IDENTIFICACIÓN PROYECTO
CARIBE MAR S.A. E.S.P
EXP: P22102023100033

DISEÑO ELECTRICO DEL PROYECTO ESTACION DE BOMBEROS DE BOCAGRANDE

CONSORCIO
ESTACIÓN
BOCAGRANDE

SECRETARÍA DEL INTERIOR

Salvemos Juntos a Cartagena

PROYECTISTA
YIMMY HERNANDEZ JULIO

OCTUBRE DE 2023

MODIFICACIONES RESPECTO A LA EDICIÓN ANTERIOR

Edición.	Presentación/Modificación.	fecha
V 1.0	Proyecto Específico	20/10/2023

Siglas de responsables y Fechas de las Ediciones.					
Edición	**Objeto e Ed.**	**Elaborado por:**	**Fecha Elb.**	**Revisó:**	**Fecha Rev.**
V 1.0	Proyecto Específico	Y.H.J.	20/10/2023		

Elaborado Por:	Revisado Por:
YIMMY HERNANDEZ JULIO. – YJS CONSTRUCCIONES S.A.S	_ CARIBE MAR S.A. E.S.P.
M.P.: BL 205-7906	M.P.:

1. GENERALIDADES 4

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 4
1.2 OBJETIVO 4
1.3 ALCANCE 5
1.3.1 Punto de conexión o de Arranque 5
1.3.2 Redes de Media Tensión 5
1.3.3 Transformador de Potencia 6
1.3.4 Redes en baja tensión 6
1.4 NORMAS 6
1.5 PARÁMETROS DE DISEÑO 7
1.6. CARACTERISTICAS DEL MEDIDOR 7

2. REQUERIMIENTOS GENERALES DE LA INSTALACION ELECTRICA 8

A. ANALISIS Y CUADROS DE CARGA INICIALES 8
***Acometida para la casa sanint** 8*
B. ANALISIS DE COORDINACION DE AISLAMIENTO ELECTRICO 9
C. ANALISIS DE CORTO CIRCUITO Y FALLA A TIERRA 9
D. ANALISIS DE NIVEL DE RIESGO POR RAYO 11
E. ANALISIS DE RIESGO DE ORIGEN ELECTRICO Y MEDIDAS PARA MITIGARLOS 14
F. ANALISIS DEL NIVEL DE TENSION REQUERIDO 21
G. CALCULO DE CAMPOS ELECTROMAGNETICOS 21
H. CALCULO DEL TRANSFORMADOR 22
I. CALCULO DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA 23
J. CÁLCULO ECONOMICO DE CONDUCTORES 24
K. VERIFICACIÓN DE LOS CONDUCTORES 24
L. CALCULO MECANICO DE ESTRUCTURAS 25
M. CÁLCULO Y COORDINACION DE PROTECCIONES CONTRA SOBRECORRIENTES 25
1. SELECCIÓN DE LA MARCA DE INTERRUPTORES TERMOMAGNÉTICOS 26
2. SELECCIÓN DE LOS INTERRUPTORES TERMOMAGNÉTICOS marca LEGRAND. 26
3. Comportamiento Termomagnético de las referencias de Interruptores marca LEGRAND 27
N. CALCULO DE CANALIZACIONES. 27
O. CALCULO DE PERDIDAS DE ENERGIA, EFECTO DE ARMONICOS Y FACTOR DE POTENCIA 28
P. CALCULOS DE REGULACION 30
Q. CLASIFICACION DE AREAS 30
R. ELABORACION DE DIAGRAMA UNIFILAR 30
S. ELABORACION DE PLANOS Y ESQUEMAS ELECTRICOS PARA CONSTRUCCION 30
T. ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCION COMPLEMENTARIOS A LOS PLANOS 31
U. ESTABLECER LAS DISTANCIAS DE SEGURIDAD 31
V. JUSTIFICACION TECNICA DE DESVIACION DE LA NTC 2050 31
W. ESTUDIOS COMPLEMENTARIOS 31

1. GENERALIDADES

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto que se presenta a continuación tiene por objeto la elaboración del diseño, memorias de cálculo y planos referentes al montaje de transformador de 300 kVA para el proyecto estación de bomberos bocagrande.

El presente proyecto se ajusta a lo solicitado por el RETIE, a lo especificado en los proyectos tipos de **CARIBE MAR S.A. E.S.P**. y lo aceptado por **CARIBE MAR S.A. E.S.P,** Según aplique:

- Centro de transformación seco tipo local.
- Líneas Aéreas y Subterráneas de Media y Baja Tensión.

1.2 OBJETIVO

La estación de bomberos de Bocagrande, en la actualidad cuenta con un servicio de energía, pero debido a la necesidad de suplir de energía a una carga de aires acondicionados y equipos de bombeo se hace necesario cambiar el transformador, ya que el existente no da la capacidad para alimentar las cargas adicionales.

INFORMACIÓN DEL PROYECTO	
NOMBRE	ESTACION DE BOMBEROS
IDENTIFICACION	P22102023100033
TRAMITE SOLICITADO	Montaje de transformador de 300 kVA

INFORMACIÓN DE LOS INGENIEROS PROYECTISTAS	
NOMBRE DE LA EMPRESA	YJS CONSTRUCCIONES S.A.S
NIT	900.608.806-5
NOMBRE DEL PROYECTISTA DISEÑADOR	YIMMY HERNANDEZ JULIO
CEDULA	73.130.380
MATRICULA PROFESIONAL	BL 205- 7906
DIRECCIÓN	CONDOMINIO CARIOCA, PROYECTO FLAMENGO, TORRE 2 APT 1008, BARRIO VILLA ESTRELLA
TELEFONO	312 6213143
CORREO ELECTRÓNICO	gerencia@yjsconstrucciones.com

El objeto del presente documento es la obtención de las autorizaciones administrativas de la conexión del proyecto eléctrico a la red operada por CARIBE MAR S.A. E.S.P

1.3 ALCANCE

1.3.1 Punto de conexión o de Arranque

El punto de conexión dado por AFINIA es la estructura donde actualmente está conectado el transformador existente.

1.3.2 Redes de Media Tensión

La red de media tensión ira conectada en el apoyo del transformador existente, de allí ira en forma subterránea en una longitud aproximada de 145 m hasta la subestación donde se conectará al transformador seco tipo local de 300 kVA.

1.3.3 Transformador de Potencia

El transformador a instalar tiene las siguientes características:

NOMBRE: ESTACION DE BOMBEROS BOCAGRANDE	
TIPO:	**SECO TIPO LOCAL**
CAPACIDAD:	**300 kVA**
FASES:	**3**
TENSION PRIMARIA:	**13.200 VOLTIOS**
TENSION SECUNDARIA	**220-127 VOLTIOS**
FRECUENCIA	**60 Hz**

1.3.4 Redes en baja tensión

Desde el barraje de salida del transformador se realizará una acometida hasta el interruptor principal del gabinete de baja tensión.

El medidor actual de la estación de bomberos será retirado y dado de baja del sistema de AFINIA.

1.4 NORMAS

El proyecto fue elaborado teniendo en cuenta las siguientes normas:

- **Normas para el cálculo y diseño de líneas aéreas y subterráneas media y baja tensión de CARIBE MAR.**
- **Reglamento técnico de instalaciones eléctricas RETIE. Resolución Nº9 0708 de agosto 30 de 2013.**
- **Código eléctrico nacional NTC 2050 de noviembre 25 de 1998, primera actualización.**
- **NTC 4552-2 (2007) Protección contra Rayos - Parte 2: Evaluación de riesgo por rayos.**
- **Norma IEEE Std 80-2000 - Sistemas de Puesta a tierra**

1.5 PARÁMETROS DE DISEÑO

CARACTERISTICAS DEL SISTEMA

Niveles de tensión:	
Tensión de servicio en Media tensión:	**13.200 V**
Tensión de servicio en Baja tensión:	**220 - 127 V**

CARACTERISTICAS DE LA DEMANDA

Tipo de servicio	**Estrato socio económico**
Residencial	**comercial**
Conductores: *AWG para el neutro)*	*(3x(3x250 AWG f) +(3x (1x250*
Acometida general en Media Tensión:	**Cable XLPE 1/0 aluminio**
Acometida general en Baja Tensión:	**Cable 250 AWG THHN cobre**

1.6. CARACTERISTICAS DEL MEDIDOR

Equipos de medida (Tener presente RES CREG 038 de 2014):

DESCRIPCIÓN	UNIDADES	VALOR
Medidor		
Tipo de Medida	**indirecta**	1
Tensión de servicio	**KV**	0.220
Corriente de servicio	**A**	5/10
Clase de precisión		0,5
Transformadores de Medida		
Relación de transformación (TC´s)	**A**	30/5
Relación de transformación (TP´s)	**V**	$13200 * \frac{\sqrt{3}}{220}$
Tipo		Exterior

Clase de precisión	0,5

2. REQUERIMIENTOS GENERALES DE LA INSTALACION ELECTRICA

De acuerdo con el artículo 10 del RETIE debido a que es un cambio en el tipo de medida en baja tensión no superior a 240 V, se puede enmarcar en instalaciones que requieren diseño simplificado.

A. ANALISIS Y CUADROS DE CARGA INICIALES

Las cargas alimentadas por el transformador son:

	CARGA	UNIDAD
LUCES	41,4	kVA
TOMAS	34,2	kVA
AIRES	105	kVA
EQUIPOS BOMBAS	75	kVA
EQUIPOS ESPECIALES	22	kVA
TOTAL	277,6	kVA

Acometida para estación de bomberos bocagrande

Para determinar el conductor a utilizar se obtiene inicialmente la corriente nominal de la carga mediante la fórmula:

$$I = \frac{KVA \times 1000}{V_{LL}} = \frac{300 \times 1000}{220 \times \sqrt{3}} = 787{,}3\ Amp$$

Teniendo en cuenta que para el caso de la corriente nominal obtenida anteriormente de 787.3 A de acuerdo con la tabla 310.16 no existe conductor capaz de transportar dicha corriente de manera directa, por tal motivo, se procedería a ejercer división de cada fase del transformador para dividir la corriente en una cantidad prudente de cables con su respectivo calibre que en conjunto sean capaz de transportar la corriente nominal obtenida, quedando lo siguiente:

De acuerdo a la tabla 310.16 *"Capacidad de corriente permisible en conductores aislados para 0 a 2.000 V nominales y 60 °C a 90 °C No más de tres conductores portadores de corriente en una canalización, cable o tierra (directamente enterrados) y temperatura ambiente de 30ºC",* NTC 2050, de Cobre o Aluminio, la acometida estaría formada por:

Calibre en cobre	Corriente a 90°	Cant. de cable por fase	corriente total	factor por agrupamiento	factor por temperatura	I total
250 Awg	290	3	870	0,5	0,96	417,6

Se seleccionan 3 conductores de cobre N° 250 AWG-THHN, para cada FASE + 3 conductores de Cobre N° 250 AWG-THHN para NEUTRO y 1 de cobre N° 2/0 AWG THHN, para tierra.

- Nota – transformador 300 kVA: Se resalta tener en cuenta que las fases para el transformador de 300 kVA transportan una corriente de 787,3 A por tal motivo, se seleccionaron 3 cables de calibre 250 AWG para la división de dichas fases, donde servirán 3 cables para transportar 417,6 A y otros 3 cables para transportar 417,6 A y de esta manera alcanzar los 787,3 A requeridos de corriente nominal.

B. ANALISIS DE COORDINACION DE AISLAMIENTO ELECTRICO

La finalidad de la coordinación de aislamientos es proteger todos los equipos que se encuentran en el proyecto, descargando las sobretensiones debidas a fallas o a descargas atmosféricas, a través del elemento adecuado, reduciendo la probabilidad que los esfuerzos dieléctricos resultantes aplicados a los equipos causen daños a estos o que afecten la continuidad del servicio.

A partir de estos niveles se deben adoptar las disposiciones necesarias para evitar efecto corona en cualquier punto de la instalación.

Solo se analiza para MT por lo tanto no aplica a nuestro proyecto.

C. ANALISIS DE CORTO CIRCUITO Y FALLA A TIERRA

La corriente de cortocircuito calculada dentro del diseño de un sistema eléctrico interior, define el mínimo valor de capacidad de ruptura que deben tener los elementos involucrados en la falla de cortocircuito, para que sean capaz de soportarlos, y en el caso de las protecciones termomagnéticas y fusibles, también despejarlos.

Calculo de corriente de corto circuito

Transformador trifásico

Potencia:	300	kVA			
Voltaje en lado de falla (V2):	0,22	kV	V1:	13,2	kV
Voltaje de corto circuito %:	4	*Tabla T1*			
Ra:	0,2072322	Ohm	Rr	5,7564E-05	Ohm reflejada
Xa:	0,79197438	Ohm	Xr	0,00021999	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: Zt = 6,453333333 mΩ

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

Por lo tanto: Xt = 6,453333333 mΩ Xr =0,219mΩ

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

Por lo tanto: Rt = 1,290666667 mΩ Rr =0,057mΩ

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

$Z_{total} = \sqrt{(R_t + R_r)^2 + (X_t + X_r)^2}$ Zt = 6,81 mΩ

Se tiene que: $I_{cc,sim} = \frac{V_n^2}{\sqrt{3} \times Z_t}$

Por lo tanto: Icc, sim = **<u>18,66</u>** **<u>kA simetricos</u>**

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: Icc = 40,57 kA asimetricos

De acuerdo a esto, se verifica que los interruptores asociados al transformador deben tener mínimo una corriente de falla de 40,57 kA.

D. ANALISIS DE NIVEL DE RIESGO POR RAYO

Cuando se desea implementar un sistema de protección contra rayos, es necesario evaluar el riesgo al que está expuesta la estructura y su contenido, o el riesgo asociado a las acometidas de servicios y todo aquello que se encuentre conectado al servicio. El riesgo se define como el "*promedio anual probable de pérdidas*".

De acuerdo a la sección de 5.4 de la NTC 4552-2 correspondiente a los riesgos tolerables RT, define los valores típicos de riesgo tolerables**:**

Tipo de pérdida	R_T (y^{-1})
Pérdida de vidas o lesiones permanentes	10^{-5}
Pérdida de servicio público	10^{-3}
Pérdida de patrimonio Cultural	10^{-3}

La presente herramienta permite calcular el riesgo debido a descargas eléctricas atmosféricas en estructuras o en acometidas de servicios, la metodología de cálculo desarrollada se basa en la norma nacional NTC 4552-2 (2007) Protección contra Rayos - Parte 2: Evaluación de riesgo por rayos.

PROYECTO:	ESTACION DE BOMBEROS BOCAGRANDE	
DIMENSIONES DE LA ESTRUCTURA A PROTEGER		
Largo de la estructura **L** (m)	92	
Ancho de la estructura **W** (m)	8	
Altura máxima de la estructura **H** (m)	12	
Marque si la estructura posee parte sobresaliente.	☐	Ejemplo de dimensiones de estructura
Altura máxima de la estructura **Hp** (m)	12	
Densidad de rayos a tierra (Rayos/km²-año) **DDT**	3	DDT
CARACTERÍSTICAS DEL ENTORNO		
Seleccione la localizacion de la estructura a ser protegida.		Rodeado de objetos o árboles más altos
Ambiente donde están las acometidas de la estructura.		Urbano con edificaciones altas (más de 20 r
Selecione el tipo de suelo en el **interior** de la estructura		Prado, concreto.
Selecione el tipo de suelo en el **exterior** de la estructura		Prado, concreto.
CARACTERÍSTICAS DE LAS ACOMETIDAS DE SERVICIOS		
ACOMETIDA DE POTENCIA		
Marque si la estructura a proteger tiene una estructura adyacente de donde proviene la acometida de potencia	☑	Ejemplo de estructura adyacente
Longitud de la estructura adyacente **La** (m)	15	
Ancho de la estructura adyacente **Wa** (m)	25	
Altura de la estructura adyacente **Ha** (m)	10	

Seleccione la localizacion de la estructura adyacente	Rodeado de objetos o árboles más altos
Seleccione el tipo de acometida	Acometida Subterranea
Altura de los conductores de potencia desde el nivel de la tierra **Hc** (m)	0
Seleccione la localizacion de la acometida de servicio	Aislado: en la cima de una colina o elevación
Ingrese la longitud de la acometida de servicio (m)	100
Transformador AT/BT en la acometida	Acometida Sin Transformador
Ingrese la resistividad del suelo ρ (Ωm)	260
ACOMETIDA DE COMUNICACIONES	
Marque si la estructura a proteger tiene una estructura adyacente de donde proviene la acometida	**Ejemplo de estructura adyacente**
Longitud de la estructura adyacente **La** (m)	0
Ancho de la estructura adyacente **Wa** (m)	0
Altura de la estructura adyacente **Ha** (m)	0
Seleccione la localizacion de la estructura adyacente	Rodeado de objetos o árboles de igual altura o menor
Ingrese el número de acometidas de comunicaciones	1
Seleccione el tipo de acometida	Acometida Aérea
Altura de los conductores de comunicaciones desde el nivel de la tierra **Hc** (m)	6
Seleccione la localizacion de esta acometida.	Rodeado de objetos o árboles de igual altura o menor
Ingrese la longitud de la acometida de servicio (m)	1000

OTRO TIPO DE ACOMETIDA	
Marque si la estructura a proteger tiene una estructura adyacente de donde proviene la acometida de potencia	**Ejemplo de estructura adyacente**
Longitud de la estructura adyacente **La** (m)	0
Ancho de la estructura adyacente **Wa** (m)	0
Altura de la estructura adyacente **Ha** (m)	0
Seleccione la localizacion de la estructura adyacente	Rodeado de objetos o árboles de igual altura o menor
Ingrese el número de acometidas	1
Seleccione el tipo de acometida	Acometida Aérea
Altura de los conductores desde el nivel de la tierra **Hc** (m)	13
Seleccione la localizacion de la acometida de servicio	Aislado: en la cima de una colina o elevación
Ingrese la longitud de la acometida de servicio (m)	49

ACCIONES PREVENTIVAS FRENTE AL RIESGO POR RAYO		
Medidas tomadas frente a tensiones de paso y contacto.	Sin medidas de protección	☑
	Aislamiento eléctrico de bajantes expuestas	☑
	Equipotencialización efectiva a nivel del suelo	☑
	Avisos de advertencia	☑
	Refuerzos estructurales como bajantes o restricciones físicas	☑

Selecione el nivel de protección de la estructura	
Nivel III de protección contra rayos	
Seleccione el sistema de protección interno adoptad en el edificio.	Sistema de protección interno coordinado en Nivel III ó IV
Si la estructura a proteger posee paredes y techos metálicos con un espesor entre 0,1 mm y 0,5 mm marque la casilla.	☑
Tamaño de la cuadrícula para apantallamientos localizados, distancia entre bajantes o distancia entre columnas si se utiliza un sistema natural ▼ (m)	20
Tipo de cableado interno	Sin apantallamiento y pequeños lazos inductivos (misma canalización sin entorchar
Marque la casilla si la pantalla del cable esta conectada a la misma barra equipotencial a la cual esta conectado el equipo.	☐
Tipo de canalización	○ Metálica puetas a tierra en ambos extremos ○ Metálica no puesta a tierra o en un solo extremo ◉ No Metálica
Ingrese el menor valor de tensión soportable al impulso tipo rayo en voltios, del sistema a proteger (BIL equipos) **Uw**	1000
Marque la casilla si existe equipotencialización de las estructuras metálicas, sistemas internos, partes conductora externas, acometidas de servicio y lineas conectadas a la estructura a proteger	☑

EVALUACIÓN DE PÉRDIDAS

PÉRDIDAS DE VIDAS HUMANAS

Seleccione el uso de la estructura.	Otros
Marque si pueden haber personas expuestas a tensiones de paso y de contacto dentro de la estructura, fuera de la estructura o en ambas ubicaciones.	☑ Dentro de la estructura. ☑ Fuera de la estructura

Pérdidas por sobretensiones en instalaciones con sistemas eléctricos críticos.	Sistemas eléctricos o electrónicos no crítico
Selecione el riesgo por fuego en la estructura.	Mínimo
Selecione la medida de prevención para reducir las consecuencias por fuego.	
Extintores manuales;instalaciones de alarma manual; hidrantes; compartimientos contra fuego; rutas de evacu	
Selecione la situación especial de peligro.	
Sin situación especial de peligro o riesgo.	

PÉRDIDA DE SERVICIOS ESCENCIALES

Selecione el tipo de servicio público que no se debería perder.	No existen servicios escenciales

PÉRDIDA DE HERENCIA CULTURAL IRREEMPLAZABLE

Seleccione si existe herencia cultural irreemplazable en la edificiación.	☐

EVALUACIÓN DE RIESGO DE LA ESTRUCTURA	
PROYECTO:	ACION DE BOMBEROS BOCAGRAN

© Copyright: Seguridad Eléctrica Ltda.

RIESGO DE PÉRDIDA DE VIDAS HUMANAS	RIESGO DE PÉRDIDA DEL SERVICIO PÚBLICO	RIESGO DE PÉRDIDA DEL PATRIMONIO CULTURAL
R_1	R_2	R_3
1,8241E-09	0,00E+00	0,00E+00
R_1	R_2	R_3
1,0000000E-05	1,00E-03	1,00E-03
R_1	R_2	R_3
OK!!! RIESGO CONTROLADO	OK!!! RIESGO CONTROLADO	OK!!! RIESGO CONTROLADO

VALORES DE RIESGO CALCULADO

VALORES DE RIESGO TOLERABLE

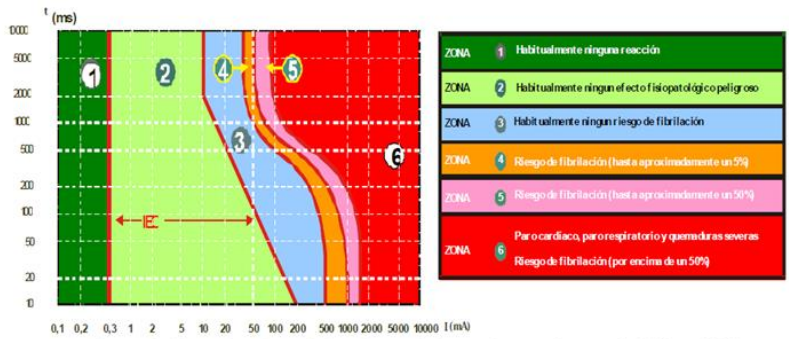
CONTROL DEL RIESGO

Conclusiones de la Evaluación del Nivel de Riesgo

- **De acuerdo con los valores obtenidos de riesgo de pérdidas de vidas o lesiones permanentes a R1, R2 y R3 $(1,8241 * 10^{-9};\ 0;\ 0)$ son menores que los valores de riesgo tolerables. *Por lo tanto, se está cumpliendo con los valores de riesgo tolerables mínimos requeridos por la NTC 4552*, con el fin de reducir los daños físicos que pueden ser causados por las descargas atmosféricas a los seres vivos o a una estructura.**

E. ANALISIS DE RIESGO DE ORIGEN ELECTRICO Y MEDIDAS PARA MITIGARLOS

Para el presente proyecto se evaluará el nivel de riesgo asociado a la instalación eléctrica, teniendo en cuenta los criterios establecidos en las normas sobre soportabilidad de la energía eléctrica para seres humanos, como se observa en la siguiente gráfica tomada de la NTC 4120, con referente IEC 60479-2, que detalla las zonas de los efectos de la corriente alterna de 15 Hz a 100 Hz.



Zonas de tiempo/corriente de los efectos de las corrientes alternas de 15 Hz a 100 Hz.

El umbral de fibrilación ventricular depende de parámetros fisiológicos y eléctricos, por ello se ha tomado la curva C1 como límite para diseño de equipos de protección. Los valores umbrales de corriente de menos de 0,2 segundos, se aplican solamente durante el período vulnerable del ciclo cardíaco.

Debido a que los umbrales de soportabilidad de los seres humanos, tales como el de paso de corriente (1,1 mA), de reacción a soltarse (10 mA) y de rigidez muscular o de fibrilación (25 mA) son valores muy bajos; la superación de dichos valores puede ocasionar accidentes como la muerte o la pérdida de algún miembro o función del cuerpo humano. Adicionalmente, al considerar el uso masivo de la electricidad y que su utilización es casi permanente a nivel residencial, comercial, industrial y oficial, la frecuencia de exposición al riesgo podría alcanzar niveles altos, si no se adoptan las medidas adecuadas.

Con el fin de evaluar el nivel o grado de riesgo de tipo eléctrico que el Reglamento busca minimizar o eliminar, se puede aplicar la siguiente matriz.

Factores de riesgo eléctrico a evaluar en instalaciones comerciales:

Un riesgo es una condición ambiental o humana cuya presencia o modificación puede producir un accidente o una enfermedad ocupacional. Por regla general, todas las instalaciones eléctricas tienen implícito un riesgo y ante la imposibilidad de controlarlos todos en forma permanente, se seleccionará algunos de los más comunes, que al no tenerlos presentes ocasionan la mayor cantidad de accidentes.

En este orden de ideas se establecerá una calificación Total (0 a 100) a los siguientes factores de riesgo para poder implementar una matriz de riesgo que establezca las medidas contundentes, precisas y finales para minimizar cualquier posibilidad de accidente por el uso y exposición de la energía eléctrica**.**

INSTALACIÓN ELÉCTRICA TRIFÁSICA PARA PROYECTO CASA SANINT		
Arcos eléctricos y sus posibles causas	**Gravedad**	**Frecuencia**
Malos contactos, cortocircuitos, aperturas de interruptores con carga, apertura o cierre de seccionadores.	**6**	**4**

Ausencia de electricidad y sus posibles causas: **Apagón o corte del servicio, no disponer de un sistema ininterrumpido de potencia - UPS, no tener plantas de emergencia, no tener transferencia.**	**0**	**4**
Contacto directo y sus posibles causas: **Negligencia de técnicos o impericia de no técnicos.**	**7**	**8**
Contacto indirecto y sus posibles causas: **Fallas de aislamiento, mal mantenimiento, falta de conductor de puesta a tierra.**	**7**	**8**
Cortocircuito y sus posibles causas: **Fallas de aislamiento, impericia de los técnicos, accidentes externos, vientos fuertes, humedades.**	**8**	**8**
Electricidad estática y sus posibles causas: **Unión y separación constante de materiales como aislantes, conductores, sólidos o gases con la presencia de un aislante.**	**0**	**0**
Equipo defectuoso y sus posibles causas: **Mal mantenimiento, mala instalación, mala utilización, tiempo de uso, transporte inadecuado.**	**8**	**8**
Rayos y sus posibles causas: **Fallas en el diseño, construcción, operación, mantenimiento del sistema de protección.**	**2**	**2**
Sobrecarga y sus posibles causas: **Superar los límites nominales de los equipos o de los conductores, instalaciones que no cumplen las normas técnicas, conexiones flojas, armónicos.**	**8**	**8**
Tensión de contacto y sus posibles causas: **Rayos, fallas a tierra, fallas de aislamiento, violación de distancias de seguridad, violación de áreas restringidas, retardo en el despeje de la falla.**	**2**	**2**
Tensión de paso y sus posibles causas:		

Rayos, fallas a tierra, fallas de aislamiento, violación de áreas restringidas, retardo en el despeje de la falla.	**3**	**4**
TOTALES	**51**	**56**

Matriz de análisis de riesgos:

FRECUENCIA / GRAVEDAD	Frecuente	Posible	Ocasional	Remoto	Improbable
Severa					
Alta			**X**		
Moderada					
Baja					

	RIESGO ALTO: Necesita Alta Protección o toma obligatoria de Acciones
	RIESGO MEDIO: Necesita Protección básica que se amplía según criterio del profesional
	RIESGO BAJO: Se puede asumir el Riesgo o instalar Protección

Resultados de la matriz de análisis de riesgo:

De acuerdo a la evaluación efectuada en la presente matriz de riego, arroja un resultado de RIESGO MEDIO. Se necesita Implementar una Protección básica que se ampliará adoptando las siguientes medidas a fin de minimizar los riesgos de origen eléctrico. Estas medidas serán de carácter obligatorio y será directamente responsable el profesional encargado de la construcción de la obra eléctrica, o en su efecto el propietario, en el momento que haga caso omiso en la implementación de las mismas**.**

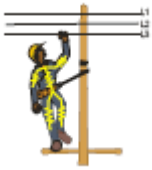
Medidas obligatorias de protección a adoptar

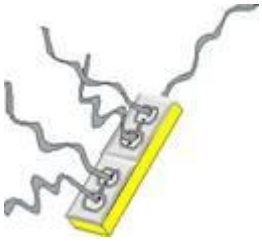
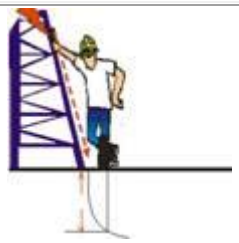
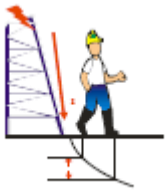
- **Utilizar materiales y productos eléctricos certificados y autorizados por las autoridades competentes.**
- **Usar dotación adecuada de protección contra riesgos de carácter eléctrico, para el personal que labora con las instalaciones eléctricas.**
- **Acatar las distancias de seguridad, interposición de obstáculos, aislamiento o recubrimiento de partes activas, probar ausencia de tensión.**
- **Verificar e implementar un Sistema de Puesta a Tierra de acuerdo a lo estipulado en el artículo 15 del RETIE y la sección 250 del Código Eléctrico Colombiano (NTC 2050)**
- **Separar los circuitos, uso de muy baja tensión, implementar conexiones equipotenciales, mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos eléctricos.**
- **Instalar automáticos con dispositivos de disparo de máxima corriente en los tableros provisionales y generales de distribución.**
- **Realizar mantenimiento predictivo y preventivo, construcción de instalaciones siguiendo las normas técnicas, caracterización del entorno electromagnético.**
- **Siempre debe encontrarse en obra una persona calificada en electrotecnia, con su respectiva matricula profesional, para supervisar los trabajos eléctricos.**
- **En todo momento se deben de acatar las reglas de oro establecidos por el artículo 19 del RETIE**

Riesgos y Medidas de mitigación

El tratamiento preventivo de la problemática del riesgo eléctrico obliga a saber identificar y valorar las situaciones irregulares, antes de que suceda algún accidente. Por ello, es necesario conocer claramente el concepto de riesgo de contacto con la corriente eléctrica. A partir de ese conocimiento, del análisis de los factores que intervienen y de las circunstancias particulares, se tendrán criterios objetivos que permitan detectar la situación de riesgo y valorar su grado de peligrosidad. Identificado el riesgo, se han de seleccionar las medidas preventivas aplicables.

En la siguiente tabla se ilustran algunos de los factores de riesgo eléctrico más comunes, sus posibles causas y medidas de protección.

	**ARCOS ELÉCTRICOS**. **POSIBLES CAUSAS**: Malos contactos, cortocircuitos, aperturas de interruptores con carga, apertura o cierre de seccionadores. **MEDIDAS DE PROTECCIÓN**: Utilizar materiales envolventes resistentes a los arcos, mantener una distancia de seguridad, usar gafas de protección contra rayos ultravioleta.
	**AUSENCIA DE ELECTRICIDAD**. **POSIBLES CAUSAS**: Apagón o corte del servicio, no disponer de un sistema ininterrumpido de potencia - UPS, no tener plantas de emergencia, no tener transferencia. **MEDIDAS DE PROTECCIÓN**: Disponer de sistemas ininterrumpidos de potencia y de plantas de emergencia con transferencia automática.
	**CONTACTO DIRECTO** **POSIBLES CAUSAS**: Negligencia de técnicos o impericia de no técnicos. **MEDIDAS DE PROTECCIÓN**: 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.
	**CONTACTO INDIRECTO** **POSIBLES CAUSAS**: Fallas de aislamiento, mal mantenimiento, falta de conductor de puesta a tierra. **MEDIDAS DE PROTECCIÓN**: Separación de circuitos, uso de muy baja tensión, distancias de seguridad, conexiones equipotenciales, sistemas de puesta a tierra, interruptores diferenciales, mantenimiento preventivo y correctivo.
	**CORTOCIRCUITO** **POSIBLES CAUSAS**: Fallas de aislamiento, impericia de los técnicos, accidentes externos, vientos fuertes, humedades. **MEDIDAS DE PROTECCIÓN**: Interruptores automáticos con dispositivos de disparo de máxima corriente o cortacircuitos fusibles.
	**ELECTRICIDAD ESTÁTICA** **POSIBLES CAUSAS**: Unión y separación constante de materiales como aislantes, conductores, sólidos o gases con la presencia de un aislante.

	MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Sistemas de puesta a tierra, conexiones equipotenciales, aumento de la humedad relativa, ionización del ambiente, eliminadores eléctricos y radiactivos, pisos conductivos.
	**EQUIPO DEFECTUOSO** **POSIBLES CAUSAS**: Mal mantenimiento, mala instalación, mala utilización, tiempo de uso, transporte inadecuado. **MEDIDAS DE PROTECCIÓN**: Mantenimiento predictivo y preventivo, construcción de instalaciones siguiendo las normas técnicas, caracterización del entorno electromagnético
	**RAYOS** **POSIBLES CAUSAS**: Fallas en el diseño, construcción, operación, mantenimiento del sistema de protección. **MEDIDAS DE PROTECCIÓN**: Pararrayos, bajantes, puestas a tierra, equipotencialización, apantallamientos, topología de cableados. Además, suspender actividades de alto riesgo, cuando se tenga personal al CARIBE MAR libre.
	**SOBRECARGA** **POSIBLES CAUSAS**: Superar los límites nominales de los equipos o de los conductores, instalaciones que no cumplen las normas técnicas, conexiones flojas, armónicos. **MEDIDAS DE PROTECCIÓN**: Interruptores automáticos con relés de sobrecarga, interruptores automáticos asociados con cortacircuitos, cortacircuitos, fusibles, dimensionamiento adecuado de conductores y equipos.
	**TENSIÓN DE CONTACTO** **POSIBLES CAUSAS**: Rayos, fallas a tierra, fallas de aislamiento, violación de distancias de seguridad. **MEDIDAS DE PROTECCIÓN**: Puestas a tierra de baja resistencia, restricción de accesos, alta resistividad del piso, equipotencializar.
	**TENSIÓN DE PASO** **POSIBLES CAUSAS**: Rayos, fallas a tierra, fallas de aislamiento, violación de áreas restringidas, retardo en el despeje de la falla, **MEDIDAS DE PROTECCIÓN**: Puestas a tierra de baja resistencia, restricción de accesos, alta resistividad del piso, equipotencializar.

OPERACIÓN

Cabe anotar que cualquier actividad a realizar dentro de las instalaciones eléctricas del proyecto, deben ser reportadas al personal responsable como también a los ingenieros o del personal técnico, además siempre se deben cumplir las siguientes reglas para evitar algún incidente.

1ª- REGLA DE ORO: Abrir con corte visible todas las fuentes de tensión mediante interruptoras y seccionadoras que aseguren la imposibilidad de su cierre intempestivo.

2ª- REGLA DE ORO: Enclavamiento o bloqueo, si es posible, de los aparatos de corte y señalización en el mando de éstos.

3ª- REGLA DE ORO: Reconocimiento de la ausencia de tensión.

4ª- REGLA DE ORO: Puesta a tierra y en cortocircuito de todas las posibles fuentes de tensión.

5ª- REGLA DE ORO: Colocar las señales de seguridad adecuadas, delimitando la zona de trabajo.

En general toda la manipulación de las instalaciones eléctricas del proyecto debe ser realizada por personal capacitado bajo la supervisión de un ingeniero electricista.

Estos ingenieros, según el caso, indicaran quienes serán las personas que realizaran las labores específicas de acuerdo con las competencias de cada trabajador.

En caso de presentarse algún inconveniente se debe informar inmediatamente a algunas de las personas anteriormente mencionadas y dar aviso al operador de red.

F. ANALISIS DEL NIVEL DE TENSION REQUERIDO

Para este proyecto el nivel de tensión de servicio es la indicada en la factibilidad emitida por AFINIA S.A. E.S.P que es de 13,2 KV y para baja tensión es de 220-127V

G. CALCULO DE CAMPOS ELECTROMAGNETICOS

De acuerdo al RETIE art. 14.4 especifica que para diseños líneas o subestaciones de tensión superior a 57,5 kV se debe incluir un análisis del campo electromagnético en los lugares donde vaya a tener la presencia de personas. Para nuestro proyecto no aplicaría debido a que la tensión máxima de servicio será de 13,2kV.

De igual manera se debe cumplir que las personas que por sus actividades estén expuestas a campos electromagnéticos o el público en general del proyecto no se sometan a campos que superen lo establecido en **el RETIE art. 14.3**

H. CALCULO DEL TRANSFORMADOR

Con base en las demandas proyectadas para cada una de las cargas que alimentará el transformador de la estación de bomberos bocagrande, se calculará el transformador:

	CARGA	UNIDAD
LUCES	41,4	kVA
TOMAS	34,2	kVA
AIRES	105	kVA
EQUIPOS BOMBAS	75	kVA
EQUIPOS ESPECIALES	22	kVA
TOTAL	277,6	kVA

De este cálculo se concluye que la capacidad del transformador de potencia seleccionado es de 300 kVA con las siguientes características**:**

PROYECTO ESTACION DE BOMBEROS BOCAGRANDE	
TRANSFORMADOR PROYECTADO	
TIPO:	**SECO TIPO LOCAL**
CAPACIDAD:	**300 KVA**
FASES:	**3**
TENSION PRIMARIA:	**13.200 VOLTIOS**
TENSION SECUNDARIA	**220-127 VOLTIOS**
FRECUENCIA	**60 Hz**

I. CALCULO DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

CALCULO DE MALLA DE PUESTA A TIERRA IEEE 80-2000			
Desarrollado por Ingeniero Gustavo A García Chávez. MP 76205-16600			
NOMBRE DEL PROYECTO:	**ESTACION BOMBEROS BOCAGRANDE**		
Selección del Conductor del electrodo de puesta a tierra			
Nivel de tensión en el secundario	220,0	Voltios	
Corriente de falla a tierra 3Ø referida al primario Io (Dato suministrado or O.R.)	4.734,0	Amperios	
Corriente de falla a tierra 1Ø referida al primario Io (Dato suministrado por O.R.)	2.581,0	Amperios	
Tension Nominal primaria (Dato suministrado por O.R.)	13.200,0	Voltios	
Factor X/R (Dato suministrado por el Operador de Red)	2,0	Operador de Red	
Factor de asimetría de la corriente de corto Tabla 10 IEEE 80	1,23		
Constante del Material (Tabla 23 del RETIE)	7,06	Cobre duro con soldadura exotern	
Tiempo de despeje de la falla de protecciones en el primario en Segundos	0,05	Segundos	
Area calculada del conductor en mm²	2,54	mm²	
Area del conductor seleccionado en mm²	67,44	2/0	
Verificación Area del Conductor seleccionado	**CUMPLE**		
Longitud de las varillas	2,4000	240 cms	
Diámetro de la varilla en metros	0,0159	5/8"Ø	
Diámetro del Conductor seleccionado (d)	0,0105	Metros	
Profundidad del conductor de la malla 0,25<h<2,5 metros	0,5000	Metros	
Condición para aceptación de modelo d<0,25h	**PROSIGA**		
Tipo de suelo donde se construye la malla			
Resistividad aparente del terreno uniforme (ρ) (Ω*metro)	0,8	(Ω*metro)	
Resistividad de la capa superficial ρ_s Ω/Metro	10000	(Ω*metro)	
Refuerzo del aislamiento del suelo			
Espesor de la capa superficial (Entre 0,01 y 0,30 Metros)	0,3	Metros	
Cs (Coeficiente en función del terreno y del espesor la capa superficial)	0,9		
Voltaje de paso y de toque tolerables			
Constante en funcion del peso de la persona Cp	0,157	Persona 70 Kgrs o más	
Voltaje de paso=(1000+6*Cs*ρ_s)*Cp/√ts	38617	**Voltios**	
Voltaje de toque=(1000+1,5*Cs*ρ_s)*Cp/√ts	10181	**Voltios**	
Forma de la Malla			
Largo de la Malla en Metros	5	Metros	
Ancho de la Malla	5	Metros	
Area calculada de la malla	25	Metros ²	
Número de conductores en paralelo a lo largo de la malla **(Número entero)**	3		
Número de conductores en paralelo a lo ancho de la malla **(Número entero)**	3		
Longitud de contrapesos en metros	0	Metros	
Espaciamiento de la cuadrícula D>1,5 metros	2,5	Metros	
Longitud del conductor de la malla calculado	39,6	Metros	
Valor de la Resistencia de la malla de Tierra			
Subestaciones media tension interiores	10	Ω (Ohmios)	
La malla tiene varilla?		Si	
Numero de electrodos utilizados	4		
Rg Resistencia de puesta a Tierra calculada con varillas	0,06	**CUMPLE**	
Cálculo del máximo potencial de tierra para malla con varillas			
Factor de division de corriente de corto (Sf=Zth/(Zth+Rg))	0,79		
Màximo potencial de tierra (Voltios)	122	**CUMPLE**	
Se requiere modificar la malla?	**PROSIGA**		
Tensiones de Malla, de Paso y de Toque calculados en la malla			
Em = Voltaje de malla	24	**CUMPLE**	
Ep = Voltaje de paso Calculado	28	**CUMPLE**	
Para el tiempo de interrupcion la tension máxima de toque aceptable por RETIE es	518	**Voltios**	**CUMPLE**
Comprobación del Diseño de la malla	**SU DISEÑO ES CORRECTO**		

J. CÁLCULO ECONOMICO DE CONDUCTORES

Se realiza el análisis en baja tensión, inicialmente para un calibre de 3 cables N° 250 kcmil , XLPE, a 600 V

ESTACION DE BOMBEROS BOCAGRANDE
CÁLCULO ECONÓMICO DE CONDUCTORES
CONDUCTORES INICIALES

DESDE	HASTA	FASES	Vf	L (m)	kW INSTAL	cos Ø	F. DIV	kVA INSTAL	kVA DIV	FASE AWG	CANT CABLES	S mm²	I (A)	R (Ω) TRAMO R= ρ . L /S ρ=0,018	PÉRDIDAS TRAMO 3.R.I² (W)	PÉRDIDAS TRAMO %	HORAS AÑO	VALOR APROX $/kW-H	VR APROX 1 Kw-H $/kW-H/año	VR APROX PÉRDIDAS AÑO ($)	PÉRDIDAS TOTALES AÑO	VR PÉRDIDA PROY(2%) 15 AÑOS ($)	VALOR ACOMETIDA ($)	VALOR ACUM + PÉRDIDAS ($)
TRF	T INV	3	220	12	277	0,9	0,9	308	277	250	3	380	370,5	0,000568406	234	0,08%	8760	$ 784	$ 6.867.840	$ 1.607.398	2.050.252	$ 2.163.346	$ 4.133.312	$ 6.296.658

Luego se realiza con cable N°300 kcmil, XLPE, a 600 V

ESTACION DE BOMBEROS BOCAGRANDE
CÁLCULO ECONÓMICO DE CONDUCTORES
CONDUCTORES SIGUIENTES

	ASTA	FASES	Vf	L (m)	kVA INSTAL	kVA DIV	FASE AWG	CANT CABLE	S mm²	I (A)	R (Ω) TRAMO R= ρ . L /S	PÉRDIDAS TRAMO (W) 3.R.I²	HORAS AÑO	VALOR APROX $/kW-H	VR APROX 1 Kw-H $/kW-H/año	VR APROX PÉRDIDAS AÑO ($)	PÉRDIDAS TOTALES AÑO kW-H	VR PÉRDIDA PROY(2%) 15 AÑOS ($)	VALOR ACOMETIDA ($)	VALOR ACUM + PÉRDIDAS ($)	CAMBIAR CONDUCTOR?
TRF	T INV	3	220	12	308	277,2	300	3	456	370	0,0004737	195	8760	$ 784	$ 6.867.840	$ 1.339.445	1.708	$ 1.802.717	$ 4.894.160	$ 6.696.877	NO

Apartir de las tablas obtenidas, se hará uso del cable N° 250 kcmil, dado que no existe justificación para usar el cable N° 300 kcmil.

K. VERIFICACIÓN DE LOS CONDUCTORES

ESTACION DE BOMBEROS BOCAGRANDE
VERIFICACIÓN DE CONDUCTORES CONTRA TIEMPO DE DISPARO

En media tensión

Icc 4734 Amperios según OR

Sección mínima $S > I_K * \frac{t}{K}$

Ik Corriente de co-ci en A
t tiempo de disparo en segundos
K Constante del conductor (115 para aluminio desnudo)

Para los interruptores utilizados, t= 0,15 segundos

	$S_{MÍN}$	6,17	mm2
Conductor acometida		1/0	awg
Sección conductor acom		53,5	mm2

CUMPLE

Este mismo análisis se verifica para todos los conductores utilizados

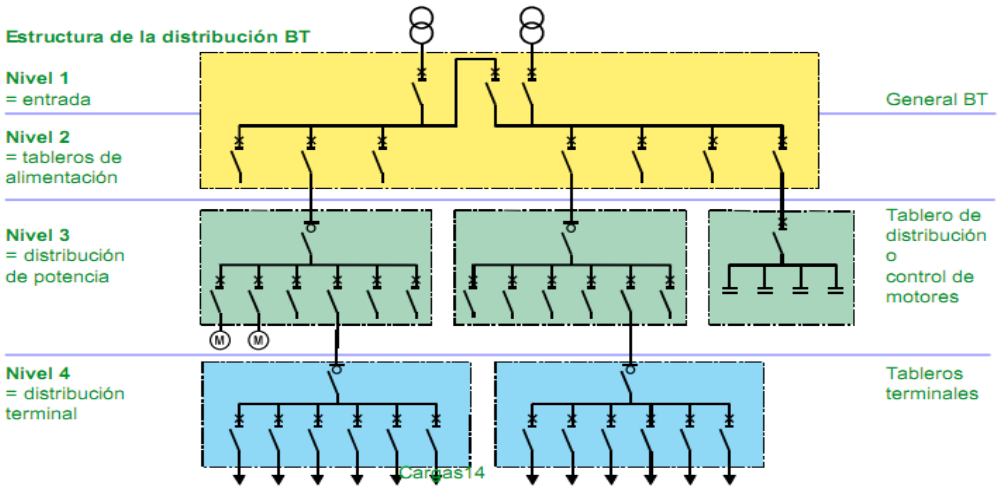
L. CALCULO MECANICO DE ESTRUCTURAS

Para nuestro proyecto, no se utilizarán estructuras tipo poste o torres debido a que la red es subterránea.

M. CÁLCULO Y COORDINACION DE PROTECCIONES CONTRA SOBRECORRIENTES

La protección contra sobre corrientes para conductores y equipos tiene por objetivo abrir el circuito eléctrico cuando la corriente nominal alcanza un valor que pueda producir temperaturas excesivas o peligrosas en los conductores, aislamientos o equipos.

Los dispositivos de protección se utilizan para minimizar los efectos de las fallas sobre los sistemas eléctricos. Los estudios de coordinación de protecciones son necesarios para seleccionar o verificar las características de los dispositivos de protección tales como interruptores en baja tensión se usan en los esquemas de protección para liberar las fallas. Con estos estudios se determinan los ajustes que proporcionen selectividad cuando se requiera aislar una falla**.**



En el siguiente informe se presentan las curvas obtenidas como resultado de las simulaciones en el Software XLPRO3 para el estudio de coordinación de protecciones en ramal al tablero T-T1, donde se evidencia de forma gráfica el comportamiento Termomagnetico de las curvas asociadas a los diferentes tipos de Interruptores mediante el software del fabricante seleccionado como referencia para este informe.

El mismo ejercicio se hizo para cada uno de los ramales, y se encuentra dentro de las exigencias establecidas por RETIE 2013 en el artículo 10.1 literal m, como se evidencia a continuación:

1. SELECCIÓN DE LA MARCA DE INTERRUPTORES TERMOMAGNÉTICOS

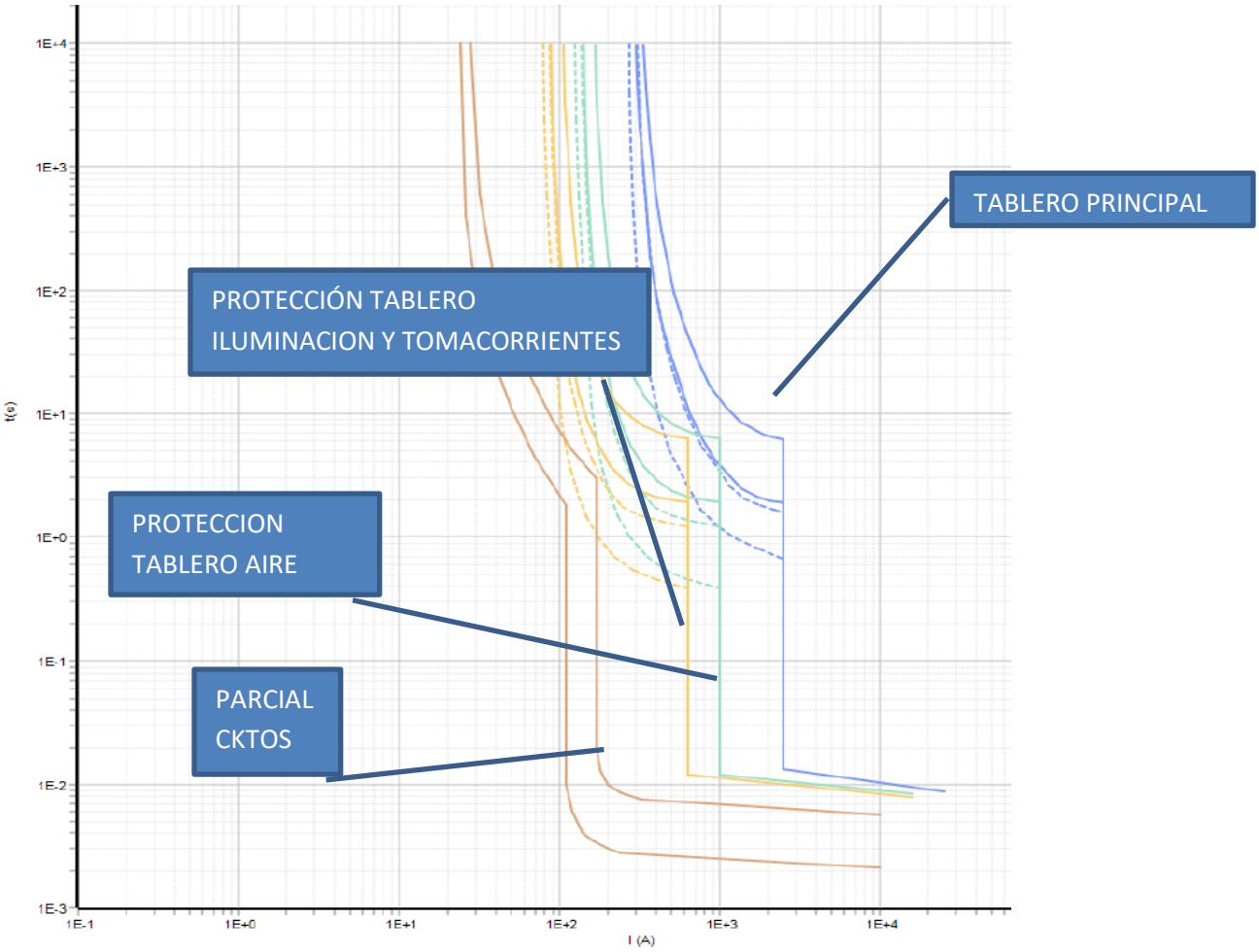
La marca que se seleccionó como referencia desde el diseño para la coordinación de protecciones es **LEGRAND,** sin embargo, en caso de que se utilice otra marca diferente; esta debe presentar características técnicas iguales o superiores y tener un precio en el mercado igual o inferior dicha marca seleccionada para estos cálculos.
Además, debe contar con software de coordinación de protecciones para la adecuada selección de referencias y sus respectivas curvas termomagnéticas; con el fin evidenciar de forma gráfica la asertiva selectividad entre las protecciones de los diferentes ramales del sistema; ya que las curvas y especificaciones técnicas varían entre los diferentes fabricantes.

2. SELECCIÓN DE LOS INTERRUPTORES TERMOMAGNÉTICOS marca LEGRAND.

Los Interruptores que se indican a continuación cumplen los niveles de Icu e Ics, y se han escogido como referencia para la coordinación de protecciones exigida por el RETIE 2013 en el artículo 10.1 literal m. A continuación, se muestran los ramales más representativos del proyecto; superponiendo las curvas termomagnéticas de todos los Interruptores presentes en dichos ramales.

- **420209 MCCB DPX250 25kA 2P 200A thermal magnetic**
  I Th=200A (1xIn) I sd=2000A
  Selectivity partial Limit 2,5kA
- **420205 MCCB DPX160 16kA 2P 50A thermal magnetic**
  I Th=50A (1xIn)
  Selectivity partial Limit 2,5kA Back Up=25kA
- **420203 MCCB DPX160 16kA 2P 40A thermal magnetic**
  I Th=40A (1xIn)
  Selectivity partial Limit 1,6kA Back Up=16kA
- **407655 MCB DX 6000/10kA 1P C 20A** Back Up=16kA

3. Comportamiento Termomagnético de las referencias de Interruptores marca LEGRAND



N. CALCULO DE CANALIZACIONES.

Datos de canalización

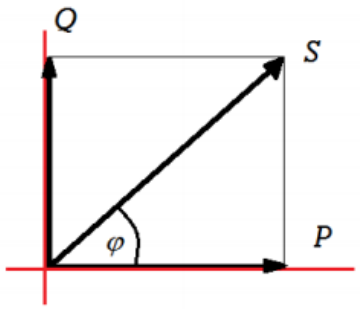
Primario

Calibre de conductores	1/0	AWG / MCM
Aislante	THW	
		Tabla 5 CEN 2004
Área del cable	143,70	mm2
Cantidad de cables	3	*(Fases + Neutro igual calibre)*
Área Total	431,09	mm2
Tamaño tubería	3	"
Tipo :	Tubo de PVC, Tipo A	
		Tabla 4 CEN 2004
Área Total	5293,81	mm2
% de Ocupación	8,14%	

Según tabla se utilizará un ducto PVC de 3” para media tensión y para baja tensión se implementará una bandeja portacable de 40 cm.

O. CALCULO DE PERDIDAS DE ENERGIA, EFECTO DE ARMONICOS Y FACTOR DE POTENCIA

Las potencias (activa, reactiva y aparente) pueden ser representadas gráficamente mediante el triángulo de potencias:



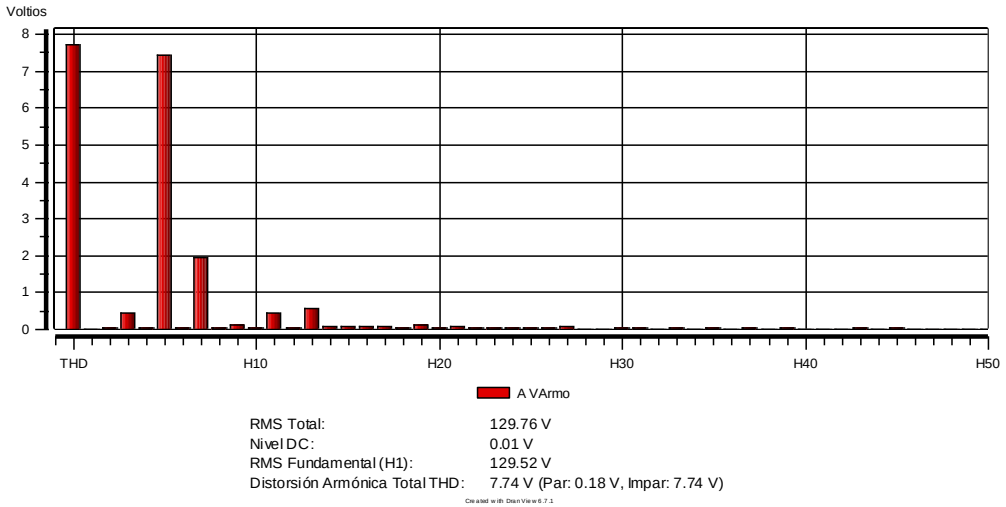
El factor de potencia es la relación entre la potencia activa, que es usada en un circuito para producir calor o trabajo, y la potencia aparente que es tomada de la línea. La mayor parte de la carga eléctrica en una instalación COMERCIAL es tipo inductivo, por lo tanto, *el factor de potencia a utilizar en el diseño será de 0.9*

Distorsión Armónica

La distorsión armónica es una forma de ruido eléctrico. Es la sobre posición de señales en múltiplos de la frecuencia fundamental de la potencia sobre la onda sinodal de la misma.

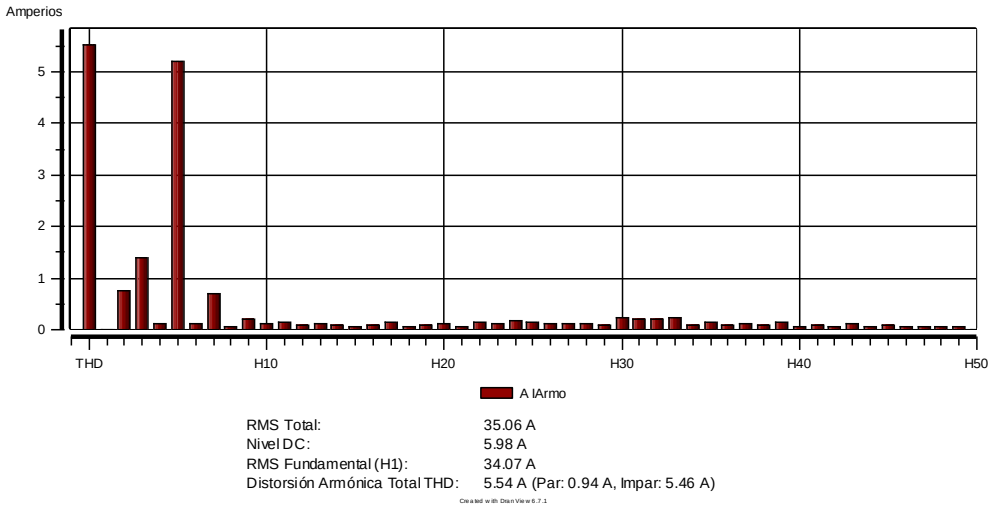
Como aún no se ha realizado el montaje de la carga y el transformador, para realizar nuestro diseño se utilizaron los perfiles de tensión y de corrientes promedios en la zona del proyecto:

- ***Tensión:***



Según la norma IEEE 1159-2009, los armónicos deben estar entre el 0% y el 20% del valor real. Para la fase A el nivel de armónicos alcanza el 5.96%, el cual se encuentra en el rango permisible.

- ***Corriente:***



Según la norma IEEE 1159-2009, los armónicos deben estar entre el 0% y el 20% del valor real. Para la fase A el nivel de armónicos alcanza el 15.8%, el cual se encuentra en el rango permisible.

P. CALCULOS DE REGULACION

Por media tensión

Caída de tensión sistemas Trifasico (Conductor de Cobre)

Carga:	300000 VA	300 kVA	
Longitud del circuito:	145 m		
Tensión del sistema	13200 V		
FP:	0,9		
Calibre del Cable:	1/0	1	Cond. por fase
Material de la tubería:	PVC		
R:	0,39 OHM/KM		
X:	0,144 OHM/KM		

$$k = \frac{(r \times \cos\theta + x \times sen\theta)}{10^5 \times kV^2}$$

$k=0$

$$\Delta V(\%) = (kVA \times m) \times k$$

Caída de tensión: $\Delta V(\%) = 0,01$

Voltaje Final: **13198,63 V**

Q. CLASIFICACION DE AREAS

La clasificación de áreas como peligrosas se realiza para evitar tanto pérdidas humanas como materiales. Las instalaciones eléctricas en ambientes o lugares peligrosos requieren la clasificación de los locales de acuerdo al material que está presente y al peligro esperado.

De acuerdo al RETIE art. 28.1 nuestro proyecto se clasifica como una *instalación de baja complejidad y riesgo,* que se ciñen a los cuatro primeros capítulos de la NTC 2050 .

No se clasifica este proyecto como área peligrosa

R. ELABORACION DE DIAGRAMA UNIFILAR

El diagrama unifilar del proyecto se encuentra en el plano “Diseño Estación De Bomberos Bocagrande”.

S. ELABORACION DE PLANOS Y ESQUEMAS ELECTRICOS PARA CONSTRUCCION

Anexo a las presentes memorias de cálculo se entregan los siguientes planos con los diseños eléctricos:

E1	**Diseño Estación De Bomberos Bocagrande**

T. ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCION COMPLEMENTARIOS A LOS PLANOS

Para el presente proyecto, la obra se construirá con las especificaciones en las memorias y los planos además de las normas Técnicas de afinia para redes subterráneas y aéreas de media y baja tensión.

U. ESTABLECER LAS DISTANCIAS DE SEGURIDAD

Las distancias de seguridad son las distancias mínimas que deben guardar entre líneas eléctricas y elementos físicos con la finalidad de evitar contactos accidentales.

En el caso de nuestro proyecto no se construirán redes abiertas por lo cual no aplican los requerimientos del RETIE art 13 para garantizar la seguridad del personal que manipule la red eléctrica.

Las partes energizadas a las que el trabajador pueda estar expuesto, se deben poner en condición de trabajo eléctricamente seguro antes de trabajar en o cerca de ellas, a menos que se demuestre que desenergizar introduzca riesgos adicionales.

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

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

V. JUSTIFICACION TECNICA DE DESVIACION DE LA NTC 2050

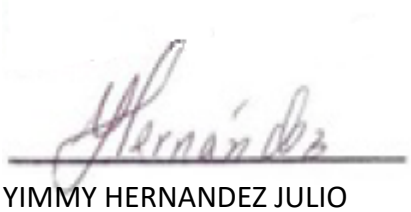
No aplica para el presente proyecto, la obra cumplirá con todo lo requerido por la NTC 2050 exigidos para este tipo de proyectos en baja Tensión.

W. ESTUDIOS COMPLEMENTARIOS

No aplica para el presente proyecto.

Una vez realizado el análisis del proyecto consideramos que cumple con lo establecido en el RETIE, por lo cual solicitamos la aprobación para construcción.

Cordialmente



YIMMY HERNANDEZ JULIO
ING ELECTRICISTA
ESP. GERENCIA DE PROYECTOS DE CONSTRUCCION
CONSULTOR PARA PROYECTOS DE EFICIENCIA ENERGETICA
MAT PROF BL 205 7906