



CNEL EP - UNIDAD DE NEGOCIO GUAYAQUIL

MEMORIA TÉCNICA DE "CONSTRUCCIÓN DE LA ALIMENTADORA GUASMO 8"

DIRECCIÓN DE DISTRIBUCIÓN
ESTUDIOS ELECTRICOS

JULIO 2015

1. ANTECEDENTES.

La CNEL, EP – Unidad de Negocio Guayaquil requiere obras para el año 2015 en su sistema de media tensión (13.8 kV), tomando en consideración el crecimiento de la ciudad y de la demanda eléctrica.

El estudio eléctrico realizado, tienen como objetivo principal precautelar la vida útil de los equipos, disminuir las pérdidas técnicas, dar continuidad al servicio, mantener niveles de calidad de producto, niveles bajos de frecuencia y duración de las interrupciones y tener un sistema flexible que permita realizar transferencia entre líneas de un mismo o diferente subsistema. Adicionalmente se trata de realizar ampliaciones y mejoramientos del sistema de Media tensión para satisfacer toda la demanda de electricidad requerida por los actuales o futuros clientes.

Como parte de las obras prioritarias en el sistema de media tensión que debe ejecutar la CNEL EP – Unidad de Negocio Guayaquil en el año 2015 y ante el incremento de la demanda eléctrica de la zona especialmente residencial del Guasmo, se ha diseñado el proyecto Alimentador Guasmo 8 de la Subestación Guasmo 3.

2. ESTUDIOS PRELIMINARES.

2.1. RUTA DEL ALIMENTADOR

El alimentador inicia con conductor subterráneo 500 MCM 15 KV Cu (XLPE) con neutro 4/0 AWG Cu en la bahía de 13.8 Kv de la Subestación Guasmo 3 ubicada en la Av. Roberto Serrano Rolando, luego se dirige por la Acera norte de la Av. Roberto Serrano hasta realizar la transición de subterránea a aérea con conductor 336.4 MCM Merlín con neutro 3/0 AWG Pigeon y posteriormente se realiza la interconexión mediante cuchillas ubicadas en la Calle 52 SE a la altura del parque Los Ángeles con la Alimentadora Cuba.

El recorrido de la línea se puede observar en el plano con código EEL-D-0292, perteneciente al proyecto EEL-2015-016

3. DISEÑO ELÉCTRICO

El diseño eléctrico recoge las normas de construcción para este tipo de línea de media tensión estandarizado por la CNEL, EP – Unidad de Negocio Guayaquil.

3.1. BASE TÉCNICA

Para la elaboración del diseño de la línea de 13.8 kV se han tomado como base los siguientes documentos:

3.1.1. National Electrical Safety Code (2007), publicado por el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos.

3.1.2. Especificaciones técnicas de Equipos y Materiales Homologados por el MEER.

3.2. ESTIMACIÓN DE CARGA

La CNEL, EP – Unidad de Negocio Guayaquil para los efectos prácticos, cuando sea necesario, asumirá una carga del 75% de la capacidad nominal del conductor, si se llegase a sobrepasar el límite establecido la CNEL, EP – Unidad de Negocio Guayaquil deberá realizar los estudios necesarios para disminuir su carga, precautelando la vida útil del conductor y las pérdidas técnicas de la línea.

3.3. SELECCIÓN DE TENSIÓN.

Según estandarización de la CNEL, EP – Unidad de Negocio Guayaquil se establecen los siguientes parámetros de diseño para la tensión:

- Tensión nominal línea a línea 13.8 kV.
- Tensión máximo línea a línea 14.7 kV.

3.4. SELECCIÓN DE CONDUCTOR

En el tramo de línea subterránea se emplearán conductores monopolares de 500 MCM, cobre electrolítico de temple suave, 37 hilos, aislado en 15 kV de Polietileno Reticulado (XLPE), con capa de material semiconductor termoestable, pantalla de cinta de cobre con 100% de cobertura y finalmente una chaqueta externa de PVC.

- 37 hilos de cobre, 2.95 mm de diámetro.
- Sección total del conductor: 253 mm².
- Diámetro de conductor: 20.04 mm.
- Espesor de aislamiento: 4.45 mm.
- Espesor promedio de chaqueta: 2.03 mm.
- Diámetro exterior aprox.: 36.04 mm.
- Peso nominal por cada 1000 m: 3,126.67 Kg.
- Tensión de ruptura: 7,944.00 Kg.
- Resistencia óhmica por cada 1000 m: 0.0694 OHMS a 20°C DC.
- Capacidad nominal de transporte de corriente: 465 amperios
- Nivel de aislamiento del 100%

El conductor neutro del tramo subterráneo será 4/0 AWG, cobre blando recocido, 7 hilos, con las siguientes características:

- 7 hilos de cobre, 4.42 mm de diámetro.
- Sección total del conductor: 107.20 mm².
- Diámetro exterior aprox.: 13.26 mm.
- Peso nominal por cada 1000 m: 964.44 Kg.
- Tensión de ruptura: 3,395 Kg.
- Resistencia óhmica por cada 1000 m: 0.164 OHMS a 20°C DC.
- Capacidad nominal de transporte de corriente: 485 amperios

El conductor seleccionado para el tramo de línea aérea es 336.4 MCM, aluminio reforzado con acero ACSR, 18/1, código MERLIN, si no se indica lo contrario.

Tomando como referencia el catálogo de General Cable, las características físicas del conductor MERLIN son las siguientes:

- 18 hilos de aluminio, 3.47mm de diámetro.
- 1 hilos de acero, 3.47mm de diámetro.
- Sección total del conductor: 179.58 mm².
- Sección total de aluminio: 170.50 mm².
- Diámetro exterior: 17.35 mm.
- Peso nominal por cada 1000 m: 462.12Kg de aluminio, 71.42Kg de acero y 533.55 en total.
- Tensión de ruptura: 3946.1Kg.
- Resistencia óhmica por cada 1000 m: 0.1680 OHMS a 20°C DC.
- Capacidad nominal de transporte de corriente: 435 amperios

El conductor neutro del tramo aéreo será 3/0 AWG, código PIGEON, 6 hilos de aluminio, 1 hilo de acero, con las siguientes características:

- 6 hilos de aluminio, 1 hilo de acero.
- Sección total del conductor: 127.20 mm².
- Diámetro exterior aprox.: 12.75 mm.
- Peso nominal por cada 1000 m: 344.72 Kg.
- Tensión de ruptura: 3,030 Kg.
- Resistencia óhmica por cada 1000 m: 0.3367 OHMS a 20°C DC.
- Capacidad nominal de transporte de corriente: 357 amperios

3.5. AISLADORES

Por requerimiento de La CNEL, EP – Unidad de Negocio Guayaquil, los aisladores a utilizarse en esta línea de 13.8 kV serán polímero para los de retención y los aisladores tipo pin para suspensión.

- Aislador tipo rollo (de Garrucha) Clase ANSI 53-2
- Aislador de suspensión (de Disco) Clase ANSI 52-1
- Aislador de retenida Clase ANSI 54-2

4. PLANEAMIENTO PRELIMINAR DE LA RUTA

4.1. CONSIDERACIONES GENERALES

4.1.1. ALTURA

No existen consideraciones especiales respecto a diferentes alturas en el recorrido de la línea. Estando ubicado en la zona urbana del Cantón Guayaquil, la línea se construirá a 4.00 metros de altura sobre el nivel del mar, en todo su recorrido.

4.1.2. NIVEL DE CONTAMINACIÓN

Tomando como base las prácticas de Administración de Electrificación Rural (REA) de Estados Unidos de América, la ruta de la línea se puede considerar que tiene una contaminación moderada, entendiéndose como tal áreas con alta densidad de población, emisión de polvo y cercanas a un estero de agua salada pero lejos del mar.

4.1.3. DERECHO DE VÍA

Es responsabilidad de La CNEL, EP – Unidad de Negocio Guayaquil la obtención de la aprobación por parte de la Municipalidad de Guayaquil en aquellos puntos, que no están definidas la línea de fábrica municipal y en otras no existen aceras o bordillos.

4.1.4. CRUCES

Las disposiciones del Código Nacional Eléctrico de Seguridad (NESC) de Estados Unidos establece en el Artículo 233 la forma de calcular la separación vertical mínima de este tipo de cruce, la que no debe ser menor a 1,07 metros entre una línea de 13.8 kV y otra de 69 kV, según el cálculo mostrado a continuación:

Distanciamiento Vertical (NESC 2007)	
	Distancia (metros)
Tabla 233,1 (Hasta 22 kV)	0,60
Adicional 69 kV (10mm/kV)	0,47
TOTAL	1,07

Por otro lado, el NESC establece un método para calcular la distancia mínima al suelo en caminos, calles y otras áreas sujetas a tráfico de camiones. Según el cálculo mostrado a continuación, el cruce de la vía deber ser mayor o igual a 5.60 metros:

Distancia mínima al suelo (NESC 2007)	
	Distancia (metros)
Tabla 232.1 (Hasta 22 kV)	5,60

5. DISEÑO DETALLADO

5.1. CONSIDERACIONES GENERALES

5.1.1. GESTIÓN DE PERMISOS ESPECIALES

En el caso de requerirse permisos especiales serán gestionados por la CNEL, EP – Unidad de Negocio Guayaquil, y, en el caso de contratarse la obra será por parte del contratista.

5.2. POSTES Y ESTRUCTURAS

5.2.1. NORMALIZACIÓN DE POSTES

Según la función que desempeñen, se clasifican los postes de acuerdo a las Estructuras a utilizarse es decir: Suspensión, Retención y Angular.

Los postes de hormigón armado tendrán una geometría exterior tronco-cónica de sección circular hueca en toda su longitud, lo que permitirá el paso de alambres por su interior. El terminado del poste será liso, no deben encontrarse fisuras o desprendimiento de hormigón, presentarán una conicidad constante desde la cima hasta la base con una relación R 20 mm/m. Las cantidades, altura y carga nominal de los postes se encuentran indicadas en los planos de planta, así como en el presupuesto referencial. Los postes de hormigón a usar tienen una longitud de 12m.

Entre los certificados que deben poseer los postes tenemos: características granulométricas de agregado fino y de agregado grueso, con sus respectivas curvas; análisis de resistencia a la compresión de cilindros de hormigón realizado, conforme a la Norma ASTM-39; certificado actualizado de calibración del dinamómetro a utilizar en las pruebas de flexión, emitido por Instituto de Educación Superior que emitan el certificado con el aval del INEN.

La resistencia mínima del hormigón a la compresión debe ser 280 daN/cm² luego de transcurrido 28 días después de la fabricación; la edad podrá reducirse siempre y cuando el fabricante demuestre que el hormigón cumple con la resistencia especificada.

Otras características: flecha (carga de trabajo) < 4% altura útil; deformación permanente a 60% carga de rotura < 5% Flecha máxima. A partir de los incrementos de carga se pueden presentar fisuras superficiales, las mismas que se cerraran al retirar la carga, no se deben presentar desprendimientos de hormigón en zona comprimida.

En términos generales, y salvo que se presenten condiciones de terreno especiales, la profundidad de empotramiento deberá ser la décima parte de la altura del poste más cincuenta centímetros, con un mínimo de 1.70 metros.

Los postes a utilizarse deberán ser suministrados con todas las perforaciones necesarias que garanticen la instalación de cualquier estructura tipo.

5.2.2. VANOS

De acuerdo al levantamiento realizado y a la ubicación de estructuras la CNEL, EP – Unidad de Negocio Guayaquil estableció vanos para las rutas de la línea con un promedio de 50 metros por vano.

Este vano promedio está en correspondencia con la práctica utilizada por la CNEL, EP – Unidad de Negocio Guayaquil de ubicar los postes cada 30 a 40 metros. En todo caso se prevé el empleo de tensores para absorber las cargas resultantes.

5.2.3. CLAROS

La base de diseño para la conservación de distancias mínimas o claros son las Normas para Distribución (Estructuras Tipo) del MEER, en donde se detallan los diferentes libramientos que se consideran en un diseño.

La información contenida está basada en los requerimientos del Código de Seguridad Nacional Eléctrico (NESC).

5.2.4. LIBRAMIENTOS AL SUELO

La mínima distancia vertical al suelo recomendada para líneas con tensión nominal entre fases desde 0.750 hasta 22 kV es 5.6 metros.

En el caso de esta línea, con postes de 12 metros hincados a una profundidad de 1.70 metros, con una estructura tipo retenida y asumiendo, en el peor de los casos, una flecha de 1.50 metros, se obtiene un claro mínimo sobre el suelo de 8.3 metros en la mitad del vano.

5.2.5. LIBRAMIENTOS A OTRAS LÍNEAS

Con relación a líneas primarias de 13.8 kV, el distanciamiento mínimo a guardar por el conductor más cercano de la línea de 69 kV, será de 1.5 metros. Este requerimiento se cumple con exceso para el caso de las líneas existentes que van a ser reubicadas a los postes 69 kV.

5.2.6. OTROS LIBRAMIENTOS

Para el caso de techos de edificios o balcones accesibles a personas, el distanciamiento vertical mínimo del conductor más bajo de la línea deberá ser 5.5 metros.

Específicamente, en los diseños no existen condiciones de este tipo que se deban tener en cuenta.

5.2.7. DISTANCIA ENTRE CONDUCTORES

La distancia entre los conductores de la línea inferior y las partes más próxima de la estructura de la superior no será menor:

$$1.5+U/150 \Rightarrow U=13.8\text{kV de la línea inferior } 1.592 \text{ metros}$$

5.2.8. DISTANCIA DE LOS CONDUCTORES A LA ESTRUCTURA

Bajo condiciones sin viento, la distancia mínima requerida desde el conductor hasta la estructura o templador debe ser 0.94 metros.

5.2.9. NIVEL DE AISLAMIENTO

Según la información suministrada por la CNEL, EP – Unidad de Negocio Guayaquil, su estándar en el sistema 13.8 kV tiene un nivel básico de aislamiento de 110 kV BIL, parámetro que será considerado como fundamental para el diseño.

5.3. AISLAMIENTO

5.3.1. DISTANCIA DE FUGA

Para el tipo de contaminación que se ha considerado para la ruta de la línea, se sugiere una distancia de fuga de 40 mm / kV línea a tierra, lo que resulta en 0.305 metros.

Cabe indicar que los aisladores a usar cumplen con este requerimiento porque son aquellos que están siendo utilizados por La CNEL, EP – Unidad de Negocio Guayaquil para la construcción de sus redes de distribución.

5.3.2. AISLADORES

Las marcas y catálogos aquí descritos son referenciales, pudiendo utilizarse estos, similares o mejores, sujeto siempre a la aprobación por La CNEL, EP – Unidad de Negocio Guayaquil.

- Aislador tipo rollo (de Garrucha) Clase ANSI 53-2

Características Técnicas:

Número de Catálogo : 8065

CLASE ANSI (C29.3 – 1986) 53-2

Valores Mecánicos: Resistencia transversal: 13.4 kV

Valores Eléctricos: Flameo de baja frecuencia en seco: 25 kV;

Flameo de baja frecuencia en húmedo, vertical: 12 kV;

Flameo de baja frecuencia en húmedo, horizontal: 15 kV

Nota: Esmalte café o esmalte gris ANSI 70

- Aislador tipo pin sencillo (de Copa) Clase ANSI 55-5

Características Técnicas:

Número De Catálogo: 8195

CLASE ANSI (C29.5 – 1984) 55-4

Distancias Críticas: Distancia de arco: 127 mm; distancia de fuga: 229 mm; altura mínima del espigo: 127 mm

Valores Mecánicos: Resistencia al cantilever: 13.4 KN

Valores Eléctricos: Tensión típica de aplicación: 13.2 kV;

Flameo de baja frecuencia en seco: 70 kV;

Flameo de baja frecuencia en húmedo: 40 kV;

Flameo crítico al impulso positivo: 110kV;

Flameo crítico al impulso negativo: 140 kV;

Tensión de perforación a baja frecuencia: 95 kV.

Radio de Influencia: Esmalte: NO;

Voltaje de prueba RMS a tierra: 10 kV;

R/V máximo a 1000 KHz: 5500 μ V

Nota 1: Rosca tipo estándar \varnothing 25.4 mm. según ANSI C29.5-1984

Nota 2: Esmalte café o esmalte gris ANSI 70

- Aislador de suspensión (de Disco) Clase ANSI 52-1
 - Características Técnicas:**
 - Número de Catálogo:** 8235
 - CLASE ANSI (C29.2 - 1992) 52-1
 - Distancias Críticas:** Distancia de arco: 114 mm; distancia de fuga: 178mm.
 - Valores Mecánicos:** Resistencia electromecánica: 44 KN; resistencia al impacto: 5 Nm; prueba de carga de rutina: 22 KN; prueba de carga sostenida: 27 KN
 - Valores Eléctricos:** Flameo de baja frecuencia en seco: 60 kV; flameo de baja frecuencia en húmedo: 30 kV; flameo crítico al impulso positivo: 100 kV; flameo crítico al impulso negativo: 100 kV; tensión de perforación a baja frecuencia: 80 kV.
 - Radio de Influencia:** Voltaje de prueba RMS a tierra: 7.5 kV; R/V máximo a 1000 KHz: 50 μ V
 - Nota 1:** Esmalte café o esmalte gris ANSI 70
 - Nota 2:** Los aisladores pueden solicitarse con doble capa de galvanizado en campana y perno para zonas contaminadas.

5.3.3. ACCESORIOS

Los accesorios de montaje como varillas de armar y conectores de compresión, así como el hardware necesario deberá ser marcas y calidad garantizada.

5.4. PUESTA A TIERRA

Para el cálculo de la resistencia de pie de estructura se ha considerado que el nivel isoceraúnico medio de la zona es de 15 días de tormenta al año y de acuerdo a las recomendaciones de las normas del EX - INECEL, se admite la posibilidad de 2 fallas de aislamiento por descargas atmosféricas por cien kilómetros de línea y por año.

Los conductores de conexión a tierra serán de cobre N.- 6 AWG y las varillas de puesta a tierra serán Cooperweld (Alta Camada de Cobre 0.254 mm) de 5/8" x 8' (2,40m) con conector. Para el neutro se utilizará el cable ACSR 3/0 AWG 7H.