



MEMORIA TECNICA-DESCRIPTIVA ELECTROMECHANICA

**ESTUDIOS PARA LA REPOTENCIACIÓN DE
LA S/E BAHÍA DE CARÁQUEZ-BID-RSND-
CNELMAN-ES-FC-001**

CONTENIDO

1.0 INTRODUCCIÓN.....	3
2.0 JUSTIFICACIÓN DEL DISEÑO ELECTROMECHANICO.....	3
3.0 CONFIGURACIÓN DE LA SUBESTACIÓN.....	6
4.0 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA	6
5.0 PROTECCION AtMOSFERICA.....	12
6.0 CALCULO PARA ACONDICIONADORES DE AIRE EN CUARTO DE CONTROL Y CASETA DE GUARDIANÍA.....	17
7.0 TRASFORMADOR DE SERVICIOS AUXILIARES.....	18
8.0 ILUMINACIÓN EXTERNA.....	21
9.0 DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS EN SUBESTACIÓN	24

1.0 INTRODUCCIÓN.

Con la finalidad de dar una mejor confiabilidad de energía eléctrica en el cantón Sucre y sectores aledaños, CNEL UN Manabí ha considerado la repotenciación de la subestación Bahía de Caráquez con una capacidad a ser instalada de 16-20 MVA y la construcción de 4 alimentadores; 3 de ellos hacia el centro de la ciudad y uno vía a Las Coronas.

2.0 JUSTIFICACIÓN DEL DISEÑO ELECTROMECHANICO.

Partiendo de la posibilidad de decidir la alternativa más viable entre las dos planteadas en los términos de referencia planteadas en los pliegos, y mediante un análisis de tipo técnico y ambiental se decidió ejecutar el proyecto acogiendo la alternativa numero 1 cuya decisión esta solemnizada mediante acta correspondiente; a continuación, la leyenda de la alternativa número 1:

- -Realizar los diseños de los cuadros de 69kV y 13,8kV para toda la capacidad de potencia de la subestación; pórtico cerrado H de 69kV de cuatro lados y reserva de dos posiciones de salida; el número de alimentadores a 13,8kV se dimensionará de acuerdo a la capacidad máxima de la subestación. (Alternativa 1)
- -La subestación será del tipo abierta. Estará conformada por un cuadro de 69KV, cuadros de 13.8 KV y el equipamiento que se deberá adquirir en base al diseño, tanto a nivel de 69 KV y 13.8 KV. A esto se incorporarán los materiales y equipos adicionales, que resulten necesarios según este diseño.
- Las alturas y espaciamentos de diseño estarán de acuerdo a normas nacionales e internacionales y a los reglamentos de seguridad para este tipo de instalaciones. La justificación de los espaciamentos, además de la coordinación de aislamiento se muestra en el documento Coordinación de Aislamiento para la subestación Bahía de Caráquez.
- El transformador debe tener dos tipos de enfriamiento OA (aceite y aire natural) y enfriamiento FA (aire forzado por ventiladores). Con enfriamiento natural, el transformador podrá suplir hasta 10 MVA de potencia. En el caso de requerirse una potencia adicional a la OA, se deberá recurrir al enfriamiento forzado, es

decir se encenderán los ventiladores. Con esto, la capacidad del transformador se eleva en un 25% (16-20MVA).

- El transformador tiene un cambiador de derivaciones sin carga en el lado de alta tensión. Este servirá para variar el número de vueltas de este bobinado en 2.5 % por cada posición, siendo el voltaje de la posición central (3) el de 69.000 V.
- Los bujes de alta y baja tensión están provistos con transformadores de corriente con varias relaciones de transformación. Los transformadores de corriente tienen precisión para medición y para protección. La precisión para medición es de 0.2 y la de protección 5P20. La relación de transformación a nivel de 69 KV es de 150:5 y a nivel de 13.8 KV de 600:5.
- A fin de proteger el transformador y el interruptor contra frentes de onda, tantos lentos como rápidos a nivel de 69 KV, se instalarán descargadores (pararrayos) del tipo estación, de valor nominal 60 KV. Estos poseen un MCOV (Maximum continuous operating voltage) de 52 KV y tienen un contador de descargas. Las características técnicas de este equipo deberán estar de acuerdo y deberán cumplir con las características técnicas presentadas en este proyecto.
- Para la protección de las salidas a nivel de 13,8 KV se instalarán reconectores en cada una de ellas. Estos deberán poseer un aislamiento de acuerdo al documento coordinación de Aislamiento para la subestación Bahía de Caráquez. Además, cada uno de ellos cuenta con sus propios soportes metálicos y sistema de detección de fallas.
- Los reconectores estarán ubicados debajo del cuadro de 13.8 KV, este deberá cumplir con las distancias mínimas que dictan las normas internacionales para estos casos (ver planos anexos). Además, cada salida a 13.8 KV, deberá poseer una protección contra frentes de onda, tanto lentos como rápidos. Los descargadores (pararrayos) para este caso deberán poseer un valor nominal de 12 KV.
- La puesta a tierra para esta subestación, se calcula y describe en el documento Sistema de Puesta a Tierra para la subestación BAHÍA DE CARÁQUEZ. Para la construcción de la malla de puesta a tierra se debe cumplir estrictamente con lo determinado en ese documento, además de lo que se indica en los planos anexos al mismo.

- Todas las estructura metálicas y los equipos de la subestación, estarán debidamente puestos a tierra por medio de conductores conectados a la malla diseñada. La conexión a la malla de tierra deberá hacerse estrictamente en los puntos que cada equipo disponga para este fin, se ha realizado el diseño y la profundidad de su ubicación.
- Los equipos a instalarse en la subestación serán obligatoriamente nuevos, de primera calidad y deberán cumplir estrictamente con lo establecido en esta memoria técnica.
- En el caso de las estructuras metálicas, el punto de conexión deberá ser empernado a las mismas. Dentro de lo que concierne a las estructuras metálicas, se deberá considerar también, la puesta a tierra de puertas de acceso, cercados perimetrales de seguridad y cualquier estructura metálica de tamaño importante que se encuentre dentro de los patios de la subestación.
- Las estructuras metálicas deberán construirse de acuerdo a los planos anexos a este documento. Además, las mismas deberán ser sometidas a un tratamiento de galvanización para hacerlas resistentes al medio.
- Las estructuras metálicas deberán ser construidas de tal forma que no se presenten deformaciones permanentes en sus elementos. El diseño estará realizado para soportar todas las cargas longitudinales, transversales y temporales, que se determinaron en el documento Memoria de estructuras metálicas.
- Las dimensiones de las estructuras también estarán en función de las normas para distancias de seguridad de los conductores con respecto a estructuras metálicas.
- Sobre el cuadro a nivel de 69 KV se instalarán: el seccionador para operación tripolar en grupo a 69 KV, los descargadores (pararrayos) de 60 KV, aisladores a 69 KV, y los accesorios necesarios a nivel de 69 KV para realizar la interconexión de los diferentes elementos y equipos montados en esta estructura. Sobre los cuadros a nivel de 13.8 KV se instalarán: los seccionadores monopulares y tipo tándem, los transformadores de corriente, los transformadores de potencial, los descargadores (pararrayos) de 12 KV, y los

accesorios necesarios a nivel de 13.8 KV para realizar la interconexión de los diferentes elementos y equipos montados en esta estructura.

- La distribución de los equipos antes mencionados, sobre ambas estructuras, se lo deberá hacer de acuerdo a los planos anexos a esta memoria.

3.0 CONFIGURACIÓN DE LA SUBESTACIÓN.

La Subestación consiste en un barraje simple de 69kV, de tipo radial que cuenta con una posición de entrada de línea y una posición de salida a transformador y está prevista para posición de línea de salida subterránea. Cada bahía de línea cuenta con su interruptor, transformadores de medición y seccionamiento de entrada, salida y bypass para poder darle mantenimiento al interruptor.

Del cuadro de 69kV se alimenta a un transformador de poder de 16/20MVA que reduce el voltaje de 69kV a 13,8kV y se conecta al barraje de media tensión. Para el barraje de 13,8kV se ha considerado un cuadro de media tensión con barra principal y barra de transferencia.

4.0 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

Todos los diseños, dimensiones, detalles, reemítase a los diseños en los planos constructivos, soldadura, salida de conexión a tierra de los equipos en planos.

El cálculo del malla a tierra está basado en los datos eléctricos de la subestación tales como corriente de cortocircuito y tiempo de despeje de falla de los equipos a instalarse; el diseño, dimensionamiento, calibre de conductor, números de picas y recorrido longitudinal están basados en la tipología de suelo; esta información es proporcionada por el estudio de suelo y las tomas de lecturas de resistividad realizadas en el terreno de la subestación, datos que han aportado significativamente al diseño de la puesta a tierra; para el diseño se hicieron tomas de medición en el sitio pero además se ha tomado en cuenta la estratigrafía y composición del suelo el cual por el informe del estudio presenta buenas condiciones de conductividad y baja resistencia (Numeral.10 Estudio de suelos).



Medición en el sitio- Tomas de lecturas de resistividad

El terreno actual donde se encuentra la subestación por los resultados de los estudios de suelo presentan condiciones óptimas de baja resistividad (tabla sección de estudio de suelos), de tal manera que los despeje de fallas por medio de la malla serán efectivos; el diseño, ubicación, y profundidad de la malla están coordinados con la metodología constructiva de toda la subestación, de tal forma que los cortes de terreno que se den para conseguir la pendiente correspondiente del complejo de la subestación, permiten que la malla sea ubicada en el suelo natural del terreno y a más de eso tal como indican los diseños se hará un cuadrícula de surcos en el terreno natural para asegurar que el conductor eléctrico de la malla quede en el suelo natural establecido y sobre ella la conformación del relleno compactado con suelo de mejoramiento (como indican los diseños arquitectónicos y de suelos) lo que elevará la resistividad de la capa superior creando las condiciones óptimas para el buen comportamiento de la malla puesta a tierra de la subestación, de tal forma que tendremos una alta resistividad en la superficie de la subestación y una baja resistividad en el suelo natural donde estará ubicada la malla; esto responde al llamado modelo “ de suelo de dos capas”, donde se procura tener una alta resistividad en las capas superiores que están sobre la malla y una baja resistividad en la capa de suelo donde va a estar asentada la malla, disminuyendo el riesgo de tensiones de paso y de contacto.

Debido que hemos considerado una metodología constructiva que permite al constructor trabajar en la subestación sin interrumpir el servicio de la actual subestación, la malla está ubicada acorde a la idea general del proyecto es decir que la construcción no afectará su operación.

4.1.-Cálculo para la construcción de la malla a tierra de fuerza de la subestación.

A continuación se desarrolla la metodología para el cálculo de la malla de (30x21)m de la subestación detalladamente.

4.1.1.-Objetivos de la malla:

Evitar sobre voltajes producidos por descargas atmosféricas, operación o maniobra de disyuntores.

Proporcionar una vía rápida de descarga de baja impedancia con el fin de mejorar y asegurar el funcionamiento de protecciones.

Proporcionar seguridad al personal de la subestación.

Requisitos:

- a. Debe tener una resistencia tal, que el sistema se considere sólidamente puesto a tierra.
- b. La variación de la resistencia, debido a cambios ambientales, de ser despreciable de manera que la corriente de falla a tierra, en cualquier momento, sea capaz de producir el disparo de las protecciones.
- c. Impedancia de la onda de valor bajo para fácil paso de las descargas atmosféricas.
- d. Debe conducir las corrientes de falla sin provocar gradientes de potencial peligrosos entre sus puntos vecinos.
- e. Al pasar la corriente de falla durante el tiempo máximo establecido no debe haber calentamientos excesivos.
- f. Debe ser resistente a la corrosión.

Con el fin de cumplir estos requerimientos, procedemos a hacer el cálculo respectivo para saber sus tensiones de paso, tensiones de contacto, longitud necesaria del conductor y resistividad de la malla.

Cálculo de tensión de paso y de contacto permisibles (**Ep**).

4.1.2.-Tensión de paso.-

Este es el valor de potencial entre dos puntos de un terreno que pueden ser tocados simultáneamente por una persona. Su valor está dado por:

$$E_p = \frac{165 + P_s}{\sqrt{t}}$$

Donde:

P_s =Resistividad del terreno en (Ω -m)

t =duración máxima de falla en segundos.

La duración máxima de falla es de 0.04 segundos,

En el estudio de mecánica de suelo y fundaciones, concluimos con que la resistividad en la superficie de la zona donde se elaborará la malla a tierra es de 1500 Ω -m y la resistividad del suelo de la misma corresponde a como valor máximo 50 Ω -m.

Posteriormente calculamos que:

$$E_p = 8325 \text{ voltios}$$

4.1.3.-Tensión de contacto.-

Es la diferencia de potencial entre un punto en la superficie del terreno y cualquier otro punto que se pueda tocar simultáneamente por una persona Su valor está dado por:

$$E_t = \frac{165 + 0.25P_s}{\sqrt{t}}$$

Sabiendo que la resistividad del terreno es de 1500(Ω -m) y la duración máxima de falla en segundos es de 0.04 segundos, calculamos que:

$$E_t = 2700 \text{ voltios}$$

4.1.4.-Sección del conductor.-

La sección del conductor a emplear responde a la siguiente expresión:

$$A_c = I \sqrt{\frac{33t}{\log\left(\frac{T_m - T_a}{234 + T_a} + 1\right)}}$$

Donde:

I =Corriente máxima de falla en amperios

T_m =Temperatura máxima en los nodos de la malla

T_a =Temperatura ambiente

t =Tiempo máximo de despeje de la falla en segundos.

Sin embargo aun sabiendo que la corriente máxima de falla es 3500 amperios, la temperatura máxima en los nodos de la malla con soldadura es 450°C y la temperatura ambiente es 30°C; la **sección mínima** recomendada es 2/0 AWG para la malla con varillas de 5/8”.

En esta subestación usaremos como sección 4/0 AWG con varillas de 5/8” x 2.40m debido a razones mecánicas y de corrosión, adicionalmente este calibre también nos ayuda bastante para reforzar aún más el sistema de protección a tierra.

4.1.5.-Longitud del conductor:

Esta malla medirá 30 metros de largo por 21 metros de ancho, se dará 3 metros de espaciado entre conductores, ya que distancias menores podrán provocar interferencia entre los gradientes de potencial reduciendo así la efectividad de las varillas, se colocara el conductor a una profundidad de enterramiento de 20 centímetros sin contar los 80 centímetros de relleno granular (lastre clasificado) y grava en la parte superior.

Teniendo en cuenta estos parámetros sostenemos que serán necesarios **471 metros** de conductor para la elaboración de la **malla puesta a tierra (fuerza)** correspondiente al patio de **69 KV** y para la malla puesta a tierra del cuarto de control **250 metros**. Para la interconexión de las mismas y la salida de señal a línea a tierra utilizaremos conductor #2/0 de cobre aproximadamente 115 metros.

4.1.6.-Tensión de paso y de contacto reales.-

La norma IEEE-80 representa al pie como un conductor perfecto en forma de disco circular metálico. Los zapatos y botas de seguridad proporcionan un margen de seguridad adicional bajo la suposición de un contrato perfecto con el suelo. Si existe algún tipo de recubrimiento de la superficie del suelo como grava, asfalto o algún otro material esto puede agregar una resistencia significativa a la resistencia del pie.

4.1.7.-La tensión de paso es dada por:

$$E_p = K_s * K_i - \frac{p * I}{L}$$

Donde:

E_p = Tensión de paso real en voltios.

K_s = Coeficiente que tiene en cuenta la influencia combinada de la profundidad y del esparcimiento de la malla.

K_i = Coeficiente de la irregularidad del terreno.

P = resistividad del suelo (Ω -m).

I = Corriente de falla en amperios.

L = Longitud total del conductor en metros.

4.1.8.-La tensión de contacto es dada por:

$$E_t = K_m * K_i - \frac{p * I}{L}$$

E_t = Tensión de contacto en voltios.

K_m = Coeficiente que tienen en cuenta las características de la malla.

Los coeficientes de K_m , K_i y K_s que son necesario los calculamos con las fórmulas siguientes.

$$K_m = \frac{1}{2\pi} \ln \left[\frac{D^2}{16hd} \right] + \frac{1}{\pi} \ln \left[\frac{3}{4} + \frac{5}{6} + \frac{7}{8} \dots \right]$$

$$K_i = \frac{1}{2\pi} \ln \left[\frac{D^2}{16hd} \right] + \frac{1}{\pi} \ln \left[\frac{3}{4} + \frac{5}{6} + \frac{7}{8} + \dots \right]$$

$$K_s = \frac{1}{\pi} \left[\frac{1}{2h} + \frac{1}{D+h} + \frac{1}{2D} + \frac{1}{3D} + \dots \right]$$

Siguiendo las formulas y mediante los valores dados procedemos a la resolución de las ecuaciones y determinamos que:

Tensión de paso real es **388.41 voltios** y la tensión de contacto real **297.85 voltios**.

Calculo de la resistencia de la puesta tierra.

Utilizamos el método de **Laurent** y **Niemann**, donde la expresión para el cálculo es:

$$R = 0.443p \left[\frac{1}{\sqrt{A_y}} + \frac{1}{L} \right]$$

Donde:

R = Resistencia de la malla (Ω)

A_y = Área de la malla puesta a tierra en m^2

P = Resistividad del suelo en (Ω -m)

L = Longitud del conductor

Teniendo estos valores deducimos que la resistencia total de la malla puesta a tierra tiene un valor de **0.93 Ω**

Tomando en cuenta que para subestaciones de transmisión y otras subestaciones grandes, la resistencia de tierras deberá ser cercana a 1 Ω o menos. En pequeñas **subestaciones de distribución**, el rango usualmente aceptable es de 1 -5 Ω . Por lo tanto queda evidenciado mediante cálculos y estudios de suelo y terreno que este diseño satisface nuestros requerimientos.

CARACTERISTICAS FINALES DE LA MALLA A TIERRA

Corriente maxima de falla	3500 amp
Selección de conductor. (diámetro)	0.013260 m
Tiempo maximo de despeje de falla	0.04 s
Temperatura maxima en los nodos de la malla (450º con soldadura y 250º con amarre pernado)	450 °C
Temperatura ambiente	30 °C
Longitud de la malla	30.00 m
Ancho de la malla	21.00 m
Espaciamiento entre conductores	3.00 m
Logitud total del conductor	471.00 m
TENSIONES DE PASO Y DE CONTACTO	
Tension de paso permisible	8325.00 v
Tension de contacto permisible	2700.00 v
Tension de paso real	388.41 v ✓
Tension de contacto real	297.85 v ✓

RESISTIVIDAD	
Resistividad del suelo	50.00 Ω /m
Resistividad de la superficie	1500.00 Ω /m

Conductor = 4/0	
Profundidad de enterramiento	0.20 m

Resistencia total aproximada de la malla	0.93 Ω
--	---------------------------------

5.0 PROTECCION ATMOSFERICA.

5.1.-Blindaje de equipos de protección atmosférica.

Uso del método de “esfera rodante” para coordinación y blindaje de la subestación eléctrica por descargas atmosféricas.

El área de protección atmosférica que proporcionan los apartarrayos, pararrayos, cable de guarda y demás elementos de protección atmosférica, la calculamos por medio del uso del método de “esfera rodante”. Es una simplificación del modelo electrogeométrico original utilizado para edificios y subestaciones.

En un modelo de subestación típica se utiliza más de un mástil cerca uno del otro, teniendo como resultado un área de protección adicional entre los dos mástiles.

Primero calculamos el radio de protección principal de cada mástil mediante la siguiente expresión:

$$r = [s^2 - (s - hm)^2]^{1/2} - [s^2 - (s - he)^2]^{1/2}$$

Donde:

r = Radio del protección

S= Distancia de impacto en metros.

hm= Altura del mástil

he = Altura del equipo a proteger.

5.1.1.-Calculo del patio de 69kv

En el **patio de 69kv** tenemos que la altura de cada mástil (**hm**) es de 16.00 metros, la altura del equipo a proteger (**he**) es de 5 metros. Para subestaciones con niveles de voltaje debajo de 115kv el valor de la distancia de impacto (**S**) se sugiere utilizar un valor fijo de 18.5m para los cálculos.

$$r = 5.83m.$$

Concluimos que el radio de protección es de 5.31m aproximadamente por cada una.

Luego continuamos a calcular la zona de protección adicional proporcionada por la distancia de los mástiles.

Para definir geográficamente esta área adicional utilizamos la siguiente fórmula:

$$x_1 = \left[s^2 - \left(\frac{d}{2} \right)^2 - (s - hm)^2 \right]^{1/2}$$

Donde:

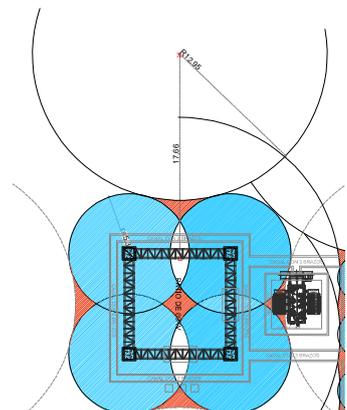
d = Distancia entre mástiles que corresponden a 9.80 metros.

$$x_1 = 17.66m$$

Finalmente para obtener el valor del radio de protección de la misma procedemos con la formula siguiente:

$$r_1 = [s^2 - (s - he)^2]^{1/2}$$

$$r_1 = 12.65m$$



Concluimos que la zona de protección adicional se encuentra a 17.66m aproximadamente desde la mitad de la distancia que hay entre cada mástil con un radio de 12.65m aproximadamente.

5.1.2.-Patio de 13.8KV

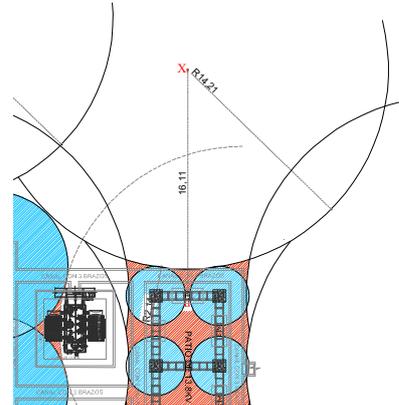
En el patio de 13.8 KV usaremos el mismo método y formulas.

En el patio de 13.8kv tenemos que la altura de cada mástil (**hm**) es de 10.61 metros, la altura del equipo a proteger (**he**) es de 6.18 metros. Así mismo para subestaciones con niveles de voltaje debajo de 115kv el valor de la distancia de impacto (**S**) se sugiere utilizar un valor fijo de 18.5m para los cálculos.

$$r = [s^2 - (s - hm)^2]^{1/2} - [s^2 - (s - he)^2]^{1/2}$$

$$r = 3.01m.$$

Concluimos que el radio de protección es de 2.11 metros aproximadamente por cada una.



Luego continuamos a calcular la zona de protección adicional proporcionada por los mástiles.

Punto geográfico:

$$x_1 = \left[s^2 - \left(\frac{d}{2} \right)^2 - (s - hm)^2 \right]^{1/2}$$

$$x_1 = 16.11m$$

Radio de protección:

$$r_1 = [s^2 - (s - he)^2]^{1/2}$$

$$r_1 = 13.80m$$

Concluimos que la zona de protección adicional se encuentra a 16.11 metros aproximadamente desde la mitad de la distancia que hay entre cada mástil con un radio de 13.80 metros aproximadamente.

5.2.-CABLE DE GUARDA

La zona de protección de los **cables de guarda** se puede modelar gráficamente como si se tratara de mástiles de blindaje colocados muy cercanos uno del otro.

Planteado eso utilizaremos las mismas formulas usando la altura del cable de guarda en el punto medio del claro entre apoyos o soporte.

5.2.1.-Cable de guarda - Patio de 69kv:

$$r = [s^2 - (s - hw)^2]^{1/2} - [s^2 - (s - he)^2]^{1/2}$$

$$r = 5.03m$$

Zona adicional de protección entre cables de guarda.

$$x_1 = \left[s^2 - \left(\frac{d}{2} \right)^2 - (s - hm)^2 \right]^{1/2}$$

$$x_1 = 16.98m$$

Radio de protección:

$$r_1 = [s^2 - (s - he)^2]^{1/2}$$

$$r_1 = 12.95m$$

Concluimos que la zona de protección adicional se encuentra a 16.98 metros aproximadamente desde la mitad de la distancia que hay entre cada cable de guarda con un radio de 12.65m aproximadamente.

5.2.2.-Cable de guarda - Patio de 13.8kv

$$r = [s^2 - (s - hw)^2]^{1/2} - [s^2 - (s - he)^2]^{1/2}$$

$$r = 1.47m$$

Zona de protección adicional:

$$x_1 = \left[s^2 - \left(\frac{d}{2} \right)^2 - (s - hm)^2 \right]^{1/2}$$

$$x_1 = \left[(18.5m)^2 - \left(\frac{5.10m}{2} \right)^2 - (18.5m - 8.06m)^2 \right]^{1/2}$$

$$x_1 = 15.06m$$

Radio de protección:

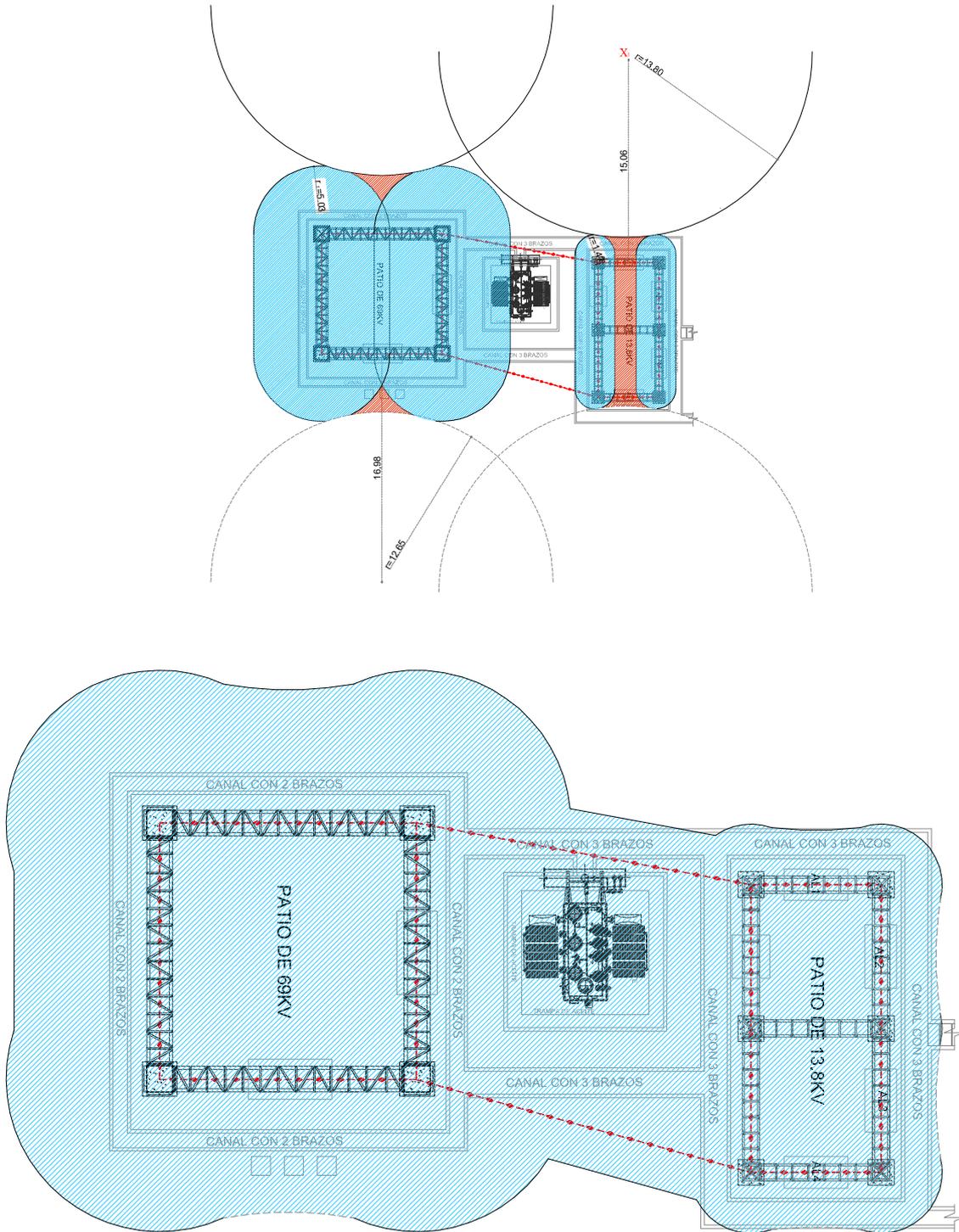
$$r_1 = [s^2 - (s - he)^2]^{1/2}$$

$$r_1 = [(18.5m)^2 - (18.5m - 6.18m)^2]^{1/2}$$

$$r_1 = 14.21m$$

Concluimos que la zona de protección adicional se encuentra a 15.06 metros aproximadamente desde la mitad de la distancia que hay entre cada mástil con un radio de 13.80metros aproximadamente.

Las zonas de protección se las puede observar en el grafico a continuación:



Este gráfico corresponde a la totalidad de las zonas de protección

Cabe notar en cálculos y gráficos que la subestación está debidamente protegida por las bayonetas e hilo de guarda de la misma; es de notar que el nivel isocerámico en nuestra provincia y nuestra zona es muy bajo apenas de 5 según el Instituto Ecuatoriano de Electrificación.

6.0 CALCULO PARA ACONDICIONADORES DE AIRE EN CUARTO DE CONTROL Y CASETA DE GUARDIANÍA.

Como objetivo de los sistemas de acondicionamiento de aire proporciona un ambiente interior confortable, el diseñador y el operador del sistema deben comprender lo factores que afectan a la comodidad de las personas.

El cuerpo humano genera calor al metabolizar sus elementos. Este calor corporal por efectos de cálculos donde se asume también la emisión de calor de los diferente elementos a nuestro alrededor tales como el alumbrado, el calor del techo, las paredes, el calor q entra por las ventanas, el calor del vidrio de las ventanas, las paredes, el piso y demás elementos que conforman nuestro entorno; fácilmente puede asumir que 300btu por persona y 500btu por metro cuadrado.

Para calcular los btu necesarios en el cuarto de control se utiliza la siguiente formula:

$$btu = [500x(A)] + [300xN]$$

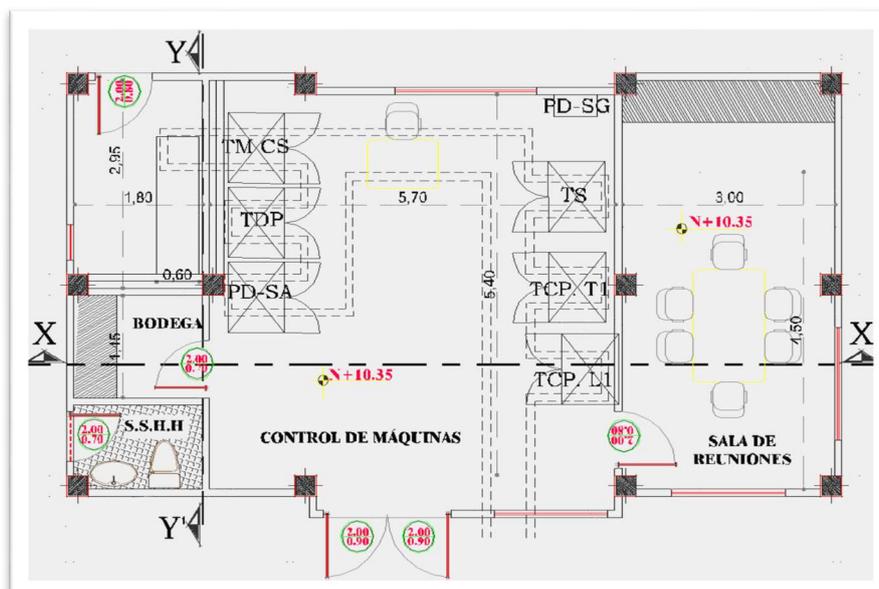
Donde:

btu = Cantidad de btu a necesitar

A = Área del lugar

N = Número de personas promedio en el lugar.

Por lo tanto, siguiendo los planos de construcción tenemos tres áreas:



Según los resultados de los cálculos en las áreas, aproximamos al valor comercial de capacidad que existe en el mercado de equipos de climatización.

Sala de reuniones: 12000 btu

Cuarto de control: 18000 btu

Cuarto de Máquinas: 9000 btu

Caseta de guardianía: 12000 btu.

7.0 TRASFOMADOR DE SERVICIOS AUXILIARES

Los servicios auxiliares son las instalaciones para el suministro de potencia de baja tensión que permitan la operación de la subestación, tanto en condiciones normales de operación como en el caso de emergencia ante fallas. En este sentido existen dos tipos de servicios auxiliares:

- En corriente alterna.
- En corriente continua.

7.1.-Servicios Auxiliares De Corriente Alterna

De las celdas de 13.8 kV se alimentará a un transformador trifásico, tipo pad mounted de servicios auxiliares de 75 kVA de conexión delta – estrella y de relación 13.8 kV / 208127 voltios que estará ubicado en el patio de la subestación.

Mediante una salida trifásica de 208 voltios de corriente alterna se alimentará al tablero de servicios auxiliares de corriente alterna ubicado en la sala de control de la subestación. Desde este tablero se alimentarán a las siguientes cargas:

- Calefacción, iluminación y tomas de los tableros de control y celdas de Medio Voltaje.
- Alimentación, Iluminación y tomas de los equipos de patio.
- Ventiladores del Transformador.
- Rectificador y Cargador de Baterías.
- Alumbrado exterior.

7.2.-Servicios Auxiliares De Corriente Continua.

La fuente de energía la constituye un rectificador – cargador que es alimentado desde el tablero de distribución de corriente alterna y estará conectado en paralelo con un banco de baterías. En condiciones normales el rectificador alimentará directamente al tablero de distribución de corriente continua y las baterías actuarán solamente en caso que el suministro de corriente alterna ha sido suspendido.

Las características del rectificador cargador serán:

- Entrada: 208 voltios trifásico, 60 Hz
- Salida: 125 Voltios DC, 30 Amperios

Tablero con información de parámetros de entrada – salida, comandos de carga, alarmas, señalización y medición. El banco de 150 Amperios – Hora selladas y libres de mantenimiento.

Las cargas que se alimentarán desde el tablero de corriente continua son:

- Alimentación a los tableros de control y celdas de Media Tensión.
- Alimentación a motores y control de equipos de patio.
- Iluminación de emergencia
- Alimentación y control de auxiliares del Transformador.

DEMANDA MAXIMA UNITARIA PROYECTADA (DMUP) - SERVICIOS GENERALES

Proyecto :

Repotenciación S/E Bahía de Caraquez

Ubicación:

Bahía - Manabí

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	POTENCIA UNITARIA	POTENCIA TOTAL	FFU %	CIR WATT	FS %	DMU WATTIOS
1	CONJUNTO DE ACONDICIONADORES DE AIRE	1	7200	7200	100%	7200	80%	5760
2	ILUMINACION INTERIOR	1	800	800	100%	800	80%	640
4	ILUMINACION EXTERIOR (VAPOR DE SODIO 250W)	39	400	15600	100%	15600	100%	15600
5	ILUMINACION DE EMERGENCIA	1	600	600	100%	600	50%	300
6	COMPUTADORAS	4	150	600	100%	600	80%	480
7	IMPRESORAS	2	80	160	100%	160	70%	112
8	BOMBA DE AGUA	1	740	740	100%	740	60%	444
9	Bomba DE ACEITE	1	1500	1500	100%	1500	60%	900
10	EQUIPO DE SONIDO	2	300	600	100%	600	60%	360
11	EQUIPO DE VIGILANCIA	1	800	800	100%	800	100%	800
12	EXTRACTOR DE AIRE	4	300	1200	100%	1200	100%	1200
13	REFRIGERADORAS	1	500	500	100%	500	80%	400
14	VENTILADORES	4	80	320	100%	320	90%	288
15	TELEVISORES	2	150	300	100%	300	80%	240
16	BEBEDORES DE AGUA	2	120	240	100%	240	80%	192
17	EQUIPOS DE LIMPIEZA GENERAL	1	2500	2500	100%	2500	80%	2000
18	EQUIPOS DE LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO DEL TRANSFORMADOR DE PODER	1	5000	5000	100%	5000	70%	3500
19	EQUIPOS AUXILIARES EXTERIORES DE LA SUBESTACION	1	6500	6500	100%	6500	80%	5200
20	HIDROLAVADORA	4	2100	8400	100%	8400	70%	5880
21	TECLE ELECTRICO	1	7500	7500	100%	7500	50%	3750
22	BOMBA DE EMERGENCIA	1	2238	2238	100%	2238	50%	1119
23	RECTIFICAOR Y CARGADOR DE BATERIA	1	820	820	100%	820	70%	574
24	VENTILADORES DEL TRANSFORMADOR	1	1200	1200	100%	1200	70%	840
					65318	65318	50579	

FACTOR DE DEMANDA "FDM" = DMU/CIR=	0.77
FACTOR DE POTENCIA DE LA CARGA =	0.98
DEMANDA MAXIMA UNITARIA (DMU) =	51.61 KVA
TASA DE CRECIMIENTO ANUAL =	2.50
AÑOS DE PROYECCION =	10 AÑOS
DEMANDA MAXIAMA UNIT.PROYECT. =	66.07 KVA

El cálculo de la demanda máxima unitaria proyectada es de 66,07 KVA, hemos tomado la decisión que por fines de reserva de potencia para futuras cargas eléctricas y por diseños standards de fabricación se ha optado por elegir un transformador de 75 kva tipo trifásico con voltaje de 13,8/ 208-120 voltios en aceite además de dejar una carga extra para instalaciones de equipos externos a instalar para realizar alguna maniobra o actividad emergente o de rutina. Las demás características técnicas se las incluirá en el proyecto final.

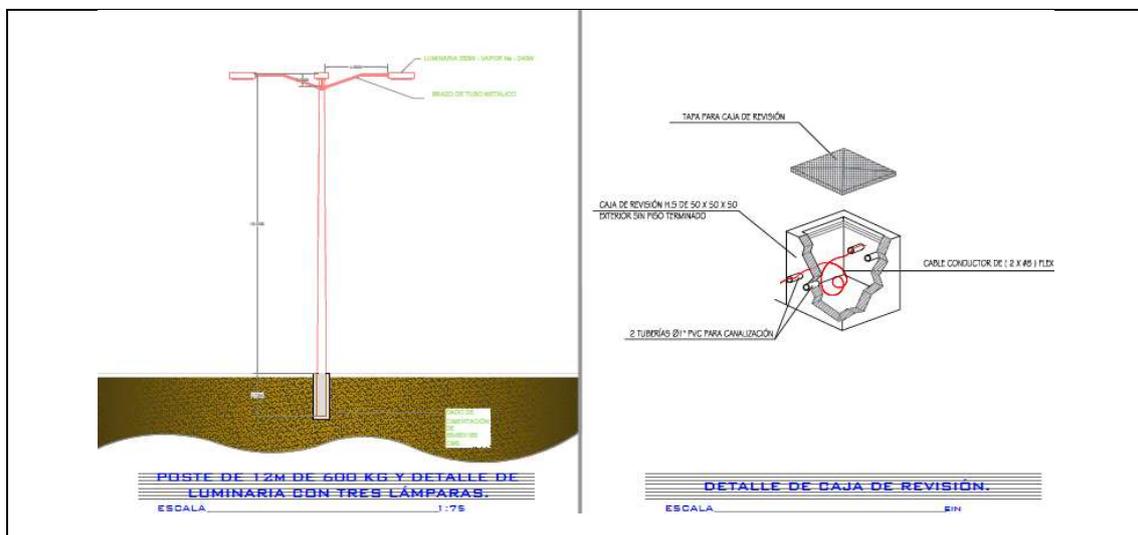
Una vez obtenido este valor procedemos a selección de la sección del conductor para el transformador de servicios auxiliares de 75 kva 3Ø que corresponde a 60 metros lineales de cable #2 AWG XAT 15 kv 100% NA, que contiene las siguientes características.

CONDUCTOR			PESO Cu TOTAL APROX	ESPESOR DE ASILAM	DIAMETRO SOBRE AISLAMIENTO	PANTALLA ELECTROSTATICA			PESO Cu PANTALLA APROX	ESPESOR DE CHAQUETA	DIAMETRO EXTERIOR APROX	PESO TOTAL APROX	CAPACIDAD CONDUCCION
CALIBRE	SECCION APROX	DIAMETRO				N. HILOS	DIAMETRO HILOS	DIAMETRO SOBRE					
UNIPOLARES - 15KV-100% NA													
2	33.54	7.41	304.13	4.45	17.25	7	0.63	20.51	103.75	2.03	24.57	899.33	195

8.0. ILUMINACIÓN EXTERNA.

Para la iluminación exterior se ha considerado luminarias tipo cobra vapor de sodio de 250w (ver especificaciones) con una tensión de funcionamiento de 240 voltios cuyo cableado irá de forma soterrada y se elevará a los postes en forma empotrada, toda la iluminación estará fijada en postes de H.A de 12 mts de altura tipo circular de 500 KGF y las luminarias que pertenecen a las torres de 69kv y 13.8kv irán en las mismas estructuras.

La iluminación estará dividida en 3 circuitos, el primero iluminará la periferia de del área donde se asienta la subestación, el segundo circuito corresponde a las áreas de estacionamiento y bodega proyectada y el tercer y último circuito corresponde a los pórticos de 69 y 13,8 Kv, en cada poste se instalará una caja de revisión (ver planos diseño iluminación).



En la S/E están consideradas 39 luminarias: 9 que iluminarán la periferia de del área donde se asienta la subestación con aproximadamente 98 metros de recorrido del conductor, 12 que corresponden a las áreas de estacionamiento, de oficina y bodega proyectada con aproximadamente 169 metros de recorrido del conductor y las ultima 18 luminarias para los pórticos de 69 y 13,8 Kv con aproximadamente 82 metros de recorrido del conductor. La ubicación de estas luminarias están detalladas en los planos así como su conductor y

recorrido del mismo; se empleara conductor #8 thhn flex ya que satisface la demanda de carga de las luminarias de cada circuito dentro de un ducto de 1”.

CONDUCTOR CALIBRE AWG-MCM	SECCION NOMINAL Mm2	ESPESOR AISLACION Mm	TOTAL Mm	PESO TOTAL Kg/Km	CAPACIDAD MAXIMA DE CORRIENTE (A)	
					DUCTO ENTERRADO (T. AMB. 20°C)	AIRE LIBRE (T. AMB. 20°C)
8	8.37	0.7	14.6	399	66	66

8.1.-CALCULO DE CAIDA DE TENSION DE ILUMINACION EXTERIOR.

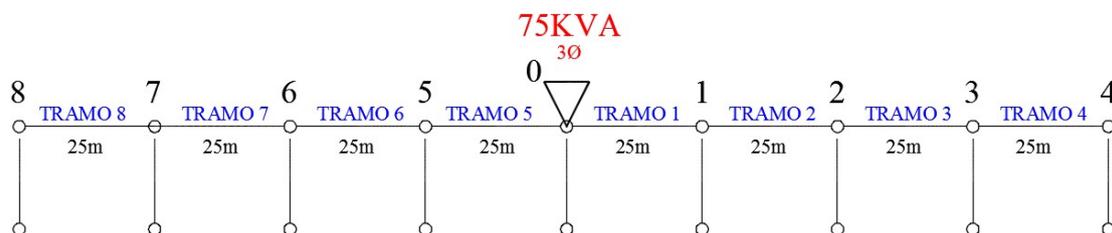
A continuación se muestra la tabla de caída de tensión por medio del método Cutler Hammer.

CALCULO DE CAIDA DE TENSION EN CIRCUITOS DE BAJA - BIFASICO 2 HILOS

METODO - LIBRO POWER DISTRIBUTION SYSTEM DESIGN - CUTLER HAMMER

CIRCUITO: **CIRCUITO ALUMBRADO EXTERIOR #1**

MATERIAL COND.	Cu	PRIMER CALCULO (Distancia x Amperios)/100 13.4112
CALIBRE	8	
VOLTAJE (V)	220.00	SEGUNDO CALCULO ((Dist x Amp)/100) x Relación Fp- seccion 1.68 Voltios
CORRIENTE (A)	55.00	
Fp	0.90	PORCENTAJE DE CAIDA DE TENSION 0.76 % CAIDA DE TENSION DESPRECIABLE
DISTANCIA (PIE)	24.38	
FACTOR DIVISION	100.00	
RELACION Seccion CON Tuberia NO EMT Y Fp Tomada de Tabla A12 - Cutler Hammer		



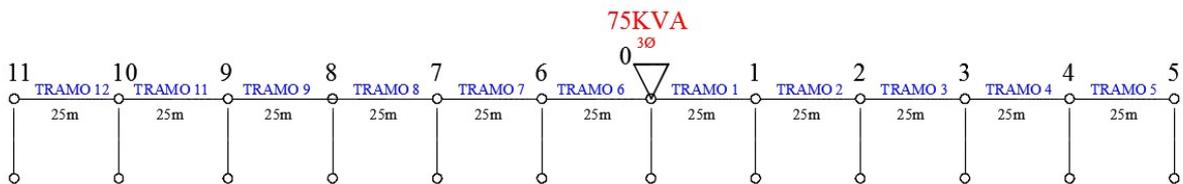
CIRCUITO: CIRCUITO ALUMBRADO EXTERIOR #2

MATERIAL COND.	Cu
CALIBRE	8
VOLTAJE (V)	220.00
CORRIENTE (A)	55.00
Fp	0.90
DISTANCIA (PIE)	36.58
FACTOR DIVISION	100.00
RELACION Seccion CON Tuberia NO EMT Y Fp Tomada de Tabla A12 - Cutler Hammer	0.1250

PRIMER CALCULO
(Distancia x Amperios)/100
20.1168

SEGUNDO CALCULO
((Dist x Amp)/100) x Relación Fp- seccion
2.51 Voltios

PORCENTAJE DE CAIDA DE TENSION
1.14 %
CAIDA DE TENSION DESPRECIABLE



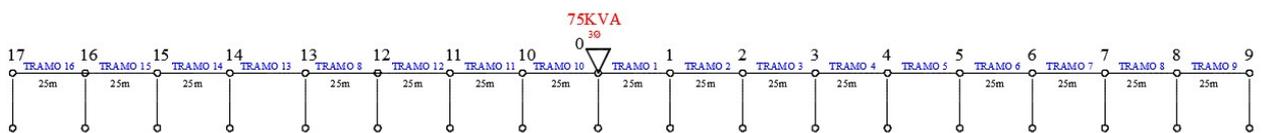
CIRCUITO: CIRCUITO ALUMBRADO EXTERIOR #3

MATERIAL COND.	Cu
CALIBRE	1/0
VOLTAJE (V)	220.00
CORRIENTE (A)	55.00
Fp	0.90
DISTANCIA (PIE)	54.86
FACTOR DIVISION	100.00
RELACION Seccion CON Tuberia NO EMT Y Fp Tomada de Tabla A12 - Cutler Hammer	0.1250

PRIMER CALCULO
(Distancia x Amperios)/100
30.1752

SEGUNDO CALCULO
(Dist x Amp) x Relación Fp- seccion
3.77 Voltios

PORCENTAJE DE CAIDA DE TENSION
1.71 %
CAIDA DE TENSION DESPRECIABLE



Cada circuito de alumbrado no excede la cantidad de amperios que nos brinda el conductor.

9.0 DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS EN SUBESTACIÓN

Las principales actividades que deberán realizarse por parte del contratista del montaje de la subestación son las siguientes:

9.1.-SUMINISTRO Y MANO DE OBRA DE EQUIPOS DE POTENCIA.

- Suministro y ensamblaje de transformador de potencia de 16-20 MVA, 69/13,8 kv, conexión Dyn1
- Suministro, cableado y montaje de disyuntor sf6 69kv, tipo tanque vivo
- Suministro, montaje y cableado de seccionador tripolar 69kv, montaje vertical, sin puesta a tierra, motorizado
- Suministro, montaje y cableado de seccionador tripolar 69kv, montaje vertical, con puesta a tierra, motorizado
- Suministro, montaje y cableado de seccionador tripolar 69kv, montaje horizontal bypass, motorizado
- Suministro, montaje y cableado de descargador de sobrevoltaje 60 kv. Tipo estación, incluye contador de descarga
- Suministro, montaje y cableado de transformador de corriente 69kv multirelación
- Suministro, montaje y cableado de transformador de potencial 69/ $\sqrt{3}$ kv
- Suministro, montaje y cableado de disyuntor en sf6 de 13,8 kv , 1200 a nominal, icc 40ka, bil 110kv)
- Suministro, montaje y cableado de reconectador en vacío 15,5 kv, 630a nominal, icc 12,5ka, bil 110kv)
- Suministro, montaje y cableado de seccionador monopolar bypass 15,5 kv 1200 a, icc 12,5ka, bil 110kv)
- Suministro, montaje y cableado de seccionador monopolar de 15,5 kv 1200 a, icc 12,5ka, bil 110kv)
- Suministro, montaje y cableado de seccionador monopolar bypass 15,5 kv 600 a, con fusible de 300k, icc 12,5ka, bil 110kv
- Suministro, montaje y cableado de seccionador monopolar 15,5 kv 600 a, icc 12,5ka, bil 110kv
- Suministro, montaje y cableado de descargador de sobrevoltaje 12kv. Tipo estación
- Suministro, montaje y cableado de transformadores de corriente 13.8 kv doble relación para protección (1000/1200):5
- Suministro, montaje y cableado de transformadores de corriente 13,8kv para medición (400/200):5
- Suministro, montaje y cableado de transformadores de potencial 13.8/ $\sqrt{3}$ kv.
- Suministro y montaje tablero control y protección de transformador de potencia
- Suministro, montaje y cableado de fuente cd (banco de baterías con su rectificador)
- Suministro y montaje tablero de control y protección para posición de línea
- Suministro, montaje tablero concentrador de señales para transformador de corriente 69kv

- Suministro y montaje tablero concentrador de señales para transformador de potencial de 69kv
- Suministro, montaje tablero concentrador de señales para transformador de corriente de 13,8kv
- Suministro y montaje tablero concentrador de señales para transformador de potencial de 13,8kv
- Suministro, montaje y cableado de tablero de medición y calidad de energía (1 ion 7650 y 4 ion 7350)
- Suministro y montaje de tablero SCADA, incluye equipo

9.2.-ESTRUCTURAS METÁLICAS

- Suministro y montaje de estructura metálica tipo cuadro 69 kv
- Suministro y montaje de estructura metálica tipo cuadro 13.8 kv
- Suministro y montaje de estructura metálica de soporte para transformadores de corriente 69kv

9.3.-SUMINISTRO DE MATERIALES POR ACTIVIDAD GENERAL

- Suministro y montaje de materiales para la llegada a castillo de 69kv
- Suministro y montaje de materiales para el barraje 69kv y cableado de equipos de protección y seccionamiento #500mcm Cu.
- Suministro y montaje de materiales para el barraje 13,8kv y cableado de equipos de protección y seccionamiento #1000mcm Cu.
- Suministro y montaje de transformador para servicios auxiliares, tipo PAD MOUNTED, 75kva.
- Suministro e instalación de acometida media y baja tensión (60ml) para el transformador de servicios auxiliares calibre #2 XAT de cobre de 15 kv de aislamiento ubicada en electrocanal (3x#2xat) + (1x#2thhn flex) - incluye puntas exteriores e interiores + 3 cajas portafusibles 200a 15 kv
- Suministro y montaje de tableros y paneles ac y dc para cuarto de control, incluye (tableros autosoportados, breaker, conductor)
- Suministro y montaje de conductores para los circuitos de control, protección y medición
- Suministro y montaje de materiales para el sistema de apantallamiento en cuadro de 69 y 13,8kv
- Caja portafusible 25 kv 200 amp (110kv bil). Para transformador potencial
- Suministro y montaje del sistema de puesta a tierra (malla principal, cuarto de control y aterrizamiento de equipos)
- Suministro y montaje para sistema de iluminación exterior patio de 69 y 13,8 kv y estacionamiento (suministro montaje y tendido de: 22 poste, 39 luminaria completa y cableado)
- Conexión transformador de potencia 69/13.8 kv 16-20 MVA.
- Pruebas funcionales de equipos de potencia en patio de 69 y 13,8 kv
- Pruebas y parametrización de relés.

9.4.-SALIDA PARA LOS 4 ALIMENTADORES.

- Suministro y montaje de cableado y estructura de seccionador monopolar 15,5 kv 600 a, icc 12,5ka, bil 110kv (kit 3 seccionadores 600a 15,5kv) para salida de alimentadores de distribución
- Suministro y armado de puntas terminales tipo exterior 15 kv para cable calibre 250 mcm (1 kit)
- Suministro y colocación de tubería roscable 6" y reversibles de 6" para ducto eléctrico (9ml)
- Suministro e instalación cable de cobre aislado calibre # 4/0 para neutro de alimentadores subterráneos 15kv.
- Suministro y montaje cable de cobre apantallado 15 kv - 250 mcm (3x #250mcm)

9.5.-DESMONTAJE Y TRASLADO DE EQUIPOS DE POTENCIA

- Desmontaje y traslado de grupo gis 69kv y transformador de potencia 5 MVA 69/13,8kv - Manta
- Desmontaje y traslado de castillo 69 kv - a Manta
- Desmontaje y traslado de castillo 13,8 kv - cubículos de media tensión 13,8 kv - a Mant
-

Para iniciar la construcción y el montaje el contratista presentará los seguros del personal, de transporte y de montaje de los equipos.

9.6.-SUPERVISIÓN DEL MONTAJE Y PRUEBAS OPERACIONALES

La supervisión del montaje y las pruebas, incluyendo chequeos operacionales del Transformador, interruptores, seccionadores, celdas de 15kv, paneles de protección, control y comunicaciones, etc. será efectuado por el Contratista con la supervisión de la Fiscalización. El Contratista debe suministrar el personal, los equipos, los instrumentos y las facilidades requeridas para ejecutar los trabajos y prestar la asistencia que sea necesaria para la realización de esa supervisión y pruebas.

9.7.-MANO DE OBRA

El personal de supervisión, montadores y trabajadores en general deben ser experimentados y de probada competencia en la clase específica de trabajo a la que ellos sean asignados en el montaje de equipos de alta tensión.

9.8.-TERMINACIONES DEL TRABAJO

El Contratista no podrá cerrar o cubrir ningún trabajo hasta que el mismo haya sido inspeccionado, probado y aprobado por la Fiscalización.

9.9.-MONTAJE ESTRUCTURAS METÁLICAS (COLUMNAS, VIGAS, PEDESTALES)

Las estructuras deben ser ensambladas y erigidas de conformidad con los planos de montaje del fabricante, en tal forma que no se exceda las tolerancias que establezca.

Las placas de nivelación de las columnas serán colocadas y niveladas en los anclajes en sitio, a los niveles indicados en los planos. Después de que las placas de base sean colocadas en la posición correcta, el espacio entre la placa y la fundación de hormigón será rellenado con mortero seco.