

## CAPÍTULO III

### DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO “LÍNEA DE TRANSMISIÓN CHONGÓN – SANTA ELENA A 230 kV”

#### 3.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

El proyecto “Línea de Transmisión Chongón – Santa Elena a 230 kV” se llevará a cabo entre los cantones de Guayaquil y Santa Elena, pertenecientes a las provincias de Guayas y Santa Elena respectivamente. Las parroquias rurales, comunidades y poblados por las que atraviesa el mencionado proyecto son las que se listan a continuación:

**Tabla No 3.1** División Político Administrativa del proyecto

Provincia	Cantón	Parroquia	Comunidades / Poblados	
Guayas	Guayaquil	Chongón	Aguas Negras	
			Casas Viejas	
			Cristo Rey	
Santa Elena	Santa Elena	Simón Bolívar (Julio Moreno)	Limoncito	
			Las Juntas del Pacífico	
			Sacachún	
			El Azúcar	
	Santa Elena	Santa Elena	Santa Elena	Sayá
				Baños de San Vicente
				San Vicente
				Santa Elena

Las coordenadas del trayecto de la Línea de Transmisión están representadas por sus vértices, los cuales se listan a continuación:

**Tabla No 3.2** Coordenadas Línea de Transmisión Chongón – Santa Elena

No	VÉRTICE	COORDENADAS WGS 84	
		ESTE (ZONA 17)	NORTE
1	TORRE TERMINAL	595642	9762501
2	E-1	595457	9762075
3	V-1 <sup>a</sup>	594119	9758247
4	V-2 <sup>a</sup>	589380	9754434
5	V-2B	586839	9754516
6	V-2C	585329	9754218
7	V-2D	584790	9754583
8	V-3 <sup>a</sup>	581586	9754688
9	V-3NA	577112	9755688
10	V-3N	577039	9755983
11	V3	576233	9755885

No	VÉRTICE	COORDENADAS WGS 84	
		ESTE (ZONA 17)	NORTE
11	V-4	567242	9752997
12	V-5	550395	9751193
13	V-6NA	544549	9752311
14	V-6	543599	9752493
15	V-6NB	542766	9752471
16	V-7	527255	9752067
17	V-7 <sup>a</sup>	524965	9752106
18	V-8	521137	9752149
19	V-8 <sup>a</sup>	520593	9752326
20	V-9 <sup>a</sup>	518041	9752124
21	E-185 (V-9)	517203	9752067

**Ilustración No 3.1** Ubicación del proyecto



### 3.2 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto “Línea de Transmisión Chongón - Santa Elena a 230 kV”, surge por la necesidad de mejorar el abastecimiento de energía en la zona Costera del país, ya que actualmente existe solamente una línea de transmisión de un circuito que alimenta a la empresa distribuidora de la zona y en caso de falla, quedaría sin servicio eléctrico la provincia de Santa Elena.

La Línea de Transmisión que alimenta a la Provincia de Santa Elena es la L/T Pascuales – Santa Elena a 138 kV, que sale de la Subestación Pascuales y forma parte del Sistema Nacional de Transmisión (SNT). Esta línea es de doble circuito hasta el sector de Las Juntas del Pacífico, en donde la línea se divide en dos derivaciones de simple circuito, una hacia Posorja y otra a Santa Elena.

En la actualidad la L/T Pascuales – Santa Elena a 138 kV se encuentra saturada debido a la reubicación de barcazas de generación en Posorja y en Santa Elena, además por la conexión del agente Electroquil, Generoca y la carga de la Cemento Nacional (Holcim) a la barra de 138 kV de Electroquil., dando por consiguiente una saturación de la Línea de Transmisión y problemas de operatividad debido a las conexiones sin seguridad el agente Electroquil.

En base a los antecedentes expuestos se determinó que la mejor alternativa para la expansión del sistema de transmisión hacia Santa Elena es mediante la construcción de una Línea de Transmisión que parta desde una subestación de seccionamiento que se ubicará en un sector cercano al embalse Chongón de Comisión de Estudios para el Desarrollo de la Cuenca Guayas y Península de Santa Elena- CEDEGE, a la altura del sitio donde se deriva la línea Pascuales- Posorja hacia Electroquil. De ésta manera se reduciría la carga actual de la L/T Pascuales- Santa Elena, y se mejorará el sistema de verificación de voltajes en las barras de la Subestación (S/E) Santa Elena.<sup>1</sup>

Por otro lado, y considerando las dificultades que se están presentando en todos los proyectos de construcción de líneas de transmisión en relación con los derechos de paso, problema que según se vislumbra será mayor en el futuro, se ha considerado conveniente diseñar y construir la Línea Chongón - Santa Elena para un nivel de voltaje de 230 kV, aunque inicialmente estará operando a 138 kV. Esta situación obedece a la perspectiva futura de conectar esta línea a la subestación Nueva Prosperina<sup>2</sup>.

Es así que dentro del plan de expansión de CELEC EP – TRANSELECTRIC, se contempla la construcción de la línea de transmisión (L/T) Chongón - Santa Elena diseñada a 230 kV, que operará inicialmente a 138 kV con un circuito y 83 Km de longitud.

### **3.3 DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO DE LA LÍNEA**

El proyecto se llevará a cabo entre las provincias de Guayas y Santa Elena, atravesando las parroquias de: Chongón en el cantón Guayaquil y Simón Bolívar (Julio Moreno) y Santa Elena en el cantón de Santa Elena.

La Línea de Transmisión (L/T) enlazará la futura subestación (S/E) de seccionamiento “Lago de Chongón” a ubicarse en el sector de Chongón, con la subestación Santa Elena, cercana a la ciudad del mismo nombre.

La línea partirá desde la coordenada 595457 E - 9762075 N (WGS 84 zona 17) que corresponde a la salida de la subestación a construirse en Chongón, hasta la entrada a la Subestación Santa Elena que corresponde a la coordenada 517203 E - 9752067 N (WGS 84 zona 17).

En su recorrido, la línea atravesará, casi en su totalidad, por sectores rurales. Una longitud muy corta seccionará el límite del área urbana que corresponde a la entrada a la Subestación Santa Elena de propiedad de CELEC EP – TRANSELECTRIC. Los terrenos por los cuales atravesará la línea son planos en unos tramos y en otros ondulados con bajas pendientes. En el trayecto, la línea atravesará inevitablemente terrenos de Bosque Protector 145, Bosque Protector Subcuenca del río Chongón, para lo cual se tomarán las medidas necesarias para mitigar los impactos ambientales negativos que se puedan ocasionar., mientras que en su mayor parte será paralela a la Línea de Transmisión Pascuales – Santa Elena a 138 kV existente, alejada a aproximadamente 60 metros

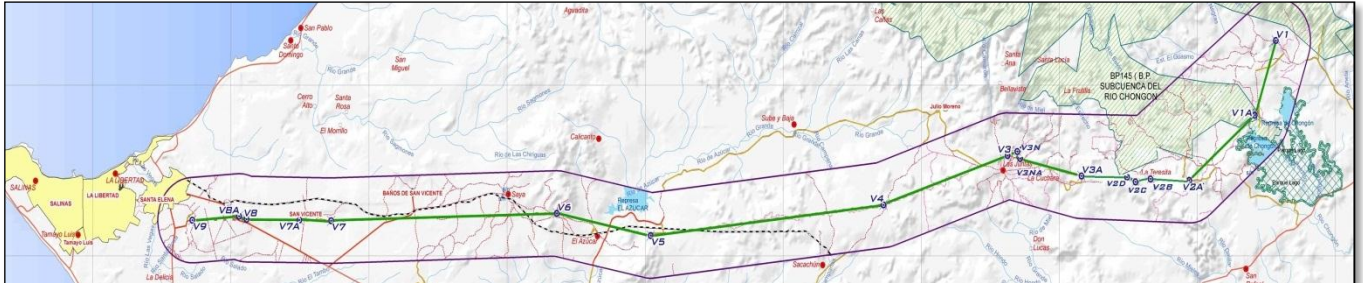
<sup>1</sup> Plan de expansión de Transmisión 2010 – 2020 CELEC – EP TRANSELECTRIC

<sup>2</sup> Plan de expansión de Transmisión 2009 – 2020 CONELEC

hacia el norte de esta última. La longitud de la línea es de aproximadamente 83 km de recorrido y tiene una proyección de vida útil de 50 años

En la figura a continuación se encuentra el trayecto de la línea de Transmisión Chongón – Santa Elena a 230 kV (Trazado definitivo)

**Ilustración No 3.2** Trazado de la L/T Chongón – Santa Elena a 230 kV



El Sistema de Transmisión Chongón- Santa Elena incluirá las siguientes obras:

1. Ampliación de la S/E Santa Elena para alojar una nueva bahía de línea de 138 kV.
2. Construcción de la S/E Lago de Chongón (seccionamiento).
3. Construcción de la línea de transmisión (L/T) Chongón – Santa Elena, de 83 km de longitud, la cual será diseñada para 230 kV, aun cuando, operará inicialmente a 138 kV con un circuito.

El presente estudio analizará y evaluará los aspectos técnicos ambientales para la implementación de la Línea de Transmisión Chongón – Santa Elena a 230 kV.

La trayectoria de la Línea de Transmisión, partiendo desde la nueva subestación de seccionamiento “Lago de Chongón”, en su primer tramo (V1 – V1A) con una distancia total de 4.63 Km toma dirección SSO por la comuna Aguas Negras hasta llegar al V1A, el cual está ubicado dentro del Bosque Protector subcuenca del río Chongón, la distancia que recorre la línea en este tramo dentro el Bosque Protector es de 380 metros aproximadamente. El trayecto en este tramo va por alturas que están entre los 95 y 160 msnm, cruzando terrenos de haciendas de relieve irregular. Este trayecto está dentro de la parroquia Chongón perteneciente al cantón Guayaquil.

El tramo que va desde el vértice V1A hasta el vértice V3, recorre una distancia de 18.6 Km. Cruza el Bosque Protector subcuenca del río Chongón en una longitud de 150 metros, en el sector de la comuna Cristo Rey, posteriormente bordea la comuna de Limoncito hasta llegar al sector de Juntas del Pacífico; desde donde la L/T Chongón Santa Elena tomará una dirección paralela a la L/T Pascuales - Santa Elena. El trayecto en este tramo va por alturas que están entre los 160 y 100 msnm, El trayecto inicia en las fronteras entre la parroquia Chongón del cantón Guayaquil – provincia de Guayas y la parroquia Simón Bolívar (Julio Moreno), del cantón Santa Elena – provincia Santa Elena.

En el sector de juntas del Pacífico, la L/T Chongón Santa Elena cruzará a la L/T Pascuales – Santa Elena (en el vértice V3) para posteriormente ir paralela a esta última.

El Tramo que va desde el vértice V3 hasta la Subestación Santa Elena (V9), recorre una distancia de 59.75 Km, a partir del vértice V3, la L/T Chongón – Santa Elena, va en una trayectoria paralela a la L/T Pascuales – Santa Elena distanciada 60 metros de esta última en dirección norte.

Este tramo cruza las comunidades de Sacachún en la parroquia Simón Bolívar (Julio Moreno) y las comunidades de: El Azucar, Sayá, Baños de San Vicente, San Vicente hasta llegar Santa Elena, todas estas en la parroquia de Santa Elena del cantón del mismo nombre.

La mayor parte del tramo va por las afueras de los centros poblados de las comunidades mencionadas, a excepción del trayecto que pasa por la comuna de San Vicente, donde la expansión territorial de la zona hace que la L/T Chongón – Santa Elena esté cerca a la comunidad en mención y, un trayecto corto seccionará el límite del área urbana que corresponde a la entrada a la Subestación Santa Elena de propiedad de CELEC EP – TRANSELECTRIC.

También en este trayecto, existen puntos en los que la Línea de Transmisión cruzará al poliducto Libertad – Santa Elena y en otros irá a distancias de hasta 175 metros separados del poliducto en mención.

### **3.4 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA LÍNEA**

La Línea de Transmisión Chongón – Santa Elena será aislada a 230 kV, de doble circuito, por lo que en un inicio se realizará la instalación del primer circuito para que funcione a 138 kV, valor que puede ser incrementado, con la incorporación a futuro de un segundo circuito a fin de elevar el voltaje de carga a 230 kV, cuando la expansión poblacional e industrial de los sectores ubicados en la provincia de Santa Elena, requieran para su desarrollo una mayor demanda de energía.

Para el diseño de la línea de Transmisión Chongón – Santa Elena, se tomó en cuenta las especificaciones técnicas y diseños normalizados para la construcción de líneas de transmisión eléctricas de 138 kV y 230 kV.

#### **3.4.1 Consideraciones para la selección de la Ruta.**

En el diseño se han ubicado las estructuras, teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- Cercanía a caminos existentes, sean estos de segundo, tercer orden o vecinales, así como la adecuación de senderos o caminos de acceso temporales.
- Limitar el cruce por áreas protegidas, específicamente por el Bosque Protector N° 145 subcuenca del río Chongón.
- Evitar que trazado no atravesase en la medida de lo posible centros poblados.

- Ubicar las estructuras en zonas de geología estables preferiblemente sobre sitios cumbreños en caso de haberlos.
- Consideraciones especiales sobre el cruce con la línea de transmisión Pascuales – Santa Elena a 138 kV en el sector de Juntas del Pacífico, cruce con una línea de subtransmisión a 69 kV, cinco cruces con alimentadores primarios trifásicos a 13.8 kV y uno con un alimentador primario monofásico, en los cuales las distancias de separación entre conductores serán las mínimas establecidas en las normas. Además de tres cruces con el poliducto Libertad – Pascuales.
- Paralelismo entre la L/T Chongón – Santa Elena y la L/T Pascuales – Santa Elena a distancia de 60 metros entre líneas.

**Tabla No 3.3** Características Técnicas Generales del proyecto

PARAMERO	CARACTERÍSTICA TÉCNICA
Voltaje	230 KV aislada a 138 kV
Número de Circuitos	2, inicialmente se instalará el primer circuito
Conductor	ACAR 1200
Material del conductor	Aleación de aluminio - Aluminio
Cable de guarda	OPGW 13.4 mm
Aislamiento	Cadenas de aisladores de vidrio o porcelana tipo FOG
Longitud	83 Km
Estructuras	Estructuras de acero Galvanizado auto soportantes.

*Fuente: CELEC – EP TRANSELECTRIC 2011*

### 3.5 CARACTERÍSTICAS DE LOS ELEMENTOS DE LA ÍNEA DE TRANSMISIÓN

#### 3.5.1 Conductor

Se utilizará conductor de aluminio desnudo tipo ACAR, calibre 1200 MCM 18/19, las características Técnicas del conductor] son las listadas a continuación:

**Tabla No 3.4** Características del Conductor

Características	Especificaciones
Tipo	ACAR
Calibre	1200 MCM 18/19
Peso (Kg/Km):	1.67
Diámetro (mm)	31.99
Sección transversal (mm <sup>2</sup> )	608
Resistencia a 20°C (Ohm/Km)	0.05099
Tensión de rotura (Kg)	13,696

*Fuente: CELEC – EP TRANSELECTRIC 2011*

### 3.5.2 Cable guardia

El cable de guardia utilizado será de fibra óptica OPGW de 13.4 mm de espesor. Este tipo de cable se aplica en comunicaciones para la transmisión digital, dada la buena protección del cable y la alta disponibilidad del sistema que puede obtenerse.

Los cables de guardia de fibra óptica OPGW deben cumplir con la Norma UIT-T G.652 B (última revisión, posterior al año 2000): Características de la fibra óptica mono-modo para  $PMD \leq 0.2$  ps/ $\sqrt{\text{km}}$ .

### 3.5.3 Aisladores

Los aisladores a ser utilizados serán de vidrio o porcelana tipo FOG, con resistencia electromecánica mínima de 15.000 libras, de 10" de diámetro, con acoplamiento "socket ball". El número de aisladores por cadena a utilizar es de 13 para estructuras de suspensión y 14 en estructuras de retención. El nivel básico de aislamiento (BIL) será de 1050 kV.

### 3.5.4 Puesta a tierra

El hilo de guardia y las torres serán puestas a tierra, para lo cual se utilizará conductor de cobre desnudo calibre # 2 AWG y varillas copperweld de 2,4 m de longitud por 5/8" de diámetro.

El cable de cobre será fabricado en base a las normas ASTM B2, B3 y B8 o similares y tendrá las siguientes características:

- Las varillas copperweld estarán protegidas contra la oxidación por una capa exterior de cobre permanentemente fundida al alma de acero de 254 micras de espesor, deberán contener el conector fijo y será de cobre con perno para ajustar al conductor de puesta a tierra.
- Se deberá verificar que la resistencia de puesta a tierra a pie de torre, utilizando los materiales indicados, no sobrepase el valor de 10 ohmios.

### 3.5.5 Torres

Se utilizarán torres autosoportantes de acero galvanizado, de forma tronco piramidal, construidas por perfiles de acero galvanizado resistente a la corrosión, apernados entre si. Cada torre tendrá su conexión eléctrica a tierra como medida de protección.

Las torres serán proyectadas de modo que no se presenten deformaciones permanentes en sus elementos metálicos. Será de diseño adecuado para soportar todas las cargas longitudinales y transversales que se determinen en el cálculo mecánico, considerando los factores de sobrecarga establecidas en las normas de diseño.

Las torres serán construidas con los siguientes elementos: peineta protectora contra pájaros, en el extremo superior de las crucetas; dispositivos de protección antitrepeado en cada una de las partes de la estructura, para evitar que personas no autorizadas suban a la estructura; y escalones para trepeado, para facilitar la subida al personal que realice la construcción y el mantenimiento de la línea.

Los tipos de estructuras han sido seleccionados considerando la distancia mínima de seguridad al suelo, los esfuerzos producidos sobre cada estructura, alturas del punto de amarre y límites de utilización para los cuales han sido diseñadas dichas estructuras. Las torres básicamente serán de los tipos:

#### A. Estructuras de Suspensión

**Suspensión liviana (SL1).**- A usarse para sitios en alineación y ángulos hasta de 1°, destinadas a mantener el conductor dentro de cada una de las alineaciones a la altura requerida. Esta será la que más se utilizará, teniendo previsto utilizar en un 85% de todas las estructuras.

**Suspensión pesada (SA1).**- Para sitios en alineación cuyas solicitaciones no se pueden cumplir con las torres de suspensión liviana, pudiendo ser utilizadas en ángulos de hasta 7°.

#### B. Estructuras de Anclaje

**Anclaje liviano (AL1).**- Para ser usada en sitios donde el ángulo de deflexión de la línea está entre 0° y 25°.

**Anclaje pesado (AR1).**- Se diseñarán y utilizarán este tipo de torres en los casos en que el cambio de dirección de la línea sea mayor a 25° y para estructuras terminales. El diseño de este tipo de torres será tal que permita fuertes cargas transversales.

La altura de las torres estará en función de las distancias de seguridad de los conductores con respecto al suelo.

**Tabla No 3.5** Tipos de Estructuras

Características	Tipo	Ángulo de línea	Vano Diseño	Vano Viento	Vano Máximo	Vano Peso	Tensión Máxima
Estructura de Suspensión liviana	SL 1	0° a 1°	450 m	499 m a 0° 449 m a 1°	520 m	617 m	1820 Kg
Estructura de suspensión en ángulo	SA 1	0° a 7°	445 m	737 m a 0° 392 m a 7°	600 m	784 m	1820 Kg
Estructura de anclaje liviano	AL 1	0° a 25°	450 m	1712 m a 0° 490 m a 25°	800 m	970 m	1820 Kg
Estructura de anclaje y remate	AR 1	0° a 50°	450 m	3059 a 0° 674 m a 50°	800 m	1007 m	1820 Kg

Fuente: CELEC – EP TRANSELECTRIC 2011



### 3.5.6 Fundaciones

Para el armado de las torres metálicas, se utilizarán fundación normal de zapata de hormigón armado, en donde los suelos presenten una capacidad soporte admisible mayor o igual a 0.5 Kg/cm<sup>2</sup>. En terrenos cuya capacidad de soporte sea inferior a 0.5 Kg/cm<sup>2</sup>, se verificará la necesidad de utilizar fundaciones con pilotes. De los estudios geotécnicos se determinó que la capacidad portante del suelo es baja además de la existencia de rocas expansivas que provocan fuerzas de empuje hacia arriba. La solución dada en el diseño es utilizar fundaciones tipo cilindro muy probablemente con filtro invertido.

Las fundaciones serán realizadas de forma que no se presenten deformaciones permanentes en los elementos de la torre. Serán diseñadas para que puedan resistir todos los esfuerzos a los que estará sometida la estructura con los factores de sobrecarga establecidos en la norma, con un factor de seguridad adicional mínimo del 40% para el arrancamiento y del 20% para otras reacciones

Se colocarán los avisos de peligro en todas las estructuras. El aviso deberá llevar una instrucción que diga “PELIGRO DE MUERTE – ALTA TENSIÓN”. Además, para identificación todas las estructuras serán numeradas, lo que facilitará su localización.

### 3.6 DISTANCIAS DE SEGURIDAD

Los conductores serán colocados de forma tal que no puedan ser accesibles sin medios especiales desde el suelo, viviendas ni otros lugares generalmente accesibles a las personas. Para la determinación de las distancia se considera la zona 1, por cuanto el recorrido de la línea es sobre terrenos que están a alturas inferiores a 1000 metros sobre el nivel del mar.

#### 3.6.1 Franja de Servidumbre

Es la franja de terreno que se ubica a lo largo de la línea de Transmisión, cuyo eje longitudinal coincide con el trazo topográfico de la línea. La franja de servidumbre o derecho de vía para una Línea de 230 kV es de 30 metros, 15 metros a cada lado del eje de la línea.

#### 3.6.2 Distancia entre Fases

La distancia mínima admisible entre fases en el centro del vano será calculada de acuerdo a la siguiente expresión:

$a = k + (fc + lc)1/2 + A$ , donde:

a = separación entre conductores en metros

k = 0,75 para separación vertical y 0,65 para separación horizontal

fc = flecha final del conductor en metros calculada a 45° C de temperatura y sin viento, correspondiente al vano máximo hacia cualquier lado de cada tipo de estructura.

lc = longitud de la cadena de aisladores en metros, en caso de anclaje lc = 0

A = 1.18 metros.

La distancia vertical entre fases no será menor de 5.30 metros.

### **3.6.3 Distancias mínimas del conductor al suelo**

Las distancias mínimas admisibles serán las indicadas a continuación:

- Terreno normal poco transitado: 7.5 m
- Terrenos transitados y caminos de segunda importancia: 8.3 m
- Caminos de primera importancia: 9,5 m

### **3.6.4 Distancias mínimas en los cruces con líneas existentes**

La línea de menor tensión será considerada de baja tensión, es decir que la línea de transmisión a 230 kV deberá pasar siempre por encima de los alimentadores primarios, línea de subtransmisión a 69 kV y de la actual línea de transmisión a 138 kV. Las distancias verticales mínimas admisibles en cruces con las líneas a 13.8 kV, 69 kV y a 138 kV son las siguientes:

- Cruce con líneas a 13.8 kV: 3.5 m
- Cruce con líneas a 69 kV y 138 kV: 3.7 m con respecto al cable de guardia

Se deberá considerar que la línea inferior está a la temperatura ambiente y para la línea a 230 kV (superior), la flecha máxima final corresponde a la condición de transmisión de la potencia de emergencia de la línea.

### **3.6.5 Distancias mínimas horizontales**

Las distancias mínimas horizontales desde las estructuras (torres) a ser ubicadas para la línea de transmisión a 230 kV, con respecto a caminos y otros son las que a continuación se señalan:

- Canales de regadío: 15 metros
- Caminos de segunda importancia: 20 metros
- Caminos importantes: 30 metros
- Líneas de 13.8 kV: 20 m. de las estructuras o conductores
- Línea a 69 kV: 35 m. de est. y 25 m. de conductores
- Ríos sin peligro de socavación: 75 metros.

La distancia horizontal será medida desde el centro de la estructura al punto más próximo de obstáculo señalado.

### 3.6.6 Aproximación con árboles

- La distancia entre partes bajo tensión y árboles situados debajo y lateralmente a la línea, en los cuales existe la posibilidad de escalamiento por trabajos de explotación (por ejemplo frutales), deben alcanzar por lo menos a 3.7 metros con conductores inclinados con viento.
- La distancia entre las partes bajo tensión de la línea y árboles situados por debajo y lateralmente a la línea, en los cuales no exista la posibilidad de acceso por trabajos de explotación, debe alcanzar por lo menos los siguientes valores: 2.7 metros para árboles debajo y conductores no inclinados, 1.2 metros para árboles al costado y conductores inclinados.

## 3.7 ETAPAS DE LA LÍNEA DE TRANSMISIÓN CHONGÓN – SANTA ELENA

### 3.7.1 Etapa Constructiva

Las actividades principales que se desarrollarán durante el proceso de construcción de la Línea de Transmisión Chongón – Santa Elena a 230 kV, están divididas en: obras civiles y montaje electromecánico, las actividades a realizar son:

Obras Civiles:

1. Revisión y verificación en el sitio de la viabilidad de ejecución del diseño ejecutado.
2. Replanteo del proyecto.
3. Campamentos Temporales
4. Derechos de paso e imposición de servidumbre.
5. Construcción de los caminos de acceso necesarios.
6. Construcción de cimentaciones
7. Construcción de obras de arte

Montaje Electromecánico:

1. Montaje de las torres metálicas
2. Ensamblaje de aisladores y accesorios
3. Tendido y regulado de conductores e hilo de guardia
4. Inspecciones
5. Pruebas

#### 3.7.1.1 Obras Civiles

##### 1. Verificación en sitio del diseño

En esta actividad se verifica, revisa y actualiza los criterios utilizados en el diseño de la Línea de Transmisión en aspectos tales como la facilidad de accesos, minimización de afecciones a terceros y al medio ambiente, revisión de distancias de seguridad, cercanía a carreteras y vías de acceso,

inspección del lugar de ubicación de las torres para determinar su idoneidad referentes a problemas como: taludes pronunciados, sitios con fallas geológicas, procesos erosivos, entre otros.

Se determina la factibilidad constructiva del proyecto referente a aspectos técnicos, económicos y ambientales. En caso de identificarse inconvenientes, se realizarán las variantes que sean necesarias.

Durante esta etapa se abre una brecha de paso a lo largo del Trayecto de la Línea, cuyo ancho garantice el ingreso posterior de los equipos de topografía, generalmente la apertura del camino está entre 2,5 a 3 metros de ancho. Para el efecto se utiliza maquinaria pesada como retroexcavadoras y herramientas de corte manuales para el retiro de la vegetación.

## **2. Replanteo**

Una vez revisado y de ser el caso realizada las variantes necesarias al trayecto planteado, es decir una vez obtenido el diseño definitivo del trazado de la Línea de Transmisión, el equipo de topografía realiza el estacado correcto de los puntos en donde se ubicarán las estructuras y de sus cimentaciones, obteniendo el perfil longitudinal definitivo de implantación de las torres.

## **3. Campamentos Temporales**

La ubicación del campamento base temporal, será según las necesidades del contratista, por tanto podrá existir uno o varios campamentos y dependerá de la planificación durante la etapa constructiva del proyecto.

Sin embargo, el o los campamentos base, servirán para la pernoctación de la maquinaria, alojamiento de los trabajadores, abastecimiento de combustibles para las maquinarias, bodega de almacenamiento de los materiales para la construcción y montaje, mantenimientos menores de la maquinaria utilizada, oficinas para los supervisores y fiscalizadores de la obra, entre otros. Por tanto estas instalaciones deberán cumplir medidas de seguridad, salubridad y ambiente que garanticen un adecuado manejo laboral y ambiental.

Desde este punto se movilizará el personal y maquinaria hacia los distintos sitios de obra y, una vez terminada la etapa constructiva de proyecto se procederá a la desinstalación del campamento.

Dependerá del contratista el adquirir o arrendar el terreno para la ubicación del o los campamentos temporales, así como devolver a las condiciones iniciales del sitio una vez de proceda al desmantelamiento de la base.

## **4. Derechos de paso e imposición de servidumbres**

El propósito de constituir la franja de servidumbre es garantizar las distancias de seguridad hacia los conductores, logrando así protección de la línea y de los seres vivos próximos, limitando las construcciones, tipo de sembríos y el uso del suelo. La franja de servidumbre será de 30 metros, tomando como centro al eje de la línea, es decir que será de 15 metros a cada lado del eje.

Para evitar las interrupciones del servicio y los posibles incendios producidos por el contacto de ramas o troncos de árboles con los conductores de una línea, se establecerá una zona de corte de árboles en ambos lados de la línea, cuyo ancho será mayor o igual a 30 metros, ancho que garantizaría que los conductores en su posición de máxima desviación bajo la acción del viento no produzcan los inconvenientes antes indicados.

De igual manera, se deberán cortar todos aquellos árboles que constituyan un peligro inminente para la conservación de la línea, entendiéndose como tales los que, por inclinación, caída fortuita o provocada puedan alcanzar los conductores.

En los lugares en los que existan frutales, para el desbroce se utilizarán métodos que minimicen los daños, permitiéndose la siembra de especies cuya altura en edad adulta garantice poder mantener una distancia aceptable de la línea.

Para cultivos que no sobrepasen los 3 metros de altura, no hay restricciones para realizar la siembra en la faja de servidumbre.

Por razones de seguridad, se considera que las construcciones no deben quedar dentro de los límites de la faja de servidumbre.

La imposición de los derechos de paso se realizará mediante la obtención de los llamados Permisos de Paso, en base a las disposiciones legales constantes en la Ley para la Constitución de Gravámenes y Derechos Tendientes a Obras de Electrificación. Los daños causados por el paso de la línea, serán reconocidos al propietario de predio, pagando el precio justo, señalando que no se pagará por el valor del terreno, pues este seguirá perteneciendo al propietario.

Durante esta etapa, se realizará el corte de vegetación a lo largo y ancho de la franja de servidumbre, para el efecto se emplearán maquinaria pesada como retroexcavadoras para la apertura del camino y herramientas de corte manuales o eléctricas para la poda de la vegetación existente. Además se iniciará los procesos para indemnización de los propietarios de los terrenos por donde pasará la Línea de Transmisión.

La madera y productos vegetales que salen del desbroce son de propiedad del dueño del predio y serán cortados y apilados en sitios que no estorben los trabajos de construcción o en los sitios indicados por la Fiscalización sin ocasionar daños a las cercas o cultivos adjuntos a las áreas de desbroce.

Se evitarán las quemas, y cuando éstas sean necesarias para la eliminación de materiales, se llevará a cabo con la aprobación y bajo la supervisión de la Fiscalización y de las autoridades competentes.

## **5. Caminos de acceso**

Para la construcción de la línea será necesario abrir caminos de acceso hacia los sitios de implantación de torres; considerando que la nueva línea irá generalmente a 60 m de distancia de la línea de 138 kV existente y que ya posee accesos, la apertura de caminos será mínima. Dando una ventaja ambiental en la mayor parte del trayecto.

La apertura de los caminos de acceso será realizada tratando de minimizar el daño a los propietarios de los predios, alterar lo menor posible a medio ambiente y evitando al máximo desestabilizar los taludes.

Esta actividad comprenderá la utilización de maquinaria pesada y herramientas de corte manuales para despejar la vegetación, posteriormente mejorar el suelo para que pueda soportar la carga aplicada por el ingreso de maquinarias durante las obras constructivas.

## **6. Construcción de cimentaciones**

Para el armado de las torres, es necesario construir las fundaciones de hormigón armado, de conformidad al diseño para cada torre, en el que considera el tipo el estudio geológico del sitio de implantación.

En primer lugar se realizarán las excavaciones, las formas de excavación deberán ser seleccionadas de acuerdo al tipo de terreno que se encuentre.

Posteriormente se procederá con el armado de los hierros de zapatas y columnas, de conformidad a los planos y planillas de hierro establecidas en el diseño.

La siguiente etapa consiste en el hormigonado utilizando materiales de buena calidad y que cumpla con las especificaciones técnicas solicitadas. Durante este proceso, se tomarán muestras de hormigón para realizar las pruebas de su resistencia a la compresión, y otras que determinen la calidad del hormigón.

Finalmente, luego de que se retiren los encofrados de columnas y verificado de que el hormigonado ha sido realizado cumpliendo con las normas y diseños, se procederá al relleno compactado.

Considerando que en el sector de Santa Elena, la calidad de los materiales pétreos no es la adecuada para este tipo de infraestructuras, además, que los suelos de la zona son de gran expansividad, será necesario adquirir material pétreo y de relleno desde el sector de Guayaquil y transportarlo hacia los distintos puntos de obra.

Además se deberá planificar las actividades constructivas entre los meses de abril a diciembre, ya que esta es la temporada seca de la zona, evitando con ello problemas en las cimentaciones por la expansividad de los suelos del sector que pueden comprometer a las estructuras y sus bases.

## **7. Construcción de obras de arte**

Con el objeto de precautelar la estabilidad de los sitios de implantación de las torres, así como el evitar la degradación del suelo circundante a las torres por procesos erosivos, en caso de ser necesario se construirán obras de protección como las que se señalan a continuación:

- Muros de hormigón.
- Muros de gaviones.
- Cunetas revestidas o sin revestir.
- Pavimentos de hormigón.
- Revegetación de taludes.
- Drenes y subdrenes.

Los muros serán utilizados como obras de sostenimiento y para protección contra la erosión, las cunetas para la captación de aguas superficiales, los pavimentos para la protección de plataformas contra la erosión y la infiltración de aguas lluvias, la revegetación para la estabilización y protección contra la erosión en taludes, drenes y subdrenes para captación de aguas superficiales y subterráneas.

### **3.7.1.2 Montaje Electromecánico**

#### **1. Montaje de estructuras**

Una vez concluidas las fundaciones y compactado, se procederá con el armado de las torres de conformidad a los planos y diagramas de montaje proporcionados por el fabricante.

El montaje iniciará con las actividades de ordenamiento y clasificación en la bodega de las piezas y tornillos requeridos para el montaje de cada estructura, mismos que serán enviados debidamente clasificados al sitio de obra, posteriormente se procede al armado de las torres sin ajustar completamente los pernos.

Para la erección se utilizará equipo menor compuesto de winches, plumas, grilletes, poleas y materiales como cabos de nylon o de otro material no metálico.

Luego de montada la torre, se procederá a verificar la verticalidad y giro de las crucetas, en caso de determinarse que las medidas están fuera de las tolerancias especificadas por el fabricante, se procederá a efectuar las correcciones necesarias. Si las medidas son satisfactorias, se procederá al ajuste definitivo de los pernos al torque que corresponda a cada diámetro de perno.

## **2. Ensamblaje de aisladores y accesorios**

Una vez que la torre esté completamente ajustada en el torque correspondiente a cada perno de su estructura, se colocará las cadenas de aisladores y elementos de sujeción, de conformidad a los planos de diseño.

Durante la instalación, se verificará permanentemente el estado de los materiales, en especial de los aisladores, cuidando que los elementos del ensamblaje (pasadores y chavetas) queden ubicados de modo que puedan ser retirados o desarmados desde la estructura con herramientas corrientes para líneas energizadas.

## **3. Tendido de conductores e hilo de guardia**

La operación de tendido deberá efectuarse por métodos que no ocasionen daños al conductor. Se deberá tomar precauciones especiales para impedir que el conductor toque el suelo, se tuerza, se doble o sufra abrasión de cualquier naturaleza, o que la superficie del mismo sufra rozamiento o daños de cualquier tipo. Cuando el conductor resulte dañado se deberá reparar o retirar la sección dañada.

Por ningún motivo deberá deslizarse el conductor sobre las piezas de las estructuras o sobre herrajes de sujeción, por lo que se utilizarán poleas que se encuentren en buen estado.

Los cables se manipularán sobre los carretes y cuando se comiencen a desenrollar, penetrarán en las poleas de tendido sin arrastrar en ningún caso sobre el suelo ni obstáculos. Las poleas de tendido deben girar sobre cojinetes de bolas o rodillos y tener una banda de aluminio, caucho o material sintético que evite el desgaste de los cables.

No se permitirá que los cables cuelguen de las poleas de tendido por más de 18 horas antes de ser tensados hasta la flecha correspondiente. Los diámetros mínimos de las poleas de tendido no serán inferiores a 20 veces el diámetro del conductor.

Cuando se detecten defectos o daños en los conductores o hilo de guardia, estos serán reparados usando los siguientes procedimientos: reemplazo del conductor o cable de guardia por nuevos, instalación de empalmes de compresión, instalación de mangas de reparación o reparación por pulido manual.

El conductor y el cable de guardia serán regulados de acuerdo con las tablas de tensiones y flecha entregadas por el diseñador. La tensión de regulado será medida con un dinamómetro a fin de evitar sobretensado y será realizada solo bajo la supervisión del fiscalizador y solo cuando las condiciones de viento sean tales que permitan obtener un resultado satisfactorio.

Luego de que se haya concluido con el tensado, se procederá al engrampado de los conductores e hilo de guardia, verificando que ninguna cadena de aisladores de suspensión quede desviada más de 10 centímetros de la vertical.



Finalmente, se procederá con la ubicación de amortiguadores de vibración, pesas y balizas de acuerdo con el diseño de la línea, con lo cual se concluirá la construcción de la obra.

Las siguientes consideraciones generales deberán ser tomadas en cuenta para el tendido de conductores:

- La tensión de tendido no pretensará los conductores.
- La tensión de tendido no deberá exceder los valores especificados. La capacidad de las máquinas de tensado (pullers), líneas de tendido y tensionadores deberán tener un margen adecuado de seguridad sobre estos valores especificados.
- Cualquier superficie del suelo u obstáculo con el que los conductores puedan tener contacto, durante las operaciones de tendido y ajuste, será aislada con protectores no metálicos a fin de no dañar los conductores. Cuando se usen mordazas tirantes para desenrollar los carretes, tender y templar los conductores se deberá proteger los conductores con mangas de caucho de longitud suficiente.
- Las uniones de plena tensión tipo compresión y los manguitos de reparación no deben pasar sobre las poleas a no ser que estos utilicen protectores de acero de suficiente resistencia y adecuados para el paso por las poleas. Durante el tendido, los conductores y cables de guardia se unirán mediante sujeciones tipo Kellem.
- Si es necesario dejar los conductores en el equipo durante la operación de tendido debido a inclemencia del tiempo, daño en el equipo y otras razones, los conductores podrán dejarse a la máxima flecha posible siempre que se los mantenga por lo menos a tres metros de distancia sobre la superficie del suelo y obstáculo.
- Los tramos de cables sucios con contaminantes, polvo o cualquier material extraño serán limpiados usando paños limpios y/o cepillos de hilos duros. Se tendrá cuidado que los conductores no lleven suciedades desde los carretes o poleas. Los carretes y poleas serán adecuadamente limpiados antes de iniciar la operación de tendido de cualquier tramo de línea.
- Se observará de cerca y continuamente el desenrollamiento de conductores durante el tendido a fin de detectar cualquier daño o desprendimiento del conductor.
- Todas las secciones dañadas de conductores por efecto de sujeción de grapas serán eliminadas antes de que los conductores sean finalmente templados.

#### **4. Inspecciones**

Las actividades de inspección serán continuas y se llevarán a cabo durante la construcción y antes de la recepción provisional y definitiva de la obra, en especial se inspeccionará lo siguiente:

- Inspección en la zona de servidumbre:
  - Desbroce
  - Disposición temporal y retiro de materiales
  - Caminos de acceso
- Revisión de las estructuras y fundaciones:
  - Del relleno compactado
  - De la condición general de la estructura
  - De las obras de arte
  - De los taludes cercanos a la torre
  - Verificaciones: que los pernos estén correctamente apretados, que los herrajes usados sean los correctos, el tipo y condición de los ensamblajes, de la instalación y señalización de las estructuras.
- Revisión de los conductores e hilos de guardia:
  - De las uniones
  - De las derivaciones de los conductores
  - De las instalación de balizas, amortiguadores y pesas
  - Verificaciones: de las distancias entre conductores y a tierra (vertical y horizontal), de la distancia vertical entre cruces.

## 5. Pruebas

Antes de la recepción provisional de la obra se efectuarán las siguientes pruebas:

- De puesta a tierra: se medirá la resistencia de las conexiones a tierra en todas las estructuras.
- De asilamiento y continuidad: Se probará el aislamiento entre fases y entre fase y tierra, la continuidad entre conductores de la misma fase y cables de guardia.
- De energización de la línea: esta prueba será la final y se realizará a voltaje inducido y a voltaje nominal.

### 3.7.1.3 Materiales

#### 1. Cemento

El cemento deberá cumplir con los requisitos de las especificaciones para cemento ASTM C150. Tanto en el transporte, como en la bodega y sitio de la obra debe protegerse adecuadamente de la humedad y de la contaminación. No podrá usarse en el trabajo cemento regenerado o cemento que contenga terrones, o que presente falso fraguado.

#### 2. Agregados

Todos los agregados, arena y grava, o roca triturada, o una combinación de los dos, serán no reactivos y deben cumplir los requisitos de ASTM C-33.

El agregado fino cumplirá con las especificaciones establecidas para el hormigón. La granulometría será uniforme de acuerdo con las secciones para agregado fino de las especificaciones ASTM C-33 para agregados de hormigón.

El agregado grueso cumplirá lo indicado en las secciones para agregado grueso de la ASTM designación C-33. Será bien graduado y estará compuesto de grava lavada o roca triturada consistente de partículas duras, fuertes y durables, sin laminaciones, partiduras, recubrimientos, partículas suaves, porosas y deleznales.

### **3. Agua**

El agua que se use para mezclas de hormigón debe ser limpia y estar libre de aceites, ácidos, álcalis, sales, materia orgánica u otras sustancias que pueden ser perjudiciales al hormigón o al acero. Si se contempla el uso de agua no potable, la selección debe basarse haciendo mezclas de hormigón preparadas con agua de dicha fuente, de acuerdo con el ensayo ASTM C-109.

### **4. Aditivos**

Las pruebas para la aprobación de aditivos se harán usando el mismo tipo de cemento, agregados y agua que se emplean para la elaboración del hormigón, comparando mezclas testigo que no contengan aditivo, con mezclas que contengan el aditivo propuesto. Las pruebas se realizarán de acuerdo a las normas ASTM C 260 y C 233.

### **5. Material de relleno**

El material producto de las excavaciones para las cimentaciones de las torres pueden ser utilizados como material de relleno, sin embargo para la zona del proyecto el material no es el adecuado para ser utilizado como relleno de las cimentaciones, dado principalmente por sus características de expansividad que pudieran comprometer la estabilidad de la cimentación y de la estructura.

El material para relleno, así como los materiales pétreos serán obtenidos de canteras autorizadas con licencia de explotación, de la ciudad de Guayaquil o, de sectores donde se haya comprobado la calidad del material.

### **6. Fabricación del Hormigón**

Todo hormigón a colocarse en la obra será mezclado a máquina con el uso de concreteteras. Sólo el hormigón para replantillo ( $f'c=140$  kg/cm<sup>2</sup>) podrá mezclarse a mano.

La medida, mezcla y colocación del hormigón debe ceñirse a los requerimientos del Código de Construcción para Concreto Reforzado, ACI 318 y la Práctica Recomendada para Medida, Mezcla y Colocación de Hormigón, ACI C-14.

Cuando el transporte del hormigón se haga utilizando camiones mezcladores, el hormigón enviado al sitio de utilización será mezclado en ruta. La mezcla cumplirá las especificaciones ASTM-C 94. La mezcla será rigurosamente controlada en el tiempo de agitación, tiempo de mezclado y tiempo total, luego del arribo al sitio. El hormigón será colocado en el sitio final, en los encofrados, dentro de la 1 ½ horas después de la adición del agua al cemento.

Si se estima que el tiempo de transporte del hormigón pudiere ser mayor de una hora, necesariamente el transporte se hará con la mezcla en seco, agregando el agua en el sitio de vaciado.

## **7. Colocación del hormigón**

La colocación del hormigón debe iniciarse tan pronto se hayan instalado los refuerzos, todo el hormigón debe colocarse sobre superficies secas, donde la remoción de agua no sea posible, se utilizarán métodos adecuados que garanticen los esfuerzos finales y resistencias del hormigón.

Inmediatamente antes de la colocación del hormigón se debe limpiar las áreas excavadas y/o las superficies de los encofrados. El agua, el suelo, lodo, viruta de madera que se encuentren en el fondo de la excavación deben ser removidos y desalojados.

La colocación del hormigón debe llevarse a cabo en tal forma que se evite la segregación del agregado, para reducir la segregación del agregado grueso, el hormigón no se dejará caer sobre zonas densas de varillas de refuerzo; en tales casos debe usarse canaletas o mangas. En ningún caso se dejará que el hormigón caiga libremente a más de 1.50 m de altura.

Los sobrantes de hormigón deberán colocarse sobre recipientes de recolección para ser transportados hacia botaderos autorizados y no causar daño al medio ambiente.

El hormigón que no haya sido colocado dentro de una y media hora después de que todos los componentes hayan sido mezclados, deberá ser descartado tampoco podrá colocarse ningún hormigón que haya empezado a fraguar, aun cuando el tiempo especificado no haya transcurrido.

## **8. Acero de refuerzo**

Las varillas de refuerzo serán del grado que se indique en los planos de construcción y que cumplan los requerimientos de ASTM designaciones A-615 y A-305.

El acero de refuerzo debe ser limpio y libre de óxido suelto, escamas, lechada de cemento, imperfecciones, rajaduras, excesivas costras de laminado, pintura, aceite, grasa y más materiales indeseables, que reduzcan la adherencia con el hormigón.

El acero de refuerzo para hormigón se debe almacenar ordenándolo en lotes separados por diámetro y longitud y se evitará que quede en contacto directo con el suelo. En caso de que el período de almacenamiento se prolongue, se deberá proteger el acero contra la humedad.

Las varillas de acero de refuerzo se cortarán y doblarán en frío de acuerdo a las dimensiones y radios de curvatura indicadas en los planos de diseño y no se permitirá enderezar y volver a doblar. No se utilizarán varillas que tengan torceduras o dobladuras que no aparezcan en los planos.

## **9. Cuidado y Curado**

Tan pronto como las superficies expuestas del hormigón lo permitan, se curarán con una membrana impermeable que retenga la humedad. Esta membrana sellante cumplirá con la norma ASTM-C 309 y con las instrucciones del fabricante. Se deben tomar medidas efectivas para evitar la entrada de agua de alguna fuente al hormigón fresco.

## **10. Pruebas de hormigones**

Se realizarán pruebas de resistencia a la compresión del hormigón a ser utilizado en las fundaciones. La toma de muestras y las pruebas se realizarán según las normas ASTM C-172 y C-873 y deben ser marcadas y curadas de acuerdo a la Norma ASTM C-31.

### **3.7.2 Etapa Operativa y Mantenimiento**

Por las características constructivas de este tipo de líneas y la seguridad que se les da durante la etapa de construcción, estas no requieren mayor mantenimiento. Entre las principales actividades de mantenimiento que se deben realizar durante la etapa de operación de la Línea de Transmisión son las citadas a continuación:

#### **3.7.2.1 Mantenimiento de la faja de servidumbre**

Re realizará actividades de limpieza y desbroce de la vegetación, de forma que esta no pueda alcanzar los conductores y estén bajo las distancias de seguridad verticales y horizontales.

Además se debe verificar y controlar que no se realicen construcciones dentro de la franja de servidumbre que es de 30 metros de ancho. Dentro de esta actividad se incluye también la revisión del estado de los caminos de acceso y del estado del suelo en lo que a estabilidad se refiere, realizando las reparaciones que se requieran.

#### **3.7.2.2 Mantenimiento de las estructuras metálicas**

Las estructuras metálicas serán revisadas para determinar que no exista oxidación en sus elementos, que las bases de hormigón estén en buen estado, que a la estructuras no le falten piezas debido a robo, verificar su verticalidad, verificación del estado de galvanizado y de la señalización y numeración.

En caso de fallas que se presenten en las estructuras, estas deben ser corregidas inmediatamente por el personal de mantenimiento, para precautelar la integridad de la línea y garantizar la vida útil.

Es necesario realizar el mantenimiento a las obras de arte y que corresponden a cunetas de coronación, muros de hormigón, muros de gaviones, drenes y subdrenes, etc. El mantenimiento y reparación de estas obras, evitarán la desestabilización de los terrenos que puedan afectar la integridad de las bases de estructuras metálicas.

### **3.7.2.3 Mantenimiento de aisladores**

Durante la etapa de mantenimiento, se debe realizar la inspección visual del estado de los aisladores para prevenir los flameos inversos. Igualmente se deberá revisar el estado del galvanizado de las partes metálicas de los aisladores y de todos los herrajes que sirven para la sujeción de los aisladores a los conductores y a la estructura. En caso de detectar fallas en estos elementos, se procederá a su reposición mediante la utilización de equipo para mantenimiento con línea energizada.

### **3.7.2.4 Mantenimiento de los conductores**

Comprende la revisión de los ajustes en las grapas de retención y suspensión, el estado de los conductores y varillas de armar preformadas, el estado y sujeción de los amortiguadores, la distancia de seguridad de la línea con respecto al suelo, vías, viviendas, árboles etc.

En caso de determinar fallas del conductor, se procederá a su reparación o al cambio del tramo dañado. Si las distancia de seguridad han sido reducidas, se procederá a la recalibración de los conductores hasta que la tensión lo permita.

### **3.7.2.5 Mantenimiento de puestas a tierra**

Se procederá a realizar mediciones de los valores de puesta a tierra en cada una de las estructuras, en caso de que su valor sea inferior a 10 ohmios, se realizará el mejoramiento de la misma, mediante el incremento de varillas de cobre o por cualquier otro método.

## **3.8 PERSONAL**

Según la información proporcionada por CELEC EP – TRANELECTRIC, para la construcción de la Línea de Transmisión Chongón – Santa Elena a 230 kV, se estima que será necesario el concurso de 100 personas conformadas en cuadrillas de trabajo, según las necesidades y avances de la obra.

Durante la etapa operativa de la Línea para el Mantenimiento se contará con cuadrillas que dependiendo de las actividades a realizar estarán conformadas entre 3 a 10 personas. Sin embargo las actividades de mantenimiento estarán sujetas a la planificación y cronograma de CELEC – EP TRANELECTRIC.

Todas las labores deben realizarse observando las reglas de seguridad industrial y salud ocupacional, conforme se establece en el Instructivo de Seguridad e Higiene Industrial de CELEC EP - TRANELECTRIC. Especial cuidado deberá tener el personal que trabaja en altura y cuando las condiciones climáticas son adversas.