



# CNEL EP - UNIDAD DE NEGOCIO GUAYAQUIL

---

## CAMBIO DE CONDUCTOR DE LA LINEA DE 69 KV SUBTRANSMISION GARAY EN CALLE JOSÉ MASCOTE

---

DIRECCIÓN DE DISTRIBUCIÓN  
ESTUDIOS ELECTRICOS

MEMORIA TÉCNICA

---

**PROYECTO:**

**CAMBIO DE CONDUCTOR EN TRAMO DE LA LÍNEA DE SUBTRANSMISIÓN 69 KV "GARAY", EN CALLE JOSÉ MASCOTE**

**MEMORIA TÉCNICA DEL PROYECTO**

**1. ANTECEDENTES.**

La Empresa Eléctrica Pública Estratégica Corporación Nacional de Electricidad CNEL EP - Unidad de Negocio Guayaquil requiere obras de Mejoras para el año 2015 en su Sistema de Subtransmisión (69 kV), tomando en consideración la actual situación de la ciudad y su incidencia en el crecimiento de la demanda.

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 de los sistemas de Subtransmisión para satisfacer toda la demanda de electricidad requerida por los actuales o futuros clientes.

Como parte de las obras prioritarias en el sistema de subtransmisión que la Empresa Eléctrica Pública Estratégica Corporación Nacional de Electricidad CNEL EP - Unidad de Negocio Guayaquil deberá ejecutar en el año 2015, se proyecta el cambio de conductor en un tramo de la línea de Subtransmisión Garay, de aproximadamente 1,6 km ubicado en la Calle José Mascote (Av. 5 SO), y comprendido entre la calle Huancavilca (Calle 13 SO) y la calle Manuel Galecio Ligerio (Calle 7 NO). Dicho tramo de línea actualmente se compone por una terna de conductor 336.4 AWG ACSR de 56 MVA de capacidad la cual se proyecta cambiar por una terna de conductor 477.4 MCM<sup>26</sup>/<sub>7</sub> ACSR de 72 MVA de capacidad. Los trabajos a realizar para tal cometido se deberán realizar en lo posible sin interrumpir el servicio eléctrico a los clientes de la zona norte.

Este documento contiene las especificaciones técnicas, memoria de cálculo y demás información relacionada con los diseños de las líneas.

**2. ESTUDIOS PRELIMINARES.**

**2.1. RUTA DE LA LÍNEA DE SUBTRANSMISIÓN.**

La ruta inicia desde un poste ubicado en la acera Este de la calle José Mascote entre las calles Manabí y Huancavilaca, y con dirección NE recorrer 1632 m hasta un poste ubicado en esquina NE de José Mascote y Manuel Galecio.

**2.2. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO**

No existen muchos accidentes en la trayectoria determinada, por lo que no se deberá recurrir a un levantamiento topográfico para determinar la trayectoria final de la línea.

### 3. DISEÑO ELÉCTRICO

El diseño eléctrico de las líneas tiene la particularidad de que algunos parámetros ya han sido determinados previamente por CNEL EP – UNIDAD DE NEGOCIO GUAYAQUIL.

Esta determinación previa por, CNEL EP – UNIDAD DE NEGOCIO GUAYAQUIL responde a un adecuado sistema de estandarización de su sistema de subtransmisión.

#### 3.1. BASE TÉCNICA

Para la elaboración del diseño de la línea 69 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. Manual de Diseño para Líneas de Transmisión de Alto Voltaje (Boletín 1724E-200) de la Administración de Electrificación Rural (REA) del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos.
- 3.1.3. Reglamento de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión de México.
- 3.1.4. Estructuras Tipo para Líneas de Subtransmisión 69 kV de la Distribución y Comercialización de INECEL.
- 3.1.5. Proyecto de Normalización de Líneas y Subestaciones a 69 kV de la Dirección Ejecutiva de Distribución y Comercialización de INECEL.

#### 3.2. ESTIMACIÓN DE CARGA

El calibre del conductor es una condición preexistente.

Para los efectos prácticos, cuando sea necesario, se asumirá una carga del 75% de la capacidad nominal del conductor.

#### 3.3. SELECCIÓN DE VOLTAJE.

Según estandarización de CNEL EP – UNIDAD DE NEGOCIO GUAYAQUIL, y tratándose de la interconexión entre dos líneas existentes, se establecen los siguientes parámetros de diseño para el voltaje:

- Voltaje nominal línea a línea 69 kV.
- Voltaje máximo línea a línea 72,5 kV.

#### 3.4. SELECCIÓN DE CONDUCTOR

El conductor seleccionado para el diseño de esta línea es 477 MCM, <sup>26</sup>/<sub>7</sub> ACSR (aluminio reforzado con acero), , código HAWK, si no se indica lo contrario.

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

- 26 hilos de aluminio, 3,44mm de diámetro.
- 7 hilos de acero, 2,68mm de diámetro.
- Sección transversal: 241.70 mm<sup>2</sup>.
- Diámetro del conductor: 21,80mm.
- Peso total nominal: 973,45 Kg/Km.
- Tensión de ruptura: 8820 Kg.
- Resistencia óhmica por cada 1 000 m: 0,1175 OHMS a 20°C DC.
- Capacidad nominal de transporte de corriente: 659 amperios

### **3.5. IMPEDANCIAS**

Las impedancias de la línea bajo diseño se han calculado sobre la base de lo indicado en "Transmission and Distribution Electrical Reference Book" de Westinghouse y tomando en cuenta una longitud aproximada de 1,632 Km.

Como se trata de una línea aérea con conductor desnudo y de una longitud considerablemente menor a 80 km, el efecto de la capacitancia se considera despreciable. Los resultados se muestran en la tabla que se encuentra en la siguiente página.

### **3.6. AISLADORES**

Por requerimiento de CNEL EP – UNIDAD DE NEGOCIO GUAYAQUIL, los aisladores a utilizarse en esta línea 69 kV serán de polímeros (goma de silicón) tanto para las cadenas de suspensión y retención como para los aisladores tipo poste (line post).

### **3.7. PERFORMANCE**

Para la estimación del desempeño de la línea, se han asumido condiciones extremas con una carga de 72 MVA a un factor de potencia 0,8 en el terminal de recepción. Bajo estas condiciones se obtienen los siguientes resultados que están dentro de rangos aceptables:

- Regulación de voltaje entre ambos extremos de la línea bajo diseño: 1,67%.
- Eficiencia de la línea medida sobre la relación entre potencia entregada y potencia recibida: 99,2%, lo que da un nivel de pérdidas de potencia menor a 1%.

IMPEDANCIAS DE LA LÍNEA 69kV

<b>1. Longitud a construir</b>		
1.1	Longitud de la línea 69 kV (metros)	1632
1.2	Factor de conversión a millas	0,0006214
1.3	Longitud de la línea 69 kV (millas)	1,01
<b>2. Configuración de la línea</b>		
2.1	Tipo Bandera	√
2.2	Espaciamiento entre conductores(metros)	1,50
2.3	Espaciamiento entre conductores (pies)	4,92
<b>3. Características típicas del conductor</b>		
3.1	Calibre KCMIL	477
3.2	Código de fabricación	HAWK
3.3	Número de hebras (aluminio / acero)	26/7
3.4	Ra resistencia (ohmios / milla)	0,216
3.5	Xa reactancia inductiva a 1 pie de espaciamento (ohmios / milla)	0,430
3.6	Xd reactancia inductiva factor de espaciamento (ohmios / milla)	0,1933
3.6.1	$Xd=0,2794 \cdot \log_{10}(\text{longitud de la línea en millas})=0,2794 \cdot \log_{10}4,92=0,1933$	
3.7	Capacidad operativa del conductor a emplearse %	75
<b>4. Factores</b>		
4.1	Resistividad del suelo (ohmios - metro)	100
4.2	Re factor de resistencia de secuencia cero	0,2858
4.3	Xe factor de reactancia inductiva de secuencia cero	2,888
<b>5. Impedancias</b>		
5.1	Z1 Impedancia de secuencia positiva $Ra + j(Xa + Xd)$ (ohm)	0,2191+j 0,6321
5.1.1	Ra=0,216; Xa=0,43; Xd=0,1933; espaciamento entre conductores=1.61; Ra=(0,216*1,01)=0,2191 ; Xd=(0,43+0,1933)*1,61= 0,6321	
5.2	Z2 Impedancia de secuencia negativa = Z1 (ohms)	0,2191+j 0,6321
5.2.1	Ra=0,216; Xa=0,43; Xd=0,1933; espaciamento entre conductores=1.61; Ra=(0,216*1,01)=0,2191 ; Xd=(0,43+0,1933)*1,61= 0,6321	
5.3	Z0 Impedancia de secuencia cero $Ra + Re + j(Xa + Xe - 2Xd)$	0,5089+j 2,9726
5.3.1	Ra=0,216; Xa=0,43; Xa=0,43; Xe=2,8879 ; Xd= 0,1933; espaciamento entre conductores=1.01; Ra=(0,216+0,2858)*1,01=0,5089; Xd=(0,216+2,8879-2*0,1933)*1,01= 2,9726	

#### 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 m 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 como de 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

En todo el tramo de la ruta, está definida la línea de fábrica municipal y existe las aceras o bordillos. Más aún cuando se trata del cambio de conductor de una línea ya existente, no será necesario el levantamiento topográfico en planimetría para mostrar el trazado de la línea y su distanciamiento a los ejes de las vías existentes, por lo que no será necesaria la obtención de la aprobación por parte de la Municipalidad de Guayaquil.

###### 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 1,54 metros entre el conductor inferior de la línea 69 kV y el conductor superior de otra línea a 69 kV, según el cálculo mostrado a continuación:

Distanciamiento Vertical (NESC 2007)	
	Distancia (m)
Tabla 233.1 (Hasta 22 kV)	0,60
Adicional 69 kV ( $^{10\text{mm}}/\text{kV}$ )	0,47
Adicional 69 kV ( $^{10\text{mm}}/\text{kV}$ )	0,47
<b>TOTAL</b>	<b>1,54</b>

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 Perimetral debe ser mayor o igual a 6,07 m:

Distancia mínima al suelo (NESC 2007)	
	Distancia (m)
Tabla 232.1 (Hasta 22 kV)	5,60
Adicional 69 kV ( $^{10\text{mm}}/\text{kV}$ )	0,47
<b>TOTAL</b>	<b>6,07</b>

## **RIESGOS**

La Ordenanza Municipal del 16 de abril de 1995, que regula la instalación y normas de seguridad de las estaciones de combustibles, dispuso en el Artículo 10.4 del Capítulo I, que se debe mantener una distancia superior a 25 metros desde líneas eléctricas de alta tensión hasta los linderos de las estaciones de servicio.

## **5. DISEÑO DETALLADO**

### **5.1. CONSIDERACIONES GENERALES**

#### **5.1.1. GESTIÓN DE PERMISOS ESPECIALES.**

En el caso de requerirse serán gestionados por la CNEL EP – UNIDAD DE NEGOCIO GUAYAQUIL. En 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 a ser utilizados para la estructura de suspensión y retención, serán de hormigón armado y vibrado que tienen una geometría exterior tronco piramidal con alvéolos a lo largo de los mismos. Las caras del poste tienen una conicidad constante desde la cogolla hasta la base.

En el análisis de los postes se ha considerado las diferentes cargas que actúan sobre los mismos, en varias hipótesis de cálculo. Entre estas cargas tenemos: cargas verticales, sobrecarga vertical, cargas de viento, efecto de ángulo, sobrecarga longitudinal y desequilibrio longitudinal. Para el diseño, se ha considerado un factor de seguridad igual o superior a 2.

Las cantidades, altura y carga nominal de los postes se encuentran indicadas en los planos de planta, así como en el presupuesto referencial.

Las cimentaciones deberán ser del tipo monobloque, siendo obligatorio un hormigonado con la utilización de hormigón con calidad no menor a P-250 y dosificación no menor a 200 kilogramos por metro cúbico.

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 2,60 m.

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 acordadas, resultan vanos para las rutas de la línea con un promedio de 87 m por vano.

Este vano promedio está en correspondencia con la práctica utilizada por CNEL EP – UNIDAD DE NEGOCIO GUAYAQUIL de ubicar los postes cada 85 a 110 m.

### **5.2.3. CLAROS**

La base de diseño para la conservación de distancias mínimas o claros es el Boletín REA 1724E-200 “Manual de Diseño para Líneas de Transmisión de Alto Voltaje”, edición revisada de septiembre de 1992, que aunque dedicada para el diseño de líneas con postes de madera, se considera aplicable también para postes de hormigón.

La información contenida en el Boletín 1724E-200 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 voltaje nominal entre fases desde 34.5 hasta 69 kV es 6,6 m para caminos y calles.

Para espacios utilizados solamente por peatones es 5,1 m, aunque para este diseño no se considerará esta categoría.

A pesar de lo estipulado por estos estándares, por CNEL EP – UNIDAD DE NEGOCIO GUAYAQUIL tiene la práctica de garantizar una distancia mínima al suelo no menor a 8 m.

En el caso de esta línea, con postes de 19 m hincados a una profundidad de 2,40 m y postes de 21 m por hincar a una profundidad de 2,60 m, con una estructura tipo SU (V) y asumiendo, en el peor de los casos, una flecha de 1,50 m, se obtiene un claro mínimo sobre el suelo de 11 m en la mitad del vano.

### **5.2.5. LIBRAMIENTOS A OTRAS LÍNEAS**

Para el caso de cruce entre líneas de 230 y 69 kV, se establece una distancia mínima recomendada de 2,5 m. En el caso de cruces con líneas de CELEC - TRANSELECTRIC se respetará la exigencia del NESC que establece una distancia mínima de 3,15 m.

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 m. 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**

Aunque no existen cruces deliberados sobre edificaciones existentes, la distancia mínima a guardar sobre techos de edificios o proyecciones no accesibles a peatones, es 4,5 m.



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 5,1 m.

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

### 5.2.7. DISTANCIA ENTRE CONDUCTORES

Según el Boletín REA 1724E-200, para fases del mismo circuito cuando el voltaje nominal línea a línea es 69 kV, la mínima separación vertical deber ser 1,50 m; habiéndose respetado esta exigencia en todas las estructuras tipo utilizadas para el diseño.

### 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 m, considerando cadenas de 6 aisladores de disco según REA. En el diseño de esta línea se ha respetado este mismo requerimiento, aun cuando los aisladores son de polímeros con características indicadas en la sección correspondiente.

### 5.2.9. NIVEL DE AISLAMIENTO

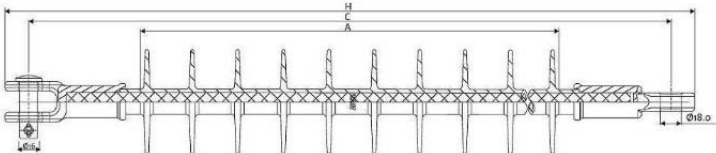
Según los requerimientos de CNEL EP – UNIDAD DE NEGOCIO GUAYAQUIL, su estándar en el sistema 69 kV tiene un nivel básico de aislamiento de 350 kV, parámetro que será considerado como fundamental para el diseño.

Para estructuras de suspensión y retenida con aisladores tipo suspensión, los siguientes parámetros:

Aisladores Poliméricos de Suspensión		
CLASE ANSI (C29.13 - 2000)	DS-46	DS-69
<b>DISTANCIAS CRÍTICAS, mm</b>		
Distancia de arco	472	611
Distancia de fuga	1091	1426
<b>VALORES MECÁNICOS</b>		
Carga mecánica nominal (SML) lb (kN)	15736 (70)	15736 (70)
Carga mecánica de rutina (RTL) lb (kN)	7868 (35)	7868 (35)
Carga mecánica a la torsión, lb.ft (N.m)	35 (47)	35 (47)
<b>VALORES ELÉCTRICOS, kV</b>		
Voltaje típico de aplicación	46	69
Flameo de baja frecuencia en seco	205	251
Flameo de baja frecuencia en húmedo	165	204
Flameo crítico al impulso positivo	290	360
<b>RADIO INFLUENCIA</b>		
Voltaje de prueba, kV	30	45
RIV máximo a 1000 kHz, $\mu$ V	< 10	< 10
<b>DIMENSIONES SEGÚN ESQUEMA</b>		
Altura total H, mm	653	781
Distancia entre acoples C, mm	611	738
Número de campanas, A	10	13



Núcleo: Fibra de vidrio en matriz de resina epoxi (E-glass)  
 Cubierta: Silicona "high voltage" vulcanizada a alta temperatura  
 Herrajes: Hierro nodular galvanizado en caliente  
 Pasador: Acero forjado galvanizado en caliente  
 Chaveta: Acero inoxidable



Para estructuras tangentes y pequeños ángulos con aisladores tipo poste, los siguientes niveles de aislamiento son los recomendados:

Line Voltage (kV)	MDCL	Section Length	Dry Arc	Leakage	Electrical Flashover (kV)				Weight
					60 Hz		CIFO		
					Dry	Wet	Pos	Neg	
69									
115									
138									
161									
	lbs [kN]	in [mm]	in [mm]	in [mm]	Dry	Wet	Pos	Neg	lbs [kgs]
	2500 [11.1]	32.0 [813]	22.7 [577]	63.2 [1605]	229	207	388	480	43.3 [19.6]
	2500 [11.1]	35.0 [889]	25.8 [655]	72.4 [1839]	256	234	436	530	45.3 [20.5]
	2500 [11.1]	38.0 [965]	28.8 [732]	81.5 [2070]	284	261	484	579	47.3 [21.5]
	2500 [11.1]	40.9 [1039]	31.8 [808]	90.7 [2304]	311	287	532	626	49.4 [22.4]

Se puede concluir que el requerimiento de CNEL EP – UNIDAD DE NEGOCIO GUAYAQUIL es similar al de REA, por lo que ambos han sido considerados en la selección de aisladores.

### 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  $^{40\text{mm}}/\text{kV}$  línea a tierra, lo que resulta en 1,60 m.

Como se puede observar en el numeral 5.2.9, se han seleccionado aisladores que cumplen en exceso con este requerimiento porque son aquellos que están siendo utilizados por CNEL EP – UNIDAD DE NEGOCIO GUAYAQUIL para lograr un mayor alejamiento hacia la calle.

#### 5.3.2. AISLADORES

Los parámetros establecidos cumplen con las normas ANSI de fabricación que están aquí descritos son referenciales, pudiendo utilizarse estos, similares o mejores, sujeto siempre a la aprobación por CNEL EP – UNIDAD DE NEGOCIO GUAYAQUIL.

Según las exigencias del numeral 5.6, los tipos de aisladores que han sido considerados para el diseño de la línea son los siguientes:

- Aisladores tipo poste para estructuras tangentes y pequeños ángulos, que representan la gran mayoría de la línea. Se ha seleccionado como referencia el aislador de polímero (goma de silicón – Line post).

Los aisladores tienen su base propia para ser fijados al poste.

Estos aisladores tienen que cumplir con las normas de fabricación que se dispone para líneas a 69 kV. Son los que actualmente utiliza CNEL EP – UNIDAD DE NEGOCIO.

El aislador seleccionado tendrá un terminal del tipo “TRUNNION” horizontal que permite la utilización de abrazaderas de suspensión tipo “mariposa” para cable 477 ACSR, con resortes en ambas “trunnions” y “hardware” de acero inoxidable.

- Aisladores en cadena de discos en una estructura tangente de suspensión donde se requiere mantener el alejamiento por medio de crucetas voladas. Se ha seleccionado como referencia el aislador de polímero de suspensión (goma de silicón – line Post).
- Aisladores tipo poste en las estructuras tangentes de suspensión como análisis del cambio de conductor se requiere precautelar en los vértices mayores a 15° en el recorrido de la línea el conductor. Se ha seleccionado la estructura BA que está dada por aislador tipo cadena polimérico y la grapa de suspensión, para conductor 477 ACSR, con 25 000 libras de esfuerzo último.

Este aislador está clasificado nominalmente para 115 kV pero ha sido seleccionado sobre la base de las últimas adquisiciones realizadas. Las principales especificaciones para seleccionar el catálogo son las siguientes:

La sujeción del conductor al aislador se hará por medio de una grapa de suspensión de aluminio, tipo empernado, para conductor 477 ACSR, con 25 000 libras de esfuerzo último.

- Aisladores en cadena de discos para retención en los cortes, se ha seleccionado como referencia el aislador de polímero (goma de silicón), cuyas características están indicadas en el párrafo 5.2.9.

La sujeción del conductor en las retenciones se hará por medio de una grapa terminal de aluminio con 25 000 libras de último esfuerzo para sujetarse al ojo del aislador polímero tipo cadena.

La sujeción del conductor en la estructura tangente de ángulo mayor a 15° se hará por medio de una grapa de suspensión de aluminio con 25 000 libras de último esfuerzo para sujetarse al ojo del aislador polímero tipo cadena.

### 5.3.3. ACCESORIOS

Los accesorios de montaje como varillas de armar y conectores de compresión, así como el hardware necesario deberán ser de marcas y calidades garantizadas.

## 5.4. APANTALLAMIENTO

En vista de que ninguna de las estructuras utilizadas supera los 28 m de altura y de acuerdo a las recomendaciones técnicas estándares, se utilizará un ángulo de apantallamiento que no supere los 35°.

Para el caso de las estructuras tangentes SU-G (V), el ángulo de pantalla será de 32°. Para las estructuras de suspensión con cruceta volada, el ángulo de pantalla es 35°.

## 5.5. CÁLCULO DE FLECHAS Y TENSIONES

Los cálculos de flechas y tensiones han sido realizados para las siguientes condiciones de carga en el conductor, aplicables comúnmente en la zona de la costa:

## UNIDAD DE NEGOCIO GUAYAQUIL

- Temperatura Mínima: 5° C, sin viento, 25% inicial de tensión de rotura y 33,33% final de tensión de rotura.
- Carga Máxima: 18° C, viento 90 kph, 40% inicial de tensión de rotura y 33,33% final de tensión de rotura.
- Promedio de todos los días: 25° C, sin viento, 25% inicial de tensión de rotura y 20% final de tensión de rotura.
- Temperatura Máxima: 60° C, sin viento, 40% inicial de tensión de rotura y 33,33% final de tensión de rotura.

### 5.6. 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 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° 4 AWG y las varillas de puesta a tierra serán de ¾" x 10'.

El cable de tierra será el cable OPGW que es compuesto por fibras ópticas para telecomunicaciones, contenidas en una o varias unidades ópticas dieléctricas, protegidas por un revestimiento metálico que, a su vez, es envuelto por hilos metálicos cableados en capas concéntricas.

El cable debe estar diseñado para funcionar en líneas de alta tensión y debe poseer características eléctricas y mecánicas adecuadas al diseño de la línea de subtransmisión, garantizando total protección a las fibras ópticas. El cable debe ser longitudinalmente sellado contra agua.

Deberán ser suministrados el tipo de cable OPGW, de acuerdo a la capacidad mecánica y capacidad térmica.

### 5.7. PLANOS

Los planos de las líneas código EEL-F-0311 están en los archivos adjuntos.







## **6. NORMAS DE CONSTRUCCIÓN**

La mayoría de las normas de construcción han sido tomadas del Proyecto de Normalización de Líneas y Subestación a 69 kV de INECEL. Al no existir estándares nacionales actualizados, los trabajos deberán basarse en lo indicado en los anexos correspondientes, en las prácticas comunes de Cnel EP – UNIDAD DE NEGOCIO GUAYAQUIL para construcción de este tipo de líneas y en la experiencia del Contratista.

### **6.1. FUNDACIONES**

La construcción del pilotaje y los cimientos de hormigón deberán regirse por las prácticas estándares de ingeniería civil, según los datos de diseño.

## **7. PRESUPUESTO DEL PROYECTO**

El presupuesto referencial es de: \$ 258,089.31 (U.S.D.) más IVA.

Se lo puede observar en el archivo adjunto PROYECTO 2015-035, suministrado para efectuar esta obra.