

CAPÍTULO III

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO “SUBESTACIÓN LAGO DE CHONGÓN A 138/230 kV”

3.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

El proyecto “**Subestación Lago de Chongón a 138/230 kV**” se ubicará en el sector conocido como Aguas Negras de la comuna Casas Viejas, perteneciente a la parroquia Chongón del cantón Guayaquil – provincia de Guayas

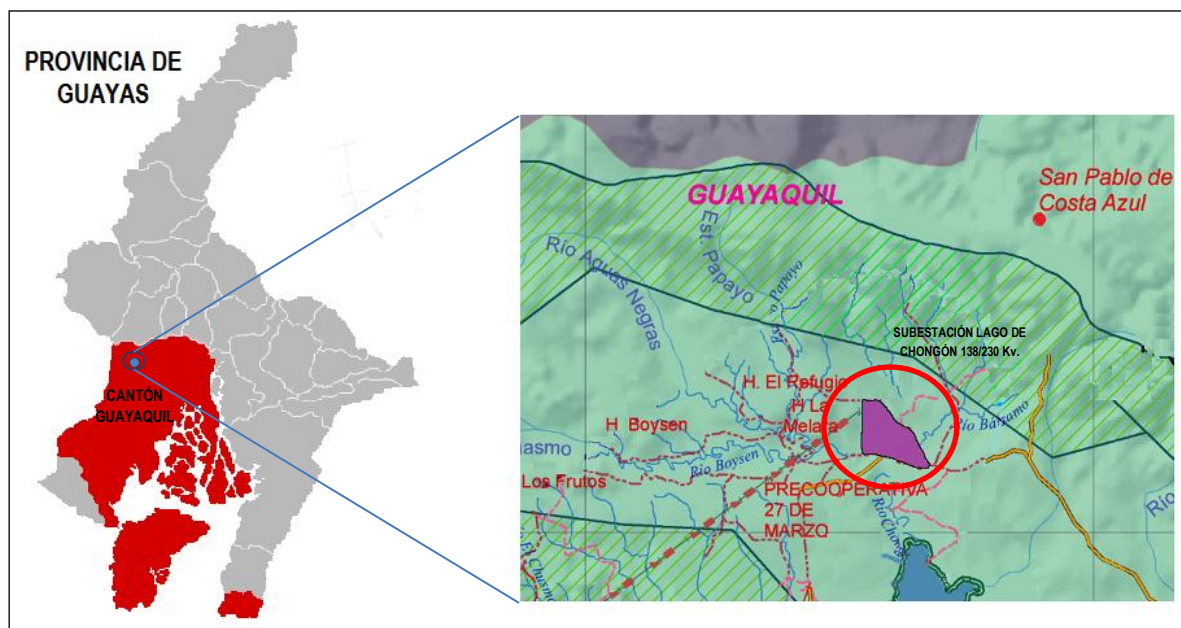
Las coordenadas que delimitan al terreno en donde se implantará la futura subestación son las que se listan a continuación:

Tabla No 3.1 Coordenadas Subestación Lago de Chongón 138/230 kV.

PUNTO	COORDENADAS WGS 84	
	ESTE (ZONA 17)	NORTE
Estructura 56	595673	9762582
Estructura 55	595950	9762752
V1	595613	9762616
V2	595792	9762597
V3	595990	9762325
V4	595621	9762323

Fuente: CELEC – EP TRANSELECTRIC

Ilustración No 3.1 Ubicación del proyecto



3.2 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto construcción, operación y mantenimiento de la Subestación “Lago de Chongón a 138/230 kV”, ubicada en la parroquia Chongón, cantón Guayaquil de la provincia de Guayas, surge por la necesidad de dar mayor confiabilidad al Sistema Nacional de Transmisión de Energía Eléctrica en cuanto al abastecimiento de la zona de Santa Elena, dado principalmente por las siguientes consideraciones:

En la actualidad la única línea de transmisión que alimenta a la provincia de Santa Elena, es la “Línea de Transmisión Pascuales – Santa Elena”, la misma parte desde la Subestación Pascuales, compartiendo las mismas estructuras de la Línea Pascuales – Posorja hasta el sector denominado Las Juntas del Pacífico, en donde se divide, un circuito hacia Santa Elena y otro hacia Posorja, por tanto en el sector de Juntas del Pacífico se dividen las estructuras y parte una línea de un solo circuito a 138 kV hacia Santa Elena y otro hacia Posorja.

Posteriormente hubo la incursión de un agente generador Electroquil, quien se conectó a la Línea de Transmisión Pascuales - Posorja, en el sector denominado Aguas Negras en el cantón Chongón, mediante una conexión física sin equipos de maniobra y seccionamiento, lo cual pone en riesgo al sistema al no tener una operatividad adecuada; el momento de existir una falla en Electroquil, al estar directamente conectado a la línea de transmisión dejaría sin electricidad a la provincia de Santa Elena.

También como parte del programa de generación eléctrica, se tiene planificado la reubicación de barcasas de generación en Posorja o en Santa Elena, y por consecuencia esto conlleva a la saturación de la línea de transmisión Pascuales-Santa Elena a 138 kV.

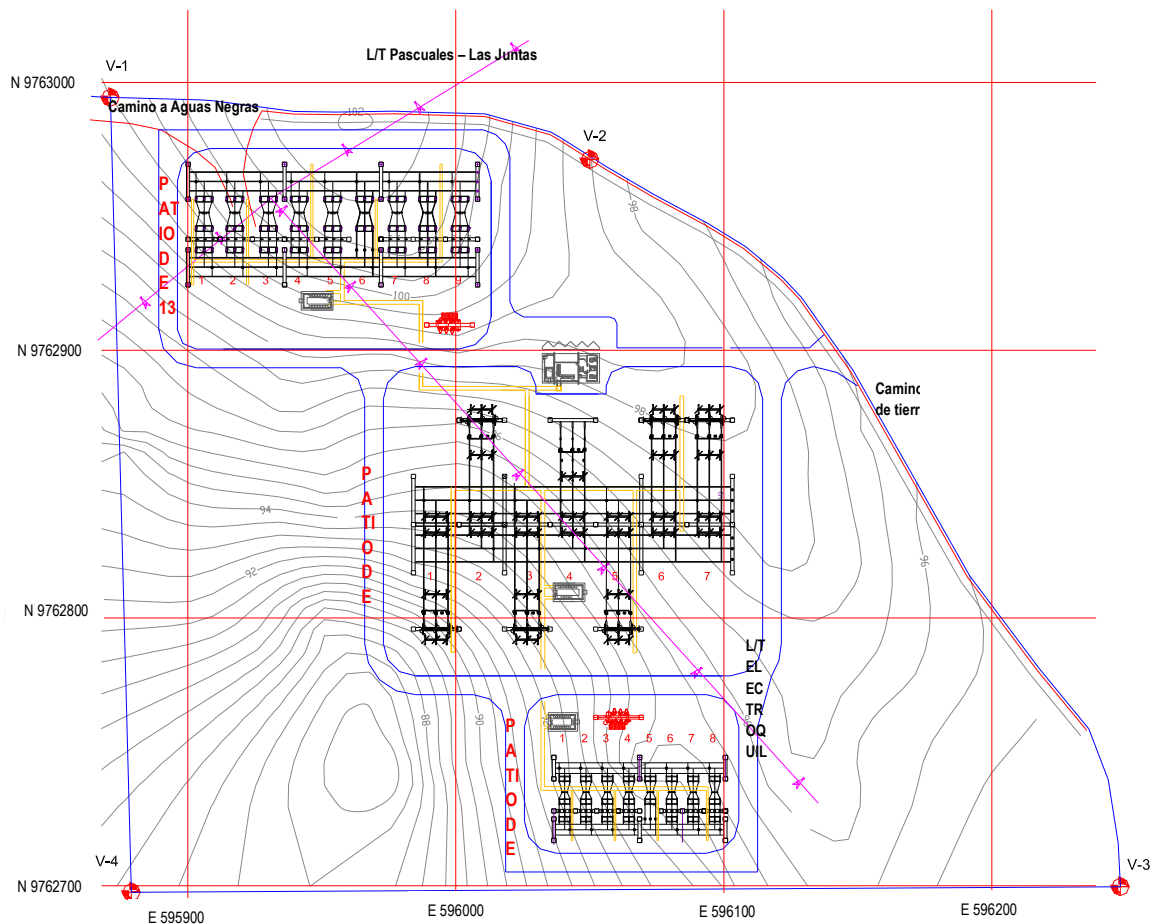
Por los antecedentes antes indicados, en función de la proyección de la demanda anual de potencia y energía prevista en el sector para el período 2010 – 2020 y considerando la lista de proyectos de generación futura para servicio público tramitados por el Consejo Nacional de Electrificación (CONELC), se ha previsto la construcción del “Sistema de Transmisión Lago Chongón – Santa Elena a 230 kV”.

Parte integral del Sistema de Transmisión Lago Chongón – Santa Elena a 230 kV, es la construcción y operación de la “Subestación Lago de Chongón a 138/230 kV”, misma que en su primera etapa funcionará como una subestación de seccionamiento en donde se ubicará a los agentes generadores en este caso a Electroquil, con conexiones seguras que garantice la operatividad del sistema de transmisión, aunque el futuro de la subestación es el interconectarla con la subestación Nueva Prosperina, por lo que inicialmente estará aislada a 230 kV.

3.3 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto se llevará a cabo en el sector de Aguas Negras en la parroquia Chongón, cantón Guayaquil, el área del terreno donde se implantará la Subestación Lago de Chongón a 138/230 kV es de 8.57 hectáreas perteneciente a CELEC EP – TRANSELECTRIC.

Ilustración No 3.2 Implantación General de la Subestación



La construcción de la subestación Lago de Chongón, será efectuada por etapas. En la primera etapa el objetivo de la subestación es el conectar e incorporar de manera segura al agente generador Electroquil, ya que en la actualidad el mismo está conectado de forma directa (sin equipos de seccionamiento y maniobra) hacia la Línea de Transmisión Pascuales – Posorja a 138 kV, poniendo en riesgo al sistema de transmisión en caso de existir algún problema con Electroquil.

También durante esta etapa se pondrá en funcionamiento la Línea de Transmisión Chongón – Santa Elena a 230 kV, la cual partirá desde la Subestación Lago de Chongón hacia la Subestación Santa Elena ubicada en el cantón y provincia del mismo nombre. Esa línea estará aislada a 230 kV, durante la primera etapa, se instalará únicamente un circuito energizado a 138 kV, aunque el equipamiento total de la línea es a 230 kV. Por tanto la Subestación Lago de Chongón durante su primera etapa funcionará como subestación de seccionamiento a 138 kV.

En un futuro, según el plan de expansión 2010 - 2020 aprobado por el CONELEC, se tiene planificado la interconexión entre Chongón y Nueva Prosperina, por lo que se tiene previsto dentro del proyecto “Subestación Lago de Chongón”, la implementación de un patio a 230 kV y transformador a 230/138 kV.

Dependiendo de la demanda de transmisión para el sector de Guayaquil, podría requerirse también la implementación futura de un patio a 69 kV y transformador a 230/69 kV, tal requerimiento está aun en análisis, sin embargo dentro del predio destinado a la subestación se ha reservado un área para la implementación de este patio en caso de convenir con la demanda de CELEC – EP TRANSELECTRIC.

El presente estudio analizará y evaluará los aspectos técnicos ambientales para la implementación de la Subestación Lago de Chongón a 138/230 kV.

La Subestación Lago de Chongón a 138/230 kV incluirá las siguientes obras:

1. Patio de 138 kV

- 7 bahías de línea a 138 kV
- 1 bahía de transferencia
- 1 bahía de autotransformador de 138/230 kV (a implementarse en un futuro)
- 1 bahía de transformador de 230/138 kV (a implementarse en un futuro)
- Un Transformador trifásico de 180/240/300 MVA. (a implementarse en un futuro)
- Cuarto de control

2. Patio de 230 kV

- 4 bahías de línea a 230 kV
- 1 bahía de autotransformador de 230/138 kV
- 1 bahía de acoplamiento
- Cuarto de control
- Oficina

3.4 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA SUBESTACIÓN

La Subestación Lago de Chongón a 138/230 kV, será implementada en un terreno cuya área es de 8.57 hectáreas aproximadamente. En primera instancia actuará como subestación de seccionamiento a 138 kV (2012 – 2013), aun cuando estará aislada a 230 kV para en un futuro ser interconectada con la subestación Nueva Prosperina.

Las especificaciones generales de la subestación, son las listadas en la siguiente tabla:

Tabla No 3.2 Características Técnicas Generales del proyecto

PARAMERO	CARACTERÍSTICA TÉCNICA
Tipo	convencional, con barra principal y barra de transferencia
Voltaje	138 kV aislada a 230 kV
Patio de 138 kV	7 bahías de línea a 138 kV 1 bahía de transferencia 1 bahía de autotransformador de 138/230 kV (a implementarse en un futuro) 1 bahía de transformador de 230/138 kV Cuarto de control
	El equipamiento de cada posición de línea consta de: 1 disyuntor 2 seccionadores sin cuchilla de tierra 1 seccionador con cuchilla de tierra 3 transformadores de corriente 3 transformadores capacitivos de potencial 3 pararrayos El equipamiento de la posición de transferencia consta de: 1 disyuntor 2 seccionadores con cuchilla de tierra La barra principal consta de: 3 transformadores capacitivos de potencial
Patio de 230 kV (a futuro)	1 transformador 230/138 kV, 4 posiciones de línea, 2 posiciones de transformador 1 posición de acoplador);
Patio de 69 kV (a futuro)	6 posiciones de línea, 1 posición de transformador 1 posición de transferencia); 1 posición de transformador para el patio de 138 kV

Fuente: CELEC – EP TRANSELECTRIC 2011

3.5 ETAPAS DE LA SUBESTACIÓN LAGO DE CHONGÓN 138/230 kV

3.5.1 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. Replanteo del proyecto.
2. Construcción del campamento base
3. Nivelación del terreno
4. Colocación de la malla de puesta a tierra
5. Construcción de cimentaciones
6. Construcción de obras civiles en general

Montaje Electromecánico:

1. Montaje de estructuras metálicas
2. Instalación de barras (conductores aéreos) y accesorios
3. Montaje de equipos
4. Cableado del circuito de control y protección
5. Inspecciones
6. Pruebas y energización.

3.5.1.1 Obras Civiles

1. Replanteo del proyecto

Este trabajo será realizado por el topógrafo luego de la revisión del diseño y para iniciar la construcción, consiste en el estacado correcto de los puntos en donde se ubicarán las cimentaciones para los equipos y en general para todas las obras civiles.

2. Campamento Temporal

El campamento base, servirá 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.

Dependerá del contratista el adquirir o arrendar el terreno para la ubicación del campamento temporal, sin embargo debido a las características de vialidad del proyecto se estima que el campamento podrá ser ubicado dentro del mismo predio o en los alrededores del terreno de implantación.

3. Nivelación del terreno

En esta actividad se procederá a dejar el terreno nivelado, mediante el uso de equipo requerido para el efecto, lo que implica el movimiento de tierras y la compactación para que no se tengan inconvenientes durante la construcción de las obras civiles en cuanto a los niveles que tengan los deferentes elementos que constituyen la subestación.

4. Colocación de la malla de puesta a tierra

Con el fin de que todos los sobrevoltajes que se originen dentro de la subestación sean descargados a tierra, como parte inicial de la construcción de la subestación se debe colocar la malla de puesta a tierra, que consiste en un tejido de cables de cobre unidos entre sí mediante procesos termofuendentes, enterrados a una profundidad aproximada de 50 cm y unidos a varillas de “coperweld” que van hincadas en el terreno.

La separación entre los cables de cobre y la configuración de la malla de puesta a tierra serán determinados en base a la resistividad del terreno: Se debe dejar cables que salgan a la superficie, con el objeto de conectar a los equipos y a todas las partes metálicas en general.

Para la colocación de la malla de puesta a tierra se deberá realizar la excavación de zanjas a la profundidad de enterramiento del cable del menor ancho posible (20 cm aproximadamente), a objeto de reducir el trabajo y la acumulación temporal de material, ya que estas “zanjas” deberán ser rellenadas y compactadas.

5. Construcción de cimentaciones

Dentro de la subestación es necesario realizar la construcción de bases de hormigón armado, en éstas bases se asentarán las estructuras metálicas y equipos; se requiere dejar colocados pernos de anclaje de acuerdo al diseño que corresponda.

Dentro del proceso de construcción de estas obras, como primera etapa se realizarán las excavaciones, las que podrán ser en forma manual o mediante el uso de maquinaria. Si las condiciones del terreno no son las adecuadas, será necesario utilizar material de mejoramiento.

Se procede entonces con el armado de los hierros, de conformidad a los planos y planillas de hierro establecidas en el diseño y al armado de encofrados.

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 resistencia.

Finalmente, se procederá al retiro de los encofrados y a verificar que el hormigonado ha sido realizado cumpliendo con las normas y diseños, procediendo con el relleno compactado utilizando materiales producto de la excavación.

6. Construcción de obras civiles en general

Dentro de una subestación, se requiere la construcción de varias obras civiles, las que tienen la finalidad de dar las seguridades requeridas, facilitar la operación y el mantenimiento. Dentro de estas obras podemos citar las siguientes:

- Casa de control, desde donde se realizará el control y la operación de los equipos.
- Cerramiento exterior.
- Sistemas de drenaje de aguas lluvias.
- Trincheras para el paso de cables.
- Veredas y bordillos.
- Caminos para circulación de vehículos.
- Sistema para el suministro de agua (cisterna y otros)
- Sistema de evacuación de aguas lluvias y servidas (pozo séptico)

Para la ejecución de estas obras se requiere la utilización de varios materiales, entre los que podemos citar piedra, grava, arena, ladrillo, cemento, hierro, material para encofrado, etc., los que deben ser de buena calidad. Estas obras implican la utilización de gran cantidad de mano de obra. Durante el proceso de construcción es necesario verificar el cumplimiento de las especificaciones técnicas de los materiales y las normas de seguridad.

3.5.1.2 Montaje Electromecánico

1. Montaje de estructuras metálicas

Luego de concluir con la construcción de las bases de hormigón, se procederá con el armado de las estructuras metálicas de conformidad a los planos proporcionados por el fabricante. Se iniciará con el ordenamiento y clasificación de piezas para luego proceder con el armado de las mismas sin ajustar completamente los pernos, utilizando herramienta menor compuesto de plumas, grilletes, poleas y materiales como cabos de nylon o de otro material no metálico, sin que se permita la utilización de cuerdas metálicas, alambres desnudos o cadenas de acero que puedan dañar el galvanizado.

Luego de que las estructuras hayan sido montadas, se procederá a verificar la verticalidad, para finalmente proceder al ajuste definitivo de los pernos al torque que corresponda a cada diámetro de perno.

2. Instalación de barras y accesorios

Las barras de la subestación estará conformada por conductores de aluminio desnudo que servirá para realizar la conexión entre los diferentes equipos y las salidas de las líneas, de acuerdo al diseño establecido para el efecto. Las barras van tensadas entre las estructuras metálicas, siendo necesaria la colocación de las cadenas de aisladores y los elementos de sujeción a la estructura.

Las barras serán colocadas y tesadas mediante métodos que no ocasionen daños al conductor. Se deberá tomar precauciones especiales para impedir que el conductor 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 deberá ser reemplazado por uno nuevo.

3. Montaje de equipos

Esta etapa consiste en el montaje de los equipos de la subestación, que corresponden a interruptores de potencia, seccionadores, pararrayos, transformadores de potencial, transformadores de corriente y otros.

Una parte de los equipos serán montados sobre las estructuras metálicas, en tanto que otros serán colocados sobre las bases de hormigón armado construidas para el efecto y con los pernos de anclaje necesarios para sujetarlos. Antes de realizar el ajuste de los pernos, se deberá verificar que los equipos estén totalmente alineados y nivelados.

4. Cableado del circuito de control y protección

Luego de que los equipos hayan sido montados, se procederá a la instalación de los diferentes cables que corresponden a los circuitos de control y protección de la subestación. Estos cables se conectan entre los equipos de fuerza (seccionadores, interruptores, etc.) y los instrumentos de control y protección (relés y otros). Los cables a utilizar son de baja tensión, aislados, recorren por las trincheras y por ductos colocados para el efecto.

5. Inspecciones

Las inspecciones se llevarán a cabo durante todo el proceso de construcción y montaje de la subestación, acciones que deben ser realizadas por personal técnico debidamente capacitado y con experiencia en este tipo de obras.

Las inspecciones se deben realizar a todas las obras civiles, al montaje de estructuras metálicas, al montaje de barras y equipos, al cableado y conexiones. Durante este proceso se debe verificar el cumplimiento de las especificaciones técnicas de los materiales utilizados, los procesos constructivos, el personal empleado sea debidamente capacitado y que la obra sea ejecutada de acuerdo a los planos. Durante esta etapa se debe verificar la calidad y resistencia del hormigón en base a pruebas de resistencia.

6. Pruebas y energización

Una vez de que se haya concluido con el montaje de equipos y el cableado de los mismos, la siguiente etapa consiste en la ejecución de todas las pruebas eléctricas de estos a fin de verificar su correcto funcionamiento tanto de los equipos como de los circuitos de control y protección. Estas pruebas se realizarán sin energizar la subestación, utilizando los equipos y procedimientos adecuados para el efecto.

En caso de presentarse fallas tanto en los equipos como en los circuitos de control, y protección, se procederá a su reparación. Luego de que todas las pruebas resulten satisfactorias, se procederá a la energización de la subestación con lo cual se iniciará su operación.

3.5.1.3 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 concretas. Sólo el hormigón para replantillo ($f'c=140$ kg/cm²) 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.

3.5.2 Etapa Operativa y Mantenimiento

Las actividades de mantenimiento de la subestación son reducidas, debido a las características constructivas y al tipo de equipos que se instalarán. Entre las principales actividades de mantenimiento que se deben realizar durante la etapa de operación de la subestación son las siguientes:

3.5.2.1 Mantenimiento de las obras civiles

Es necesario realizar la limpieza de la subestación en general, para evitar que se acumule basura, malezas y vegetación en forma desordenada. Se debe realizar el mantenimiento adecuado a la casa de mando, al cerramiento exterior, a los sistemas de drenaje, trincheras, bordillos y demás obras civiles, de forma que permanezcan siempre en condiciones óptimas de funcionamiento.

3.5.2.2 Mantenimiento de las estructuras metálicas

Las estructuras metálicas serán revisadas para determinar que no exista oxidación en sus elementos, verificar su verticalidad y verificación del estado de galvanizado. En caso de fallas que se presenten en las estructuras, estas deben ser corregidas inmediatamente por el personal de mantenimiento, para precautelar la integridad y garantizar su vida útil.

3.5.2.3 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.

En caso de que se acumule polvo en los aisladores, estos serán sometidos a un proceso de limpieza o lavado, con lo que se evitará fallas y por consiguiente ayudará a mantener la continuidad del servicio.

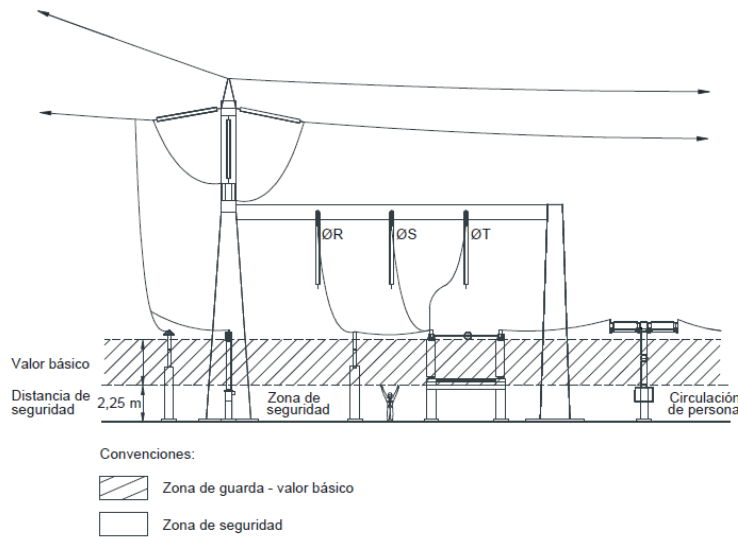
3.5.2.4 Mantenimiento de equipos

Los equipos a ser instalados requieren mantenimiento mínimo, mismo que debe ser efectuado de acuerdo a lo establecido en los manuales que proporciona el fabricante. Como mantenimiento de rutina, es necesario realizar limpieza de estos elementos y ajuste de los conectores para asegurar un buen contacto.

3.6 DISTANCIAS DE SEGURIDAD

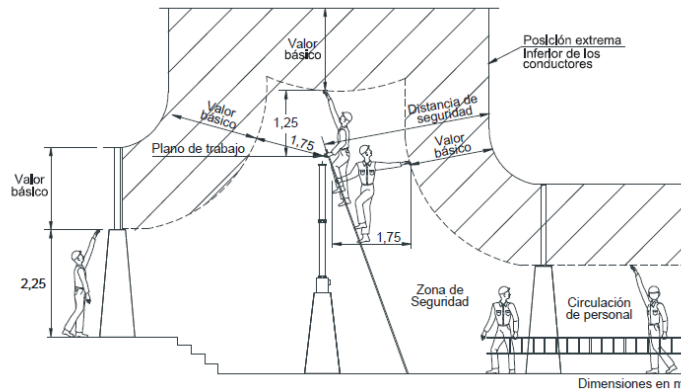
Debido a que las distancias de seguridad son muy importantes en una obra de esta naturaleza, especialmente para prevenir fallas y proteger a los seres humanos que eventualmente pueden estar en su alrededor, a continuación se señalan las distancias de seguridad, aplicables según la norma IEC 60071-2 y del comité 23 del CICRE. (Ver Ilustración 3.7., Ilustración 3.8. y Tabla 3.5.):

Ilustración No 3.3 Zona de Seguridad – Circulación del Personal



Fuente: Reglamento técnico de instalaciones eléctricas (RETIE) - Colombia / IEC 60071-2 y del comité 23 del CICRE

Ilustración No 3.4 Zonas de Seguridad



Fuente: Reglamento técnico de instalaciones eléctricas (RETIE) - Colombia / IEC 60071-2 y del comité 23 del CICRE

Tabla No 3.3 Distancias de Seguridad en el aire, figuras 3.3 y 3.4

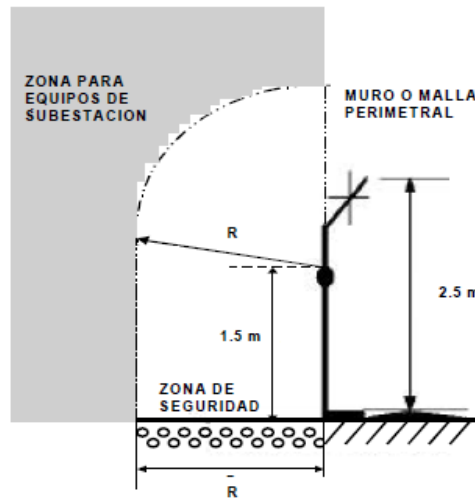
Up (Kv) (valor pico) (1)	Distancia mínima según IEC (m) (2)	DISTANCIAS DE SEGURIDAD												
		Valor básico			Circulación de personal			Zona de trabajo en ausencia de maquinaria pesada				Circulación de vehículos		
		Cantidad que se adiciona		Valor básico (m) (5)=(2)+(4)	Bajo conexiones		(m) (8)	Horizontal		Vertical		Zona de seguridad		Valor Total (m) (15)=(5)+(13)+(14)
		% (3)	(m) (4)		Zona de seguridad (m) (6)	Valor Total (m) (7)=(5)+(6)		Zona de seguridad (m) (9)	Valor Total (m) (10)=(5)+(9)	Zona de seguridad (m) (11)	Valor Total (m) (12)=(5)+(11)	Gálio (m) (13)	Tolerancia (m) (14)	
138	0.25	10	.02	0.27	2.25	(*)	2.25	1.75	(*)	1.25	(*)	(**)	0.70	(**)
230	0.44	10	.05	0.49	2.25	(*)	2.25	1.75	(*)	1.25	(*)	(**)	0.70	(**)

Fuente: Reglamento técnico de instalaciones eléctricas (RETIE) / IEC 60071-2 y del comité 23 del CICRE

Notas: (*) El valor mínimo recomendado es 3 m, pero puede ser menor según la experiencia.
 (**) Se determina en cada caso

Los cercos o paredes que son instalados como barreras para el personal no autorizado, deben colocarse de tal manera que las partes expuestas energizadas permanezcan por fuera de la zona de distancia de seguridad, tal como se ilustra en la siguiente figura y tabla.

Ilustración No 3.5 Distancias de seguridad contra contactos directos



Fuente: Reglamento técnico de instalaciones eléctricas (RETIE) - Colombia / IEC 60071-2 y del comité 23 del CICRE

Tabla No 3.4 Distancias de Seguridad para la ilustración 3.5

Tensión Nominal entre fases (kV)	Dimensión "R" (m)
138	4
230	4.7

Fuente: Reglamento técnico de instalaciones eléctricas (RETIE) - Colombia / IEC 60071-2 y del comité 23 del CICRE

3.6.1 Distancias mínimas para prevención de riesgos por Arco Eléctrico

Las distancias mínimas de aproximación a equipos, se deben cumplir para prevenir efectos de arcos eléctricos, que puedan ocasionarse durante los trabajos en equipos con tensión, por una falla técnica o por un acto inseguro. Para personas no calificadas, se debe respetar el límite de aproximación seguro, mientras que para trabajos en tensión, se deberá cumplir con el límite de aproximación técnica.

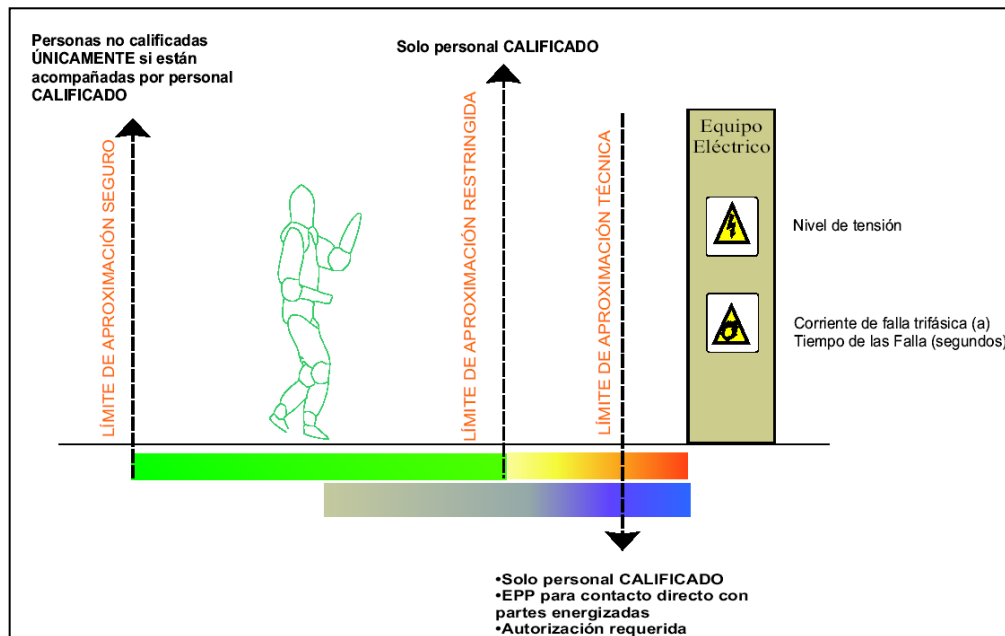
Adicionalmente se deberá instalar etiquetas donde se indique el nivel de riesgo que presenta un determinado equipo y utilizar elementos de protección personal acordes con el nivel de riesgo y el nivel de entrenamiento para realizar un trabajo que implique contacto directo.

Tabla No 3.5 Límites de aproximación a partes energizadas de equipos

Tensión nominal del sistema (fase – fase)	Límite de aproximación seguro (m)		Límite de aproximación restringida (m)	Límite de aproximación técnica (m)
	Parte Móvil expuesta	Parte Fija expuesta	Incluye movimientos involuntarios	
138 kV – 145 kV	3.35	3.0	1.09	0.94
230kV – 242 kV	3.96	3.96	1.60	1.45

Fuente: Reglamento técnico de instalaciones eléctricas (RETIE) - Colombia

Ilustración No 3.6 Límites de aproximación



3.6.2 Exposición a Campos Electromagnéticos

El campo electromagnético es producido por cargas eléctricas en movimiento (corriente alterna) y tiene la misma frecuencia de la corriente eléctrica que lo produce. Las instalaciones del sistema eléctrico de energía producen campos electromagnéticos a 60 Hz.

Los valores límites de exposición a campos electromagnéticos generados en la instalación eléctrica y a la frecuencia de la señal eléctrica para personas, que por sus actividades están expuestas a campos electromagnéticos o el público en general, no deberán exceder los valores previstos en las siguientes tablas.

Tabla No 3.6 Restricciones básicas para Exposiciones a Campos Eléctricos y Magnéticos (CEM) de 60 Hz

Tipo de Exposición	Densidad de la corriente para cabeza y tronco (mA/m ²) RMS
Exposición Ocupacional (POE) ³	10
Exposición al público en general (PG) ⁴	2

Fuente: *International Commission On Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP - 1998) - Recomendaciones Para Limitar La Exposición A Campos Eléctricos, Magnéticos y Electromagnéticos (Hasta 300 Ghz) / Normas de Radiaciones No Ionizantes de Campos Electromagnéticos – Anexo 10 Libro VI TULAS*

Tabla No 3.7 Valores de referencia para exposición a Campos Eléctricos y Magnéticos (CEM) de 60 Hz

Tipo de exposición	Reglamento Técnico de Instalaciones eléctricas RETIE 2008 – Colombia		International Commission On Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP) - Recomendaciones Para Limitar La Exposición A Campos Eléctricos, Magnéticos y Electromagnéticos (Hasta 300 Ghz)		
	Intensidad de Campo Eléctrico E (V/m)	Densidad de Flujo Magnético (Microteslas μ T)	Intensidad de Campo Eléctrico E (V/m)	Intensidad de Campo Magnético H (A/m)	Densidad de Flujo Magnético B (Microteslas μ T)
Exposición ocupacional (8 horas/diarias)	10000	500	8333	333	417
Exposición del público en general a borde de la franja servidumbre (15 m)	5000	100	4167	67	83

Fuente: *Reglamento Técnico de Instalaciones eléctricas RETIE 2008 – Colombia; International Commission On Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP) - Recomendaciones Para Limitar La Exposición A Campos Eléctricos, Magnéticos y Electromagnéticos (Hasta 300 Ghz) - 1 Tesla = 10.000 gauss*

3.7 PERSONAL

Según la información proporcionada por CELEC EP – TRASNELECTRIC, para la construcción de la Subestación Lago de Chongón a 138/230 kV, se estima que será necesario el concurso de 50 personas conformadas en cuadrillas de trabajo, según las necesidades y avances de la obra. Para su operación se contará con un técnico electricista y uno o dos guardias de seguridad.

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 - TRANSELECTRIC. Especial cuidado deberá tener el personal que trabaja en altura y cuando las condiciones climáticas son adversas.

³ La población ocupacionalmente expuesta (POE) consiste en adultos que generalmente están expuestos bajo condiciones conocidas y que son entrenados para estar conscientes del riesgo potencial y para tomar las protecciones adecuadas, durante su jornada de trabajo, correspondiente a la exposición Ocupacional.

⁴ El público en general (PG) comprende a individuos de todas las edades, sexo, raza, que no estén conscientes de su exposición a los campos electromagnéticos, corresponde a exposición al público en general.