espaciamento Para Tensión de Paso K_s	$K_s = \frac{1}{\pi} \left[\frac{1}{2h} + \frac{1}{2r_{anillo}+h} + \frac{1}{2r_{anillo}} (1-0.5^{n-2}) \right]$	-	0,72	
Tensión de Paso E_{step}	$E_{step} = \frac{\rho I_g K_s K_i}{0.75 L_{conductor} + 0.85 n L_{var illa}}$	V	64,63	
Tensión de Toque E_{touch}	$E_{touch} = \frac{\rho I_g K_m K_i}{L_{conductor} + \left[1.55 + 1.22 \left(\frac{L_v}{r_{anillo}} \right) \right] n L_{var illa}}$	V	17,86	
VERIFICACION DEL DISEÑO SPT				
SI Etouch (calculado) < Etouch		LOS REQUISITOS DE MALLA CUMPLEN		
SI Estop (calculado) < Estop		LOS REQUISITOS DE MALLA CUMPLEN		
Especificaciones Técnicas:				
❖ El calibre mínimo a usar en las mallas de tierra según RETIE es de 2/0 AWG.				
❖ Los Electrodo convencionales utilizados son de 2.4 m de largo y 5/8 pulgadas (0.625 pulg).				
❖ Se debe utilizar soldadura exotermica				

CALCULO DE LA TENSION DE CONTACTO APLICADA A UN SER HUMANO EN CASO DE FALLA

Para este cálculo se toma como punto de contacto del ser humano cualquier parte del SPT o malla, la cual tendrá un voltaje de malla en el momento de una falla, en cualquier punto; teniendo en cuenta que la persona estará fuera de la malla y sobre una supe

V1= Máxima tensión de contacto resultante

R1= Resistencia del suelo en el punto de apoyo 1

R2= Resistencia del suelo en el punto de apoyo 2

Ra= Resistencia del cuerpo de el individuo

Rb= Resistencia superficial de el piso debajo de el individuo

$R = \frac{R1 \cdot R2}{R1 + R2}$

Vmalla= Voltaje de la malla

$V_1 = V_{malla} \left(\frac{Ra}{Ra + Rb} \right)$

Rb= 9750 Ohm

V1= 2 V

Según RETIE tabla 22 máxima tensión de contacto para un ser humano es:

$$\text{Máxima tensión de contacto} = \frac{116}{\sqrt{t}} [V, c.a.] \quad \text{Para } t = 0,15 \quad 299,51 \text{ V}$$

Entonces

V1 < Máxima tensión de contacto permisible

La tensión de contacto CUMPLE para Ts= 0,15

La tensión de Paso CUMPLE para Ts= 0,15

Potenciales de la malla TRANSFORMADOR 15 KVA ACUEDUCTO LA UNILLA.

Potencial de contacto malla: 17.86 V. < Máxima tensión de contacto permisible Según tabla 15.1 RETIE (299 V para ts de 0.15 seg.)

Potencial de paso malla: 64.63 V.

Como se puede apreciar del cálculo de potenciales, los potenciales calculados de la malla no exceden los potenciales tolerables por el cuerpo humano, Según la tabla 15.1 del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE (Máxima tensión de contacto admisible para un ser humano). Por lo que se considera que el arreglo de la malla ES ADECUADO y procurará una protección adecuada del personal.

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

Para la estructura del montaje de transformador de media tensión no se realiza cálculo y se aplican las directrices solicitadas por el operador de red (Conductor ACSR 2).

Para las redes en baja tensión no se realiza el cálculo y se aplican las directrices solicitadas por el operador de red, para la cometa principal y alimentadores se instalan conductores de cobre con certificado de producto para dicha utilización y aceptado por el Operador de Red para el control de las pérdidas no técnicas.

k) Verificación de los conductores, teniendo en cuenta el tiempo de disparo de los interruptores, la corriente de cortocircuito de la red y la capacidad de corriente del conductor de acuerdo con la norma IEC 60990, IEEE 242, capítulo 9 o equivalente

No se hace verificación del cálculo de los conductores ya que el proyecto no lo requiere debido a que el mismo solo contiene montaje de transformador de media tensión protegido por los fusibles de los cortacircuitos como se observa en los planos y acometidas en baja tensión, establecidas por la Norma del Operador de Red y las cuales no contradicen las prescripciones del RETIE.

l) Cálculo mecánico de estructuras y de elementos de sujeción de equipos.

No se efectúa, ya que se construye utilizando las estructuras normalizadas por el IPSE y los vanos entre las mismas están por debajo de las distancias mínimas sugeridas en dicha Norma. Para la construcción de las acometidas se utilizó la norma del operador de red.

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.

En baja tensión se permite la coordinación con las características de limitación de corriente de los dispositivos según IEC 60947-2. Se realiza el cálculo, el cual aplica para el transformador de 15 kVA, y se muestra a continuación:

CÁLCULO DE FUSIBLE MEDIA TENSIÓN

$$I = \frac{15[kVA]}{13.8 [kV]}$$

$$I = 1.087A$$

Los fusibles para los transformadores tipo exterior de 15 kVA serán tipo K o T al 100% de su corriente nominal por tanto se selecciona fusibles de 5 A.

CÁLCULO DE PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES

$$V_L = \text{Voltaje de línea} = 13.8 \text{ kV}$$

$$V_F = \text{Voltaje de fase} = \frac{V_L}{\sqrt{3}} = \frac{13.8 \text{ kV}}{\sqrt{3}} = 7.967 \text{ kV}$$

$$\text{Tensión de operación de la válvula} = (1.4 * V_F) = 11.15 \text{ kV}$$

Se selecciona un pararrayo de 12 kV – 100 A.

n) Cálculos de canalizaciones (tubo, ductos, canaletas y electroductos) y volumen de encerramientos (cajas, tableros, conduit, etc.).

La Selección de la Tubería se Realizó bajo el artículo 310-16 hasta 19, Norma NTC 2050, Aplicando los Factores de corrección por Agrupamiento y Temperatura (Tabla 310-16, NTC 2050).

DUCTO PVC PARA ACOMETIDA PRINCIPAL

Ocupacion de ductos						
Cable Monopolar						
N°	Calibre	Aislante	Cantidad	Diametro* mm	Area por cable mm2	Total Grupo mm2
1	4	TTU 90 (XLPE-PVC) 600 V	4	9,99	78,45	313,78
2	6	TTU 90 (XLPE-PVC) 600 V	0			
3	12	TTU 90 (XLPE-PVC) 600 V	0			
4	12	TTU 90 (XLPE-PVC) 600 V	0			
5	12	TTU 90 (XLPE-PVC) 600 V	0			
					Area Total	313,78 mm2
Tipo de Ducto: <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Tubo de PVC Rigido, Sch. 40 y tubo de PE-AD</div>						
Diametro: <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1 1/2 Pulgadas</div>						
Diámetro mínimo recomendado 1 1/4 "					Diametro**	40,4 mm
					Area Total	1281,90 mm2
Max. Ocupacion				40,00%	Ocupación	24,48%

DUCTO PVC PARA DISTRIBUCIÓN DE CIRCUITOS TOMACORRIENTE (1X12+12N+12T AWG) Ø3/4"; Ver Tabla C3 Capitulo 9 NTC2050

Ocupacion de ductos							
Cable Monopolar							
N°	Calibre	Aislante	Cantidad	Diametro* mm	Area por cable mm2	Total Grupo mm2	
1	12	TTU 90 (XLPE-PVC) 600 V	3	4,60	16,62	49,86	
2	6	TTU 90 (XLPE-PVC) 600 V	0				
3	12	TTU 90 (XLPE-PVC) 600 V	0				
4	12	TTU 90 (XLPE-PVC) 600 V	0				
5	12	TTU 90 (XLPE-PVC) 600 V	0				
						Area Total	49,86 mm2
Tipo de Ducto: <input type="text" value="Tubo de PVC Rigido, Sch. 40 y tubo de PE-AD"/>							
Diametro: <input type="text" value="3/4"/> Pulgadas							
						Diametro**	20,4 mm
						Area Total	326,85 mm2
Diámetro mínimo recomendado							
1/2 "							
Max. Ocupacion				40,00%		Ocupación	
						15,25%	

DUCTO PVC PARA INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN (1X12+12N+12T AWG) Ø 3/4"; Ver Tabla C1 Capitulo 9 NTC2050

Ocupacion de ductos							
Cable Monopolar							
N°	Calibre	Aislante	Cantidad	Diametro* mm	Area por cable mm2	Total Grupo mm2	
1	12	THW 600 V	3	3,84	11,58	34,74	
2	6	TTU 90 (XLPE-PVC) 600 V	0				
3	12	TTU 90 (XLPE-PVC) 600 V	0				
4	12	TTU 90 (XLPE-PVC) 600 V	0				
5	12	TTU 90 (XLPE-PVC) 600 V	0				
						Area Total	34,74 mm2
Tipo de Ducto: <input type="text" value="Tubo de PVC Rigido, Sch. 80"/>							
Diametro: <input type="text" value="1"/> Pulgadas							
						Diametro**	23,8 mm
						Area Total	444,88 mm2
Diámetro mínimo recomendado							
1/2 "							
Max. Ocupacion				40,00%		Ocupación	
						7,81%	

DUCTO EMT PARA INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN (1X12+12T AWG) Ø 1/2";
 Ver Tabla C2 Capitulo 9 NTC2050

Ocupacion de ductos							
Cable Monopolar							
N°	Calibre	Aislante	Cantidad	Diametro* mm	Area por cable mm2	Total Grupo mm2	
1	12	THW 600 V	3	3,84	11,58	34,74	
2	6	TTU 90 (XLPE-PVC) 600 V	0				
3	12	TTU 90 (XLPE-PVC) 600 V	0				
4	12	TTU 90 (XLPE-PVC) 600 V	0				
5	12	TTU 90 (XLPE-PVC) 600 V	0				
						Area Total	34,74 mm2
Tipo de Ducto: <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Tuberia Metalica Electrica</div>							
Diametro: <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-right: 5px;">1</div> <div>Pulgadas</div> </div>							
						Diametro**	26,6 mm
Diámetro mínimo recomendado						Area Total	555,72 mm2
Max. Ocupacion				40,00%		Ocupación	6,25%

DUCTO EMT PARA INSTALACIÓN DE BOMBA 1HP Y 1/2hp (1X10+10N+10T AWG) Ø 1"; Capitulo 9 NTC2050

Ocupacion de ductos							
Cable Monopolar							
N°	Calibre	Aislante	Cantidad	Diametro* mm	Area por cable mm2	Total Grupo mm2	
1	10	TTU 90 (XLPE-PVC) 600 V	3	5,23	21,48	64,45	
2	12	TTU 90 (XLPE-PVC) 600 V	0				
3	12	TTU 90 (XLPE-PVC) 600 V	0				
4	12	TTU 90 (XLPE-PVC) 600 V	0				
5	12	TTU 90 (XLPE-PVC) 600 V	0				
						Area Total	64,45 mm2
Tipo de Ducto: <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Tubo de PVC Rigido, Sch. 40 y tubo de PE-AD</div>							
Diametro: <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-right: 5px;">3/4</div> <div>Pulgadas</div> </div>							
						Diametro**	20,4 mm
Diámetro mínimo recomendado						Area Total	326,85 mm2
Max. Ocupacion				40,00%		Ocupación	19,72%

DUCTO PVC PARA ACOMETIDA TN1 (2X8+8N+8T AWG) Ø 1"; Capitulo 9 NTC2050

Ocupacion de ductos						
Cable Monopolar						
N°	Calibre	Aislante	Cantidad	Diametro* mm	Area por cable mm2	Total Grupo mm2
1	8	TTU 90 (XLPE-PVC) 600 V	4	6,75	35,78	143,14
2	12	TTU 90 (XLPE-PVC) 600 V	0			
3	12	TTU 90 (XLPE-PVC) 600 V	0			
4	12	TTU 90 (XLPE-PVC) 600 V	0			
5	12	TTU 90 (XLPE-PVC) 600 V	0			
					Area Total	143,14 mm2
Tipo de Ducto: <input type="text" value="Tubo de PVC Rigido, Sch. 40 y tubo de PE-AD"/>						
Diametro: <input type="text" value="1"/> Pulgadas						
					Diametro**	26,1 mm
					Area Total	535,02 mm2
Max. Ocupacion				40,00%	Ocupación	
					26,75%	

DUCTO PVC PARA ACOMETIDA TN2 (1X8+8N+8T AWG) Ø 1"; Capitulo 9 NTC2050

Ocupacion de ductos						
Cable Monopolar						
N°	Calibre	Aislante	Cantidad	Diametro* mm	Area por cable mm2	Total Grupo mm2
1	8	TTU 90 (XLPE-PVC) 600 V	3	6,75	35,78	107,35
2	12	TTU 90 (XLPE-PVC) 600 V	0			
3	12	TTU 90 (XLPE-PVC) 600 V	0			
4	12	TTU 90 (XLPE-PVC) 600 V	0			
5	12	TTU 90 (XLPE-PVC) 600 V	0			
					Area Total	107,35 mm2
Tipo de Ducto: <input type="text" value="Tubo de PVC Rigido, Sch. 40 y tubo de PE-AD"/>						
Diametro: <input type="text" value="1"/> Pulgadas						
					Diametro**	26,1 mm
					Area Total	535,02 mm2
Max. Ocupacion				40,00%	Ocupación	
					20,07%	

o) Cálculo de pérdidas de energía, teniendo en cuenta los efectos de armónicos y factor de potencia.

No existen pérdidas de energía debido a corrientes de armónicos ni de factor de potencia,

no aplican para proyecto de (DISTRIBUCION, TRANSFORMACION Y USO FINAL)
 Hasta el gabinete de medida, no hay cargas inductivas considerables que nos generen armónicos y pérdidas de potencia.

p) Cálculos de regulación de tensión

**REGULACIÓN DE TENSIÓN CABLE ACSR CALIBRE #2 PARA ALIMENTAR
 TRANSFORMADOR 15KVA**

$$P = 8706.57W \quad S = 15000 VA$$

$$FC = 1 \quad L = 17mts \quad \cos \theta = 0.9$$

$$r = 0.537 \frac{Ohm}{km} \quad Xl = 0.401 \frac{ohm}{km} \quad VL = 13.2 KV$$

$$KG = r \cos \theta + Xl \sin \theta$$

$$KG = (0.537 \cdot 0.9) + (0.401 \cdot 0.436) \approx 0.4833 + 0.1748 \approx 0.6581 \Omega/km$$

$$\text{Momento eléctrico} \rightarrow M = S * L = 15[KVA] * 17 mts = 0.255kVA$$

$$\%Reg < 1\% = \frac{FC * M * KG}{VL^2}$$

$$\%Reg < 1\% = \frac{1 * (0.255) * (0.6581)}{13200^2} = 0.0000963 \times 10^{-3}\%$$

$$\%Reg < 1\% = 9.63 \times 10^{-7}\%$$

PÉRDIDAS MÁXIMA DE POTENCIA RED AÉREA CABLE ACSR CALIBRE #2

$$\%PL = \frac{r * M}{VL^2 * \cos \theta} * 100$$

$$\%PL = \frac{0.537 * 825}{13200^2 * 0.9} * 100$$

$$\%PL < 1\% = 2.824 \times 10^{-4}\%$$

P = Potencia activa

S = Potencia aparente

L = Longitud total del tramo

cos θ = Factor de potencia

FC = Factor de corrección de acuerdo al tipo de conexión y sistema

M = Momento eléctrico

r = Resistencia eléctrica del conductor por unidad de longitud a 75° C

Xl = Reactancia inductiva del conductor por unidad de longitud a 75° C

VL = Voltaje de línea del circuito

KG = Constante de regulación generalizada del conductor

PL = Pérdidas de potencia

q) Clasificación de áreas.

El área en donde se encuentra el proyecto no cuenta con lugares específicos en donde se tenga riesgo de fuego o explosión, por la presencia de gases, vapores, líquidos, polvos o fibras inflamables; por lo tanto, no aplica la clasificación de áreas en el encuadramiento de este proyecto.

r) Elaboración de diagramas unifilares.

Se establece en el plano con el nombre Diagramas Unifilares.

s) Elaboración de planos y esquemas eléctricos para construcción.

Se tiene un plano.

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

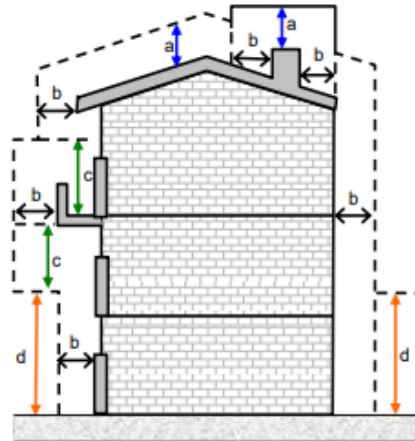
Están incluidas en los planos entregados. El Diseño Eléctrico se realiza teniendo en cuenta las normas vigentes para Satisfacer las necesidades de las obras objeto del proyecto RETIE, RETILAP, NTC 2050 y Normas internacionales.

En la práctica se establece una disponibilidad para conexión en el nodo de media tensión existente en el sector para poder realizar el levantamiento de las estructuras necesarias para dar alimentación al transformador del proyecto (Factibilidad dada por el operador de red, en respuesta a consulta hecha).

u) Establecer las señales de seguridad requeridas.

Las distancias de seguridad están implícitas en los diseños elaborados según NTC 2050 y RETIE, además de que se debe exigir a los fabricantes de cada uno de los equipos a usar garantizar las distancias que den a lugar para cada una de las actividades. Por lo tanto, se debe exigir por medio de certificaciones que los equipos eléctricos cumplan con estas. En el momento de la instalación y maniobra con los equipos y conductores energizados se debe seguir lo plasmado en RETIE capítulo 13.1 "Distancias mínimas de seguridad en zonas con construcciones".

Para conductores aislados la distancia disminuye en 60 cm. Dichas distancias son aplicables para nuevas urbanizaciones o nuevos proyectos. Las distancias verticales se toman siempre desde el punto energizado más cercano al punto de posible contacto. Las distancias horizontales se toman desde la fase más cercana al sitio de posible contacto



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

No se permitirá el paso de conductores de redes o líneas del servicio público, por encima de edificaciones donde se tenga presencia de personas, salvo 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.

Las distancias de seguridad están implícitas en los diseños elaborados según NTC 2050 y RETIE, además de que se debe exigir a los fabricantes de cada uno de los equipos a usar garantizar las distancias que den a lugar para cada una de las actividades. Por lo tanto, se debe exigir por medio de certificaciones que los equipos eléctricos cumplan con estas. En el momento de la instalación y maniobra con los equipos energizados se debe seguir lo plasmado en RETIE capítulo 13.4 "Distancias mínimas para trabajos en o cerca de partes energizadas". Lo cual resumidamente consiste en fijar etiquetas de riesgo

eléctrico en los equipos, señalar áreas de trabajo y zonas aledañas, usar todos los elementos de protección personal certificados para operar de acuerdo a cada nivel de tensión que corresponda y cumplir con las distancias mínimas alojadas en las tablas 13.7, 13.8 según corresponda del RETIE y tomando en cuenta la figura 13.4 del mismo.

Tensión nominal del sistema (fase – fase)	Límite de aproximación seguro [m]		Límite de aproximación restringida (m) Incluye movimientos involuntarios.	Límite de aproximación técnica (m)
	Parte móvil expuesta	Parte fija expuesta		
50 V – 300 V	3,0	1,0	Evitar contacto	Evitar contacto
301 V – 750 V	3,0	1,0	0,30	0,025
751 V – 15 kV	3,0	1,5	0,7	0,2
15,1 kV – 36 kV	3,0	1,8	0,8	0,3
36,1 kV – 46 kV	3,0	2,5	0,8	0,4
46,1 kV – 72,5 kV	3,0	2,5	1,0	0,7
72,6 kV – 121 kV	3,3	2,5	1,0	0,8
138 kV – 145 kV	3,4	3,0	1,2	1,0
161 kV – 169 kV	3,6	3,6	1,3	1,1
230 kV – 242 kV	4,0	4,0	1,7	1,6
345 kV – 362 kV	4,7	4,7	2,8	2,6
500 kV – 550 kV	5,8	5,8	3,6	3,5

Según la tabla "Distancias mínimas para trabajos en o cerca de partes energizadas en corriente alterna según RETIE." Para el nivel de tensión que se manejara (50V-300V) se requiere **EVITAR CONTACTO** con las partes energizadas de la instalación eléctrica dentro del cuarto eléctrico del proyecto ACUEDUCTO LA UNILLA.

- 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, ya que el proyecto: "ACUEDUCTO LA UNILLA", no presenta desviación de la Norma.

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

No se requieren estudios adicionales para este proyecto.

Elaboró:

CUMPLIMIENTO DISEÑO DETALLADO CAP. 10.1.1 RETIE

DAVID FELIPE NIÑO QUINTERO

INGENIERO ELÉCTRICISTA

PROYECTO: ESTUDIOS Y DISEÑOS OPTIMIZACION DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO DE LA UNILLA, MUNICIPIO
DEL RETORNO, GUAVIARE



DAVID FELIPE NIÑO QUINTERO

Ingeniero Electricista

MP: NS205-153008