

ÍNDICE

	Pág. No.
5. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES EN LA FASE DE CONSTRUCCIÓN.....	5-1
5.1 CARACTERÍSTICAS DE LA LÍNEA DE TRANSMISIÓN.....	5-1
5.1.1 Franja de Servidumbre	5-2
5.2 FASES DEL PROYECTO.....	5-2
5.2.1 Fase de Construcción	5-2
5.2.1.1 Movilización	5-3
5.2.1.2 Construcción de Torres de Transmisión	5-3
5.2.1.3 Montaje de cables	5-6
5.2.2 Fase de Operación y Mantenimiento	5-8
5.2.2.1 Energización de la Línea	5-8
5.2.2.2 Recorridos de Inspección	5-8
5.2.2.3 Operación.....	5-8
5.2.2.4 Mantenimiento	5-9

5. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES EN LA FASE DE CONSTRUCCIÓN

5.1 CARACTERÍSTICAS DE LA LÍNEA DE TRANSMISIÓN

En función del crecimiento de la demanda de energía eléctrica en el país, TRANSELECTRIC S.A. se vio en la necesidad de incrementar la capacidad de transmisión desde Colombia, como parte de un acuerdo binacional, construyendo una línea de 230 kV la cual forma parte del Sistema Nacional de Transmisión (SNT), misma que inicia su recorrido en la Subestación Pomasqui y se extiende a la ciudad de Tulcán a la torre límite territorial con Colombia.

La Línea de Transmisión Pasto – Quito II de doble circuito, posee un voltaje de 230 kV y una longitud de 136,1 Km, utilizando un total de 260 estructuras auto soportantes de acero galvanizado más el pórtico: 156 de suspensión liviana, 51 de suspensión pesada, tipo SL2 y SP2, respectivamente; 28 de anclaje de ángulo y trasposición tipo AL2; 19 de anclaje y remate tipo AR2 y 6 de anclaje pesado tipo AP2, en celosía de acero ASTM, con una altura promedio de 45 m sobre el nivel del suelo.

El conductor es de aluminio con alma de acero ACAR de calibre 1200, cable de guardia de acero galvanizado de 3/8", de 7 hilos y de alta resistencia.

Las cadenas de 21 aisladores son de porcelana de 10" de diámetro y 5 3/4" de altura de tipo estándar bola-rótula.

El principal aislante de la línea de transmisión es el aire, de ahí la importancia de conservar las distancias mínimas de los conductores energizados a los sitios de vivienda, cruce de vías y terrenos cultivados, por lo que de acuerdo a TRANSELECTRIC S.A. la línea de transmisión conserva la siguiente distancia vertical de:

- Terrenos cultivados ó no: 7.5 m.
- Caminos de segunda orden: 9.0 m.
- Caminos de primer orden: 12.0 m.
- Líneas de menor tensión: 3.5 m.
- Líneas de telecomunicación: 4.0 m.

En cuanto a la distancia horizontal las torres serán ubicadas a una distancia de:

- Borde de quebradas o talud pronunciados: 10.0 m.

- Bordos de carreteras de segundo orden: 30.0 m.
- Borde de carreteras de primer orden: 50.0 m.
- Borde de ríos: 50.0 m.
- Borde canales de riego: 10.0 m.

5.1.1 FRANJA DE SERVIDUMBRE

La franja de servidumbre es de 30 m de ancho, 15 m a cada lado del eje, los cuales están distribuidos de la siguiente forma:

- 8.0 m: franja central (4 m a cada lado del eje central) donde fue autorizado el desbroce total de la vegetación.
- 22,0 m: se permiten cultivos de hasta 5,0 m de altura.

La distancia del punto más alto de la vegetación debe ser mínimo de 4,0 m, mientras que la distancia mínima entre el conductor y el suelo, dentro de la franja de servidumbre es de 9,0 m.

Las construcciones de viviendas u otro tipo de edificaciones que realizadas en zonas rurales por las que atraviese la línea de transmisión, deben mantener una separación mínima de 8,0 m, en sentido horizontal al conductor más cercano hacia cualquier punto accesible o no accesible de la edificación.

5.2 FASES DEL PROYECTO

Entre las fases del proyecto se tiene:

- Construcción.
- Operación y Mantenimiento.

5.2.1 FASE DE CONSTRUCCIÓN

En esta fase se contemplaron todas las actividades necesarias para la ejecución de obras civiles, montaje de cables de guardia, conductores, inspecciones y pruebas.

Dentro de las principales etapas desarrolladas como parte de la Línea de Transmisión se tiene las siguientes:

5.2.1.1 Movilización

Dentro de esta etapa estaba contemplado inicialmente realizar la instalación de campamentos; sin embargo esta actividad no fue efectuada debido a la cercanía de centros poblados donde se implementaron sus bases.

Además como parte de la movilización se realizó el transporte de material y personal a través de las vías existentes y en un porcentaje mínimo a través de accesos construidos, tarea efectuada durante toda la fase de construcción en función de los requerimientos de la obra implementada.

5.2.1.2 Construcción de Torres de Transmisión

Durante esta etapa se consideraron las siguientes actividades:

- Replanteo topográfico.
- Estacado de los sitios definitivos.
- Construcción de vías de acceso.
- Excavación para la cimentación de las torres.
- Colocación de fundiciones de hormigón.
- Rellenos necesarios.
- Montaje armado de torres.
- Desbroce para tendido de los conductores.
- Vestido de estructuras.
- Riego de pescante.
- Tendido del conductor (tensión controlada).
- Regulado de conductores (templado).
- Colocación de amortiguadores y balizas.
- Pruebas.
- Energización.

A continuación se realiza una descripción de las actividades relevantes ejecutadas durante la fase de construcción:

Desbroce

Se realizó el desbroce y remoción de cobertura vegetal en los sitios donde se instalaron las torres y en las áreas adyacentes para la ubicación del equipo de construcción, para el efecto, se determinaron los árboles a ser talados ó cortados dentro de la zona de desbroce. Esta actividad se ejecutó utilizando métodos con los cuales se redujeron los daños en las zonas aledañas.

Excavaciones

Excavación del Cimiento

En los sitios donde fue posible el ingreso de maquinaria, se utilizó una retroexcavadora para efectuar los cimientos de cada torre hasta llegar a la profundidad de diseño.

De acuerdo al tipo de cimiento se hicieron las excavaciones estrictamente necesarias, limitando sus operaciones a un área de trabajo mínima y utilizando procedimientos eficientes.

Cimientos con Zapatas de Hormigón

La instalación de éstos cimientos incluyó la excavación, el drenaje del agua, el desalojo de los materiales excavados, el hormigón, el suministro y colocación del acero de refuerzo, la instalación de los ángulos de anclaje, el entibado cuando corresponda, el relleno compactado y el mejoramiento del suelo de fundación en caso de ser necesario.

Obras de Arte

De acuerdo a las especificaciones propias del proyecto, se construyeron muros y obras complementarias de hormigón, tales como cunetas revestidas.

Conformación de Terrazas (Explanaciones)

En los sitios que fue necesario se excavó el terreno natural para la conformación de terrazas con el objetivo de nivelar el suelo de implantación de la estructura o para mejorar la estabilidad de taludes de acuerdo a las dimensiones mínimas indicados en el diseño.

Obras en Hormigón

Esencialmente es el encofrado y fundición de estructuras de hormigón de 210 Kg/cm² para la erección de torres.

En concordancia a los planos se procedió a cortar varillas de hierro y ha armarlas en cada zapata, luego de lo cual los ángulos de anclaje fueron nivelados y los encofrados de las columnas armados.

Fundaciones Sobre Pilotes

El diseño y la estabilidad de los pilotes debieron concordar con la información y características de la capacidad portante del suelo. Se emplearon dos tipos de pilotes, mismos que se describen a continuación:

- Pilotes de hormigón prefabricados o fundidos in situ.
- Pilotes de hormigón pretensado.

Fundiciones para Torres

Cada estructura tiene cimientos independientes, los cuales dependen de las condiciones del suelo predominante en cada ubicación. En términos generales, estos cimientos son de los siguientes tipos:

- Pilotes de hormigón fundidos en sitio o hincados, cabezales y/o vigas de amarre.
- Zapatas de hormigón.
- Bloque de hormigón.

Tres días posteriores al término del hormigonado, se procedió a rellenar las zapatas con el material de la excavación.

El relleno se realizó en capas de 25 cm de altura, cada capa fue compactada hasta obtener una efectividad de por lo menos el 95 % del próctor estándar, valores comprobados por un densímetro nuclear.

Ensamblaje y Erección de Torres

Las estructuras fueron transportadas al sitio de armado, teniendo los debidos cuidados con el fin de que no sufran ningún deterioro en la capa de galvanizado. Una vez en el sitio se procedió a pre-armar sus partes en el suelo y finalmente con una pluma fueron elevadas a su posición final, este armado se realizó con los pernos sin ajuste a su torque final.

Cuando la torre estuvo completamente armada, con un equipo de topografía se la ubicó en posición vertical y se dispuso su ajuste permanente.

Aisladores y Accesorios

Al final de cada cruceta se instaló una cadena de aisladores con sus respectivos accesorios y en cada cruceta se colocó una polea para el tendido de conductores y cable de guardia.

Se armaron todas las partes componentes de los ensamblajes e instalaron los pasadores necesarios para completar las cadenas de aisladores, verificando que cada ensamblaje este correctamente instalado.

Levantamiento de Torres de Acero Galvanizado

Las torres fueron erguidas por el método de "erección floja" con excepción de los paneles del conjunto inferior de la torre, que fueron empernados y ajustados inmediatamente después del ensamblaje y nivelación. Las diagonales principales no fueron empernadas en su totalidad hasta que se realizó el ajuste final de la torre.

Preparación del Sitio para Apoyos

Se efectuó el replanteo observando todas las medidas necesarias para definir la correcta posición de cada estructura y de sus fundaciones. Se retiró todo el material encontrado en el sitio de la estructura que se haya acumulado durante los trabajos de desbroce; tales como, remoción de tocones, piedras o afloramiento de roca.

Instalación de Puesta a Tierra de las Torres

Una vez terminado el levantamiento de cada estructura y antes de la instalación de los conductores e hilos de guardia, fue necesario medir la resistencia a tierra de las estructuras. Si en las mediciones efectuadas se obtuvieron valores de resistencia mayores que el que indiquen los planos, se instalaron conexiones a tierra adicionales para bajar la resistencia a tierra en la forma establecida.

Contrapesos

Los contrapesos fueron instalados dentro de la zona de derecho de vía, siendo enterrados 50 cm o más, por debajo de la superficie natural del terreno en tierras arables ó 30 cm en tierras no arables. Se efectuaron excavaciones y en el relleno compactado para el contrapeso, este será anclado a la superficie de la roca y conectado a las estructuras.

Varillas para Puesta a Tierra

Las varillas serán de cobre puro macizo, estas deben localizarse al menos a un metro de la pata y en el suelo del sitio. El cable de conexión debe enterrarse al menos 50 cm por debajo del suelo. El extremo superior de la varilla quedará a la misma profundidad que el contrapeso.

5.2.1.3 Montaje de cables

Desbroce

Se realizó el desbroce del derecho de vía por el cual atraviesan los cables de la línea de transmisión, para lo cual se determinaron los árboles a ser podados, cortados o quedados dentro de la zona de desbroce.

Instalación

Para la instalación se utilizaron estructuras de defensa, las varillas de armar, protecciones y grapas de seguridad. Se suministró y montó las estructuras de defensa según los requerimientos para realizar en forma segura los cruces con líneas de transmisión, líneas de comunicaciones, caminos, líneas férreas y otras obras.

Montaje de Cables de Guardia y Conductores

Los accesorios estuvieron compuestos de manguitos de compresión de plena tensión, manguitos de compresión para reparaciones, puentes de conexión, varillas de armar, protección de cables y amortiguadores.

Tendido y Templado De Conductores

Una vez que obtenido aproximadamente 6 Km. de estructuras vestidas y desde lugares escogidos técnicamente, se procedió a regar a mano un cabo de manila a lo largo del tramo de línea de transmisión, cuando esta se encontró completamente tendida, con un malacate (puller) fue templada de tal forma que ninguno de sus puntos tenga una distancia menor de 4 m respecto al suelo.

El cabo de manila arrastró un cable de acero de 14 mm de diámetro y cuando este se encontró tendido en todo el tramo se procedió a despachar el conductor de fase desde una maquinaria que lo mantuvo en tensión (freno) de tal forma que el conductor viajó a lo largo del tramo de tendido con tensión controlada.

El tendido de los conductores se realizó ejerciendo un control cuidadoso y utilizando equipos mecánicos provistos de cabrestantes dentados, para asegurar que la tensión del conductor no fluctúe indebidamente ni exceda los valores específicos. Los cables de tendido fueron del tipo no rotativo, para evitar esfuerzos de enrollado o de torque sobre el conductor o cable de guardia.

El templado de conductores se realizó cuando todo el conductor se encontraba tendido en el tramo deseado y se procedió al regulado del mismo, con el fin de darle la tensión mecánica establecida en las tablas de especificaciones, los valores de la tensión fueron comprobados por método indirecto, de medición con teodolito la flecha del vano de control.

Amortiguadores de Vibración y Balizas

Los amortiguadores fueron fijados de tal forma que cuelguen todos en un plano vertical y se verificó que los huecos de drenaje queden trabajando después de su colocación.

Se instalaron balizas en los vanos y a la distancia que lo determine las especificaciones, de acuerdo a las instrucciones de montaje del fabricante. Las balizas se instalaron inmediatamente después del templado del cable de guardia.

5.2.2 FASE DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

5.2.2.1 Energización de la Línea

La operación de la línea de transmisión (energización) es la puesta en marcha del sistema, esta puede realizarse en dos circunstancias, la primera cuando se pone en funcionamiento inicial al sistema y la segunda cuando hay un disparo de la línea (interrupción del flujo). Esta actividad se realiza desde los tableros de control automatizados ubicados en la subestación, las mismas que funcionan bajo la supervisión del Centro Nacional de Control de Energía (CENACE).

5.2.2.2 Recorridos de Inspección

El mantenimiento de la línea de transmisión está a cargo de los "linieros", los cuales realizan dos veces al año reconocimientos visuales de campo para verificar el estado de los componentes de la línea de transmisión: torres, cimentaciones, obras de arte, conductores, etc. Con base en estos reconocimientos visuales se realizan programas de limpieza, reparaciones y cumplimiento del Plan de Manejo Ambiental establecido.

5.2.2.3 Operación

Las siguientes actividades de inspección son tomadas en cuenta y aplicadas durante la operación de la línea de transmisión a 230 kV.

En la franja de servidumbre y base de la estructura:

- El tipo de vegetación a desbrozar.
- El estado de cunetas de coronación y drenaje.
- El estado de los caminos de acceso.
- El estado del suelo (estabilidad del terreno).
- La existencia de construcciones o cruces bajo la línea y comunicar a los propietarios del peligro.
- Posibles acercamientos de Vegetación a la línea.

En las estructuras:

- Conexiones de puesta a tierra.
- El estado de las bases de las torres.
- La verticalidad y estado de las torres.
- Deformaciones en los componentes de las estructuras o faltantes, si es que los hubiere.
- Verificar el estado de las placas de numeración, peligros, señalización de circuitos o secuencia.
- Verificar estado de pintura de señalización y numeración.

En los tensores:

- El estado de las varillas preformadas.
- La tensión y sujeción del cable.
- Si hay deformaciones en los componentes de los tensores o faltantes.
- Verificar el ajuste.

En la cadena de aisladores:

- Si hay rotura y/o contaminación.
- El estado de "Herrajes" (oxidación) y/o faltantes.
- La perpendicularidad en el sentido de la línea, en el caso de estructuras de suspensión.

En los conductores:

- Ajustes en las grapas de retención y suspensión.
- El estado de las varillas preformadas.
- El estado y número de amortiguadores.
- La distancia de seguridad de la línea con respecto al suelo, vías, viviendas, árboles etc.
- Verificar la ausencia de corrosión, hilos rotos y/o elementos extraños.

En los cables de guardia y puesta a tierra:

- El ajuste de puentes y aterrizajes.
- El estado, número de amortiguadores y de varillas preformadas.
- Verificar si existe corrosión, hilos rotos y/o elementos extraños.

5.2.2.4 Mantenimiento

El mantenimiento sugerido tiene dos componentes principales, los cuales se detallan a continuación:

Mantenimiento preventivo

Es aquel que se lo implanta con la finalidad de conservar los estándares de calidad iniciales de la línea de transmisión, dentro de los cual se tiene:

- En la franja de servidumbre:
 - Desbroce de vegetación bajo la línea.
 - Tala de árboles grandes cercanos, que amenazan a la línea.

- En las estructuras:
 - Repintado de números de identificación.
 - Cambio de herrajes oxidados.
 - Limpieza de las bases de la estructura y verificación de su estado de compactación.
 - Construcción, limpieza o readecuación de cunetas de coronación.
 - Drenaje.

- En los tensores:
 - Recalibrado
 - Verificación de la compactación del terreno.

- En la cadena de aisladores:
 - Reemplazo de aisladores rotos de la cadena.

- En los conductores:
 - Recalibración.

- Repintada y reposición de señalización
 - Repintado de números de identificación en torres.
 - Reposición de letreros de identificación de secuencia.
 - Reposición de señales de peligro.

- Puestas a tierra:
 - Medir la resistividad.
 - Mejorar la calidad de aterramiento en el caso necesario.

Mantenimiento Correctivo

Es aquel que encierra actividades o acciones que se deben tomar cuando ha ocurrido un percance debido a situaciones de riesgo no programadas, sin embargo cabe mencionar que dichas acciones deben ser efectuadas por personal con conocimiento de la forma de aplicación o puesta en práctica de estas actividades, dentro de lo cual se tiene:

- En los tensores:
 - Instalación de un tensor adicional.
 - Recompactación y reposición de material faltante.
 - Reubicación de un tensor existente.

- En las estructuras:
 - Cambio de tipo de estructura.
 - Cambio de estructuras rotas o en mal estado.
 - Cambio de crucetas.
 - Instalación de una estructura nueva.
 - Reparación y reposición de material faltante.

- En los conductores:
 - Cambio de conductor e hilo de guardia.
 - Reparación de conductor e hilo de guardia.

- En la puesta a tierra:
 - Reparación y reposición de material faltante.