

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEFINITIVO
DE LA LÍNEA DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA
SANTO DOMINGO – ESMERALDAS DE 230 kV Y
DE LA AMPLIACIÓN DE LA SUBESTACIÓN
ELÉCTRICA ESMERALDAS DE 230/138/69 kV.**

CAPÍTULO III

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO



DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

CONTENIDO	PAGINA
3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	3-1
3.1 ANTECEDENTES	3-1
3.2 OBJETIVO	3-2
3.3 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL PROYECTO	3-2
3.4 DESCRIPCIÓN DE LA L/T SANTO DOMINGO-ESMERALDAS A 230 kV	3-6
3.4.1 Consideraciones para el diseño y ruta	3-6
3.4.2 Trazado de la línea	3-6
3.4.3 Variantes propuestas	3-7
3.4.4 Características constructivas de la L/T	3-16
3.4.4.1 Conductor	3-16
3.4.4.2 Cable guardia	3-16
3.4.4.3 Aisladores	3-17
3.4.4.4 Accesorios	3-17
3.4.4.5 Puesta a tierra	3-18
3.4.4.6 Estructuras metálicas	3-18
3.4.4.7 Fundaciones	3-19
3.4.4.8 Avisos de peligro y numeración	3-20
3.4.4.9 Balizas de señalización	3-20
3.4.4.10 Distancias de seguridad	3-20
3.4.4.10.1 Distancia entre fases	3-20
3.4.4.10.2 Distancia entre conductores y cables guardia	3-20
3.4.4.10.3 Distancias mínimas del conductor al suelo	3-21
3.4.4.10.4 Distancias mínimas en los cruces con líneas existentes	3-21
3.4.4.10.5 Distancias mínimas horizontales	3-21
3.4.4.10.6 Aproximación con árboles	3-22
3.4.5 Etapas de construcción de la línea	3-22
3.4.5.1 Verificación en sitio del diseño	3-22
3.4.5.2 Replanteo	3-23
3.4.5.3 Derechos de paso e imposición de servidumbres	3-23
3.4.5.4 Desbroce y tala de vegetación	3-24
3.4.5.5 Caminos de acceso	3-24
3.4.5.6 Transporte de materiales	3-25
3.4.5.7 Construcción de cimentaciones	3-25
3.4.5.8 Construcción de obras de arte	3-25
3.4.5.9 Montaje de estructuras	3-26
3.4.5.10 Ensamblaje de aisladores y accesorios	3-26
3.4.5.11 Tendido de conductores e hilo de guardia	3-26
3.4.5.12 Inspecciones	3-27
3.4.5.12.1 Inspección en la zona de servidumbre:	3-27
3.4.5.12.2 Revisión de las estructuras y fundaciones:	3-27
3.4.5.12.3 Revisión de los conductores e hilos de guardia:	3-28
3.4.5.13 Pruebas	3-28
3.4.6 Actividades de mantenimiento de la línea	3-28
3.4.6.1 Inspección general y electromecánica	3-29
3.4.6.1.1 En la franja de servidumbre y base de la estructura:	3-30
3.4.6.1.2 En las estructuras:	3-30
3.4.6.1.3 En la cadena de aisladores:	3-30

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

3.4.6.1.4	En los conductores: _____	3-30
3.4.6.1.5	En los cables de guardia y puesta tierra: _____	3-30
3.4.6.2	Actividades de mantenimiento preventivo _____	3-31
3.4.6.2.1	En la franja de servidumbre: _____	3-31
3.4.6.2.2	En las estructuras: _____	3-31
3.4.6.2.3	En la cadena de aisladores: _____	3-31
3.4.6.2.4	En los conductores: _____	3-31
3.4.6.2.5	Repintada y reposición de señalizaciones: _____	3-31
3.4.6.2.6	Puestas a tierra: _____	3-31
3.4.6.3	Actividades de mantenimiento correctivo _____	3-31
3.4.6.3.1	En las estructuras: _____	3-31
3.4.6.3.2	En los conductores: _____	3-32
3.4.6.3.3	En la puesta a tierra: _____	3-32
3.4.6.3.4	Mantenimiento de la faja de servidumbre _____	3-32
3.4.6.3.5	Mantenimiento de las estructuras metálicas _____	3-32
3.4.6.3.6	Mantenimiento de aisladores _____	3-32
3.4.6.3.7	Mantenimiento de los conductores _____	3-33
3.4.6.3.8	Mantenimiento de puestas a tierra _____	3-33
3.5	DESCRIPCIÓN DE LA SUBESTACIÓN _____	3-33
3.5.1	Características técnicas de la ampliación de la S/E Esmeraldas _____	3-33
3.5.2	Etapas de construcción de la subestación _____	3-34
3.5.2.1	Replanteo del proyecto _____	3-34
3.5.2.2	Nivelación de terreno _____	3-34
3.5.2.3	Colocación de la malla de puesta a tierra _____	3-35
3.5.2.4	Construcción de cimentaciones _____	3-35
3.5.2.5	Construcción de obras civiles en general _____	3-35
3.5.2.6	Montaje de estructuras metálicas _____	3-36
3.5.2.7	Instalación de barras y accesorios _____	3-36
3.5.2.8	Montaje de equipos _____	3-37
3.5.2.9	Cableado del circuito de control y protección _____	3-37
3.5.2.10	Inspecciones _____	3-37
3.5.2.11	Pruebas y energización _____	3-37
3.5.3	Actividades de mantenimiento de la subestación _____	3-38
3.5.3.1	Mantenimiento de las obras civiles _____	3-38
3.5.3.2	Limpieza general de las posiciones de línea _____	3-38
3.5.3.3	Mantenimiento de las estructuras metálicas _____	3-38
3.5.3.4	Limpieza y lavado de aisladores _____	3-38
3.5.3.5	Mantenimiento de equipos _____	3-39
3.5.3.6	Mantenimiento de gabinetes y cajas de conexión _____	3-39
3.5.3.7	Mantenimiento del sistema de corriente continua _____	3-39
3.5.4	Precauciones generales para las actividades de mantenimiento _____	3-39
3.5.4.1	Delimitar el lugar de trabajo _____	3-39
3.5.4.2	Mantener la distancia de aproximación _____	3-40
3.5.4.3	Distancia mínima de aproximación _____	3-40

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

TABLAS

CONTENIDO

PAGINA

TABLA 3.1 ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA EN EL PUNTO DE MUESTREO 1 (FMV53).....	3-3
TABLA 3.2 VÉRTICES Y VARIANTES DE LA ALTERNATIVA A LA L/T DE 230KV	3-15
TABLA 3.3 ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA EN EL PUNTO DE MUESTREO 1 (FMV53).....	3-16
TABLA 3.4 ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA EN EL PUNTO DE MUESTREO 1 (FMV53).....	3-16
TABLA 3.5 ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA EN EL PUNTO DE MUESTREO 1 (FMV53)	3-40

FIGURAS

CONTENIDO

PAGINA

FIGURA 3.1 ESQUEMA DEL TRAZADO DE LA LÍNEA DE TRANSMISIÓN	3-5
FIGURA 3.2 VARIANTE ENTRE V10- V11	3-8
FIGURA 3.3 VARIANTE ENTRE V11- V13	3-10
FIGURA 3.4 VARIANTE ENTRE V21- V22	3-10
FIGURA 3.5 VARIANTE ENTRE V34- V35	3-11
FIGURA 3.6 VARIANTE ENTRE V45- V46	3-12
FIGURA 3.7 VARIANTE ENTRE V51- V53	3-13
FIGURA 3.8 VARIANTE ENTRE V63- V65	3-14

3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

3.1 ANTECEDENTES

Actualmente el suministro de energía eléctrica a la provincia de Esmeraldas, se realiza a través del Sistema Nacional de Transmisión (SNT), desde una subestación 138/69 kV que se conecta con la central térmica Esmeraldas y con la subestación Santo Domingo mediante una línea a transmisión a 138 kV. La línea actual a 138 kV es de doble circuito, la que además de conectar al sistema eléctrico de Esmeraldas con el Sistema Nacional de Transmisión, tiene el propósito de evacuar la energía generada en la central térmica Esmeraldas hacia el SNT.

La Corporación Eléctrica del Ecuador, CELEC EP, y como parte de ésta, su Unidad de Negocio TRANSELECTRIC, tiene previsto, dentro de su plan de expansión 2009 – 2020, construir la ampliación de la central térmica en una potencia aproximada de 200 MW, por lo que la actual línea a 138 kV no estaría en capacidad de evacuar esta energía. Por tal motivo, dentro del mismo plan de expansión se ha previsto la construcción de la línea de transmisión Santo Domingo – Esmeraldas a 230 kV y una nueva subestación en terreno ubicado junto a la central, obras que además permitirán incrementar la confiabilidad en el suministro de energía eléctrica.

La línea de transmisión a 230 kV Santo Domingo – Esmeraldas tendría una longitud aproximada de 160 Km, será de doble circuito trifásico, conformada por dos conductores por fase, mediante cables de aleación de aluminio tipo ACAR, calibre 1200 MCM, que serán montados a través de cadenas de aisladores sobre estructuras auto soportantes de acero galvanizado (torres metálicas), las que a su vez se asegurarán con pernos y herrajes a las estructuras. Para la protección contra descargas atmosféricas, en la parte posterior de las torres metálicas, se instalarán dos hilos de guardia: uno mediante cable de acero y otro utilizando cable OPGW (Optical Ground Wire) de 10 mm, de diámetro 12 fibras grado alta resistencia (4900 Kg de esfuerzo a la rotura).

Para la implementación de este proyecto, CELEC EP – TRANSELECTRIC, está dando cumplimiento a la legislación ambiental, y en particular a las disposiciones legales de la Ley de Régimen del Sector Eléctrico; Reglamento de Concesiones, Permisos y Licencias para la Prestación de Servicio de Energía Eléctrica y Contrato de Concesión, a partir de lo que se establecerán las recomendaciones orientadas a corregir y controlar las causas de contaminación o afectación ambiental, buscando un equilibrio razonable entre los condicionantes del servicio y los riesgos ambientales asociados al mismo. En este camino se desarrolló el Estudio de Impacto Ambiental Preliminar que tiene fecha noviembre del 2009, y se está desarrollando el Estudio de Impacto Ambiental Definitivo a ser entregado en junio del 2011.

Como parte del estudio de impacto ambiental definitivo, es necesario conocer y describir al proyecto que va a ser implantado, mismo que se desarrolla en este documento.

3.2 OBJETIVO

Describir las características principales de la línea de transmisión a 230kV a construirse y de la ampliación de la S/E Esmeraldas, a fin de contar con los aspectos relevantes del proyecto a ser considerados en el análisis y la evaluación de impactos.

3.3 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL PROYECTO

La Línea de Transmisión a 230kV, Santo Domingo – Esmeraldas, se encuentra ubicada en las provincias de Santo Domingo de los Tsachilas y Esmeraldas.

Las ciudades y poblaciones cercanas a la zona del proyecto, son las siguientes: Santo Domingo, San Antonio del Toachi, Valle Hermoso, La Concordia, Limón, Risa Zárate, Cupa, Zapotal, Mirador, Taquigüe, Chaflú, Chigüe, Tatica, Sigue y Esmeraldas.

La principal ruta de acceso a la zona de estudio es la carretera Sto. Domingo – Quinindé - Esmeraldas, desde la que se desprenden caminos de segundo y tercer orden que permiten acceder a los vértices de la línea eléctrica.

La ampliación de la S/E Esmeraldas se la realizará en terrenos aledaños a la subestación existente, misma que se encuentra junto a la vía La Refinería – Vuelta Larga.

El EIAP, en su tabla 2.1 muestra la ubicación de los vértices de la línea eléctrica, y en el Capítulo 6 donde se realiza el análisis de alternativas, pide desplazar el Vértice V12 de la línea eléctrica para evitar su cruce por el Bosque Protector La Perla. Para solicitar el certificado de intersección al Ministerio del Ambiente, CELEC EP-TRANSELECTRIC acoge el pedido del EIAP para que la alternativa sea ambientalmente óptima y traza una línea recta entre los Vértices V11 y V13, con lo que el mencionado certificado indica que el proyecto **NO INTERSECTA** con el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, Bosques Protectores y Patrimonio Forestal del Estado, y por tanto se evita la afectación a estas zonas ambientalmente sensibles. Ver *Certificado de Intersección Anexo 1.1*

Con las consideraciones antes mencionadas, la ubicación geográfica de los vértices de la línea eléctrica objeto de este se muestra en la tabla 4.1, haciendo notar que en este estudio se trabaja en el sistema de coordenadas WGS 84 (El EIAP y el certificado de intersección muestran las coordenadas en el sistema PSAD 56):

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

TABLA 3.1 ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA EN EL PUNTO DE MUESTREO 1 (FMV53)

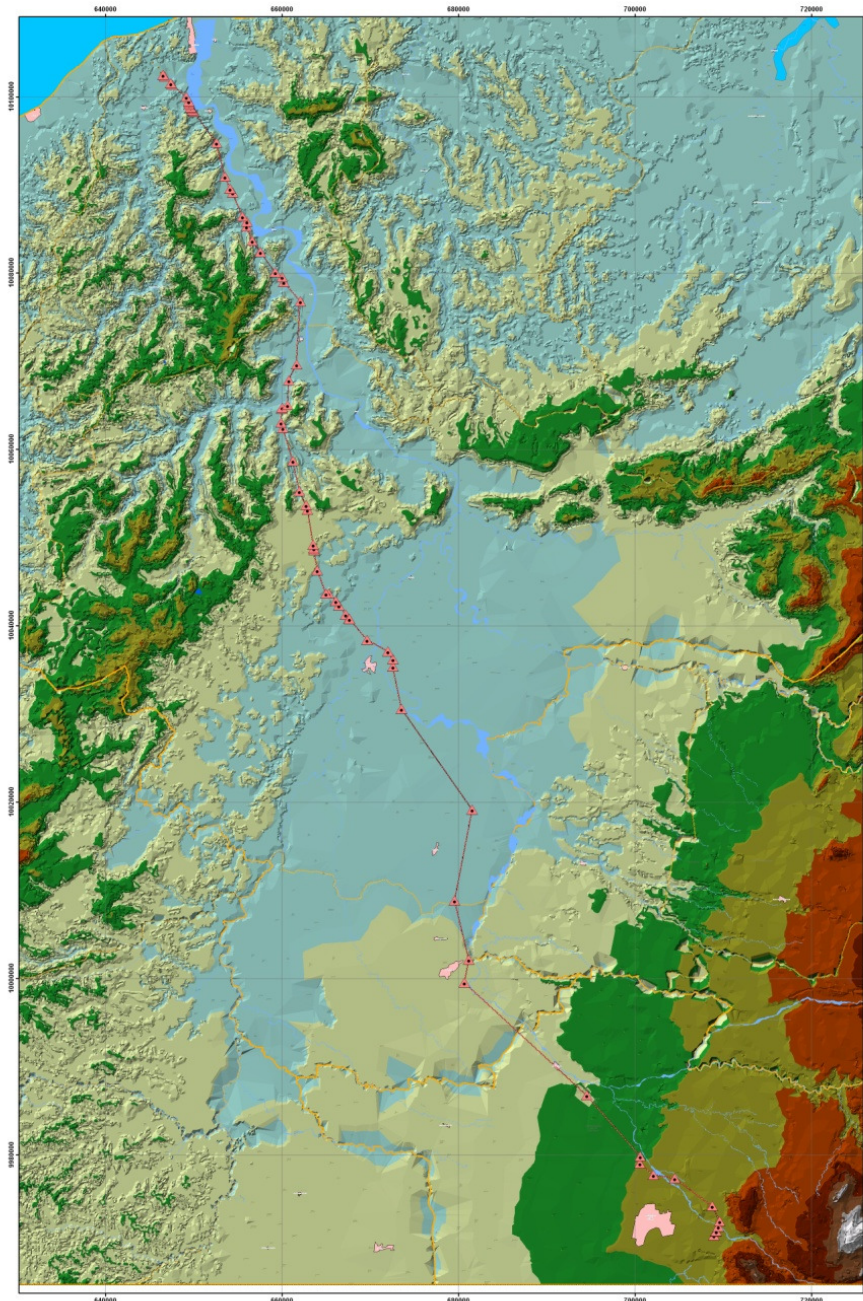
VÉRTICES	COORDENADAS PSAD 56		COORDENADAS WGS84	
	ESTE	NORTE	ESTE	NORTE
V1	709158	9971279	708909	9970912
V2	709350	9971707	709101	9971340
V3	709424	9971768	709175	9971401
V4	709657	9972269	709408	9971902
V5	709836	9972905	709587	9972538
V6	708965	9974611	708716	9974244
V7	704739	9977754	704490	9977387
V8	702321	9978148	702072	9977781
V9	700768	9979457	700519	9979090
V10	700803	9980253	700554	9979886
V11	694754	9987168	694505	9986801
V13	680884	9999933	680635	9999566
V14	681397	10002529	681148	10002162
V15	679783	10009257	679534	10008890
V16	681787	10019544	681538	10019177
V17	673775	10030968	673526	10030601
V18	672785	10035742	672536	10035375
V19	672797	10036612	672548	10036245
V20	672229	10037506	671980	10037139
V21	669849	10038796	669600	10038429
V22	667453	10041663	667204	10041296
V23	666661	10042682	666412	10042315
V24	666334	10043203	666085	10042836
V25	665533	10044059	665284	10043692
V26	665157	10044230	664908	10043863
V27	664238	10046705	663989	10046338
V28	663868	10048983	663619	10048616
V29	663862	10049180	663613	10048813
V30	663769	10049574	663520	10049207
V31	663106	10053521	662857	10053154
V32	662972	10054065	662723	10053698
V33	662213	10055668	661964	10055301
V34	661464	10059080	661215	10058713
V35	660316	10062826	660067	10062459
V36	660141	10063415	659892	10063048

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

VÉRTICES	COORDENADAS PSAD 56		COORDENADAS WGS84	
	ESTE	NORTE	ESTE	NORTE
V37	660188	10065006	659939	10064639
V38	660236	10065156	659987	10064789
V39	660854	10065421	660605	10065054
V40	660997	10068196	660748	10067829
V41	661889	10070017	661640	10069650
V42	662291	10077198	662042	10076831
V43	660430	10079370	660181	10079003
V44	660228	10079931	659979	10079564
V45	659479	10080504	659230	10080137
V46	656854	10084033	656605	10083666
V47	656228	10085647	655979	10085280
V48	656228	10086224	655979	10085857
V49	655738	10086802	655489	10086435
V50	654628	10089537	654379	10089170
V51	654321	10089952	654072	10089585
V52	653768	10091304	653519	10090937
V53	652810	10095141	652561	10094774
V54	650254	10098694	650005	10098326
V55	650082	10098871	649833	10098503
V56	649913	10099099	649664	10098731
V57	649879	10099163	649631	10098795
V58	649707	10099436	649459	10099068
V59	649677	10099724	649429	10099356
V60	649645	10099882	649397	10099514
V61	649386	10100376	649138	10100008
V62	647762	10101731	647514	10101363
V63	646956	10102652	646708	10102284
V64	646325	10102665	646077	10102297

Fuente: CELEC EP. – TRANSELECTRIC, Certificado de Intersección de Expediente N° 08000023
Elaborado: CHARLIEG Ingeniería y Remediación Cía. Ltda.

La ubicación de estos vértices puede observarse en la siguiente figura:

FIGURA 3.1 ESQUEMA DEL TRAZADO DE LA LÍNEA DE TRANSMISIÓN

Fuente: CELEC EP. - TRANSELECTRIC 2011
 Elaborado: CHARLIEG Ingeniería y Remediación Cía. Ltda.

Adicionalmente, para que el trazado del proyecto esté completo, CELEC EP-TRANSELECTRIC, consideró necesario se agregue el vértice V65, correspondiente a la llegada a la S/E Esmeraldas, cuyas coordenadas son 646.501 E – 10'102.469 N (sistema WGS 84). Con esto La longitud aproximada del trazado de la línea eléctrica sería de 160 km.

3.4 DESCRIPCIÓN DE LA L/T SANTO DOMINGO-ESMERALDAS A 230 kV

3.4.1 Consideraciones para el diseño y ruta

Para la selección de la ruta de la línea de transmisión Santo Domingo – Esmeraldas, se han tomado en cuenta las siguientes consideraciones básicas, mismas que fueron luego verificadas en campo:

- En lo posible ubicar el trazado a una distancia de 20 m paralela a la línea de subtransmisión a 69 kV, existente en los tramos Santo Domingo – La Concordia en una longitud de 51.9 Km y Quinindé - Esmeraldas en una longitud aproximada de 77.2 Km
- Ubicar el trazado propuesto lo más cercano a caminos existentes, incluye la carretera entre Santo Domingo y Esmeraldas, y en su mayoría caminos de segundo o tercer orden, o caminos vecinales
- Evitar en lo posible que el trazado de la línea eléctrica atraviese áreas pobladas
- Intentar que el desbroce de bosques y especies nativas por el derecho de vía sea el mínimo posible
- Verificar que los vértices de la línea eléctrica no se sitúen en zonas inestables
- Verificar que los cruces sobre cuerpos de agua y vías de comunicación, sean lo más perpendicular posible a la dirección de ellos

Con estas consideraciones y las particulares encontradas en campo, se pretende que la ruta definida técnicamente minimice los posibles impactos.

3.4.2 Trazado de la línea

La línea de transmisión a 230 kV Santo Domingo – Esmeraldas partirá desde la coordenada 708.909 E – 9°970.912 N que corresponde al vértice V1 en la salida de la subestación Santo Domingo, hasta el vértice V65 ubicado en terreno en donde se construirá la ampliación de la S/E Esmeraldas cuyas coordenadas son 646.501 E – 10°102.469 N.

Al analizar el trazado del proyecto propuesto, se observa que la línea eléctrica a 69 kV Santo Domingo – La Concordia, al salir de la S/E Santo Domingo, ingresa hacia zonas pobladas de la ciudad; siendo una de las prioridades el alejarse de las zonas pobladas, el proyecto se desvía hacia el norte y bordea el sector de San Antonio del Toachi, con lo que se circula por áreas rurales. Esto hace que entre los vértices V1 y V7, la línea eléctrica a 230 kV esté separada de la línea de 69 kV.

Entre los vértices V8 y V10, las líneas a 69 kV y a 230 kV, circulan paralelas, cumpliendo todos los requerimientos de diseño de las rutas.

Entre los vértices V10 y V13, la línea a 230 kV, evita el cruce por el bosque La Perla y está separada de la línea eléctrica a 69 kV. En este punto cabe destacar que en el tramo entre los vértices V9 a V13, existen las siguientes instalaciones de la empresa PRONACA: finca Zaracay, finca Aves Tropical, finca Avedoca y centro de faenamiento e industrialización.

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Entre los vértices V14 a V18, no existe línea de subtransmisión a 69 kV, y más bien la línea del proyecto circula cercana a la línea eléctrica Santo Domingo-Esmeraldas a 138 kV.

Desde el vértice V18 en adelante, la línea eléctrica de este proyecto circula en general paralela a la línea eléctrica a 69 kV entre La concordia y Esmeraldas, acercándose en algunos casos a la línea a 138 kV, mencionada anteriormente.

Entre los vértices V24, V25 y V26, el trazo de la línea de transmisión presenta ángulos fuertes, por lo que se debe realizar una verificación en campo para validar o cambiar la posición de los mencionados vértices.

Cabe señalar que en la población Palma Real la actual línea a 69 kV atraviesa sobre viviendas y una cache deportiva, motivo por el cual está plenamente justificada la ubicación del vértice V44.

Así mismo, el vértice V48 está ubicado en la población Sague, separado del eje de la línea actual a 69 kV, justificándose su presencia para evitar el cruce sobre las viviendas de la población.

Para corroborar las descripciones anteriormente indicadas, por disposición del administrador del contrato, las coordenadas de los vértices fueron validadas en campo por el equipo consultor de CHARLIEG, encontrando algunos detalles que ameritaron análisis y por consiguiente la creación de variantes en los puntos considerados problemáticos.

3.4.3 Variantes propuestas

Al realizar el recorrido de campo, se encontraron algunos problemas para el trazado de la línea eléctrica, por lo que se propone realizar las siguientes variantes:

- **VARIANTE 1:** Entre los vértices V10 y V11, el trazo original de la L/T cruza sobre galpones de producción de pollos de la finca Avícola Zaracay propiedad de la empresa PRONACA, por tal motivo se propone el siguiente cambio a la ruta original:
 1. Modificar la dirección del trazado entre los vértices V10 y V11, en dirección sur oeste, para lo que se recomienda ubicar un nuevo vértice, el V 10A, con lo que el proyecto se pega nuevamente a la línea eléctrica a 69 kV, compartiendo la franja de servidumbre, y pasa por atrás de la finca de PRONACA, sin afectar la infraestructura existente.
 2. Debido a lo anterior, se propone que todo el tramo comprendido entre el V8 al V11, la línea eléctrica proyectada corra por el costado derecho de la línea existente a 69 kV.

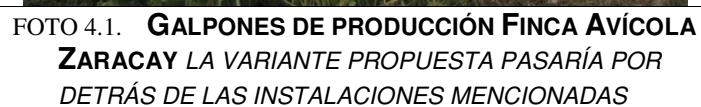


FOTO 4.1. GALPONES DE PRODUCCIÓN FINCA AVÍCOLA ZARACAY LA VARIANTE PROPUESTA PASARÍA POR DETRÁS DE LAS INSTALACIONES MENCIONADAS

The map displays the Santo Domingo de los Tsáchilas region in Ecuador. The Rio Cinto is a prominent feature, flowing from the top left towards the bottom right. Key settlements include La Bocana, Guapavera Pichincha, San Miguel del Tsachi, and Santo Domingo de los Tsáchilas. The map also shows various roads, including the main highway (V11) and other routes like V10A and V10. Topographical features such as hills and mountains are indicated by brown contour lines and labels like 'Cerro La Cruz' and 'Cerro La Cruz'. The map includes a scale bar and a north arrow.

Elaborado: CHARLIEG Ingeniería y Remediación Cía. Ltda.

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

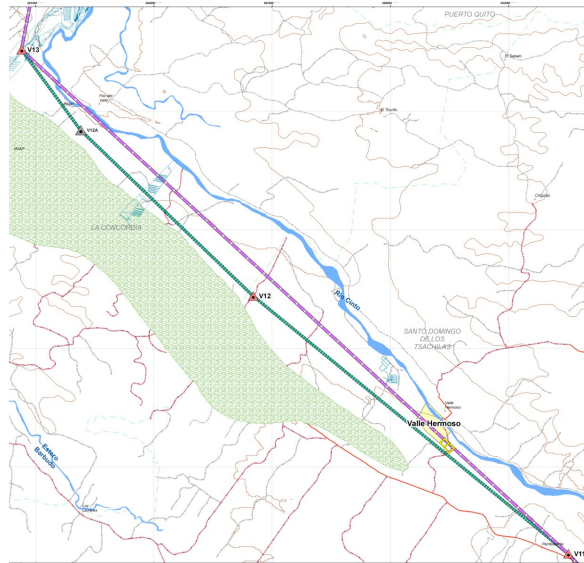
- **VARIANTE 2:** En la alineación de los vértices V11 y V13 el trazado de la línea eléctrica a 230 kV está pasando por instalaciones de la empresa PRONACA y además tiene un recorrido de casi 1 km paralelo al río Blanco, por lo que se ha establecido la siguiente variante:
 1. Para evitar que el trazado de la línea entre V11 – V13 pase sobre las instalaciones de faenamiento e industrialización de aves y cerdos de la empresa PRONACA en el sector de Valle Hermoso, se incorpora un nuevo vértice V12, con lo que la línea eléctrica pasa por atrás de los galpones industriales.
 2. Para evitar que el trazado de la línea eléctrica cruce sobre el núcleo C de producción de aves de la finca Tropicales de PRONACA, se ubicó un nuevo vértice V12A, con lo que la línea eléctrica pasa fuera de las instalaciones.
 3. Con la creación de los vértices V12 y V12A, se consigue evitar no solamente la infraestructura de PRONACA, sino que se evita el cruce sobre el río Blanco en una longitud de 1 km y al mismo tiempo la línea eléctrica proyectada se apega a la franja de servidumbre de la línea a 69 kV, con la ventaja de disminuir las áreas de desbroce.



FOTO 4.2. FINCA TROPICALES ÁREA POR DONDE CRUZA LA L/T

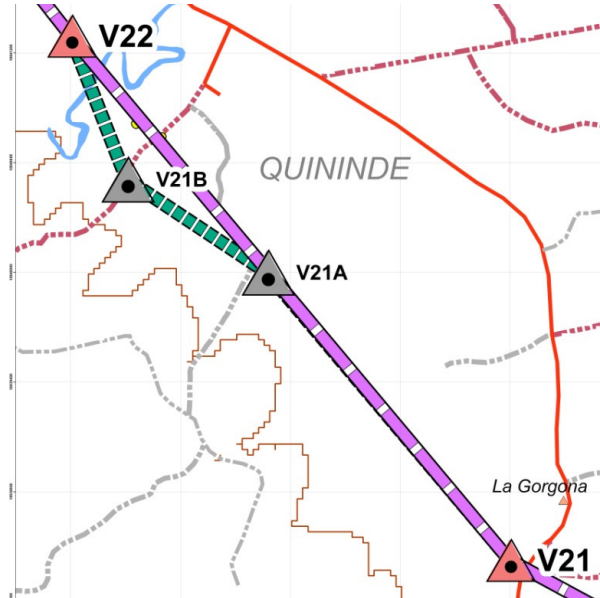


FOTO 4.3. INSTALACIONES DE FAENAMIENTO E INDUSTRIALIZACIÓN (VALLE HERMOSO)

FIGURA 3.3 VARIANTE ENTRE V11- V13

Elaborado: CHARLIEG Ingeniería y Remediación Cía. Ltda.

- **VARIANTE 3:** Entre los vértices V21 y V22, en la comunidad de Cupa, la ruta original de la L/T, pasa sobre infraestructuras como establos y edificaciones habitadas, razón por la que se hace necesario proponer una variante:
 1. Modificar la dirección del trazado entre V21 y V22, con la ubicación de los vértices V21A y V21B, lo que permite que la línea eléctrica pase por una zona libre de infraestructuras.

FIGURA 3.4 VARIANTE ENTRE V21- V22

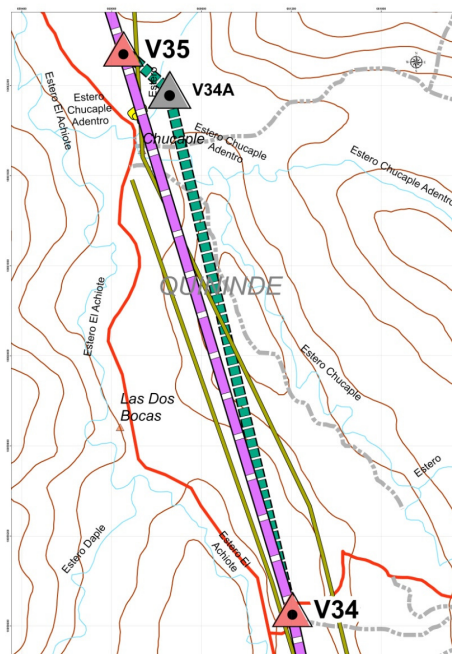
Elaborado: CHARLIEG Ingeniería y Remediación Cía. Ltda.

- **VARIANTE 4:** Entre los vértices V34 y V35, la línea pasaría sobre la población de Chucaple, cercana a las casas, pues existe una vivienda a 9 metros a la derecha del eje de la línea existente a 69 kV y otra vivienda de dos pisos a 10 metros del eje hacia la izquierda
1. Se crea el vértice V34A, con lo que la línea eléctrica pasa a un costado de la población.



**FOTO 4.4. GALPONES DE PRODUCCIÓN
FINCA AVÍCOLA ZARACAY**
La Variante propuesta pasaría por detrás
de las instalaciones mencionadas

FIGURA 3.5 VARIANTE ENTRE V34- V35



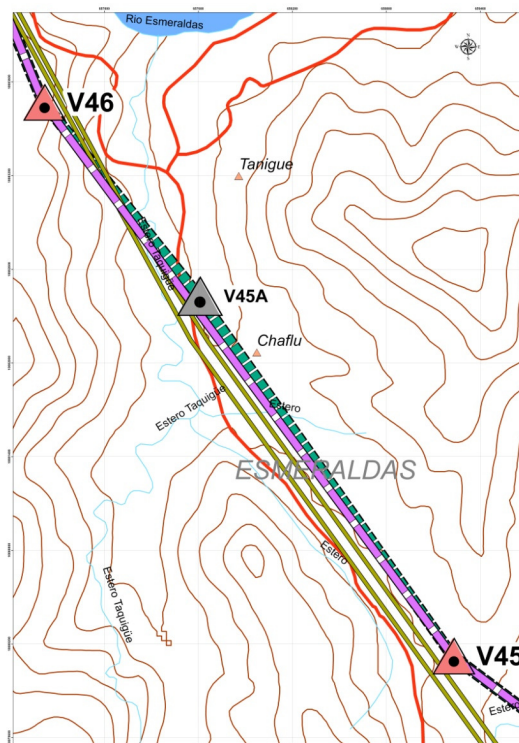
Elaborado: CHARLIEG Ingeniería y Remediación Cía. Ltda.

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

- **VARIANTE 5:** Entre el vértice 45 y 46 cerca de la población Chafalú existen viviendas bajo al eje de la actual línea a 69 kV.
1. Se crea el vértice V45A, con lo que la línea eléctrica del proyecto se desplaza aproximadamente 60 m y evita el cruce sobre viviendas.



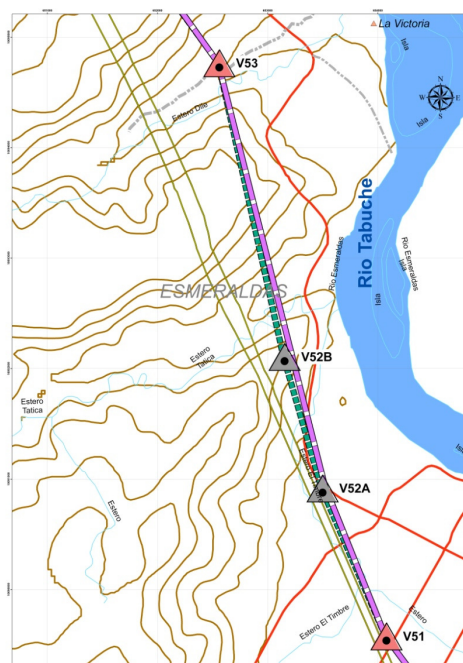
FIGURA 3.6 VARIANTE ENTRE V45- V46



Elaborado: CHARLIEG Ingeniería y Remediación Cía. Ltda.

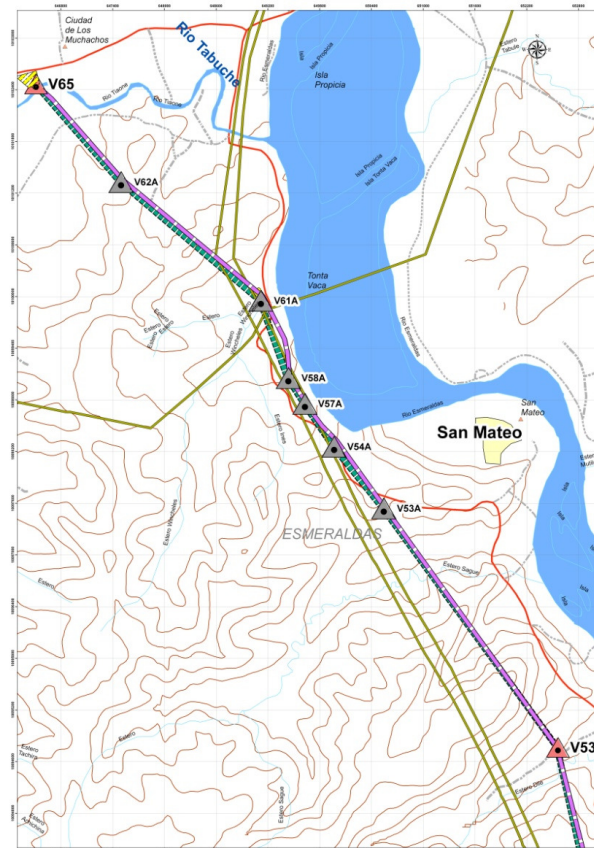
DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

- **VARIANTE 6:** El vértice V52 que está cercano a la vía Quinindé – Esmeraldas, debe cambiar a la posición V52A, para poder hacer el cambio de lado por donde corra la línea.
1. Cambiar el vértice V52 al V52A permite el cambio de lado del recorrido de es decir que a partir del V51 la nueva L/T correrá por el costado izquierdo.
 2. Entre los vértices V52 y V53 se ubica la población Tatica, por donde la línea pasa sobre casas a una distancia inferior a los 15 metros. Por lo que es conveniente ubicar la variante V52B.

FOTO 4.6. **L/T 69 kV PASA SOBRE VIVIENDAS**FOTO 4.7. **PANORÁMICO DE TATICA****FIGURA 3.7 VARIANTE ENTRE V51- V53**

Elaborado: CHARLIEG Ingeniería y Remediación Cía. Ltda.

- **VARIANTE 7:** Los vértices V53 hasta V60 corresponden a la actual línea a 69 kV que sale desde la subestación Winchile hasta Quinindé, ubicados junto al río, sin que se pueda pasar con la nueva línea junta la mencionada L/T. por lo que es necesario realizar una variante a la ruta propuesta por TRANSELECTRIC.
1. Para mantener la direccionalidad y alineación, se propone la ubicación de las siguientes alternativas de vértices, V53A; V54A; V57A y V58A.

FIGURA 3.8 VARIANTE ENTRE V63- V65

Elaborado: CHARLIEG Ingeniería y Remediación Cía. Ltda.

2. Dentro de esta misma variante se ubican los vértices V61A y V62A, cuya finalidad es la de mantener una separación adecuada entre las líneas existentes 69kV y 138 kV hasta llegar con el trazado al vértice V65 o S/E Esmeraldas.

Las variantes propuestas fueron validadas mediante un segundo recorrido en campo acompañados con el Ing. Freddy Collago representante de CELEC EP – TRANSELECTRIC, con el que se realizó la verificación, aprobación y corrección de las variantes para generar el trazado definitivo de la Línea de Transmisión a 230kV.

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

La ubicación definitiva de los vértices, con las variantes presentadas, se muestra en la tabla siguiente:

TABLA 3.2 VÉRTICES Y VARIANTES DE LA ALTERNATIVA A LA L/T DE 230kV

Vértice	X	Y	Vértice	X	Y
V1	708909	9970912	V31	662866	10053168
V2	709089	9971327	V32	662706	10053694
V3	709171	9971386	V33	661947	10055293
V4	709418	9971894	V34	661197	10058712
V5	709573	9972525	V34A	660377	10062173
V6	708705	9974232	V35	660069	10062445
V7	704483	9977380	V36	659881	10063041
V8	702060	9977773	V37	659932	10064628
V9	700517	9979089	V38	659973	10064779
V10	700549	9979872	V39	660602	10065043
V10A	700277	9980743	V40	660748	10067829
V11	694506	9986801	V41	661630	10069642
V12	686513	9993325	V42	662035	10076823
V12A	682139	9997520	V43	660179	10078999
V13	680640	9999557	V44	659971	10079560
V14	681148	10002162	V45	659221	10080124
V15	679529	10008870	V45A	657601	10082430
V16	681529	10019173	V46	656609	10083671
V17	673517	10030594	V47	655959	10085265
V18	672538	10035377	V48	655966	10085854
V19	672550	10036241	V49	655487	10086433
V20	671980	10037135	V50	654377	10089161
V21	669595	10038426	V51	654068	10089577
V21A	668270	10040000	V52A	653488	10090917
V21B	667504	10040509	V52B	653143	10092107
V22	667199	10041293	V53	652551	10094766
V23	666403	10042310	V53A	650533	10097541
V24	666079	10042824	V54A	649957	10098258
V25	665271	10043685	V57A	649619	10098757
V26	664965	10043666	V58A	649427	10099056
V27	663981	10046329	V61A	649108	10099953
V28	663613	10048597	V62A	647487	10101331
V29	663599	10048807	V65	646501	10102469
V30	663520	10049207			

Elaborado: CHARLIEG Ingeniería y Remediación Cía. Ltda.

3.4.4 Características constructivas de la L/T

3.4.4.1 Conductor

El tipo y calibre del conductor fue determinado por TRANSELECTRIC en base a estudios de ingeniería y será de aluminio desnudo, tipo ACAR, calibre 1200 MCM, composición 18/19. Las características se indican en siguiente cuadro:

TABLA 3.3 ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA EN EL PUNTO DE MUESTREO 1 (FMV53)

PARÁMETRO	VALOR
Tipo de Conductor	ACAR 1.200 MCM
Cableado	18 hilos de aluminio y 19 de aleación de aluminio
Sección total	608 mm ²
Diámetro total	31,99 mm
Módulo de elasticidad	6.400 kg/mm ²
Peso unitario	1.699 Kg/m
Coefficiente dilatación lineal	0,000023 °C
Tensión de rotura	13.744 kg

Fuente: EIAP L/T Santo Domingo – Esmeraldas.
Elaborado: CHARLIEG Ingeniería y Remediación Cía. Ltda.

Para atenuar las vibraciones se deben instalar amortiguadores del tipo stock bridge, utilizando armaduras de protección en los puntos de suspensión de los conductores.

3.4.4.2 Cable guardia

Debido a la gran importancia de esta línea dentro del sistema eléctrico y para mejorar su confiabilidad, se tiene previsto el apantallamiento mediante la instalación de dos hilos de guardia, que irán colocados en la parte posterior de las torres metálicas, de manera que el ángulo vertical que se forme entre este y los conductores (ángulo de protección) no sea mayor a 30°.

El un cable de guardia será de acero y otro del tipo OPGW de 10 mm de diámetro 12 fibras grado alta resistencia, de las características que se indican en el siguiente cuadro.

TABLA 3.4 ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA EN EL PUNTO DE MUESTREO 1 (FMV53)

CARACTERÍSTICA	UNIDAD	VALOR
Tipo OPGW		
Sección metálica	mm ²	110
Diámetro exterior nominal	mm	14,5
Peso	mm	186
Carga de rotura nominal (UTS)	kgf	5.660
Máxima tracción en las peores condiciones climáticas	kgf	2.264
Peso nominal	kg/km	473
Módulo de elasticidad	kgf/mm ²	8.957
Coefficiente de dilatación lineal	1/°C	17,3x10 ⁻⁶
Radio mínimo de curvatura durante la instalación	mm	400
Radio mínimo de curvatura en el dispositivo de freno	mm	580
Radio mínimo de curvatura después de la instalación	mm	290

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

CARACTERÍSTICA	UNIDAD	VALOR
Clase de descarga atmosférica (Crem= 60% RMC	C	50
Máxima corriente de cortocircuito (Ti=50°C; Tf=180°C; t= 500ms; Icc= 27.3 kA)	(kA) ² s	75
Resistencia eléctrica del cable en (CC @ 20°C)	Ω/km	0,356
Coeficiente de corrección de la resistencia eléctrica como temperatura del cable	1/°C	3,7x10 ⁻³
Temperatura de operación	°C	-30/+70
Especificaciones del cable	NBR14074; IEEE1138	

Fuente: EIAP L/T Santo Domingo – Esmeraldas.
Elaborado: CHARLIEG Ingeniería y Remediación Cía. Ltda.

De igual forma que para los conductores de fase, para amortiguar las vibraciones se deberán instalar amortiguadores tipo stock bridge.

3.4.4.3 Aisladores

Los aisladores a ser utilizados podrán ser de tres tipos: a) de porcelana b) de vidrio, y c) poliméricos de goma silicónica (“Silicon Robber”).

Los aisladores poliméricos serán de las características eléctricas adecuadas para el voltaje nominal de operación, con excelente hidrofobixidad y funcionamiento anti tracking, núcleo de alta calidad de plástico reforzado de fibra de vidrio, (Fiberglass reinforced plastics), resistencia mecánica de 15.000 libras, con socket en un extremo, bola con diseño para socket 52-3 en el otro extremo (ball & socket). El material de este tipo de aisladores debe ser resistente a los rayos ultravioletas.

En caso de utilizar porcelana o vidrio, estos serán del tipo suspensión, con resistencia electromecánica mínima de 15.000 libras, tipo FOG de 10” de diámetro y 5 ¾” de altura, con acoplamiento bola-rótula (“socket ball”). El número de aisladores por cadena a utilizar es de 14 para estructuras de suspensión y 15 en estructuras de retención. El nivel básico de aislamiento (BIL) será de 1050 kV.

Los aisladores deberán tener sus partes metálicas de material ferroso y estarán protegidos adecuadamente contra la acción corrosiva de la atmósfera, mediante galvanizado por inmersión en caliente.

3.4.4.4 Accesorios

Los accesorios serán de diseño adecuado a su función mecánica y eléctrica y deberán ser prácticamente inalterables a la acción corrosiva de la atmósfera.

Los pernos, adaptadores, grilletes, grapas de suspensión y retención para el hilo de guardia, pernos U, adaptadores tipo “Y”, adaptadores tipo socket, rótulas y otros serán fabricados con aceros de alta resistencia y/o aleaciones, protegidos contra la corrosión mediante galvanizado por inmersión en caliente, que cumplan las normas ASTM y ANSI para este

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

tipo de materiales. Los materiales deben ser de tal manera que no se presente peligro de destrucción por corrosión galvánica.

Las uniones de los conductores y del cable de guardia de acero galvanizado, serán del tipo compresión.

Las grapas de suspensión y anclaje para ser usadas con el cable de guardia de acero de 3/8", serán hierro galvanizado.

Las grapas de suspensión y de anclaje para los conductores serán construidas con el cuerpo de aluminio, los pasadores y los elementos de ajuste serán de acero galvanizado. Las grapas de retención (anclaje) serán del tipo compresión y la resistencia de estos elementos será igual o superior a la resistencia electromecánica de los aisladores utilizados. En las grapas de suspensión, los conductores estarán protegidos mediante varillas de armar.

Tanto los aisladores como los accesorios de sujeción a la estructura, deberán ser diseñados de forma que puedan ser reemplazados usando equipo convencional para trabajo en línea energizada.

Debido a que la línea será mediante dos conductores por fase, se utilizarán separadores metálicos que irán entre los vanos, los que serán de material de resistencia mecánica adecuada a su función a desempeñar.

3.4.4.5 Puesta a tierra

El hilo de guardia y las estructuras metálicas 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

3.4.4.6 Estructuras metálicas

Para la construcción de esta línea se utilizarán estructuras metálicas auto soportantes, que consistirán en torres de forma tronco piramidal, construidas por perfiles de acero galvanizado resistente a la corrosión, apernados entre sí.

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Las estructuras 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 estructuras metálicas básicamente serán de los tipos:

Suspensión liviana.- A usarse para sitios en alineación y ángulos hasta de 2° , 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.- Para sitios en alineación cuyas solicitudes no se pueden cumplir con las torres de suspensión liviana, pudiendo ser utilizadas en ángulos de hasta 6° .

Anclaje liviano.- Para ser usada en sitios donde el ángulo de deflexión de la línea está entre 7° y 25° .

Anclaje pesado.- 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 estructuras estará en función de las distancias de seguridad de los conductores con respecto al suelo, sin embargo se considera que las torres serán aproximadamente de 356 metros de altura.

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.

En caso de ser necesario, se deberá considerar en el diseño de las torres el uso de extensiones de ladera (patas) de diferentes longitudes, con el objeto de aprovechar los desniveles naturales del terreno y/o poder alcanzar mayores alturas entre el suelo y el punto de suspensión o retención del conductor para vencer obstáculos naturales.

3.4.4.7 Fundaciones

Para soportar a las estructuras metálicas (postes y torres), se utilizarán fundaciones de hormigón armado tipo monobloque, siendo de dimensiones adecuadas para soportar las cargas mecánicas, teniendo previsto que estas sean de base cuadrada de 1.85 metros. En terrenos cuya capacidad de soporte sea inferior a 0.5 Kg/cm^2 , se deberán utilizarán fundaciones con pilotes.

Las fundaciones serán realizadas de forma que no se presenten deformaciones permanentes en los elementos de las estructuras metálicas. Serán diseñadas para que puedan resistir

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

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

3.4.4.8 Avisos de peligro y numeración

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

3.4.4.9 Balizas de señalización

Con el propósito de evitar que avionetas especialmente de fumigación o helicópteros se impacten sobre la línea, en el cable de guardia se colocarán balizas tipo esféricas de color tomate, las que permitirán una visualización a distancia del trayecto de la línea. Estas se instalarán en toda la ruta.

3.4.4.10 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.

3.4.4.10.1 Distancia entre fases

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

$$a = k + (f_c + l_c)^{1/2} + A, \text{ donde:}$$

a = separación entre conductores en metros

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

f_c = 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.

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

A = 1.18 metros.

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

3.4.4.10.2 Distancia entre conductores y cables guardia

Esta distancia será igual a la distancia entre conductores, especificada en el numeral anterior.

3.4.4.10.3 Distancias mínimas del conductor al suelo

Las distancias mínimas admisibles serán las indicadas a continuación:

- Terreno normal poco transitado: 7.5 m
- Plantaciones de banano: 10 m
- Terrenos transitados y caminos de segunda importancia: 8.3 m
- Caminos de primera importancia: 9,5 m

La altura desde el suelo al punto de amarre del conductor más bajo, se estima que no será menor a 15 metros.

3.4.4.10.4 Distancia 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, líneas de subtransmisión a 69 kV y líneas 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.

3.4.4.10.5 Distancias mínimas horizontales

Las distancias mínimas horizontales recomendadas desde las estructuras 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.

3.4.4.10.6 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.

3.4.5 Etapas de construcción de la línea

A continuación se detalla las actividades principales que se desarrollarán durante el proceso de construcción de la línea de transmisión a 230 kV, comenzando con la fase de revisión y replanteo del diseño hasta concluir con la puesta en operación.

1. Revisión y verificación en el sitio de la viabilidad de ejecución del diseño ejecutado.
2. Replanteo del proyecto.
3. Derechos de paso e imposición de servidumbre.
4. Construcción de los caminos de acceso necesarios.
5. Construcción de cimentaciones
6. Construcción de obras de arte
7. Montaje de las torres metálicas
8. Ensamblaje de aisladores y accesorios
9. Tendido y regulado de conductores e hilo de guardia
10. Inspecciones
11. Pruebas

3.4.5.1 Verificación en sitio del diseño

Esta actividad tiene como finalidad el verificar, revisar y actualizar los criterios utilizados en el diseño de la obra en aspectos tales como la facilidad de accesos, el minimizar afecciones a terceros y al medio ambiente, revisar las distancias de seguridad, la cercanía a carreteras y vías de acceso, etc. Como parte adicional, se verifica que los sitios en donde se deben ubicar las estructuras, no tengan problemas por fallas geológicas.

En esta etapa, se determina que el diseño realizado pueda ser ejecutado cumpliendo con los aspectos técnicos, económicos y ambientales. En caso de que se determinen que se presenten inconvenientes, se realizarán las variantes que sean necesarias.

Comprende la revisión de la viabilidad de ejecución del diseño en sitio, el replanteo del diseño y el estacado de los sitios definitivos de ubicación de cada estructura. Su objetivo es

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

verificar, revisar y actualizar los criterios utilizados en el diseño de la obra en aspectos tales como la facilidad de accesos, el minimizar afecciones a terceros y al medio ambiente, revisar las distancias de seguridad, la cercanía a carreteros, etc. No se requiere maquinaria especial para su ejecución.

3.4.5.2 Replanteo

Este trabajo será realizado por el topógrafo luego de que el diseño haya sido revisado en forma detallada, consiste en el estacado definitivo de los puntos en donde se ubicarán las estructuras y sus cimentaciones.

3.4.5.3 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 por el paso de la línea y por la tareas de construcción, 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.

3.4.5.4 Desbroce y tala de vegetación

Es la eliminación de toda la vegetación cuya presencia constituya un riesgo para la construcción de la L/T o su crecimiento disminuya la distancia de seguridad de los conductores inferiores al suelo.

La norma del ex INECEL establece que 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 eléctrica, deberá establecerse una zona de corte de proyección de árboles en ambos lados de la línea cuyo ancho será menor o igual a 15 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, la norma recomienda que deberán ser cortados 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, por lo que se talarán los árboles ubicados dentro de la franja de servidumbre y todos los árboles que estén fuera de la misma, cuya proyección al caer hacia la línea, puedan alcanzar los conductores.

La distancia mínima que debe existir en las condiciones más desfavorables entre los conductores de la línea y la vegetación que se encuentren bajo ella será mayor a 4 metros, por lo que la vegetación bajo una línea no crecerá más de los 3 m.

En las zonas de cultivos bajos como pastos, maíz, arroz, etc. y en tramos donde la distancia vertical entre el conductor más bajo y el suelo lo permita, no se efectuará ningún trabajo de desbroce.

En las zonas de frutales y otros árboles valiosos que por su altura no pongan en peligro la seguridad de la línea, el desbroce se realizará solamente de aquellos obligadamente necesarios, previa la aprobación de la supervisión de CELEC S.A. -TRANSELECTRIC.

3.4.5.5 Caminos de acceso

Para la construcción de la línea será necesario abrir caminos de acceso hacia los sitios de implantación de torres, actividad que implica movimientos de tierras. La longitud de caminos a construirse no será mayor, por los siguientes motivos:

- La línea a construirse correrá paralela a las líneas existentes a 69 kV, desde Santo Domingo hasta La Concordia y de Quinindé a Esmeraldas. Además, en ciertos tramos la ruta es cercana a la línea de transmisión a 138 kV Santo Domingo – Esmeraldas. Las líneas antes indicadas cuentan con accesos hacia las torres, aspecto que facilitará la construcción de la nueva obra.
- La ruta seleccionada está cercana a las carreteras principales y secundarias

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

La apertura de los caminos de acceso se realizará de forma que se procure causar el menor daño a los propietarios de los predios, tratando de alterar lo menor posible a medio ambiente y evitando al máximo desestabilizar los taludes.

3.4.5.6 Transporte de materiales

Este proceso inicia con el transporte de las estructuras desde los fabricantes esencialmente hasta los sitios más próximos de ubicación de las estructuras en las vías carrozables en su mayoría, actividad que se cumple utilizando camiones plataforma especialmente acondicionados para este propósito, con capacidad de carga similar a 20 toneladas. El material será distribuido de acuerdo con la programación de la obra en los sitios de trabajo, previo la construcción del acceso.

3.4.5.7 Construcción de cimentaciones

Para la instalación de torres y postes metálicos, es necesario construir las fundaciones de hormigón armado, de conformidad al diseño para cada torre o poste metálico, en el que considera el tipo el estudio geológico del sitio de implantación.

En primer lugar se realizarán las excavaciones, las que serán en forma manual y con maquinaria. En el caso de que la geología del terreno presente características rocosas que dificulten la excavación manual, se recomienda el uso restringido de dinamita y barrenos.

A continuación se precederá 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 utilizando el materiales producto de la excavación.

3.4.5.8 Construcción de obras de arte

Con el objeto de precautelar la estabilidad de los sitios de implantación de las torres, en caso de ser necesario se construirán obras de protección y son las que a continuación se señalan:

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

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

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.

3.4.5.9 Montaje de estructuras

Luego de que se concluyan las fundaciones y conociendo los resultados de resistencia a la compresión del hormigón, se procederá con el armado de las torres de conformidad a los planos y diagramas de montaje proporcionados por el fabricante.

El montaje se iniciará con las faenas de ordenamiento y clasificación de piezas y tortillería en la bodega del constructor, las cuales se enviarán clasificadas al sitio de la obra, en donde se procederá al armado de las mismas 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, sin que se permita la utilización de cuerdas metálicas, alambres desnudos o cadenas de acero.

Luego de montada la torre, se procederá a verificar la verticalidad y giro de las crucetas y en caso de que se determine que estas medidas están excedidas de las tolerancias especificadas por el fabricante de la torre, 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.

3.4.5.10 Ensamblaje de aisladores y accesorios

Consiste en la colocación de las cadenas de aisladores y los elementos de sujeción a la estructura, de conformidad a los planos de diseño de la línea.

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

3.4.5.11 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.

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

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.

3.4.5.12 Inspecciones

Estas acciones se llevarán a cabo durante la construcción y antes de la recepción provisional y definitiva de la obra, siendo las siguientes actividades las que merecen especial atención durante las inspecciones:

3.4.5.12.1 Inspección en la zona de servidumbre:

- Desbroce
- Retiro de materiales
- Caminos de acceso

3.4.5.12.2 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.

3.4.5.12.3 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.

3.4.5.13 Pruebas

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

1. De puesta a tierra: se medirá la resistencia de las conexiones a tierra en todas las estructuras.
2. De aislamiento 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.
3. De energización de la línea: esta prueba será la final y se realizará a voltaje inducido y a voltaje nominal.

3.4.6 Actividades de mantenimiento de la línea

Las actividades de mantenimiento tienen la finalidad de mantener el correcto funcionamiento y conservación de la línea de transmisión y serán realizadas por personal calificado.

Por las características constructivas de este tipo de líneas y por la seguridad que se les da durante la etapa de construcción, estas no requieren mayor mantenimiento. Sin embargo, debido a la importancia de la línea para la confiabilidad del sistema, el mantenimiento debe ser realizado por personal capacitado, dotándoles de los equipos y herramientas necesarias, así como de los equipos de protección personal y colectiva.

Será obligación fundamental observar y aplicar la normativa de seguridad industrial y salud ocupacional nacional, sectorial y propia de de la Unidad de Negocio TRANSELECTRIC. Para estos fines, se debe contar con personal técnico preparado para planificar, programar, aplicar y evaluar las actividades propias de mantenimiento que se ejecutan a través de los grupos de trabajo.

Las tareas de mantenimiento se clasifican en: actividades de inspección durante la operación, el mantenimiento preventivo y el mantenimiento correctivo.

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

- Las actividades de inspección son propias de la operación de la línea y permiten identificar posibles puntos donde se requiera aplicar el plan de mantenimiento preventivo o si fuera el caso, correctivo. En las inspecciones es esencial revisar el comportamiento y el estado de las estructuras metálicas, de cadenas de aisladores, de conductores y sus accesorios, faja de servidumbre y de las obras civiles que conforman la línea de transmisión.
- El mantenimiento preventivo a aquella tarea que se ajusta a una planificación general implantada con el propósito de cuidar los estándares de calidad de operación requeridos, prolongar la vida útil de los componentes, evitar roturas.
- El mantenimiento correctivo engloba a las actividades no programadas, originadas por situaciones de riesgo o averías de la instalación que requieren una inmediata atención. Proceso que involucra la reparación o reemplazo del componente averiado.

Para las tareas de mantenimiento, se deben utilizar los equipos y herramientas adecuadas, las que deben estar en buen estado, reponiendo las que presentar deterioro. Entre los elementos que se requieren para el mantenimiento están:

- Equipos de pruebas (certificados y calibrados por el fabricante),
- Herramientas en general,
- Materiales y repuestos menores,
- Elementos de seguridad
- Ropa de trabajo,
- Vehículos,
- Medios de comunicación,
- Infraestructura en general

A continuación se detalla las principales actividades de mantenimiento que se deben realizar durante la etapa de operación de la línea de transmisión:

3.4.6.1 Inspección general y electromecánica

Para poder programar las actividades de mantenimiento, como primera etapa se debe realizar una inspección general de la línea, en la cual se determinará el estado de la franja de servidumbre, los caminos de acceso, así como determinar si está en proceso de construcción de viviendas dentro de la franja de servidumbre.

Como parte de la inspección, consiste la verificación del estado de las estructuras, herrajes, aisladores, conductores, hilo de guarda, puesta a tierra y demás elementos. Además se deberá el estado de las bases de hormigón, drenajes, estabilidad del sitio de torre y requerimientos o no de obras de protección.

Las actividades de inspección son las siguientes:

3.4.6.1.1 En la franja de servidumbre y base de la estructura:

- Observar y detallar el tipo de vegetación a desbrozar.
- Observar estado de cunetas de coronación y drenaje.
- Observar y detallar el estado de los caminos de acceso.
- Observar el estado del suelo. (Estabilidad del terreno).
- Observar e informar la existencia de construcciones o cruces bajo la línea y comunicar a los propietarios del peligro.
- Verificar y detallar posibles acercamientos de vegetación a la línea.

3.4.6.1.2 En las estructuras:

- Observar conexiones de puesta tierra.
- Observar el estado las bases de las torres.
- Observar la verticalidad y estado de las torres.
- Observar si hay deformaciones en los componentes de las estructuras o faltantes.
- Verificar la presencia de elementos extraños y vibraciones anormales.
- Verificar el ajuste.
- Verificar el estado de las placas de numeración, peligros, señalización de circuitos o secuencia.
- Verificar estado de pintura de señalización y numeración.

3.4.6.1.3 En la cadena de aisladores:

- Observar si hay rotura y/o contaminación.
- Verificar su posición.

3.4.6.1.4 En los conductores:

- Observar ajustes en las grapas de retención y suspensión.
- Observar el estado y número de amortiguadores.
- Observar 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.

3.4.6.1.5 En los cables de guardia y puesta tierra:

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

3.4.6.2 Actividades de mantenimiento preventivo**3.4.6.2.1 En la franja de servidumbre:**

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

3.4.6.2.2 En las estructuras:

- Corrección de deficiencias en la verticalidad.
- Repintado de números de identificación
- Cambio elementos dañados o faltantes
- Limpieza de las base de la estructura y verificación de su estado de compactación.
- Construcción, limpieza o readecuación de cunetas de coronación.
- Drenaje.

3.4.6.2.3 En la cadena de aisladores:

- Reemplazo de aisladores rotos de la cadena.

3.4.6.2.4 En los conductores:

- Recalibración.
- Reparación.

3.4.6.2.5 Repintada y reposición de señalizaciones:

- Repintado de números de identificación en postes.
- Reposición de letreros de identificación de secuencia.
- Reposición de señales de peligro.

3.4.6.2.6 Puestas a tierra:

- Medir la resistividad.
- Mejor la calidad de aterramiento en el caso necesario.
- Reposición de puestas a tierra.

3.4.6.3 Actividades de mantenimiento correctivo**3.4.6.3.1 En las estructuras:**

- Cambio de tipo de estructura.
- Cambio de elementos dañados
- Reparación y reposición de material faltante.

3.4.6.3.2 En los conductores:

- Cambio de conductor
- Reparación de conductor

3.4.6.3.3 En la puesta a tierra:

- Instalación de puesta tierra, según diseño.
- Reparación y reposición de material faltante.

3.4.6.3.4 Mantenimiento de la faja de servidumbre

Consiste en la limpieza y desbroce de la vegetación, de forma que esta no pueda alcanzar las líneas. 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.

3.4.6.3.5 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.

Se deberá verificar y realizar el ajuste de los elementos de la estructura, como son las crucetas, peldaños, antiescalantes y a la base de las estructuras. Así mismo, se deben reponer los elementos faltantes. Cuando se determine fallas en el galvanizado, debe limpiar la superficie antes y aplicar galvanizado en frío.

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.

3.4.6.3.6 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.

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

En caso de detectar fallas en estos elementos, se procederá a su reposición mediante la utilización de equipo para mantenimiento con línea energizada.

3.4.6.3.7 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.

3.4.6.3.8 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.

3.5 DESCRIPCIÓN DE LA SUBESTACIÓN

3.5.1 Características técnicas de la ampliación de la S/E Esmeraldas

La ampliación de la S/E Esmeraldas estará conformada por un banco de autotransformadores monofásicos, 4x33/44/55 MVA, 138/230 kV, dos bahías de línea 230 kV, una bahía de acoplamiento de 230 kV y una bahía de transformador de 138 kV.

Esta ampliación de la S/E Esmeraldas que se debe construir será de transformación y de seccionamiento, con un área requerida aproximada de 4 hectáreas, en terreno ubicado junto a la central de Termo Esmeraldas, y separada de la actual subestación por la franja de servidumbre del oleoducto.

La S/E tendrá la siguiente configuración:

- Esquema de barra principal y transferencia
- Dos bahías de línea a 138 kV, para salidas de línea a Termoesmeraldas.
- Dos bahías de línea a 230 kV, para las salidas de línea a Santo Domingo.
- Un banco de autotransformadores monofásicos, 4x33/44/55 MVA, 138/230 kV
- Una bahía de acoplamiento de 230 kV
- Una bahía de de transformador de 138 kV
- Servicios auxiliares

El sistema de control y protección de cada posición de línea, se realizará mediante interruptores con asilamiento en SF6, de las características técnicas adecuadas para cada nivel de tensión.

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Cada posición tanto a 138 kV como a 230 kV estará conformada básicamente por el siguiente equipamiento: un interruptor automático con aislamiento en SF₆, 2 seccionadores de barra tripolares, 3 transformadores de corriente, 3 transformadores de potencial, 3 pararrayos, trampa de ondas, relés de protección, cables y accesorios.

Los interruptores de con aislamiento en SF₆ para 138 kV y 230 kV y demás equipo de seccionamiento irán montados sobre bases de hormigón armado. Las barras con sus respectivos accesorios irán montadas sobre estructuras metálicas reticuladas, de hierro galvanizado por inmersión en caliente.

El sitio para la construcción de la subestación ha sido seleccionado considerando las características geológicas y topográficas, con el fin dar seguridad y reducir costos de construcción.

3.5.2 *Etapas de construcción de la subestación*

A continuación se detalla las actividades principales que se desarrollarán durante el proceso de construcción y montaje de la subestación Esmeraldas.

1. Replanteo del proyecto.
2. Nivelación del terreno
3. Colocación de la malla de puesta a tierra
4. Construcción de cimentaciones
5. Construcción de obras civiles en general
6. Montaje de estructuras metálicas
7. Instalación de barras (conductores aéreos) y accesorios
8. Montaje de equipos
9. Cableado del circuito de control y protección
10. Inspecciones
11. Pruebas y energización

3.5.2.1 *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.

3.5.2.2 *Nivelación de 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.

3.5.2.3 Colocación de la malla de puesta a tierra

Con el fin de que todos los sobre voltajes 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 termo fundentes, enterrados a una profundidad aproximada de 50 cm y unidos a varillas de copperweld que van ancladas 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 de terreno, Cabe señalar que 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 (20cm aproximadamente), a objeto de reducir el trabajo y la acumulación temporal de material, ya que este será vuelto a colocar y compactar.

3.5.2.4 Construcción de cimentaciones

Dentro de la subestación es necesario realizar la construcción de bases de hormigón armado, las que servirán sujetar las estructuras metálicas y para el soporte de los equipos, requiriendo 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 es que las condiciones del terreno no son las adecuadas, será necesario utilizar material de mejoramiento.

A continuación se precederá 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 su resistencia a la compresión, y otras que determinen la calidad del hormigón.

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

3.5.2.5 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:

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

- 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.

3.5.2.6 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 y tortillería 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.

3.5.2.7 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 tensadas 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.

3.5.2.8 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 inmovilizarlos. Antes de realizar el ajuste de los pernos, se deberá verificar que los equipos estén totalmente alineados y nivelados.

3.5.2.9 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.

3.5.2.10 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 compresión.

3.5.2.11 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 iniciará su operación.

3.5.3 *Actividades de mantenimiento de la subestación*

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:

3.5.3.1 *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.

3.5.3.2 *Limpieza general de las posiciones de línea*

Consiste en la limpieza general de bases de pórticos y estructuras, corrección de puntos de oxidación, con pintura y/o galvanizado, inspección del estado de placas de identificación y señalización de los equipos de la posición, de ser necesario proceder con el arreglo o cambio de éstas.

3.5.3.3 *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 la vida útil.

3.5.3.4 *Limpieza y lavado 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.

Se deberá realizar la limpieza y/o lavado de aislamiento de equipos de Posición: Transformador, reactor o banco de capacitores, disyuntor, seccionadores, transformadores de corriente, transformadores de potencial, divisores capacitivos de potencial, pararrayos, aisladores de suspensión, soporte o de retención de los cableados aéreos que conectan los equipos de la posición.

3.5.3.5 *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 las conexiones para asegurar un buen contacto.

Debe considerarse ajuste de conexiones y en caso de ser necesario cambio de cables, terminales y conectores. Con base a la información de las copias de los reportes de las inspecciones termográficas, se corregirán los puntos calientes que le sean requeridos.

3.5.3.6 *Mantenimiento de gabinetes y cajas de conexión*

Se incluye limpieza interior y exterior de gabinetes y cajas de conexión, chequeo y corrección en caso de requerirse de los elementos internos y externos de los gabinetes y cajas de conexión, pintura y galvanizado de gabinetes, revisión y en caso de ser necesario arreglo de puestas a tierra interiores. Se realizará una limpieza cuidadosa y superficial de todos los elementos internos: cableado, borneras, partes y componentes. De ser necesario se utilizarán limpiadores de contactos y deshumectantes en spray.

En los gabinetes y cajas de conexión también se revisará, ajustará y en caso de ser necesario sustituir: lámparas, calefactores, marquillado, empaquetaduras, filtros de aire, mallas y cerraduras. Durante la vigencia del contrato deberá renovarse completamente la pintura de soportes, gabinetes, cajas de conexión.

3.5.3.7 *Mantenimiento del sistema de corriente continua*

Comprende las siguientes actividades:

Mediciones de voltaje y densidad de los bancos de baterías de 125 y 48 Vcc. Reponer el electrolito de las baterías.

Limpieza, lubricación y ajuste de conexiones entre celdas y bornes de salida y reemplazar elementos de conexión en caso de ser necesario.

Limpieza cuidadosa y superficial de elementos internos de los cargadores de baterías (cableado, borneras, partes y componentes eléctricos y electrónicos).

3.5.4 *Precauciones generales para las actividades de mantenimiento*

3.5.4.1 *Delimitar el lugar de trabajo*

Por motivos de seguridad, cuando se interviene una instalación o un equipo, se debe delimitar con los límites del área de trabajo, mediante señalización apropiada para impedir:

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

- Que el personal que realiza el trabajo, de forma involuntaria se salga de los límites de seguridad que corresponden a su lugar de trabajo.
- El ingreso intempestivo de vehículos al sitio de trabajo.
- El ingreso al lugar de trabajo, de personas no autorizadas.

3.5.4.2 **Mantener la distancia de aproximación**

Es la distancia mínima que puede acercarse una persona (cualquier parte de su cuerpo), o los objetos que utilice sin riesgo de electrización.

La distancia de aproximación esta en relación directa al valor del nivel de tensión de la instalación y tiene los siguientes valores:

- 1 metro para tensiones entre 500 y 1.000 voltios
- 2 metros para tensiones de más de 1.000 voltios e iguales o menores que 69 kV.
- 3 metros para tensiones de más de 69 kV e iguales o menores que 230 kV.
- 4 metros para tensiones superiores a 230 kV.

3.5.4.3 **Distancia mínima de aproximación**

La distancia mínima de aproximación protege al personal contra riesgos de contacto directo por movimientos o gestos y es la mínima distancia que puede acercarse una persona (cualquier parte del cuerpo) o los objetos conductores que manipula, a un conductor o pieza metálica energizada.

La distancia mínima de aproximación es directamente proporcional al valor del voltaje, se encuentra en la siguiente tabla:

**TABLA 3.5 ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA
EN EL PUNTO DE MUESTREO 1 (FMV53)**

TENSIÓN ENTRE FASES	DISTANCIA MÍNIMA DE APROXIMACIÓN (metros)
Baja tensión	0,30
2.1 - 15	0,60
15.1 - 35	0,70
35.1 - 46	0,80
46.1- 72	0,90
138.0 – 145	1,20
230.0 – 242	1,60

Fuente: CONELEC

Elaborado: CHARLIEG Ingeniería y Remediación Cía. Ltda.