

B.3 Riesgos Naturales

B.3.1. Riesgo Sísmico

B.3.1.1 Riesgos geológicos, vulcanología y sismicidad

Costa Rica, al presentar una geología muy reciente, está expuesta a fenómenos naturales muy frecuentes, tanto por sismicidad, actividad volcánica, deslizamientos e inundaciones a lo largo del territorio nacional y en muchos casos son muy bien delimitados los deslizamientos e inundaciones. En el caso de actividad sísmica todo el territorio nacional presenta una variabilidad en cuanto a la amenaza dado que se desglosa la condición por la interacción de las placas de Cocos-Caribe o los fallamientos locales.

La amenaza o peligrosidad de un evento geológico es debida propiamente a la naturaleza y se refiere a los efectos a que están sujetos las regiones o una zona específica, sin considerar cualquier obra hecha por el hombre en dichos sitios.

Los fenómenos naturales de tipo geológico que pueden causar deterioro al medio ambiente y a obras físicas construidas por el ser humano son variados, sin embargo se pueden considerar aquellos que se producen en forma instantánea y/o de manera continua e intensa durante periodos de tiempo medio a largo.

B.3.1.2. Descripción de la sismicidad y tectónica del entorno.

Costa Rica no esta exenta de problemas por amenaza sísmica, ya que existen fallas locales activas y lineamientos que de una u otra forma atraviesan áreas pobladas y que pueden generar a futuro movimientos sísmicos de importancia, ocasionando daños civiles, en la infraestructura e impactos al ambiente en caso de grandes deslizamientos.

En la actualidad se conocen por medio de trabajos de investigación los sismos severos de características destructivas, que han ocurrido en el pasado y volverán inevitablemente a ocurrir en el futuro, causando serios daños en las actividades económicas y sociales del país, si no se toman las medidas del caso.

Los efectos de cualquier terremoto dependen de una amplia gama de factores, se pueden citar entre algunos de ellos:

1. Los parámetros intrínsecos al sismo: magnitud, tipo de fuente, propagación de la señal, localización, profundidad.
2. Condiciones geológicas, en particular las superficiales como: el tipo de suelo, espesor, topografía y saturación del terreno.

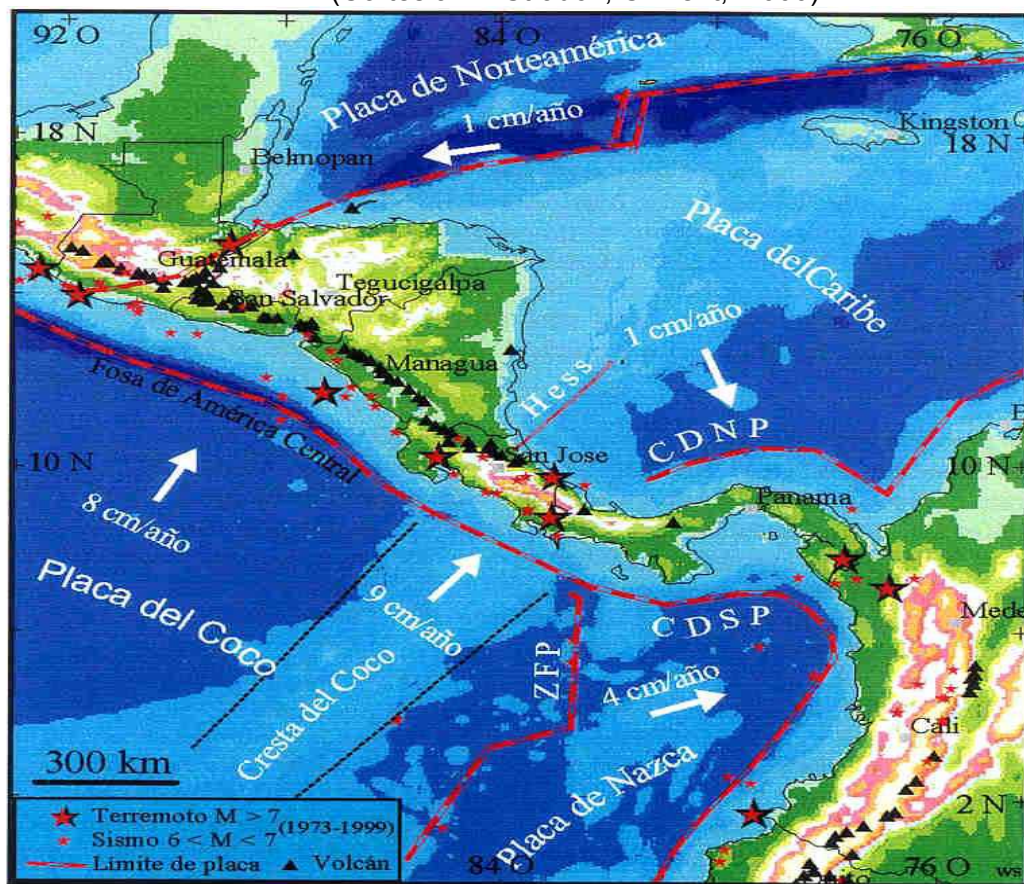
Condiciones de la sociedad, por ejemplo: la calidad de las edificaciones, preparación de la población ante desastres, normas de diseño y construcciones.

B.3.1.3. Fuentes sísmicas a lo largo del área del proyecto

La actividad sísmica resulta de la ubicación de nuestro país en el borde de convergencia de la Placa Caribe (o microplaca de Panamá) con las de Cocos y Nazca. Debajo de nuestro territorio, originando los temblores relacionados con el proceso de la subducción y entre las placas Cocos y Nazca, se encuentra la zona de fractura de Panamá, que genera mucha sismicidad, afectando mayormente la zona sur del país y en menor grado la parte central de Costa Rica.

Otras fuentes sísmicas importantes son las que corresponden con: a-temblores superficiales ocurridos en la zona sur del país y en menor grado en la parte central de Costa Rica y b- temblores superficiales ocurridos dentro de la corteza al interior de la placa Caribe y de la microplaca de Panamá, o en el límite entre ambos, como se muestra en la figura 2:

Figura 2: Mapa tectónico regional de Costa Rica y países vecinos
(Cortesía W. Strauch, Climent, 2 000)



Fuente: Microzonificación Sísmica, Climent, et al 2 000

B.3.1.3.1. Los temblores de la zona de subducción

Los temblores relacionados con la subducción de Costa Rica se deben a la penetración de la Placa del Coco bajo la del Caribe y la microplaca de Panamá. La profundidad de estos eventos varía desde unos 10 km bajo el piso oceánico del Pacífico de Costa Rica hasta 150 km bajo la zona central del país. Los sismos que ocurren a lo largo del plano entre las placas son llamados temblores interplaca y aquellos que ocurren dentro de la Placa del Coco, producto de la subducción, con profundidades intermedias entre los 40 y 200 km, se clasifican como sismos intraplaca (ocurren internamente dentro de la Placa del Coco cuando ésta se introduce en el manto).

Zona sísmica de Nicoya

Es una fuente sísmica interplaca. Fue definida originalmente por Morales (1985); se ubica en el margen convergente de Costa Rica, frente a la costa Pacífica y se extiende desde Cabo Velas hasta Cabo Blanco. Tiene capacidad de generar grandes eventos, con magnitud hasta 7,7, tal como fue el terremoto del 5 de octubre 1950. Según Protti y otros (1994), esta zona sísmica está restringida entre 10 y 40 km de profundidad. Para eventos de magnitud entre 7,0 y 7,7 en la escala Richter para esta zona sísmica, Montero (1986), estableció un período de recurrencia entre 20 y 30 años.

Zona sísmica de golfo de Nicoya.

Es una fuente sismogénica que comprende la entrada del Golfo de Nicoya y la zona de Herradura hasta la desembocadura del Río Grande de Tárcoles. De acuerdo con Protti y otros (1994), el borde oeste de esta zona sísmica está relacionado con una contorsión del plano de subducción de la Placa del Coco, en la que el ángulo de subducción hacia el este de dicho límite se hace suave, adquiriendo menor inclinación. Protti y otros (1994) la llamaron la contorsión brusca de Quesada y puede estar asociada con el límite oeste de las serranías oceánicas que se están subduciendo bajo el Pacífico Central de Costa Rica. Esta fuente sísmica puede generar intensidades máximas de VII (Mercalli).

B.3.1.3.2. Zonas de sismos superficiales y fallamiento cortical periférico

De acuerdo con estudios geológicos y tectónicos previos, la zona del Valle Central y alrededores, es un área con fallas geológicas importantes. En tiempos históricos y recientes éstas han provocado temblores de considerable magnitud.

Zona sísmica del fallamiento Candelaria

En esta zona sísmica se encuentra el sistema de Falla Candelaria. La traza de la principal falla de este sistema se ubica en los diversos mapas geológicos de Costa Rica; tiene un trazo rectilíneo y se extiende por más de 33 km desde su extremo noroeste, ubicado al oeste de Puriscal, hasta la confluencia de los ríos Candelaria y Pirris. Por su extensión y características geométricas se considera que es un fallamiento capaz de generar eventos de magnitud cercana a 7,0 (Escala Richter).

Zona sísmica Puriscal-Virilla

Las principales fallas activas que pertenecen a este sistema son: la Picagres, Jateo, San Antonio, Víbora y Virilla. Las cuatro primeras presentaron un importante incremento en su actividad sísmica entre mayo y setiembre de 1990, generando un evento principal el 30/06/90 de magnitud 5,1 (Magnitud Local = ML), que causó daños en la zona de Puriscal, según Montero y otros, generando un evento principal el 22/12/90 (Magnitud de Momento Sísmico = MW = 6.0), denominado Terremoto de Piedras Negras.

Zona sísmica de Quepos - Sierpe

Esta fuente sísmica se extiende desde Punta Judas hasta la desembocadura del Río Sierpe, abarcando entonces la costa pacífica central de Costa Rica. No se ha establecido aún la recurrencia sísmica en esta zona, un evento muy importante sucedió en el año 1 952 y tuvo una magnitud de 7,0 (Escala Ritcher) y el último evento grande ocurrido fue el 20 de agosto de 1 999, con una magnitud de 6,9 (Escala Ritcher).

Zona sísmica Osa - Golfito

Se extiende de noroeste a sureste, desde la desembocadura del Río Térraba hasta Punta Burica; al sur limita con la Fosa Mesoamericana y al norte con la falda sur de la Cordillera de Talamanca. Los principales eventos han sido relacionados con el proceso de subducción con intensidades de VIII en la zona de Osa.

Las diferencias litológicas en gran parte de la zona, el estado intenso de alteración, las pendientes abruptas, la fuerte influencia tectónica y la ocurrencia de eventos hidrometeorológicos (lluvias intensas o frecuentes) son factores que favorecen la inestabilidad de taludes.

B.3.1.3.3. Sismicidad histórica

Costa Rica está ubicada dentro de una zona tectónicamente activa. El proceso de subducción de la Placa del Coco bajo la Placa Caribe, a lo largo de la Fosa Mesoamericana, es la principal característica del ambiente tectónico en la región. La velocidad relativa de convergencia de las placas Coco-Caribe ha sido estimada en 9,3 cm/año, con dirección N 30° E (Minster & Jordan, 1 978).

A partir de nuevas evidencias geológicas, Astorga et al. (1 991) proponen la existencia de un importante sistema de fallas que atraviesa la parte central del país, extendiéndose desde el extremo suroeste de la Península de Nicoya hasta el sur de la provincia de Limón y Bocas de Toro. Este fallamiento estaría dividiendo a Costa Rica en dos grandes bloques denominados bloque norte y bloque sur.

La región oceánica al sureste de la Península de Nicoya, se caracteriza por la presencia de irregularidades batimétricas importantes como por ejemplo la Serranía del Coco (Lonsdale & Klitgord, 1 978).

El régimen tectónico se complica hacia el sur del país con un "punto triple" donde se interceptan las tres placas (Coco-Nazca-Caribe) y la fractura de Panamá, que es una falla transformada lateral derecha que limita las placas del Coco y Nazca.

En la región SE del país se han encontrado evidencias de subducción activa, como por ejemplo los levantamientos Cuaternarios de menos de 50 000 años y las terrazas marinas de la Península de Osa (Madrigal, 1 978, Woodward & Clyde, 1 979). Con base en datos sísmicos Woodward & Clyde (1 979) estimaron un ángulo de subducción de unos 20 grados en esa parte de Costa Rica, con lo cual la placa en subducción no desciende a suficiente profundidad para fundirse, razón por la cual no hay vulcanismo Cuaternario en dicha región (Morales, 1 985).

Desde 1 900 hasta 1 993 se han registrado 30 terremotos importantes en Costa Rica, localizados entre la fosa mesoamericana y el arco volcánico (intra-arco). Muchos de ellos tuvieron como fuente fallamiento local y otros el proceso de subducción de la Placa del Coco bajo la Caribe. Sin embargo, los que han causado mayores daños materiales y humanos son los originados por las fallas locales, aún cuando sus magnitudes son menores que los originados por la subducción, debido a su poca profundidad.

Los fallamientos locales son fuentes que generan temblores de magnitudes altas (máximas de $M = 6,5$ en escala Richter) a profundidades menores de 10 Km, por lo que deben ser considerados con cuidado, dado que por esas características se pueden producir intensidades y aceleraciones altas que pueden afectar poblaciones y obras de infraestructura de proyectos energéticos. Se ha determinado que hay cinco fuentes sísmicas locales fundamentales de este tipo en esta región, la Falla Chiripa, la Falla Cote-Arenal, la Falla Bagaces, la Falla Caño Negro y la Falla Liberia.

El proceso de subducción de la Placa del Coco es una de las fuentes más importantes, dado que se caracteriza por grandes liberaciones de energía en forma de terremotos de magnitudes altas (hasta $M = 7,7$), que pueden generar intensidades máximas de VIII o IX en la zona epicentral y, además, por su profundidad son sentidos en una región más amplia que los originados en fallas locales. Los hipocentros se localizan en una zona de Benioff que buza bajo la corteza continental hasta profundidades máximas de unos 200 Km. Históricamente esta fuente ha generado importantes sismos como los de 1 916, 1 939, 1 950 y 1 978.

Dadas las condiciones tectónicas propias de las regiones por las que atravesará la zona de estudio, es necesario considerar con cuidado las posibilidades de temblores en fallas locales que han sido determinadas allí a través de los estudios geológicos, como también los temblores que se puedan originar en la zona de subducción.

Para el estudio de la sismicidad instrumental en Costa Rica se ha dividido el país en tres regiones, norte, central y sur y se ha estudiado el período entre los años 1 982 y 1 993.

En la Región Norte, en el período considerado, se han estudiado un total de 326 temblores, de los cuales la mayor cantidad la constituyen los de magnitudes entre 2 y 4 (275 eventos), seguida por los sismos entre 4 y 5 (25 eventos), siendo escasos los mayores de 5 (1 evento). Las magnitudes mayores corresponden en la mayoría de los

casos con sismos originados por el proceso de subducción, en donde se han generado terremotos de magnitudes altas (>7 en escala Richter) en tiempos históricos. Las fallas locales por lo general pueden generar temblores de magnitudes intermedias (hasta 6,5 en escala Richter). En el mapa 18 se muestran los sismos de intensidad mayor a 5 en la escala de Richter.

Las profundidades de los temblores varían en un rango entre 0 y 200 Km. Los sismos de profundidades menores a 30 Km corresponden con fallamientos en la corteza continental o en la zona donde se inicia la subducción, cerca de la Fosa Mesoamericana. Los sismos de profundidad intermedia (mayor de 30 Km) se asocian con la subducción de la Placa del Coco.

La distribución de intensidades para la región NO de Costa Rica puede definirse en forma general de acuerdo con la fuente y localización de dos maneras: a- los sismos relacionados con el proceso de subducción que pueden generar intensidades altas (de VII a IX), principalmente en las poblaciones situadas en la Península de Nicoya y, b- los temblores cuya fuente son las fallas locales, que pueden generar intensidades altas (de VI a IX) en poblaciones aledañas al arco volcánico, como Arenal, Tilarán, Liberia, Bagaces o Cañas.

La sismicidad superficial se distribuye al azar dentro del área de estudio. Por la escasa densidad de datos, no es posible diferenciar ningún alineamiento importante, con excepción del enjambre localizado al este de La Fortuna en 1 987. Además, una gran parte de los sismos corresponden con eventos asociados con el proceso de subducción de la Placa del Coco bajo la del Caribe.

En la Región Central se han registrado, durante el período estudiado, un total de 4 241 eventos sísmicos, lo que indica una alta tasa de sismicidad; la mayoría de los temblores tienen magnitudes entre 1 y 4.

La distribución de los sismos presenta varios enjambres de sismicidad durante el período 1 984 -1 993 que corresponden a:

- a. Réplicas del terremoto de Pérez Zeledón de 1 983
- b. Sismicidad al sur de Cartago por fallamiento local
- c. Sismicidad en la zona de Puriscal por fallas locales
- d. Sismicidad en la zona del Río Pirrís.

Aparte de estos cuatro enjambres de actividad sísmica, hay una sismicidad distribuida más o menos homogéneamente en la zona de estudio, que corresponde en su mayor parte a eventos relacionados con el proceso de subducción de la Placa del Coco bajo la Placa Caribe.

La Región Central de Costa Rica presenta actividad sísmica que tiene tres fuentes principales, la Zona de subducción de la Placa del Coco bajo la Placa Caribe, la Zona de Fractura de Nicoya y las Fallas locales.

La placa del Coco se subduce bajo la Caribe a partir de la Fosa Mesoamericana con un ángulo de buzamiento inicial de 15 a 20° que luego se incrementa moderadamente hasta unos 35°, lo que genera sismicidad que va incrementando gradualmente en profundidad hasta un máximo de unos 100 Km. Esta fuente puede originar sismos de magnitudes altas (7 ó 7,5 en escala Richter) si se acumula la energía requerida. Sin embargo, la casi ausencia de eventos grandes ($M > 7$ en escala Richter) sugiere un posible desacople parcial entre las placas. Otra hipótesis que puede explicar este fenómeno es la resistencia a la subducción que opone la cresta del Coco (Morales, 1985). Sin embargo, se tiene registro de un sismo de magnitud 7,0 en escala Richter ocurrido en 1952 frente a Quepos (Montero y Climent, 1990).

La segunda es un sistema de fallamiento transcurrente con rumbo NE-SO en el sector del Golfo de Nicoya evidenciado por la una alineación en sentido NE-SO del talud continental en esta parte de la Península de Nicoya y el desajuste que muestra la Fosa Mesoamericana a la entrada del Golfo de Nicoya. Esta fuente sísmica puede generar sismos importantes como el del 25 de marzo de 1990 ($M = 7,0$).

Las últimas resultan como producto de la orogénesis que formó la cordillera de Talamanca y del proceso de subducción de la Placa del Coco bajo la Placa Caribe, habiendo generado en la zona varios patrones de fallas bien desarrollados con rumbos principales NO y NE. Estas fallas son en general de alto ángulo ($> 50^\circ$) (Denyer & Arias, 1991) y probablemente muchas de ellas son activas como lo demuestra la alta tasa de sismicidad somera y los rasgos geomorfológicos.

Del análisis del mapa de sismicidad en la región central del país (Ver mapa 18), se puede observar una distribución de los sismos dentro de los sistemas de fallas principales de la zona. Entre ellos, sobresale un grupo importante de temblores en la parte noroeste de la región. Estos eventos corresponden en su mayoría a réplicas del temblor del 26 de febrero de 1989 que tuvo una magnitud $M = 4,7$, con una intensidad máxima (MM) = VII (Barquero et al, 1989). Esta actividad sísmica parece estar relacionada con el sistema de fallas de rumbo NO-SE y NE-SO a lo largo del Río Pirrís. Una agrupación de sismos en la parte NE de la zona, al sur de la ciudad de Cartago, la cual presenta un complejo sistema de fallas. Esta área ha tenido importante actividad sísmica en tiempos históricos, provocando daños considerables en Cartago y poblaciones vecinas. Por último, la parte oeste de la región es la que presenta los patrones de fallamiento más conspicuos, entre los que sobresale uno de orientación NO-SE. En ellos, la actividad sísmica registrada es importante especialmente a partir de 1990, en que se inició un enjambre sísmico en Puriscal.

Por último en la región sur, se localizaron un total de 981 eventos sísmicos, la mayoría de los cuales tuvieron magnitudes entre 2 y 4. Los eventos de magnitudes superiores a 5 son únicamente 10 durante el período. La tasa de sismicidad en la región sur del país, al igual que a todo lo largo del litoral pacífico de Costa Rica se puede considerar como importante.

Para algunos de los temblores más importantes registrados por la Red Sismológica Nacional en la región sur de Costa Rica, se tienen datos macrosísmicos que han

permitido estimar las intensidades para los diferentes lugares del país en donde se percibió el sismo.

La distribución de los sismos es más o menos homogénea en toda la región de estudio, con la excepción del sector noroccidental en el cual se concentran un número importante de eventos, muchos de los cuales corresponden a réplicas del terremoto del 3 de julio de 1983 en Pérez Zeledón. Otro grupo de sismos al NE corresponde a réplicas del terremoto de Limón de 1991. El resto de la sismicidad de la región se asocia principalmente a la subducción de la Placa del Coco bajo la Placa del Caribe o a la Fractura de Panamá.

La región sur del país está afectada por varias fuentes sísmicas entre las que se destacan:

Subducción de la placa de Cocos bajo la del Caribe. Se inicia a partir de la Fosa Mesoamericana y se extiende hacia el interior bajo la corteza continental con dirección N 35° E. En la parte SE el ángulo de subducción es de unos 20° y el proceso se ve obstaculizado por la presencia de la Dorsal Asísmica de Cocos, ubicada en forma transversal a la fosa oceánica. A esta fuente se pueden asociar terremotos como los de 1904, 1941 y 1983 (3 abril).

Zona de Fractura de Panamá. Falla transformada con desplazamiento de rumbo que se extiende hacia el sur de Punta Burica. Puede generar temblores fuertes ($M = 7,0$) como los de 1934, 1945 y 1949 en la zona fronteriza con Panamá.

Sistemas de fallamiento. Las fallas locales se localizan principalmente en el arco montañoso y en los bordes de cuencas intra-arco (Valles del General y Coto Brus), así como en la Península de Osa. Los sistemas de fallas principales son de orientación NO-SE y NE-SO asociadas al sistema de "Falla Longitudinal de Costa Rica", el cual genera un sistema de esfuerzos compresivos que da origen a una serie de fallas inversas y de desplazamiento de rumbo que pueden identificarse casi a todo lo largo del litoral Pacífico de Costa Rica. El sistema se compone de fallas con rumbo aproximado NO-SE paralelo a la dirección estratigráfica regional. Hay indicios de su actividad por lo menos hasta el Pleistoceno (Madrígal, 1977).

Otro sistema de fallas lo constituyen las fallas de la Cordillera de Talamanca, la mayoría de de tipo normal, originadas tanto por el emplazamiento de la cordillera como por el efecto gravitatorio del sistema tensional que rige el costado noroeste del Valle del General. Otros sistemas incluyen fallas de desplazamiento de rumbo y fracturas indiferenciadas sin importancia considerable (Mora, 1979). Algunas de dichas fallas han mostrado actividad reciente como en el caso del terremoto de julio de 1983 en Pérez Zeledón.

Una vez determinadas las fuentes sísmicas principales se procede a realizar el análisis de amenaza sísmica. Para el presente caso se ha empleado el método determinístico recomendado por Krinitzsky (1993). Con este método, lo que se hace es que a cada fuente sismogénica se le asigna un temblor máximo esperable. Con este dato y con la distancia de la fuente al sitio más cercano donde se ubica la zona de estudio, se estiman los valores pico de aceleración, velocidad y duración mediante las leyes de atenuación

desarrolladas por Krinitzsky (1 988). También se determina la intensidad máxima y la intensidad en el sitio para cada fuente.

Del análisis de todas las fuentes seleccionadas, se observa que los valores de aceleración más elevados lo dan las fuentes, Zona de Fractura de Nicoya (500 cm/s/s), Falla Longitudinal de Costa Rica y Zona de Fractura de Panamá (650 cm/s/s). En ambos casos se trata de estructuras tectónicas que han sido poco estudiadas en detalle, por lo que la incertidumbre en ellas es bastante alta. Además, el método de análisis empleado no considera dicha incertidumbre. De lo que se conoce hasta el momento, se puede decir que la Zona de Fractura de Nicoya es una falla importante con actividad reciente (25 marzo 1 990, $M=6,5$), que la Falla Longitudinal de Costa Rica, si bien es una estructura de bastante longitud (más de 100 km), no tiene registro de actividad en tiempos históricos o recientes y que de la Fractura de Panamá si se tiene registro de actividad histórica importante, llegándose a registrar eventos con magnitudes de hasta 7. Sin embargo, en la parte continental, hay una complicación tectónica, pues es difícil establecer con certeza los límites de la zona de subducción en el extremo sur del país y la incidencia de la fractura de Panamá cerca de la parte continental de Costa Rica y Panamá. En todo caso, si es importante tomar en consideración la alta sismicidad de esta región del país.

B.3.2. Riesgo de Erosión

B.3.2.1. Susceptibilidad a procesos erosivos

Además del análisis que se realiza mediante la metodología mencionada previamente, se estudia la susceptibilidad a procesos erosivos utilizando datos históricos.

En la mayoría de los suelos de Centroamérica la erosión es un problema grave, debido, principalmente, al manejo inadecuado, la sobreexplotación, la pérdida de cobertura vegetal, las características del suelo y la climatología. Estos hechos se suman a la inexistencia de medidas de conservación de suelos.

Para el caso de Costa Rica el corredor de la línea del Proyecto SIEPAC no presenta problemas de estabilidad de laderas de tipo cartografiable, cuyo origen sea estructural.

El tramo comprendido entre el Río Grande de Tárcoles y el Río Pirrís presenta problemas de erosión severa de origen antrópico, debido al sobrepastoreo de potreros con pendientes pronunciadas. El fenómeno es de orden superficial, no afectando el sustrato rocoso. Se manifiesta por la presencia de cárcavas, surcos generalizados, pie de vaca y cicatrices de antiguos desprendimientos en masa por solifluxión, deslizamiento o desprendimiento. Estas áreas de erosión son puntuales, por lo que podrán ser fácilmente evitadas al momento de seleccionar los sitios de ubicación de torres del proyecto.

Dado que el área que corresponde desde los Cerros de Turubares hasta las planicies de Parrita es de fuerte topografía, es factible que existan problemas muy puntuales de deslizamientos. Durante el diseño del proyecto, una vez definidos los sitios probables de

anclaje o ubicación de las torres, se deberá hacer una valoración técnica en el campo para determinar la posible susceptibilidad a problemas de inestabilidad.

En la zona de Parrita - La Fila Costeña - Palmar Norte la topografía es más irregular, siendo posible encontrar en el área boscosa zonas de desprendimientos debido a la combinación de eventos previos de sismicidad o lluvias intensas. Por lo tanto, durante la etapa de diseño del proyecto se requiere una valoración puntual de cada uno de los puntos de ubicación de las torres para determinar si el sitio es suficientemente seguro o si requiere ser cambiado o reforzado para evitar problemas a futuro.

B.3.3. Riesgo Volcánico

En cuanto al vulcanismo, el corredor de la línea de transmisión (LT) en la parte Norte del territorio nacional, específicamente de La Cruz de Guanacaste a San José de Upala en Alajuela, no existe influencia directa por actividad volcánica, pero debemos considerar que en guayabo de Bagaces la LT atraviesa la Caldera de Miravalles, donde en la actualidad existen proyectos en los cuales el riesgo ya ha sido considerado.

B.3.3.1. Susceptibilidad del terreno y de las instalaciones del proyecto.

Se consideran flujos piroclásticos, avalanchas volcánicas, flujos de lodo, coladas de lava.

Se debe indicar que el proyecto en mención está fuera de cualquier tipo de afectación por flujos piroclásticos, avalanchas volcánicas, flujos de lodo o coladas de lava con excepción de las Volcán Miravalles, (Ver Mapa 19), pues las de los volcanes Rincón de la Vieja y Arenal están fuera del área de influencia de la ruta. (Fuente: Escuela Centroamericana de Geología).

B.3.3.2. Apertura de nuevos conos volcánicos y otros riesgos.

Caídas de ceniza, dispersión de gases volcánicos y lluvia ácida a menos de 30 Km de un centro de emisión volcánico activo.

Debido a la condición geotectónica del país y a la ubicación del trazo del proyecto no existen nuevos indicios de apertura de aparatos volcánicos, además por la ubicación de los volcanes activos, éstos no tienen influencia directa por caída de ceniza, dispersión de gases volcánicos y lluvia ácida.

B.3.3.3. Amenaza por volcanes activos a menos de 30 Km de la Línea de transmisión.

Alvarado (2 000) resume los riesgos por actividad volcánica principalmente como caídas de ceniza y piroclastos de actividades principalmente plinianas y vulcanianas. No menciona riesgos por erupciones de lava y gases. El cuadro B.3.1 muestra el tipo de actividad potencial para cada volcán activo cercano a la LT.

Cuadro B.3.1. Tipo de Actividad Eruptiva de los Principales Volcanes que Afectan la Línea

Volcán	Actividad Histórica e IVE ¹ Máximo	Tipo de Actividad Pre-histórica	IPV ²	Peligro Volcánico a Corto Plazo	Peligro Volcánico a Largo Plazo	Posible Número de Personas Afectadas ³
Orosí-Cacao	-	Supliniana, domeana y efusiva	4	Eventual reactivación	?	500 a 2 000
Rincón de La Vieja	Erupciones freáticas y freatomagmáticas (vulcanianas) con lahares calientes IEV: 2-3	Vulcanianas, estrombolianas, Plinianas (IEV: 4) efusivas, con deslizamientos volcánicos y lahares	11	Lahares e ignimbritas, caídas de bloques en las cercanías del cráter	Erupción pliniana con flujos piroclásticos, eventual deslizamiento volcánico	500 a 2 000
Miravalles	Explosión freática (hidrogeotérmica)	Subpliniana efusiva, deslizamientos volcánicos, flujos de bloques y cenizas, ignimbritas	7	Explosiones freáticas y posible reactivación	Erupción subpliniana Vulcaniana, coladas de lava y deslizamiento volcánico	1 000 a 5 000
Tenorio	-	Estromboliana, vulcaniano y efusivas (poco conocidas)	6	Eventual reactivación	Poco evaluado	500 a 3 000

1: Índice de explosividad volcánica máxima (basado en Newhall y Self, 1 982).

2: Índice de peligrosidad volcánica basado en los criterios de Yokohama et al. (1 984).

3: Incluye evacuadas, pérdidas económicas, heridos y muertes, ante una futura actividad.

Fuente: Alvarado, Pérez y Sigarán 2 000

B.3.4. Riesgos Derivados de los Procesos Hidrológicos, Fallamiento Local e Inestabilidad de Laderas

B.3.4.1. Amenazas por inundaciones, fallas y deslizamientos

A continuación se presenta un análisis tramo por tramo de las posibles amenazas al proyecto por inundaciones, fallas sísmicas y deslizamientos, así como las recomendaciones que deberán seguirse, principalmente durante la etapa de diseño, para evitar o minimizar los riesgos (ver mapa 19)

Tramo CR-1

Subtramo 2

La presencia de una serie de fallas pone de manifiesto que la ubicación de las torres debe ser minuciosamente evaluada durante el proceso de diseño con un análisis geotécnico y una valoración de campo, con la finalidad de descartar cualquier posibilidad de deslizamiento.

Tramo CR-2

(Subtramo 1 al 7) La Cruz-Brasilia

El trazo de la línea por esta área no presenta ningún inconveniente debido a que la topografía es semi-plana, y donde no se evidencian problemas de inestabilidad de laderas (erosiones intensas o deslizamientos). Se debe de considerar que el terreno existente se presenta muy meteorizado y esto puede ser un factor que de no establecerse ningún control en aquellos sectores donde se deba efectuar un corte de bosque quede expuesto y sea fácilmente erosionable.

El paso por los cauces tanto las Animas, Sábalo, Mena, Sucio, Orosi, Las Haciendas, no presentan ningún problema en cuanto a problemas erosivos o desbordamientos importantes que sean efectos adversos a la infraestructura (torres), que se coloque.

En cuanto a la condición sísmica en el área, debe indicarse que se presenta la falla Caño Negro, subtramos 2,3,4, que en los últimos años ha generado sismos importantes, por lo tanto, la existencia de este tipo de amenaza debe de ser considerada para el diseño de las torres y principalmente para aquellas, que se ubiquen en áreas de lomas o al borde de laderas.

Tramo CR-3

(Subtramo 1 al 7) Brasilia-San Isidro

En esta sección de la línea el trazado se ubica al pie de la Fila Caño Negro donde topográficamente no presenta problemas debido a que es semi-plano. Eventualmente de colocarse alguna torre en una loma o al borde de una ladera debe analizarse el entorno debido a la posibilidad de que de generarse una liberación de energía por la existencia de un sistema de fallamiento local importante, se pueden producir desprendimientos debido al alto grado de meteorización de la roca.

Además, al ser una topografía muy plana las quebradas afluentes del Río Caño Negro presentan una sinuosidad importante, por lo tanto, se sugiere que las torres deben de alejarse y tratar de ubicarlas en las cercanías de la ladera.

La topografía del sector del Asentamiento el Progreso a San Isidro debido al posible trazado es más irregular ya que corresponde a la Fila Caño Negro y cualquier ubicación de torre debe alejarse del borde de las laderas y asentarse en corte natural, no en relleno o conformación de los mismos. Además, es importante proteger el entorno debido a la posibilidad de procesos erosivos intensos.

Subtramos del 8 al 10. San Isidro - La Fortuna

El trazado de la línea en esta sección se ubica entre el Volcán Rincón de la Vieja y Miravalles por una zona de topografía plana donde se evidencian pequeñas lomas. A lo largo de este trazado no se presentan problemas de inestabilidad de laderas que puedan afectar directamente la integridad de las torres. Pero, es necesario valorar el entorno para la ubicación de las mismas debido al alto grado de meteorización existente.

El paso por los cauces de los ríos Raudales, Blanco no presentan problemas de desbordamiento o erosiones intensas de los laterales.

Se presentan áreas pantanosas donde se evidencian pequeñas lagunas debido al estancamiento del agua en períodos de lluvia en el tramo.

Se debe considerar que la Fortuna de Bagaces se halla dentro de una caldera y la existencia de material arcilloso, fuentes termales (tramos CR-3, CR-9 y CR-10), deben de ser valoradas específicamente en cada punto donde se ubicarán las torres debido a la alteración hidrotermal. Es indispensable efectuar estudio de suelos en cada punto de ubicación de las torres para la cimentación correspondientes.

Subtramo de 10 a 19. La Fortuna-Cañas

El trazado de la línea por esta ruta se caracteriza por ser un área donde aflora una roca consistente debido a la presencia coladas, tobas y pómez. La topografía es semi-plana o irregular en algunos puntos, pero no se evidencian problemas de inestabilidad.

Subtramo 33

Una serie de fallas existen en el trazado de la línea. Aunque esto no implica un riesgo directo para el proyecto, es necesario realizar una valoración de campo durante las etapas de diseño del proyecto para que no coincida la ubicación de alguna torre con una falla. Esto debe ser inspeccionado atentamente durante el proceso de diseño.

Tramo CR-4

Subtramos 3, 5, 7, 8 y 9

Existen en estos subtramos algunos sistemas de fallas que deben de considerarse durante el diseño, para evitar la ubicación de las torres en sitios de alto riesgo.

En los subtramos 9 y 10 se debe valorar con mucho cuidado, ya que existen fallas exactamente en un punto de inflexión de la línea eléctrica pasa paralela a la falla, de esta manera se garantizará que las torres no estarán ubicadas en una zona de alto riesgo. Esto deberá también ser inspeccionado cuidadosamente durante el proceso constructivo.

Subtramo 22

Valorar en campo la ubicación de las torres para evitar ubicarlas en la falla.

Tramo CR-5

Subtramo 2

Se debe valorar este punto específico ya que existe una falla exactamente en el punto de ubicación de una torre. Aplican los mismos comentarios del punto anterior.

La existencia de fallas geológicas y la presencia de aguas subterráneas en la zona puede generar no solo deslizamientos sino también problemas de licuefacción, dependiendo de las características granulométricas del suelo. Estos factores deben ser considerados durante el proceso de diseño, a escala 1:200, incluyendo en este sitio estudios granulométricos del suelo.

Subtramos 12, 18, 23, 24, 25

La línea atraviesa una serie de fallas que deben ser consideradas, aunque son de longitudes muy pequeñas para generar eventos importantes. En la fase de diseño se debe efectuar una valoración de campo para determinar si existen áreas de alteración o fuerte meteorización de la roca preexistente y evitar la ubicación de las torres encima de éstas.

Subtramos 12 al 21

A lo largo de estos Subtramos la línea atraviesa una topografía muy irregular y ante eventos adversos (hidrometeorológicos, sismicidad alta) es factible la generación de problemas de inestabilidad de laderas. Por lo anterior se recomienda realizar una fotointerpretación y un estudio de campo durante el diseño, para evitar esas zonas o establecer las medidas de mitigación necesarias.

Tramo CR-6

Subtramo 6-2

Dado que en este sector existe una falla cerca a un punto de inflexión, el diseño de las torres debe estar acorde a las condiciones geotécnicas y sísmicas del sitio, considerando la posible ocurrencia de sismos o desplazamientos de falla.

Subtramos 1 al 10

La línea está trazada por un área de falla, siendo necesario que durante la etapa de diseño deban valorarse las condiciones del sitio, tanto desde el punto de vista geológico-geotécnico, como de áreas de deslizamiento. Además, se ubica frente a un área con un potencial sísmico importante que corresponde a la zona de Quepos. Por la interacción de fuentes cercanas a los trazados de la línea es factible que, si las torres se ubican muy

cerca de pendientes fuertes, se puedan generar desprendimientos de laderas debido a la fracturación de la roca. Todos estos riesgos deben considerarse en el diseño del proyecto para evitarlos o minimizarlos.

En cuanto al área de inundación del Río Parrita no tiene influencia con respecto a la ubicación de la LT ya que la misma se ubica en las partes altas.

Subtramo 6

Se debe considerar el comportamiento hidrológico del Río Seco, principalmente en las partes bajas donde existe la probabilidad de desbordamiento. Se debe tomar en cuenta que la LT pasa en la cuenca intermedia donde no hay problema de inundación, de manera que se debe considerar en el diseño de la cimentación de las torres.

Subtramo 14

Durante la etapa de diseño se debe escoger cuidadosamente la ubicación exacta de los sitios de torres, ya que el Río Naranjo en esta área amplía su llanura de inundación y es muy erosivo en sus márgenes. Las torres deberán diseñarse a una distancia tal que evite la posibilidad de inundación.

Tramo CR-7

Subtramo 1

La línea atraviesa el área de inundación del Río Savegre, mismo que en el evento del Huracán César amplió su llanura de inundación, por lo que el diseño del proyecto debe garantizar la ubicación de las torres en zonas que no estén expuestas a ese riesgo.

Subtramos 3,6,9,10,12,16

El trazado es atravesado por una serie de fallas, que podrían afectarlo más que todo si los sitios de torres requieren acondicionamiento del terreno. Se recomienda para cada sitio un análisis específico durante la etapa de diseño final y efectuar un reconocimiento para establecer las recomendaciones del caso.

Tramo CR-8

Subtramos 1 al 18

La línea atraviesa un área con una topografía muy irregular y con eventos de magnitudes importantes por lo que existe el riesgo de desprendimientos en las áreas de ladera. Se recomienda realizar durante la etapa de diseño final un análisis fotogeológico para determinar la presencia de estas áreas y establecer las medidas de mitigación. Incluir en este último los subtramos 7-15 y 7-16 anteriores ya que presentan la misma condición.

Subtramos 19 y 20

En este punto específico hay un punto de inflexión entre estos subtramos que se encuentra cerca de una de las dos fallas que lo atraviesa, siendo necesario durante el diseño verificar las condiciones del terreno y su estabilidad para la ubicación de las torres mediante valoración de campo. Durante los huracanes César y Mitch en la microcuenca del Río Balzar se generaron fuertes erosiones de las laderas y flujos de lodo lo que evidencia que el área de la microcuenca es de alta inestabilidad. De estos eventos no existe cartografía histórica. El estudio de campo que se desarrolle durante el proceso de diseño final debe evaluar cuidadosamente esta zona considerando estos eventos ocurridos anteriormente.

Tramo CR-9

Subtramos 4, 9, 12, 16, 17, 20 y 23

En los diferentes subtramos el trazo es cruzado por fallas pequeñas, cuyas implicaciones pueden ser más que todo en problemas de inestabilidad de laderas. Durante la fase de diseño final será necesaria la verificación con fotografía aérea y visitas de campo para ubicar la ubicación de torres cerca.

Además existe riesgo por inestabilidad de laderas del 9-10 al 9-23 por lo que debe considerarse en la etapa de diseño.

Tramo CR-10

Subtramos 1, 3 y 4

La línea es atravesada por varias fallas, siendo necesario verificar durante la etapa de diseño final la ubicación de torres. Además se presentan áreas de inestabilidad. La presencia de calizas y su fracturamiento implican un área de alta vulnerabilidad a deslizamiento de tipo desprendimiento de roca caliza. Además, el área ha sido en los últimos años una fuente sísmica importante, lo que debe considerarse para el diseño y ubicación de las torres. En este sector se suman varias características de riesgo que deben ser cuidadosamente analizadas durante la etapa de diseño.

B.3.5. Riesgos de incendio.

Para la determinación de riesgos de incendio se realizó una revisión del recorrido con los funcionarios del Área de Conservación Guanacaste y Pacífico Central, por considerarse que en éstas se podía presentar la mayor incidencia de estos eventos. La conclusión fue descartar el riesgo para la línea debido que si bien se presentan quemaduras en el recorrido que tiene la ruta, estos son de rastrojos o para renovar repastos, no llegando a incendios de masa forestal que pudieran alcanzar un nivel que afecte el proyecto.

SECCIONES C Y D: Impactos del Proyecto y Plan de Manejo Ambiental

SECCION C: Impactos Ambientales del Proyecto

C.1 Identificación de Impactos

El análisis de las acciones de proyecto que pueden generar impactos en la fase de construcción, operación y mantenimiento, así como de la lista de revisión de impactos en líneas de transmisión, y la opinión de expertos, (metodologías utilizadas para la optimización de la ruta), permitieron identificar los impactos ambientales de mayor relevancia en la ruta. A continuación, se exponen los impactos más importantes identificados para las fases de construcción y operación del proyecto.

C.1.1. Impactos Fase de Construcción

Durante la fase de construcción se identificaron tres actividades principales de proyecto, a saber:

1. Apertura de caminos de acceso
2. Izado de torres y cableado
3. Apertura de calle o servidumbre.

Para cada una de las anteriores se identificaron las acciones, factores ambientales potencialmente impactados y los impactos asociados a dichas acciones.

C.1.1.1. Apertura de caminos de acceso

La apertura de caminos de acceso, se da por la necesidad de acceder cada una de las bases de los apoyos que componen la línea.

En los casos en que es necesaria la apertura o creación de accesos, su construcción supone la remoción del terreno, ya que se ha de romper la superficie del suelo, y en algunos casos transformar la pendiente de éste hasta que la misma sea tal que permita el paso de maquinaria.

Sin embargo, la creación de caminos, desde el punto de vista social, en general supone un impacto de carácter positivo, ya que genera una mejora de la accesibilidad en el medio rural, pues completa la red de caminos existentes, lo que en muchos casos puede representar una ventaja para la explotación de las fincas atravesadas por el trazado de la línea de interconexión y para la población en general.

Este efecto es claramente palpable en zonas forestales, ya que supone un complemento para la red de vías de saca de los bosques, productos (Madera, etc) o de acceso para los servicios contra incendios.

En todo caso, la modificación de la cubierta del suelo, producida por la apertura de estos accesos, puede suponer la aparición de procesos erosivos superficiales, al quedar el suelo desnudo tanto en la trocha como en los taludes.

En los casos en que se han de abrir nuevos caminos, sin embargo, el impacto es bajo, dado el tamaño de la calzada, necesaria para el paso de la maquinaria.

La magnitud del impacto que esta actividad supone es directamente proporcional a dos factores, por una parte de la pendiente transversal del terreno, ya que a mayor valor de la misma, mayor será el movimiento de tierras y por tanto el deterioro que se habrá de realizar, ya que la diferencia entre la pendiente que pueden tener los accesos y el terreno será mayor y por tanto el corte que se ha de realizar del mismo será igualmente superior. El segundo factor es el potencial erosivo de los suelos cruzados, ya que los riesgos de arrastres y deslizamientos incrementarán el valor del impacto directo sobre el suelo.

Por otra parte, cuando la trocha tiene una pendiente longitudinal fuerte, se haya claramente expuesta a los procesos erosivos, y con el paso del tiempo, se forman pequeños surcos, si no se realizan labores de mantenimiento y canalización de las escorrentías.

Además, se pueden deteriorar los caminos existentes por el paso de maquinaria pesada, por lo que eso debe incluirse como un potencial impacto a la red de caminos existentes.

La apertura de nuevos caminos de acceso, en los casos que sea preciso, genera un impacto que se produce por la ocupación del suelo y por los movimientos de maquinaria y de tierras. La ocupación del suelo supone la pérdida del recurso edafológico como tal, implicando un cambio de uso. El movimiento de maquinaria genera compactaciones del terreno más o menos superficiales. Los movimientos de tierra necesarios para la apertura del nuevo acceso son la causa de las alteraciones más significativas, al provocarse cambios, más o menos reseñables en el relieve por extracción y/o depósito de los materiales, el incremento de los riesgos de erosión y de deslizamientos de los materiales, con pérdidas de horizontes edafológicos. Este impacto se valora en las matrices con intensidades medias a bajas en promedio.

Se debe indicar, que la pérdida de horizonte edáfico, implica la pérdida de nutrientes del suelo. Este impacto es difícil de valorar, ya que no se tiene la información detallada del tipo de suelo y las características edafológicas de cada subtramo con detalle. Además, al cambiar el uso del suelo, (por apertura de caminos), los nutrientes del suelo desde la perspectiva agronómica, dejan de tener importancia, pues el uso deja de ser agrícola. Por las razones anteriores, no se incluye la valoración de dicho impacto en la matriz de valoración (MIIA).

Los materiales extraídos en la apertura de accesos y la creación de las cimentaciones, generan potencialmente impactos asociados a su acumulación en los frentes de trabajo y su depósito en las escombreras diseñadas para ello.

Otra acción derivada de la apertura de caminos consiste en el potencial impacto generado a la red de drenaje superficial. Se pueden producir alteraciones en algunos puntos relacionados con los cauces de quebradas y con la red de drenaje de las escorrentías superficiales, debido a interrupciones de éstos con la apertura de accesos, ya que en los cursos principales los métodos de trabajo utilizados evitan cualquier tipo de alteración.

Potencialmente, se identifica la posibilidad de contaminación de cauces superficiales por sedimentos y/o derrames accidentales o aguas domésticas de los frentes de trabajo, lo cual se identifica en la matriz de impactos bajo el concepto de contaminación de aguas superficiales o subterráneas. La potencial disminución de la infiltración, producto del paso de la maquinaria por el terreno (compactación), es un impacto que no se valorará en la matriz de valoración (MIIA), puesto que se tiene poca información para ello.

Por otra parte, durante la fase de construcción de la línea va a existir una alteración sobre la atmósfera debida al aumento de partículas en suspensión, como consecuencia de los continuos movimientos de la maquinaria y el aumento de vehículos en general.

Durante la apertura de caminos (así como las otras actividades de la fase constructiva del proyecto), se tienen impactos potenciales sobre la vegetación y fauna.

Durante esta fase se producirá un aumento de ruido en las zonas donde se realicen las obras, lo que generará una perturbación del medio como consecuencia de la realización de los trabajos y debido a la presencia de maquinaria y personal. Esta perturbación será especialmente notable en las zonas más naturales, con reducida presencia humana, ya que se puede crear una situación de tensión en las poblaciones y producirse el desplazamiento temporal de ejemplares de las especies más sensibles a áreas próximas. Este impacto se valora en los tramos en donde se tiene presencia de bosque.

La construcción de la línea puede llevar consigo la eliminación directa de ejemplares de las especies que presentan menor capacidad de desplazamiento: este es el caso de anfibios, reptiles y micromamíferos. La fauna con mayor movilidad, principalmente aves y mamíferos de mayor tamaño, podrá desplazarse fuera de la zona. También se puede producir la destrucción de nidos y madrigueras de distintas especies en la apertura de accesos y de calles. Esto puede llevar consigo una disminución de esos individuos en las zonas atravesadas. La magnitud de este impacto dependerá de las características del hábitat afectado, centrándose esencialmente en los bosques naturales, especialmente los primarios, dado que los charrales, zacatales, secundarios ralos y zonas de cultivos, presentan una sensibilidad muy inferior. En la matriz se valora bajo el impacto de alteración / destrucción de flora y fauna y el cual se resume como fraccionamiento de hábitat.

La pérdida de hábitats para la fauna o las alteraciones permanentes de los mismos, que se pueden producir como consecuencia de la eliminación de la vegetación, tanto en la construcción de los accesos como, principalmente, en la apertura de las calles entre los apoyos, tendrán un carácter muy restringido dadas las características de cobertura boscosa, menor a 30% que atraviesa el proyecto.

Sobre el factor socioeconómico se identifican una serie de impactos durante la fase de construcción del proyecto, asociadas a las tres actividades principales.

Se producirá ruido, debido a los procesos constructivos típicos y el paso de la maquinaria pesada. Este impacto es de carácter temporal, y aunque afectará de forma negativa a la población existente en la zona, se considera que el impacto no es significativo dado que el trazado de la línea, se separó al menos 500 m de los centros de población.

El empleo es una de los efectos que se producen con carácter favorable, es decir, que generan un beneficio para la población. Durante la fase de construcción de la línea eléctrica se producirá una contratación temporal de personal para las diversas tareas que conlleva un proyecto de estas características, ya sea para la instalación de la línea en sí, o para las acciones asociadas que conlleva, sobre todo obra civil, cortas, podas, apertura de caminos, por lo que se creará empleo.

El impacto sobre yacimientos arqueológicos o monumentos históricos, se derivan por la presencia de caminos de acceso o torres en sitios cercanos a un yacimiento o monumento. Para el caso de estudio, no se identificaron monumentos histórico culturales en el trazado de la ruta y la misma, se alejó al menos 250 m de yacimientos arqueológicos identificados.

La apertura de accesos, puede generar impacto visual, y ello depende de las zonas que atraviese. El impacto se inicia por los cambios geomorfológicos generados por el movimiento de tierras o cortes necesarios para la apertura de los caminos, que sean necesarios; así como, por el cambio en el uso del suelo (pérdida de vegetación), la presencia de maquinaria, los procesos erosivos, la generación de suelo de desecho y otros residuos sólidos.

El impacto visual se minimiza en aquellos lugares donde es posible llegar a campo traviesa sin perjuicio para los elementos ambientales cercanos, como es el caso de los pastos y cultivos anuales ubicados en terrenos relativamente planos.

Los efectos identificados como generadores de impactos en la actividad de análisis son los siguientes:

1. Aumento de escorrentía superficial
2. Erosión eólica y/o hídrica
3. Pérdida de vegetación
4. Producción suelo de desecho
5. Alteración de la red de drenaje superficial
6. Alteración de la red de drenaje subterránea
7. Movimiento de maquinaria pesada y obras de construcción
8. Generación de desechos sólidos
9. Generación de desechos líquidos.

Los cuadros 1-3 se presentan las acciones identificadas para la actividad, los impactos identificados por acción y el factor ambiental asociado al impacto.

Cuadro 1. Efectos: Aumento de Escorrentía Superficial, Erosión Eólica y/o Hídrica y Pérdida de Vegetación.

Impacto	Factor Ambiental	Aumento de Escorrentía Superficial	Erosión eólica y /o Hídrica	Pérdida de Vegetación
Cambio en la calidad	Aguas superficiales		X	
Cambio en cantidad		X		
Cambio en calidad y cantidad	Aguas subterráneas	X		
Pérdida de horizonte edáfico.	Suelo		X	
Deslizamientos (movimientos en masa)				
Compactación del suelo				
Contaminación del suelo				
Fraccionamiento de hábitat.	Biota			X
Destrucción o alteración de flora/fauna				X
Gases y partículas en suspensión	Aire		X	
Cambios geomorfológicos	Paisaje			
Alteración cromática y de formas.			X	X

Cuadro 2. Efectos: Producción de Suelo de Desecho, Alteración de la Red Hidrológica, Alteración de la Red de Aguas Subterráneas.

Impacto	Factor	Producción Suelo de Desecho	Alteración de la Red Hidrológica	Alteración de la Red de Aguas Subterráneas
Cambio en la calidad	Aguas superficiales	X		
Cambio en cantidad			X	
Cambio en calidad y cantidad	Aguas subterráneas			X
Pérdida de horizonte edáfico.	Suelo			
Deslizamientos (movimientos en masa)		X		

Compactación del suelo	Socioeconómico			
Contaminación del suelo				
Ruido				
Seguridad comunal (Conflictos viales)				
Cambio de uso del suelo				
Generación de empleo directo e indirecto				
Afectación a yacimientos arqueológicos o monumentos históricos.		X		
Accidentes de trabajadores durante la construcción.				
Cambios geomorfológicos	Paisaje	X		
Alteración cromática y de formas.		X		

Cuadro 3. Efectos: Movimiento de tierras, Generación de desechos sólidos y Generación de desechos líquidos (aguas domésticas y /o derrames).

Impacto	Factor	Movimiento de Maquinaria Pesada y Obras de Construcción	Generación de Desechos Sólidos	Generación de Desechos Líquidos
Cambio en la calidad	Aguas superficiales		X	X
Cambio en cantidad				
Cambio en calidad y cantidad	Aguas subterráneas		X	X
Pérdida de horizonte edáfico.	Suelo			
Deslizamientos (movimientos en masa)				
Compactación del suelo		X		
Contaminación del suelo			X	X
Ruido	Socioeconómico	X		
Conflictos viales y/o deterioro de caminos existentes		X		
Cambio de uso del suelo		X		
Generación de empleo directo e indirecto		X		

Afectación a yacimientos arqueológicos o monumentos históricos.		X		
Accidentes de trabajadores durante la construcción.		X		
Cambios geomorfológicos	Paisaje			
Alteración cromática y de formas.			X	
Gases y partículas en suspensión	Aire	X		

C.1.1.1 Construcción de bases, izado de torres y tendido de cables

La construcción de torres y cableado involucra una serie de actividades constructivas, tales como la creación de las bases de apoyo, la realización de cimentaciones, el armado e izado de torres, el tendido de cables y conductores de tierra.

En general, las actividades de creación de las bases de apoyos y construcción de las cimentaciones generarán alteraciones puntuales debido a los movimientos de tierras necesarios para crear una plataforma de trabajo en la que realizar los trabajos de montaje e izado. Se dará, en los casos en que esté presente, destrucción de la vegetación y compactación del suelo.

Las alteraciones o impactos potenciales debido al armado e izado de torres, así como el tendido de cables, son los mismos ya mencionados por el movimiento de maquinaria preciso para realizar estas labores, y las afecciones dependerán de la forma en que se realicen las mismas (con grúa o izando con pluma).

Esta área se limita a la zona que rodea la base del apoyo, en donde se han de realizar los trabajos y maniobras necesarias.

Con base en lo expuesto anteriormente, las acciones identificadas en esta actividad son idénticas a las indicadas en el apartado anterior. Sin embargo, se agrega a la lista de las acciones impactantes en este caso, la afectación a la propiedad, identificándose la acción como expropiaciones.

La afección a la propiedad se produce como consecuencia del paso de la línea por terrenos de propiedad privada, en los que de forma general se ha de llegar a un acuerdo con los propietarios que se van a ver afectados por la instalación de los apoyos y por el paso de los conductores. Hay que considerar la ocupación del suelo que se provoca y la existencia con carácter permanente de la servidumbre de paso, con las limitaciones que ello establece.

Otro aspecto a considerar se centra en la pérdida de valor que como consecuencia de la implementación de la línea en los territorios cruzados van a experimentar las propiedades por las que pase el tendido de la línea, tanto de forma directa en el caso de aquellas que sean cruzadas por el trazado, como de forma indirecta en aquellas propiedades próximas al mismo.

Estas afecciones a la propiedad privada se van a mantener durante la fase de explotación de la línea por lo que tienen carácter de permanente.

C.1.1.2 Apertura de calle o servidumbre

La apertura de la calle, genera una serie de impactos ambientales asociados a la corta o poda de vegetación, cuando esta esté presente, a lo largo del trazado de la línea. Es importante indicar, que los impactos generados por esta actividad, se inician en la fase de construcción y se mantienen durante la fase de operación, esta característica hace que su persistencia se considere como permanente.

La eliminación de la vegetación en una franja del terreno, cuando esto sea preciso, aumentará los riesgos de erosión del suelo debido esencialmente al potencial erosivo de los suelos y el aumento de la escorrentía superficial. Además, se da el efecto sobre el paisaje, por la eliminación de vegetación y presencia de residuos sólidos.

Los efectos generados o impactos potenciales identificados son:

1. Aumento de escorrentía superficial
2. Erosión eólica y/o hídrica
3. Pérdida de vegetación
4. Generación de desechos sólidos (ramas y otros desechos)

Los impactos potenciales identificados para esta actividad se presentan en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Efectos: Aumento de Escorrentía Superficial, Erosión Eólica y/o Hídrica, Pérdida de Vegetación y Generación de Desechos Sólidos.

Impacto	Factor Ambiental	Aumento de Escorrentía Superficial	Erosión Eólica y /o Hídrica	Pérdida de Vegetación	Generación de Desechos Sólidos
Cambio en la calidad	Aguas superficiales		X		X
Cambio en cantidad		X			
Cambio en calidad y cantidad	Aguas subterráneas	X			
Pérdida de horizonte edáfico.	Suelo		X		
Deslizamientos (movimientos en masa)					
Compactación del suelo					

Contaminación del suelo					X
Fraccionamiento de hábitat.	Biota			X	
Destrucción o alteración de flora/fauna				X	
Gases y partículas en suspensión	Aire		X		
Cambios geomorfológicos	Paisaje				
Alteración cromática y de formas.			X	X	X

C.1.2. Impactos Fase de Operación

Durante la fase de operación se identificaron dos actividades principales del proyecto, a saber:

1. Presencia de los caminos de acceso
2. Operación de la línea

El mantenimiento de la calle, es otra actividad de la fase de operación del proyecto; sin embargo, no se identificaron los impactos derivados de ella, porque los mismos se inician en la fase de construcción y ya fueron analizados, con la característica de su permanencia.

Se discuten a continuación las acciones identificadas para las actividades anteriores y los impactos identificados.

C.1.2.1 Presencia de caminos de acceso

Los caminos de acceso nuevos, generarán una serie de impactos potenciales (Cuadro 5), asociados a diferentes efectos, a saber:

1. Erosión eólica y/o hídrica de calzada y/o taludes
2. Acceso a zonas rurales o protegidas
3. Cambio en la calidad paisajística
4. Generación de desechos sólidos
5. Generación de desechos líquidos (derrames accidentales)

Cuadro 5. Efectos sobre: Erosión Eólica y/o Hídrica, Acceso a Zonas Rurales o Protegidas y Cambio en la Calidad Paisajística.

Impacto	Factor Ambiental	Erosión Eólica y/o hídrica (Calzadas y Taludes)	Acceso a Zonas Rurales o Protegidas	Cambio en Calidad Paisajística
Cambio en calidad	Aguas superficiales	X		
Deslizamientos	Suelo	X		
Gases o partículas suspendidas	Aire	X	X	
Extracción de plantas y/o caza	Biota		X	
Alteración/destrucción de flora y o fauna			X	
Invasión de especies exóticas			X	
Cambio de uso actual o potencial turístico	Socioeconómico		X	X
Cambio en el valor de la propiedad			X	X
Conflictos viales			X	

Los caminos de acceso nuevos, presentan el potencial erosivo eólico o hídrico, en la calzada y taludes, lo que implica impactos potenciales de aumento de sedimentos en cauces receptores o de partículas en las zonas cercanas. Además, si se tienen taludes poco estables, los potenciales deslizamientos (movimientos en masa), son también un impacto importante.

Los nuevos caminos, permiten acceder zonas rurales, lo cual implica un impacto positivo, puesto que el valor de las propiedades cercanas aumenta y permite eventualmente desarrollar actividades agrícolas o comerciales. Dentro de los impactos positivos es que permite el acceso a zonas de potencial turístico.

No se debe olvidar, que el paso de vehículos por zonas en donde no se tenía acceso, también causa problemas o conflictos viales, así como contaminación del aire por los gases de combustión y el polvo generado en la calzada.

La calidad paisajística se puede ver afectada por los caminos, lo cual implica un impacto en el potencial turístico y en el valor de la propiedad (Cuadro 6).

Cuadro 6. Efectos sobre: Erosión Eólica y/o Hídrica, Acceso a Zonas Rurales o Protegidas y Cambio en la Calidad Paisajística.

Impacto	Factor Ambiental	Generación de Desechos Sólidos	Generación de Desechos Líquidos
Cambio en calidad	Aguas superficiales	X	X
Deslizamientos	Suelo		
Contaminación		X	X
Contaminación	Aguas subterráneas	X	X

La generación de desechos sólidos, se da en los caminos por el paso de vehículos y la posibilidad de acceder a zonas despobladas para iniciar botaderos clandestinos. Por otra parte, los desechos líquidos se asocian a derrames accidentales de lubricantes o aceites de vehículos u otros líquidos transportados por las vías.

C.1.2.2. Operación de la línea

La línea de transmisión durante su operación involucra una serie de acciones que potencialmente generan impactos, a saber:

1. Restricción en el uso del suelo (derecho de vía)
2. Producción de ozono
3. Generación de ruido
4. Campos eléctricos y magnéticos
5. Interferencias en las señales de radio y/o TV
6. Restricción en el uso de la aviación
7. Cambio en la calidad paisajística
8. Riesgo de colisión de aves
9. Riesgo de electrochoque de fauna terrestre

La restricción por el uso del suelo en el derecho de vía, es un impacto que afecta potencialmente la gestión agrícola, así como disminuye el valor de la tierra.

Ademas, durante la operación de la línea se genera un fenómeno denominado “Efecto Corona”, el cual consiste en una descarga que tiene lugar, cuando la intensidad del campo eléctrico sobre la superficie del conductor excede el potencial de ruptura del aire circundante. En estas condiciones, se produce una exportación de electrones que, al ionizar y excitar las moléculas del aire, originan la emisión de energía electromagnética y de energía acústica.

Las descargas "corona" son de muy corta duración (entre 10^{-8} y 10^{-7} segundos) y generan energía electromagnética dentro de un amplio rango de frecuencias que abarcan la banda de radiodifusión.

Por este motivo, los conductores pueden producir ruido y crear interferencias en la radio y la televisión, esto último cuando se tienen líneas de mas de 400 kW. La intensidad del efecto corona es función del campo eléctrico en la superficie de los conductores y, por tanto, de la tensión de la línea, del diámetro, disposición y estado físico de los conductores y de las condiciones meteorológicas existentes.

C.1.2.2.1 Producción de Ozono (*Fuente, EsIA del año 1 997*)

Otra consecuencia del efecto corona es la generación de ozono. En condiciones normales, el ozono es un gas reactivo con un característico olor picante, es un gas que existe en estado natural en la atmósfera, siendo generado por dos fenómenos naturales:

- a. La acción de la radiación solar sobre las moléculas de oxígeno en la estratosfera, es un proceso que genera la existencia de la capa de ozono de la atmósfera, esencial para la vida.
- b. Las descargas eléctricas asociadas a algunos meteoros.

Debido al efecto corona, las líneas eléctricas aéreas también pueden producir ozono, por ionización del oxígeno atmosférico, tal como ocurre con las descargas eléctricas naturales durante las tormentas.

En días secos, con conductores limpios y configuraciones diseñadas para minimizar los campos eléctricos, las pérdidas por efecto corona y la producción de ozono serán reducidas.

Durante la lluvia, con conductores sucios y otras circunstancias desfavorables, pueden producirse distorsiones locales del campo eléctrico que incrementen las pérdidas por efecto corona y, con ellas, la producción de ozono. En condiciones de laboratorio se ha determinado que la producción de ozono oscila entre 0,5 y 5 gr por kWh disipado en efecto corona dependiendo de las condiciones meteorológicas.

En todo caso estas cantidades son insignificantes, disipándose inmediatamente después de que se crean en la propia atmósfera, por lo que en el campo son muy difíciles de percibir y los efectos derivados de su presencia nulos.

C.1.2.2.2. Ruido (*Fuente, EsIA del año 1 997*)

Como se indicó anteriormente, durante la fase de funcionamiento de la línea, uno de los efectos producidos por el paso de la corriente es el debido al ruido que éste genera. Este es un sonido bajo y de pequeña intensidad que, en muchos casos, es apenas perceptible. Sólo se escucha en la proximidad inmediata de la línea, en una banda de unos 20 m a cada lado de la misma, por lo que dado que el trazado se aleja de las poblaciones una distancia de 500 m, el efecto puede considerarse como poco significativo.

A la hora de valorar este impacto se deberá tener en cuenta que el nivel de ruido ambiente para un área rural, valor mínimo que existe en el área de estudio, varía entre 20 y 35 dB.

A partir de los valores anteriormente mencionados, puede concluirse que en la población asentada a más de 25 m de la línea en estudio el impacto debido al ruido producido por la misma va a ser de escasa magnitud, ya que en condiciones de niebla es similar al de un área rural, en condiciones de lluvia fuerte queda enmascarado por el producido por ésta y en condiciones de buen tiempo el ruido producido será similar al propio del área.

C.1.2.2.3. Campos eléctricos y magnéticos (*Fuente, EsIA del año 1 997*)

Durante el funcionamiento de la línea, se generarán campos eléctricos y magnéticos debidos al paso de la corriente y cuya afección en la salud humana está siendo objeto de numerosos estudios.

Un conductor por el hecho de estar sometido a una determinada Tensión genera un Campo Eléctrico. Si el conductor es recorrido por una Intensidad genera también un Campo Magnético. El campo eléctrico se mide en kV/m (kilovoltios por metro) y el campo magnético en μ T (microteslas). Ambos campos disminuyen muy rápidamente a medida que aumenta la distancia al conductor.

En general los campos magnéticos, que como se ha comentado son producidos por la intensidad de la corriente, se dan en similares magnitudes en las líneas o elementos de Alta, Media o Baja Tensión.

En los últimos años, se ha investigado mucho sobre los posibles efectos nocivos de los campos electromagnéticos, en particular respecto a los campos magnéticos y su relación con el cáncer. Estas investigaciones han sido del tipo epidemiológico o del tipo biológico.

Las investigaciones epidemiológicas, se han desarrollado en especial en lo referente a las líneas aéreas. Se realizan analizando la relación existente entre los casos de enfermedad que se han producido, durante un período de tiempo, en un área de viviendas cercana a alguna línea, o en algún tipo específico de trabajo, y los casos de enfermedad que se producen en áreas o trabajos no relacionados con la electricidad.

Los resultados de algunos de estos trabajos han sido alarmistas, pero los más serios y realizados con unas muestras de población más amplias, no han encontrado ninguna relación entre los campos magnéticos y el cáncer.

Las investigaciones biológicas, han tratado de analizar mediante distintas técnicas de laboratorio y con distintos elementos vivientes la relación causa-efecto de los campos electromagnéticos sobre las células, no habiéndose llegado a demostrar nada concluyente.

La diversidad de posturas que muestran los trabajos publicados hasta la fecha son la mejor prueba de que se está muy lejos de haber conseguido demostrar la existencia de una relación causal entre los campos eléctricos y magnéticos a frecuencia industrial y el riesgo de contraer enfermedades cancerosas, como apuntan algunos estudios.

En particular en lo que se refiere a los riesgos derivados de lugares de residencia próximos a instalaciones de alta tensión, pueden hacerse los siguientes comentarios:

1. Del conjunto de los estudios y teniendo en cuenta todos los factores no se deduce que exista una relación causa a efecto.
2. Es muy difícil establecer las dosis que reciben los distintos individuos en la sociedad actual, pues se está rodeado a lo largo del día de campos eléctricos y magnéticos. Personas que viven alejadas de líneas pueden tenerlas próximas a sus centros de trabajo, o personas que viven próximas pasan en sus domicilios, períodos muy diferentes expuestos a la red de distribución dentro de la casa o los electrodomésticos que poseen.
3. La comparación entre zonas residenciales también es muy difícil. Para poder realizar comparaciones es preciso que los "escenarios eléctricos" sean muy similares, situación muy problemática de darse.
4. El campo magnético que produce una línea a cierta distancia puede ser del mismo valor exactamente que un receptor de radio doméstico a 1 m. Resulta por tanto contradictorio que se imputen riesgos a las líneas y no a los electrodomésticos que existen en las casas, en el caso de que se crea que los campos magnéticos tienen alguna relación con la salud, máxime cuando estos riesgos según algunos autores se inician desde los valores muy pequeños de campo.
5. En 1992 el Lawrence Berkeley Laboratory de EEUU publicó un trabajo con el que se mostraba que en la primera mitad del este siglo el empleo de la electricidad se ha multiplicado por 20, y sin embargo no se ha incrementado el número de enfermos de cáncer (salvo los del sistema respiratorio), e incluso se ha reducido el número de leucemias. Aspecto éste también comprobado en los estudios más recientes, referidos a las últimas décadas en países escandinavos.

De todo ello puede deducirse que si bien han aparecido algunos estudios, en los que se afirmaba que hay alguna correlación, éstas pueden calificarse como alarmistas porque en todo caso carecen del suficiente fundamento científico o son contradictorios, la mayor parte de los estudios, como los más recientes y fiables, afirman categóricamente la no existencia de correlación entre los campos y la salud. Sin embargo, las Organizaciones de Salud, Universidades, Compañías Eléctricas y Gobiernos de las naciones más avanzadas, recomiendan, lejos de las posiciones alarmistas, la continuación de los estudios y una prudente cautela. Por ello en diversos países, como medida preventiva se dan recomendaciones de los máximos niveles de exposición a los campos electromagnéticos.

Se dan a continuación algunos de los niveles más restrictivos de campos electromagnéticos recomendados cautelarmente en distintos países para las condiciones que se indican:

Campos Eléctricos (Valores en V/m)

Costa Rica	2 000 ¹	al borde de la servidumbre
Estados Unidos	7 000	
Bélgica	5 000	En zonas habitadas, 24 horas
Italia	5 000	En zonas habitadas
Japón	3 000	
Australia	5 000	Exposición de 24 horas día
Europa	1 000	Dentro de Casas, Escuelas y Hospitales

Campos Magnéticos (Valores en μ T)

Costa Rica	15	Al borde de la servidumbre
Estados Unidos	20	Al borde de un corredor de u
Italia	100	En zona de pública concurrencia
Bélgica	300	En zonas públicas
Organiz. Mundial Salud	300	Público en general
Cenelec (Normas Europa)	100	Zonas no controladas
Directiva Europea	400	Áreas de trabajo

Todos los valores se relacionan además con los tiempos de exposición al campo. Valores mucho mayores que estos no son perjudiciales para tiempos de exposición pequeños.

A nivel internacional, en Estados Unidos el valor más restrictivo para líneas eléctricas en el borde del corredor es de 15 μ T en Florida, donde la OMS fija 300 μ T. CENELEC propone para zonas no controladas 100 μ T, y la propuesta de Directiva 93/C77/02 de la CEE fija para trabajadores el valor de 200 μ T.

Por otra parte, la propuesta más moderna existente a nivel internacional es la Resolución A3-0238/94 del Parlamento Europeo sobre la lucha contra con los efectos nocivos provocados por las radiaciones no ionizantes, que tras reconocer que los efectos nocivos provocados por líneas de alta tensión no han sido corroborados científicamente considera que por lo que se refiere a las líneas de transporte de electricidad de alta tensión, deben aconsejarse pasillos dentro de los cuales quedará excluida cualquier actividad permanente, y con mayor razón, cualquier vivienda, sin indicar una anchura mínima del pasillo para los diferentes tipos de líneas ni valores máximos recomendados de los campos.

Por lo que respecta al campo eléctrico, el valor del campo máximo es de 3,14 kV/m, siendo de 1,82 kV/m el valor en el eje. Para 20 m y 50 m los valores son, respectivamente, de 1,84 kV/m y 0,18 kV/m.

El campo magnético presenta un valor máximo de 8,29 μ T y un valor en el eje de 7,52 μ T. Para 20 y 50 m, las cifras son, respectivamente, de 3,29 mT y 0,63 μ T.

¹ Decreto 29296-SALUD-MINAE

En ambos casos se observa que a partir del intervalo 20 m - 50 m, los valores de los campos disminuyen de forma considerable según nos alejamos de la línea.

Los valores máximos de campo magnético obtenidos a unas distancias de 10, 20, 30 y 50 m según se aleja del eje de la línea son las siguientes:

Distancia (m)	μT
10	6,48
20	3,29
30	1,66
50	0,63

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental, 1997.

Se observa que los valores máximos calculados de campo magnético en la línea SIEPAC son sensiblemente inferiores a los más restrictivos de las recomendaciones y normative vigentes para Costa Rica, para los estadounidenses, los europeos y del resto del mundo anteriormente citadas.

Además, se ha de señalar que dada la estructura de los núcleos de población presentes, las viviendas de la zona que quedarán a menor distancia de la línea se encuentran a distancias sensiblemente superiores a las señaladas, por lo que no cabe evaluar un impacto debido a una posible afección a la población por la producción de los campos electromagnéticos, al encontrarse en todos los casos fuera del área definida en la legislación.

C.1.1.2.4. Radiointerferencias (*Fuente, EsIA del año 1 997*)

El paso de la corriente por la línea eléctrica generará una serie de interferencias en la recepción de señales de radio y televisión en el entorno de la línea, a muy pocos metros de la misma, desapareciendo en escasos metros por lo que pueden considerarse como no significativos, salvo en el caso de que se aproximaran a zonas con generadores o receptores de ondas de importancia.

C.1.2.2.5. Alteraciones en el uso de la aviación en la gestión agrícola y forestal (*Fuente, EsIA del año 1 997*)

Durante la fase de funcionamiento podrá existir interacción en el uso de aviones para el control de plagas, la extinción de incendios, o para otros usos civiles, como consecuencia de la presencia de los apoyos y de los cables.

Los aviones y helicópteros tendrán que volar a más altura para evitar el contacto con la línea, lo que entorpecerá su actuación.

Igualmente la proximidad de la línea a aeródromos y aeropuertos supone un cierto riesgo para los aviones al condicionar las maniobras de aproximación y despegue. En el Reglamento sobre Líneas de Transmisión se indica la necesidad de colocar rótulos en caso de que se tengan cercanos aeródromos o aeropuertos. Es importante aclarar, que

no se tienen en el trazado de la línea ningún aeródromo o aeropuerto a menos de dos Km del trazado, los únicos dos que están a 1.7 Km aproximadamente están inactivos.

C.1.2.2.6. Cambios en la Calidad Paisajística (*Fuente EsIA, 1 997*)

Los impactos sobre el paisaje se identifican a través de elementos visuales (que suelen ser de tamaño medio o grande) y de las unidades de paisaje que se perciben.

Debido a la longitud de la línea en estudio, el impacto paisajístico producido va a ser muy variable en función de la zona atravesada.

El impacto que la línea SIEPAC va a generar sobre el paisaje está condicionado por varios aspectos, entre los que se pueden destacar los siguientes:

1. La presencia de apoyos en las proximidades de núcleos urbanos y de carreteras llevará consigo un mayor número de observadores, lo que contribuirá a aumentar la magnitud del impacto.
2. Los apoyos próximos a zonas o enclaves de interés paisajístico o cultural provocarán un mayor impacto en el territorio.
3. La ubicación de apoyos en cumbres y divisorias llevará consigo el que las cuencas visuales afectadas sean máximas.
4. En el cruce de zonas arboladas, la creación de la calle acentuará la presencia de la línea.
5. En zonas arboladas con especies de crecimiento lento, la elevación de los apoyos produce una mayor percepción visual de éstos.

Entre los factores que afectan al paisaje se distinguen tres fundamentales:

Calidad visual: Se habla de calidad visual cuando se mantiene un nivel de conservación del medio natural notable.

Fragilidad visual: Depende de la capacidad del entorno de absorber los impactos visuales que se provocan. Una zona con baja fragilidad visual por ejemplo se da en el entorno de una subestación ya existente en la que la presencia de otras líneas minimiza el impacto imputable a la introducción de la nueva.

Intervisibilidad: Depende de la amplitud de las cuencas visuales, la relación con la topografía, la cercanía a zonas o núcleos muy poblados que aumenten el número de observadores y cercanía a zonas de amplias panorámicas.

La presencia de las torres es un factor importante para el paisaje. Va a ser la repetición, a lo largo de una línea continua, de los apoyos lo que supondrá un impacto visual permanente. Las características paisajísticas de la zona evitan en ocasiones la visibilidad de

los apoyos, al atravesar las zonas onduladas con abundantes hondonadas donde pueden "escondarse" las torres. La situación a lo largo de una cota media en la ladera de una cordillera también favorecerá la ocultación parcial de éstas.

En ocasiones, los apoyos se colocan sobre cumbres y divisorias de aguas; esta localización aumenta la intervisibilidad y el número de observadores. El impacto producido por su presencia puede entonces presentar una magnitud apreciable.

C.1.2.2.7. Riesgo de colisión de aves.

La mayor parte de las colisiones ocurren en condiciones de escasa visibilidad para las aves diurnas, como son días de niebla, amaneceres y atardeceres. Para las aves nocturnas, en cambio, el peligro es continuo cada noche. En la matriz de indentificación de impactos, se detalla como efecto producto de la presencia de la línea el riesgo de colisión de aves, específicamente para aves migratorias, sin embargo como se puede apreciar del mapa respectivo (mapa 15) el riesgo es bajo. Se fue claro en la sección de fauna con base en la literatura analizada (Tomo III) que no hay referencias sobre aves, que hayan sufrido accidentes por colisión con tendidos eléctricos.

C.1.2.2.8. Riesgo de electrochoque de fauna terrestre.

Es importante indicar que el riesgo de electrochoque de fauna terrestre es prácticamente nulo, aun así se identifica y valora en la Matriz de importancia de Impacto Ambiental (MIIA)

C.1.2.2.9. Cuadros Resumen de Impactos Potenciales

Los cuadros 7-9 muestran el resumen de los efectos o impactos potenciales asociados a la operación y mantenimiento de la línea.

Cuadro 7. Efectos: Restricción de Uso del Suelo, Producción de Ozono y Generación de Ruido.

Impacto	Factor Ambiental	Restricción de Uso del Suelo (Derecho de Vía)	Producción de Ozono	Generación de Ruido
Colisión de aves	Biota			
Alteración fauna terrestre				X
Invasión de especies exóticas				
Cambio de uso actual o potencial turístico	Socioeconómico	X		
Cambio en el valor de la propiedad		X		
Afecta gestión agrícola local o pecuaria.		X		

Alteración o daño en salud pública			X	
Afecta calidad de vida				X
Contaminación del aire	Aire		X	

Cuadro 8. Efectos sobre: Interferencias en Señales de Radio y TV, Presencia de Campos Eléctricos y Magnéticos, Riesgo de Colisión de Aves.

Impacto	Factor Ambiental	Interferencias en Señales de Radio o TV	Presencia de Campos Eléctricos y Magnéticos	Riesgo de Colisión de Aves.
Colisión de aves	Biota			X
Alteración fauna terrestre				
Invasión de especies exóticas				
Cambio de uso actual o potencial turístico	Socioeconómico			
Cambio en el valor de la propiedad				
Afecta gestión agrícola local o pecuaria.				
Alteración o daño en salud pública			X	
Afecta calidad de vida		X		

Cuadro 9. Efectos sobre: Riesgo de Electrochoque de Fauna Terrestre, Cambio en la Calidad del Paisaje y Restricción en el Uso de la Aviación.

Impacto	Factor Ambiental	Riesgo de Electrochoque de Fauna Terrestre.	Cambio en la Calidad del Paisaje	Restricción de Uso de la Aviación
Colisión de aves	Biota			
Alteración fauna terrestre		X		
Invasión de especies exóticas				
Cambio de uso actual o potencial turístico	Socioeconómico		X	
Cambio en el valor de la propiedad			X	
Afecta gestión agrícola local o pecuaria.				X
Alteración o daño en salud pública				
Afecta calidad de vida				

C.2. Valoración de Impactos

El objetivo de la valoración ambiental, es definir los impactos ambientales relevantes, de acuerdo con las condiciones del medio y con las características de la acción impactante. La metodología utilizada para la valoración se explicó en la Sección A.

La línea de transmisión, se dividió en 10 tramos y para cada uno de ellos, se definieron subtramos, siendo un total de 175. La valoración de impactos se basa en la información básica que se tiene en los mapas temáticos.

Las matrices de valoración de impactos se dividieron en fase de construcción y operación y se presentan en una carpeta aparte en formato de hoja electrónica (Excel), nombrada Matrices de Impacto, ubicada dentro del Volumen III.

C.2.1. Impactos Fase de Construcción

Para la fase de construcción, se estudiaron los impactos generados por tres diferentes actividades del proyecto, a saber: apertura de caminos, construcción de torres y colocación de cableado y finalmente, apertura de calles o servidumbres.

Los siguientes son los factores ambientales identificados como impactados en la fase de construcción:

1. Suelo
2. Aire
3. Aguas superficiales
4. Aguas subterráneas
5. Biota
6. Paisaje
7. Socioeconómicos

Para valorar los impactos ambientales, se utilizó un criterio basado en las condiciones del medio, así como en las características de la acción impactante. En el Cuadro 10 se detalla el criterio utilizado, para la valoración de los impactos de la fase de construcción en los 175 tramos. Los resultados para cada subtramo se pueden apreciar en el Tomo II Sección E-1 Matrices de Construcción.

Cuadro 10. Criterios Para Valoración de Impactos. Fase de Construcción

N°	Impacto	Información Ambiental Utilizada	Criterio para Definir Intensidad	Criterio para Definir Extensión	Criterio para Definir Momento	Criterio para Definir Persistencia	Criterio para Definir Reversibilidad
1	Cambios en la calidad de aguas superficiales (por presencia de sedimentos u otros contaminantes).	Erosión (para evaluar sedimentos). Y Producción de desechos sólidos, se considera baja por el tipo de proceso constructivo (para evaluar otros contaminantes).	Intensidad baja, cuando se tiene erosión leve a moderada. Intensidad media, cuando se tiene erosión alta Intensidad alta, con erosión severa. Intensidad muy alta, con erosión muy severa	Por la presencia de una red de drenaje amplia, se considera el impacto parcial, la cual se mide en función de los ríos o cauces cercanos o que cruzan la línea.	Por ser un impacto que se genera inmediatamente de ocurrida la acción, momento de ocurrencia inmediato.	Por ser un impacto de la fase constructiva y analizarse por tramo, (periodo de construcción de un tramo) se considera fugaz.	Por ser un impacto recuperable, una vez que cesa la acción, se considera reversible de corto plazo.
2	Cambio en el caudal del cuerpo receptor, por aumento de escorrentía superficial.	Precipitación	Intensidad baja precipitación promedio anual < a 1 000 mm Intensidad media, precipitación promedio anual entre 1 000 y 2 500 mm	Por la presencia de una red de drenaje amplia, se considera el impacto parcial, la cual se mide en función de los ríos o cauces cercanos o que cruzan la línea.	Por ser un impacto que se genera inmediatamente de ocurrida la acción, momento de ocurrencia inmediato.	Por ser un impacto de la fase constructiva y analizarse por tramo, (periodo de construcción de un tramo) se considera fugaz.	Por ser un impacto recuperable, una vez que cesa la acción, se considera reversible de corto plazo.

Consorcio/ECOTEC/ProAmbiente/RPI

			Intensidad alta, precipitación promedio entre 2 500 y 4 000 mm				
			Intensidad muy alta, precipitación > a 4 000 mm.				
3	Cambio en el caudal del cuerpo receptor, por intercepción de la red hidrológica.	La presencia de cursos de agua en la zona de influencia directa de la línea, indica la probabilidad de alterar por las obras (caminos de acceso, cimientos de torres), las redes de drenaje superficial.	La intensidad depende de la red de drenaje existente, la cual se mide en función de los ríos o cauces cercanos o que cruzan la línea. Intensidad baja a media, (de 4 a 1 cauce presente). Intensidad alta a muy alta más de 4 cauces cercanos.	La extensión es parcial, relacionarse por con una cuenca.	El impacto ocurre inmediato a generarse las obras.	El efecto es permanente, (mientras las obras permanezcan)	El efecto es irreversible.
4	Pérdida de horizonte edáfico (nutrientes)	erosión	Intensidad baja, cuando se tiene erosión leve a moderada. Intensidad media, cuando se tiene erosión alta Intensidad alta, con erosión severa. Intensidad muy alta, con erosión muy severa	Por ser un impacto localizado se considera puntual	Por ser un impacto que se genera inmediatamente de ocurrida la acción, momento de ocurrencia inmediato.	Por ser un impacto de la fase constructiva y analizarse por tramo, (periodo de construcción de un tramo) se considera fugaz.	El suelo perdido no es recuperable, por lo que se considera irreparable.
5	Deslizamientos (movimientos en masa)	Información sobre deslizamientos activos, visitas de campo y características	Intensidad baja Intensidad media Intensidad alta	Por ser un impacto localizado se considera puntual			

Consortio/ECOTEC/ProAmbiente/RPI

		geológicas (mapas de riesgo explicados en la sección metodología)	Intensidad muy alta				
6	Deslizamientos en masa originados en los depósitos de suelo de desecho.	La cantidad de suelo de desecho se evalúa en función de la pendiente y la necesidad de abrir caminos.	Intensidad baja, pendiente entre 2-15%	Por ser un impacto localizado se considera puntual	La ocurrencia del impacto depende de la estabilidad de los taludes de la escombrera. Se considera una ocurrencia de mediano plazo.	El impacto es fugaz.	El impacto es de recuperación de corto plazo.
			Intensidad media, pendiente entre 15 y 30%				
			Intensidad alta, pendiente entre 30 y 60 %.				
			Intensidad muy alta, pendiente mayor a 60%.				
7	Compactación del suelo	Movimiento de tierras necesario (se analiza en función de la pendiente, los caminos de acceso disponibles)	Por el tipo de proceso constructivo, tanto para la apertura de caminos, como para la construcción de torres y líneas se considera intensidad media.	Por ser un impacto localizado se considera puntual	Por ser un impacto que se genera inmediatamente de ocurrida la acción, el momento de ocurrencia es inmediato.	Por ser un impacto de la fase constructiva y analizarse por tramo, (periodo de construcción de un tramo) se considera fugaz.	Devolver las cualidades del suelo, una vez que éste es compactado es de mediano plazo.
8	Contaminación del suelo	Uso del suelo, y potencial de apertura de caminos.	Por el tipo de proceso constructivo, tanto para la apertura de caminos, como para la construcción de torres y líneas se considera intensidad media.	Por ser un impacto localizado se considera puntual	Por ser un impacto que se genera inmediatamente de ocurrida la acción, el momento de ocurrencia es inmediato.	Por ser un impacto de la fase constructiva y analizarse por tramo, (periodo de construcción de un tramo) se considera fugaz.	La recuperación del suelo contaminado puede tomar de 1 a 3 años (mediano plazo) hasta ser irreversible, por lo que se considerará en todos los casos una reversibilidad de largo plazo.

Consorcio/ECOTEC/ProAmbiente/RPI

9	Cambio en la calidad de aguas subterráneas	<p>Presencia de pozos o tomas de agua.</p> <p>Cuando no se tienen pozos en el tramo, se considera un impacto de intensidad baja.</p> <p>Además, se considera en la valoración cualitativa, la información referente a los pozos.</p>	<p>Intensidad baja, presencia de un pozo o toma de agua a 200m o más de distancia de la línea.</p> <p>Intensidad media, pozo o toma de agua a una distancia entre 200 y 100 m de la línea</p> <p>Intensidad alta, pozo o toma de agua a una distancia entre 50 y 100 m de la línea</p> <p>Intensidad muy alta pozo o toma de agua a una distancia entre 0 y 50 m de la línea.</p>	Por la presencia de una red de drenaje amplia, se considera el impacto parcial	Los cambios en la red de drenaje de las aguas subterráneas o la contaminación de ellas, es un impacto que se puede dar inmediatamente, si el acuífero analizado es muy superficial, o darse años después. Por lo tanto se considera un momento de mediano plazo.	Por ser un impacto de la fase constructiva y analizarse por tramo, (periodo de construcción de un tramo) se considera fugaz.	La recuperación de las aguas subterráneas contaminadas puede tomar de 1 a 3 años (mediano plazo) hasta ser irreversible, por lo que se considerará en todos los casos una reversibilidad de largo plazo.
10	Cambio en la cantidad de aguas subterráneas	Los cambios en la cantidad se causan por las alteraciones en la red de drenaje. Estas alteraciones se evalúan en función de la menor infiltración a consecuencia de la compactación o impermeabilización de áreas	Se indicará de forma general una intensidad baja, porque no se tiene información suficiente para cuantificar la menor infiltración. Se supone baja, porque el área potencialmente alterada es pequeña.	Por la presencia de una red de drenaje amplia, se considera el impacto parcial	Los cambios en la red de drenaje de las aguas subterráneas o la contaminación de ellas, es un impacto que se puede dar inmediatamente, si el acuífero analizado es muy superficial, o darse años después. Por lo tanto se considera un momento de mediano plazo.	Si los cambios en la red de drenaje son originados por obras permanentes (como un camino), el impacto se considera permanente.	Si los cambios en la red de drenaje son originados por obras permanentes (como un camino), el impacto se considera irreversible.

Consorcio/ECOTEC/ProAmbiente/RPI

11	Fraccionamiento de hábitat	Presencia de bosque en la ruta de la línea.	Intensidad baja, cuando la línea pasa a través de 50 m lineales o menos.			Se considera un impacto de carácter permanente, considerando que el impacto continúa durante la fase de operación del proyecto.	El impacto puede revertirse; sin embargo, se considera que el mismo continuará durante la fase de operación, por lo que se considera irreversible.
			Intensidad media, cuando la línea pasa a través de 50 a 100 m lineales.				
			Intensidad alta, cuando la línea pasa a través de 100 a 200 m lineales.				
			Intensidad muy alta, cuando la línea pasa a través de 200 o más m lineales.				
12	Alteración o destrucción de flora y/o fauna.	Presencia de bosque en la ruta de la línea	Intensidad baja, cuando la línea pasa a través de 50 m lineales o menos.	Por ser un impacto localizado se considera puntual	Por ser un impacto que se genera inmediatamente de ocurrida la acción, el momento de ocurrencia es inmediato.	Se considera un impacto de carácter permanente, considerando que el impacto continúa durante la fase de operación del proyecto.	El impacto puede revertirse; sin embargo, se considera que el mismo continuará durante la fase de operación, por lo que se considera irreversible.
			Intensidad media, cuando la línea pasa a través de 50 a 100 m lineales.				
			Intensidad alta, cuando la línea pasa a través de 100 a 200 m lineales.				
			Intensidad muy alta, cuando la línea pasa a través de 200 o más m lineales.				
	Cambios geomorfológicos (causados por	Pendientes y de potencial apertura	Intensidad baja, con pendiente entre 2 y 15%	Por ser un impacto que potencialmente se observa de lejos,	Por ser un impacto que se genera	Por ser las obras, permanentes, el impacto causado	El impacto es irreversible.

Consorcio/ECOTEC/ProAmbiente/RPI

13	apertura de caminos o presencia de botaderos de suelo de desecho)	caminos, con base en los caminos ya existentes, (a mayor cantidad de caminos menor impacto potencial)	Intensidad media, con pendiente entre 15 y 30% Intensidad alta con pendiente entre 30 y 60% Intensidad muy alta con pendiente mayor a 60%	se considera parcial	inmediatamente de ocurrida la acción, el momento de ocurrencia es inmediato.	por el cambio en el uso del suelo por apertura de caminos o calle es permanente.	
14	Alteración cromática y de formas, causados por el proceso constructivo (obras y botaderos de suelo de desecho); así como el efecto de la erosión.	Visita de campo y uso del suelo	Por ser un impacto de difícil valoración y depender de cada sitio, se considera de forma general una intensidad media. En caso de tramos con información de campo, se podría indicar una valoración diferente.	Por ser un impacto que se observa potencialmente de lejos, se considera parcial	Por ser un impacto que se genera inmediatamente de ocurrida la acción, el momento de ocurrencia es inmediato.	Por ser las obras, permanentes, el impacto causado por el cambio en el uso del suelo por apertura de caminos o calle es permanente. El impacto sobre el paisaje producido por la erosión, se considera fugaz, pues se da durante el proceso constructivo.	El impacto es irreversible. Los efectos cromáticos causados por erosión, son reversibles a corto plazo, con medidas correctoras.
15	Gases o partículas en suspensión	Visitas de campo, uso del suelo y potencial de erosión.	Se valorará en general el impacto como leve, por el tipo y cantidad de maquinaria utilizada. Las partículas por erosión eólica, se consideran de intensidad leve a media y en zonas muy ventosas (tramo CR-1 y sector de Cañas se considera intensidad alta.	Por ser un impacto en donde los contaminantes pueden afectar zonas en la dirección del viento se considera parcial	Por ser un impacto que se genera inmediatamente de ocurrida la acción, el momento de ocurrencia es inmediato.	Por ser un impacto de la fase constructiva y analizarse por tramo, (periodo de construcción de un tramo) se considera fugaz.	Por ser un impacto recuperable, una vez que cesa la acción, se considera reversible de corto plazo.

Consorcio/ECOTEC/ProAmbiente/RPI

16	Ruido	Presencia de poblaciones	Intensidad baja, poblaciones a distancias mayores a 500 m de la línea.	Por ser un impacto localizado se considera puntual	Por ser un impacto que se genera inmediatamente de ocurrida la acción, el momento de ocurrencia es inmediato.	Por ser un impacto de la fase constructiva y analizarse por tramo, (periodo de construcción de un tramo) se considera fugaz.	Por ser un impacto recuperable, una vez que cesa la acción, se considera reversible de corto plazo.
			Intensidad media, con poblaciones entre 500 y 200 m de la línea.				
			Intensidad alta, con poblaciones entre 200 y 100 m de la línea.				
			Intensidad muy alta, con poblaciones a 100 m o menos de la línea.				
17	Conflictos viales	Poblados cercanos	Intensidad baja, poblaciones a distancias mayores a 500 m de la línea.	Por ser un impacto localizado se considera puntual	Por ser un impacto que se genera inmediatamente de ocurrida la acción, el momento de ocurrencia es inmediato.	Por ser un impacto de la fase constructiva y analizarse por tramo, (periodo de construcción de un tramo) se considera fugaz.	Por ser un impacto recuperable, una vez que cesa la acción, se considera reversible de corto plazo.
			Intensidad media, con poblaciones entre 500 y 200 m de la línea.				
			Intensidad alta, con poblaciones entre 200 y 100 m de la línea.				
			Intensidad muy alta, con poblaciones a 100 m o menos de la línea.				
18	Generación de empleo directo o indirecto	Poblados cercanos	Por el tipo de proceso constructivo se considera un impacto en general de intensidad baja.	Por las características del proyecto, se considera que el potencial efecto en servicios es parcial.	Por ser un impacto que se genera inmediatamente de ocurrida la acción, el momento de ocurrencia es inmediato.	Por ser un impacto de la fase constructiva y analizarse por tramo, (periodo de construcción de un tramo) se considera fugaz.	Las condiciones de empleo de las zonas, volverán a lo normal a corto plazo.

Consorcio/ECOTEC/ProAmbiente/RPI

19	Cambio de uso del suelo, por la construcción de las obras (caminos de acceso y otras) y por expropiación.	Uso del suelo	Por ser una obra lineal de un área pequeña a utilizar, se considera en general un impacto de intensidad media.	Por ser un impacto localizado se considera puntual	Por ser un impacto que se genera inmediatamente de ocurrida la acción, el momento de ocurrencia es inmediato.	Por ser las obras, permanentes, el impacto causado por el cambio en el uso del suelo por apertura de caminos o servidumbre es permanente.	El impacto es irrecuperable.
20	Alteración o destrucción de yacimientos arqueológicos o monumentos históricos, por la construcción de las obras (caminos de acceso, o cimientos de torres) o por la colocación de suelo de desecho en botaderos.	Ubicación de yacimientos arqueológicos y/o monumentos históricos.	<p>Intensidad baja, yacimientos o monumentos a distancias mayores a 500 m de la línea.</p> <p>Intensidad media, con yacimientos o monumentos entre 500 y 200 m de la línea.</p> <p>Intensidad alta, con poblaciones entre 200 y 50 m de la línea.</p> <p>Intensidad muy alta, con yacimientos o monumentos a 50 m o menos de la línea.</p>	Por ser un impacto localizado se considera puntual	Por ser un impacto que se genera inmediatamente de ocurrida la acción, el momento de ocurrencia es inmediato.	Por ser las obras, permanentes, el impacto causado por el cambio en el uso del suelo por apertura de caminos o calle es permanente.	El impacto es irrecuperable.
21	Seguridad ocupacional.	Características del proceso constructivo	Por las características del proceso constructivo se considera un impacto de intensidad media.	Por ser un impacto localizado se considera puntual	Por ser un impacto que se genera inmediatamente de ocurrida la acción, el momento de ocurrencia es inmediato.	Por ser un impacto de la fase constructiva y analizarse por tramo, (periodo de construcción de un tramo) se considera fugaz.	Los accidentes laborales pueden ser desde leves hasta graves (muerte) por lo que se considerará un impacto irrecuperable.

C.2.2 Valoración de los Impactos Fase de Operación

En la fase de operación de la línea de transmisión se identificaron los siguientes factores ambientales, como potencialmente afectados:

1. Agua superficial
2. Agua subterránea
3. Suelo
4. Aire
5. Biota
6. Paisaje
7. Socioeconómico

La valoración de impactos de la fase de operación se basa en los criterios que se exponen en el Cuadro 2. Se identificaron tres actividades de proyecto importantes en la fase de operación y para cada una de ellas se valoran los impactos generados por las diferentes acciones de cada actividad evaluada; finalmente, se presenta una matriz en por cada subtramo donde se resumen todos los impactos y su valoración total, lo cual se puede apreciar en Tomo II Sección E-2 Matrices de Operación.

Las actividades evaluadas son: presencia de caminos de acceso, operación de las torres y líneas y la presencia de la calle en la ruta de la línea de transmisión. Se explica a continuación, los impactos identificados.

C.2.2.1 Presencia de caminos de acceso

La presencia de los caminos de acceso construidos durante el proceso constructivo, generarán una serie de impactos que se inician en dicha fase y continúan durante la vida útil del proyecto. Dichos impactos, no se valoran en la fase de operación, puesto que ya fueron analizados en la fase de construcción, en donde se consideró una permanencia de largo plazo. Dentro de los impactos, con dicha característica se tienen:

Impactos causados por el aumento de la escorrentía superficial, al tener las áreas de impermeabilización de los nuevos caminos.

Además, se tienen los impactos generados por:

1. Erosión de la trocha y taludes del camino
2. Acceso a zonas rurales o protegidas
3. Cambio en la calidad paisajística
4. Invasión de especies exóticas
5. Generación de desechos sólidos, por los vehículos al pasar.
6. Generación de desechos líquidos, como derrames accidentales o aceites.

C.2.2.2. Torres y Líneas

Los impactos generados por la presencia de las torres y sus líneas (cableado), se asocian principalmente con la población, se tienen los impactos generados por:

1. Restricción en el uso del suelo (derecho de vía)
2. Producción de ozono
3. Generación de ruido
4. Interferencias en las señales de radio y TV
5. Campos eléctricos y magnéticos
6. Riesgo de colisión de aves
7. Riesgo de electrochoque de fauna terrestre
8. Cambio en la calidad del paisaje
9. Restricción de vuelo

Finalmente, se tienen aquellos impactos generados por la apertura de la calle, los cuales tienen la característica de iniciar durante el período de construcción y continuar durante la vida útil del proyecto, por ello se ha indicado persistencia como permanente e irreversible, en el análisis matricial de dichos impactos en la fase de construcción.

En el Cuadro 11, se exponen las consideraciones evaluadas, para confeccionar la Matriz de Importancia de Impactos Ambientales (MIIA) de cada uno de los tramos y subtramos del proyecto, en su fase de operación.

Cuadro 11. Criterios para Valoración de Impactos. Fase de Operación.

N°	Impacto Analizado	Información Ambiental Utilizada	Criterio para Definir Intensidad	Criterio para Definir Extensión	Criterio para Definir Momento	Criterio para Definir Persistencia	Criterio para Definir Reversibilidad
1	Cambios en la calidad de aguas superficiales (por presencia de sedimentos u otros contaminantes)	Erosión la cual se da en los taludes de las vías y en la propia calzada. Producción de desechos sólidos o líquidos por el paso de vehículos en vías nuevas.	Intensidad baja, cuando se tiene erosión leve a moderada. Intensidad media, cuando se tiene erosión alta Intensidad alta, con erosión severa. Intensidad muy alta, con erosión muy severa	Por la presencia de una red de drenaje amplia, se considera el impacto parcial	Por ser un impacto que se genera al momento de ocurrencia de la acción, se considera inmediato.	Por ser un impacto de la fase operativa, se considera la persistencia como permanente.	Por ser un impacto recuperable, una vez que cesa la acción, se considera reversible de corto plazo.
2	Deslizamientos (movimientos en masa)	El riesgo a deslizamientos en los cortes de los caminos de acceso o sitios de torres, depende de una serie de condiciones geológicas, pendiente del terreno, precipitación y presencia de fallas. El fenómeno es complejo; sin embargo, para este caso de análisis se utilizará únicamente el criterio de pendiente.	Intensidad baja, pendiente entre 2 y 15% Intensidad media, pendiente entre 15 y 30%. Intensidad alta, pendiente entre 30 y 60%. Intensidad muy alta, con pendiente mayor a 60%	El impacto es de extensión puntual.	El momento de ocurrencia es incierto, se considerará para efectos del presente estudio, como inmediato.	La persistencia, depende de las medidas de mitigación que se realicen en las zonas de deslizamiento. Se considerará, para efectos del presente estudio, como permanente.	El impacto se considera irrecuperable.
	Contaminación del suelo por sólidos y/o líquidos.	La contaminación del suelo, se puede dar por la presencia	Se considerará una intensidad baja para todos los casos,	La extensión es puntual.	El momento de ocurrencia es inmediato a que	La persistencia es permanente.	La recuperación del suelo es lenta, por lo que se

Consortio/ECOTEC/ProAmbiente/RPI

3		de basuras o líquidos derramados, por la presencia de los caminos de acceso.	pues son caminos de muy poco tránsito en su mayoría.		se de la acción, (derrame o contaminación con residuos sólidos)		considera como irreversible.
4	Contaminación de aguas subterráneas.	La contaminación de las aguas subterráneas, se puede dar por la presencia de basuras o líquidos derramados, por la presencia de los caminos de acceso.	Se considerará una intensidad baja para todos los casos, pues son caminos de muy poco tránsito en su mayoría.	La extensión es puntual.	El momento de ocurrencia es inmediato a que se de la acción, (derrame o contaminación con residuos sólidos)	La persistencia es permanente	La recuperación del suelo es lenta, por lo que se considera como irreversible.
5	Extracción de plantas y caza de animales	La presencia de bosque será el indicador de que potencialmente se presente el impacto, esto por la presencia de caminos de acceso.	<div>Intensidad baja, cuando se tiene un porcentaje de bosque en el subtramo menor a 25%.</div> <div>Intensidad media, cuando el porcentaje de bosque esta entre 25 y 50%.</div> <div>Intensidad alta, cuando el porcentaje de bosque esta entre 50 y 75%.</div> <div>Intensidad muy alta, cuando el porcentaje de bosque esta entre 75 y 100%.</div>	La extensión se considera parcial, para el subtramo analizado, pues va más allá del trazado de la línea.	El momento de ocurrencia es incierto, se considerará como inmediato.	La persistencia dependerá de las acciones o medidas de mitigación; sin embargo, se considerará como permanente.	El impacto es irrecuperable.

Consorcio/ECOTEC/ProAmbiente/RPI

6	Alteración o destrucción de flora y fauna.	La presencia de bosque será el indicador de que potencialmente se presente el impacto, esto por la presencia de caminos de acceso.	<p>Intensidad baja, cuando se tiene un porcentaje de bosque en el subtramo menor a 25%.</p> <p>Intensidad media, cuando el porcentaje de bosque esta entre 25 y 50%.</p> <p>Intensidad alta, cuando el porcentaje de bosque esta entre 50 y 75%.</p> <p>Intensidad muy alta, cuando el porcentaje de bosque esta entre 75 y 100%.</p>	La extensión se considera parcial, para el subtramo analizado, pues va más allá del trazado de la línea.	El momento de ocurrencia es incierto, se considerará como de mediano plazo.	La persistencia dependerá de las acciones o medidas de mitigación; sin embargo, se considerará como permanente.	El impacto es irrecuperable
7	Invasión de especies exóticas.	La presencia de caminos de acceso, permite el acarreo de especies exóticas a las zonas boscosas.	<p>Intensidad baja, cuando se tiene un porcentaje de bosque en el subtramo menor a 25%.</p> <p>Intensidad media, cuando el porcentaje de bosque esta entre 25 y 50%.</p> <p>Intensidad alta, cuando el porcentaje de bosque esta entre 50 y 75%.</p>	La extensión se considera parcial, para el subtramo analizado, pues va más allá del trazado de la línea.	El momento de ocurrencia es incierto, se considerará como inmediato.	La persistencia dependerá de las acciones o medidas de mitigación; sin embargo, se considerará como permanente.	El impacto es irrecuperable

Consorcio/ECOTEC/ProAmbiente/RPI

			Intensidad muy alta, cuando el porcentaje de bosque esta entre 75 y 100%.				
8	Afectación de aves migratorias.	La presencia de las torres acarrea el riesgo de colisión de aves. No se tiene información ambiental detallada para poder valorar con precisión este impacto.	Se considerará una intensidad baja en todos los tramos.	La extensión es puntual.	El momento de ocurrencia es incierto, se considerará como de mediano plazo.	Puesto que el riesgo de colisión se mantiene durante toda la vida útil del proyecto, se considera como impacto permanente.	El impacto es irreparable, (muerte de las aves)
9	Contaminación del aire.	La contaminación del aire, se puede dar por el polvo que se genera al paso de vehículos en los nuevos caminos de acceso, así como los gases de combustión de los vehículos. Además, por la generación de ozono por el efecto corona que se genera en el campo eléctrico de la línea de transmisión.	Para todos los casos, se considera un impacto de baja intensidad, cuando se evalúa la contaminación del aire derivado del paso de vehículos. En el caso del ozono, también se considera una intensidad baja, puesto que la cantidad generada se dispersa en la atmósfera de forma inmediata.	La extensión del impacto es parcial.	El momento de ocurrencia es inmediato.	El impacto es permanente, puesto que ocurre durante toda la operación del proyecto.	El impacto es reversible, una vez que el fenómeno que lo origina se detiene. Sin embargo, puesto que la acción generadora se mantiene durante todo el proyecto, se considera irreversible.
10	Afectación de la gestión agrícola local.	La presencia de las torres y cables, produce restricciones en el uso de aviones para fumigación.	La presencia de cultivos, que utilicen como el medio aéreo de fumigación, será el indicador. Para todos los casos anteriores, se	La extensión del impacto es puntual.	El momento de ocurrencia es inmediato.	El impacto es permanente, puesto que ocurre durante toda la operación del proyecto.	El impacto es irreparable.

Consorcio/ECOTEC/ProAmbiente/RPI

			considera una intensidad media.				
11	Peligro para aeropuertos o aeródromos locales.	La presencia de tales instalaciones cercanas a la línea, significarán impacto. Sin embargo, no se tiene cercano a la línea ninguna instalación en uso. El impacto no se identifica en ningún tramo.					
12	Alteración o daño en salud pública.	El daño en la salud pública se origina por la presencia de los campos electromagnéticos y su potencial afectación a la salud. Sin embargo, no se tiene pruebas epidemiológicas contundentes sobre el tema. Se considera que la presencia de la torre cercana a una población, afectaría potencialmente.	La intensidad en todos los casos se considera baja, pues los poblados se encuentran a distancias mayores a 500m.	La extensión del impacto potencial es puntual	El momento de ocurrencia se ha asociado como de largo plazo.	La persistencia del impacto, es permanente, considerando como cierta que la fuente se mantiene durante toda la vida útil del proyecto.	El impacto de ocurrir es irreparable.
13	Afectación de la calidad de vida.	La presencia de ruido, derivado de la línea, así como las alteraciones a las señales de radio o TV, alteran la calidad de vida de los vecinos cercanos. La cercanía a la línea	La intensidad será baja en todos los tramos, pues las poblaciones se encuentran alejadas más de 500 m.	La extensión del impacto potencial es puntual	El momento de ocurrencia se ha asociado como inmediato.	La persistencia del impacto, es permanente, considerando que la fuente se mantiene durante toda la vida útil del proyecto.	El impacto de ocurrir es irreversible.

Consorcio/ECOTEC/ProAmbiente/RPI

		será el parámetro de análisis.					
14	Cambio en el uso potencial turístico.	<p>La presencia las torres y cableado pueden afectar el paisaje, y con ello disminuir el uso turístico de una zona o potencial.</p> <p>Por otra parte, la apertura de caminos, permite el acceso a zonas de uso turístico.</p>	<p>La intensidad del impacto se considerará en todos los casos como baja, puesto que se ha buscado colocarla en la medida de lo posible alejada de sitios turísticos y alejada de poblaciones.</p> <p>El impacto positivo de mayor accesibilidad a sitios turísticos, también se considerará de intensidad baja.</p>	El impacto es de extensión puntual.	El momento de ocurrencia es inmediato.	La persistencia del impacto, es permanente, considerando que la fuente se mantiene durante toda la vida útil del proyecto.	El impacto de ocurrir es irreparable.
15	Afectación de monumentos históricos y culturales.	<p>La presencia de los caminos de acceso, así como de las torres y cableado pueden afectar el paisaje, y con ello puede afectar monumentos culturales.</p> <p>Sin embargo, en el caso de análisis, el impacto no se considera, puesto que el trazo de la línea evitó pasar por los sitios histórico o culturales reportados.</p>					

Consorcio/ECOTEC/ProAmbiente/RPI

16	Cambio en el valor de las propiedades.	La presencia de caminos de acceso o la mejora de algunos existentes, producen un aumento en el valor de las propiedades cercanas. Sin embargo, la presencia de una servidumbre (línea de transmisión), genera disminución en el valor de la propiedad gravada.	Para el caso del aumento en el valor de la propiedad se considera en todos los casos un impacto de intensidad baja. Por el contrario, en el caso de la disminución en el valor de las propiedades gravadas con servidumbres de paso de la línea se considera un impacto de intensidad media.	La extensión del impacto en ambos casos es puntual.	El momento de ocurrencia es inmediato.	La persistencia del impacto, es permanente, considerando que la fuente se mantiene durante toda la vida útil del proyecto.	El impacto es irrecuperable.
17	Conflictos viales	Los conflictos viales se pueden presentar por el aumento de vehículos en zonas rurales, al mejorar las condiciones de los caminos de acceso.	La intensidad se considerará baja, para todos los casos.	La extensión del impacto es puntual.	El momento de ocurrencia es inmediato.	La persistencia es permanente.	El impacto es irrecuperable.

C.2.3. Análisis de Resultados

Los resultados de la valoración de impactos se agruparon por factor ambiental, resultando la confección de seis mapas para la fase de construcción y cinco para la fase de operación. Estos mapas pueden verse en las páginas siguientes.

La metodología para la valoración de los impactos por factor ambiental y la confección de los mapas se describe a continuación:

- a) Se suman los valores de importancia de los impactos generados por las diferentes acciones de proyecto y efectos en una sola matriz y se dividen entre el número de impactos. El objeto de dividir el valor de importancia totalizado entre el número de impactos es mantener la escala de impactos bajos, medios y altos válida, para poder realizar la comparación.
- b) Se totalizan los valores de importancia para cada factor ambiental y se dividen entre el número de efectos que lo han generado; esto con el objeto de mantener la escala de valores válida.

La escala de la SETENA para la valoración de impactos individuales se muestra en la tabla siguiente:

Valor de importancia	Impacto
8-39	Bajo
40-60	Medio
61-100	Alto

Al agrupar o sumar impactos se debe tener el cuidado que cuando se compara el valor de importancia totalizado, con la escala anterior, se considere que ésta es para impactos individuales. Es por esa razón, que una vez que se han agrupado, se dividen entre el número de impactos sumados, esto con el fin de poder utilizar la escala.

Los mapas agrupan para cada factor ambiental analizando los diferentes impactos y a través de la valoración, se determina si los impactos son bajos, medios o altos para los factores ambientales analizados.

La conclusión de los resultados obtenidos se presentan en los siguientes cuadros 12 y 13.

Cuadro 12. Análisis de Resultados, Fase de Construcción.

Factor Ambiental	Valor del Impacto
Aguas superficiales	Bajo
Aguas subterráneas	Bajo
Suelo	Bajo a Medio
Biota	Bajo a Medio
Paisaje	Bajo
Socioeconómico	Bajo

Cuadro 13. Análisis de Resultados, Fase de Operación

Factor Ambiental	Valor del Impacto
Aguas superficiales	Bajo
Aguas subterráneas	Bajo
Suelo	Bajo a Medio
Biota	Bajo a Medio
Socioeconómico	Bajo

C.2.4. Comportamiento de los factores ambientales, de acuerdo con los valores acumulativos de Impacto

Previo al análisis del comportamiento de los factores ambientales, de acuerdo al valor acumulado de importancia de los impactos, se describen algunas características importantes de la metodología utilizada; para realizar la valoración de impactos, a saber: la denominada Matriz de Importancia de Impactos Ambientales (MIIA), definida en el decreto 588-97 SETENA.

Los parámetros utilizados para la valoración de la importancia de impactos son:

- Signo (indica si el impacto es positivo o negativo)
- Intensidad (indica la magnitud del impacto)
- Extensión (indica el área geográfica de extensión del impacto)
- Momento (indica el momento de ocurrencia del impacto a partir de generada la acción)
- Persistencia (indica la permanencia en el tiempo del impacto)
- Reversibilidad (indica si el impacto es reversible o irreparable)

Cada parámetro tiene diferentes escalas, (las cuales se describen en el apartado de Metodología, Sección A), y la selección del valor a introducir en la MIIA obedece a las condiciones diagnosticadas del ambiente, así como a criterio de experto. La justificación de cada uno de esos valores, tanto para la fase de construcción como para la fase de operación, se describe en los Cuadros No. 10 y 11 de la sección anterior. A su vez dichos

valores se basan en la información de diagnóstico del medio ambiente, Cuadro denominado Resumen de Variables del SIG, que se presentan en el Anexo No. 8.

Se observa en ambos cuadros, que la definición del valor a introducir en la MIIA, para una serie de parámetros de valoración como son extensión, momento, persistencia y reversibilidad son iguales para los diferentes subtramos analizados, lo que implica valores de importancia muy semejantes o iguales en los diferentes subtramos. Además, la valoración de intensidad de forma cuantitativa no es posible realizarla para todos los impactos estudiados, por lo que se realiza una valoración cualitativa, considerando la escala de análisis de 1:50 000. Los criterios para la valoración cualitativa o cuantitativa del parámetro intensidad, también aparecen en los Cuadros No.10 y 11 antes indicados.

La importancia acumulada de los impactos, se refiere a la sumatoria de los valores de importancia obtenidos para cada uno de los factores ambientales, para cada una de las actividades básicas de las fases de construcción y operación y para cada uno de los diferentes efectos ambientales que causan el impacto analizado sobre el factor ambiental específico. Así por ejemplo, en la fase de construcción, se tienen tres actividades de proyecto que generan impactos: la apertura de caminos de acceso, la construcción de cimientos y colocación de torres e izado de cables y finalmente la apertura de la calle o derecho de vía de la línea. Cada actividad, genera efectos ambientales que causan impactos sobre los diferentes factores ambientales (agua superficial, suelo y biota entre otros), y la Matriz denominada Total, acumula los valores individuales de cada una de las importancias obtenidas.

Teniendo presente lo anterior, se procede a analizar los resultados obtenidos de la importancia acumulada, para dar una óptica del proyecto completo.

Fase de Construcción

Factor Ambiental Aguas superficiales.

Este factor muestra una dispersión a lo largo del trayecto, que va desde un valor mínimo de -264 hasta un máximo de -420. El valor promedio es de 308 (línea roja) y la desviación estándar de 33.6 (líneas celestes a ambos lados de los puntos azules)

Según se aprecia en el gráfico 1, todos los valores encontrados equivalen a un nivel de impacto de moderado a bajo, siendo solo algunos valores pico los que podrían demandar atención especial, sobre todo si el proceso constructivo se llevara cabo en la época de lluvias.

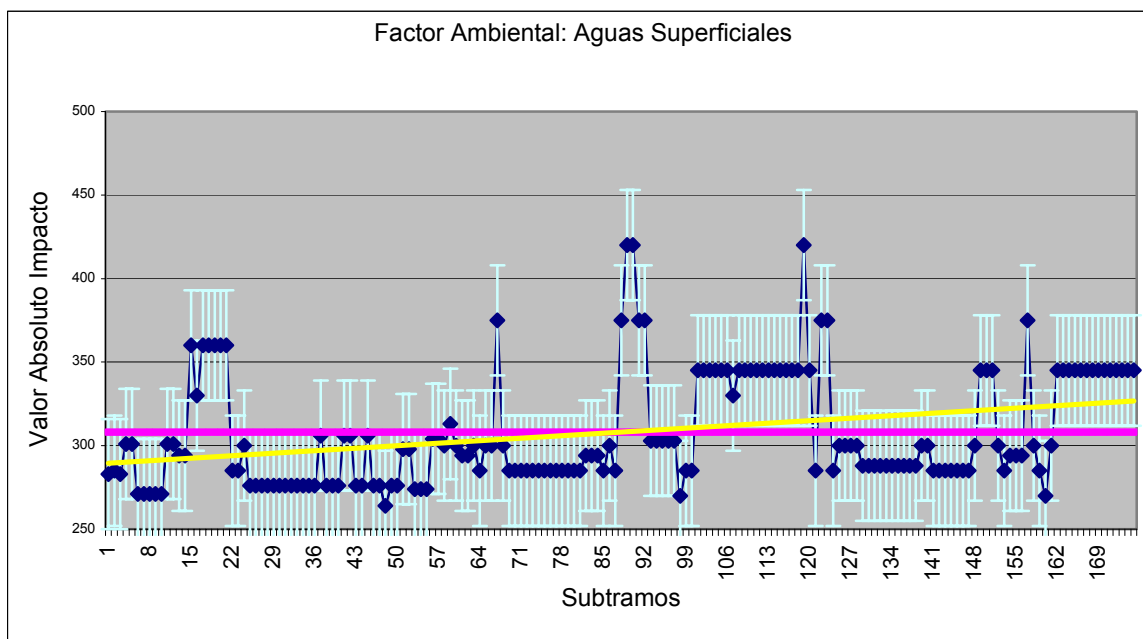
Los subtramos donde se debe prestar más atención a este factor ambiental son: 4-22, 5-21,5-22,5-23,5-24,5-25,7-11,7-14.7-15 y 9.9. Lo anterior, porque en esos subtramos se tiene erosión Muy Severa, lo cual influye el aumento de sólidos suspendidos de los cauces receptores de la escorrentía superficial y por lo tanto en la degradación de la calidad de las aguas superficiales.

Si bien es cierto que existen diferencias en la valoración de este factor en los distintos subtramos, el comportamiento es bastante homogéneo, a juzgar por las desviaciones

estándar, que indican poca diferencia significativa entre los valores, con excepción de los ya indicados.

La tendencia en el comportamiento de este factor a lo largo del país (línea amarilla), es hacia un aumento de norte a sur, lo cual es un comportamiento esperado considerando las características climáticas. Lo anterior se asocia a los mayores niveles de precipitación en la zona central y sur del país, así como a los efectos erosivos que podrían darse durante del proceso de construcción, especialmente en las zonas con mayor pendiente.

Gráfico 1



Factor Ambiental: Suelo.

Para este factor tenemos que el valor promedio del impacto acumulado es de 242.90, con un máximo de 313 y un mínimo de 170. La desviación estándar fue de 21.8, lo que muestra una dispersión no muy alta alrededor del valor medio, como se puede apreciar en el gráfico 2.

Cerca de la frontera norte, se tienen vientos fuertes, esto hasta llegar a la zona de Cañas, por lo que se refleja mayor erosión eólica, lo cual se evidencia en valores de importancia mayores en el factor ambiental suelo, a los del resto del país. La primera tendencia de valores oscila alrededor de 265, se presenta desde el primer tramo en frontera norte hasta el tramo 4.13. A partir de ese momento, la tendencia en los valores de impacto gira alrededor de 223, estableciendo una plataforma más baja en cuanto al posible impacto sobre este factor en el centro y sur del país, por las razones antes expuestas.

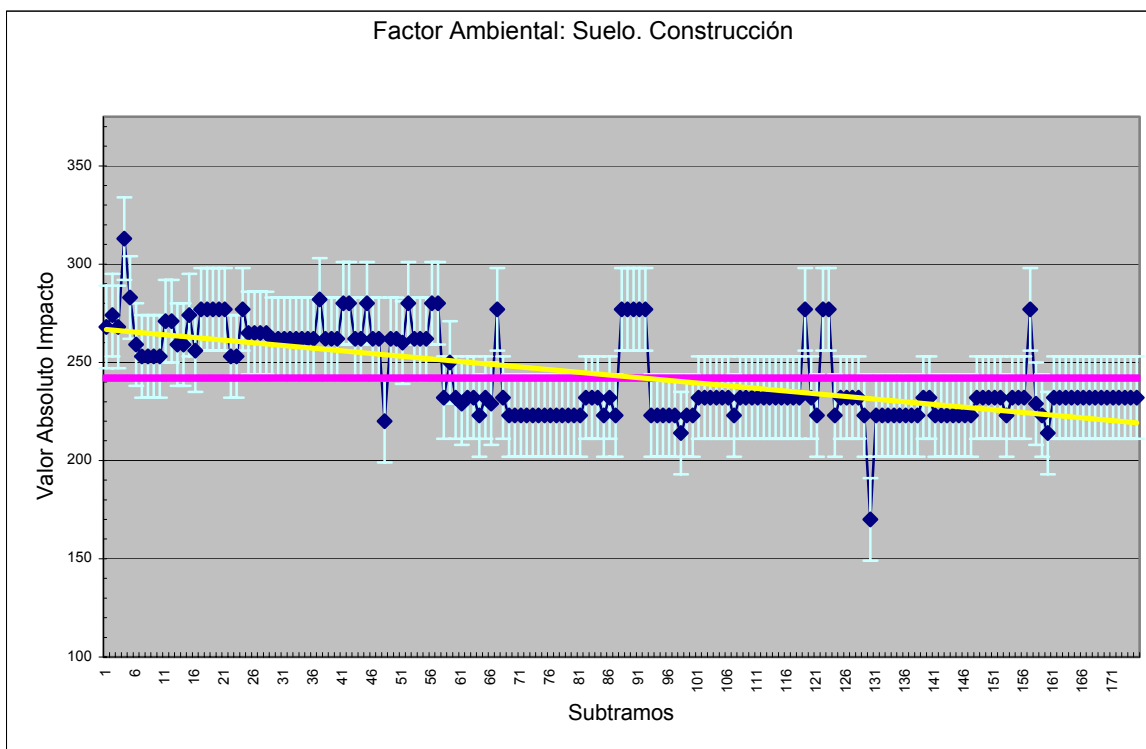
Se aprecia también que el impacto sobre el suelo, que es en general bajo, será más alto hasta el Tramo 4, siendo el único subtramo que muestra un valor más alto el subtramo 4-

22, razón por la que deberá prestarse especial cuidado durante el proceso de construcción.

A partir del Tramo 4 y hasta el 10, el impacto sobre el suelo será menor que en la primera parte del trayecto de la línea, destacando varios subtramos donde debe tenerse mayor atención al llevar a cabo las obras, que son: 5-22, 5-23, 5-24, 5-25, 7-11, 7-14, 7-15 y 9-9, esto por cuanto en estos tramos se presenta erosión hídrica muy severa, según el mapa de riesgo de erosión desarrollado.

El ajuste de la tendencia lineal en el comportamiento de los valores es congruente con lo antes indicado, pues es claro que los valores de impacto acumulativo disminuyen de norte a sur.

Gráfico 2



Factor Ambiental Aguas Subterráneas.

Al igual que en el caso del suelo, las aguas subterráneas presentan dos mesetas, que en este caso son más evidentes. La primera se extiende también hasta mediados del Tramo 4 (subtramo 4-14). Lo anterior, se debe a la presencia de mayor cantidad de pozos en esa zona del país.

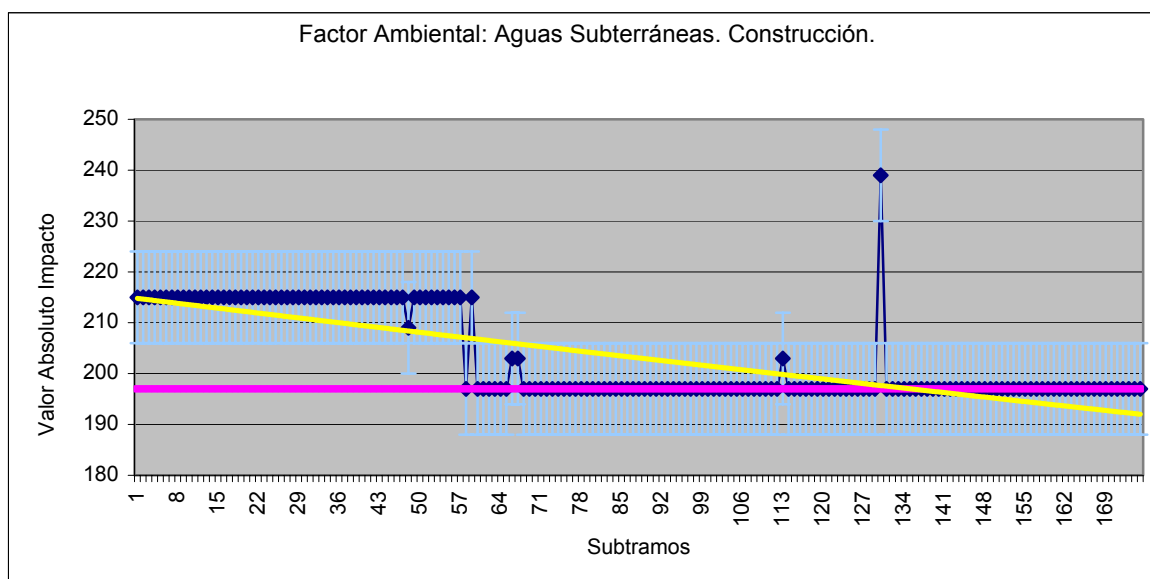
Para este factor, en general, no se nota ningún valor que amerite especial atención, con excepción del subtramo 8-2, que es el único que muestra una diferencia marcada con los

demás, pues las desviaciones estándar no se cruzan. Lo anterior, se debe a que en el subtramo 8-2, se encuentra un pozo debajo de la línea, lo cual incidió en una valoración más severa.

La dispersión de los valores va desde un mínimo de 197 a un máximo de 239, con un valor promedio de 203 y una desviación estándar de 8.8.

La tendencia en los valores de impacto indica que la significancia de este factor decrece de norte a sur, siendo este el mismo comportamiento encontrado cuando se analizó el factor suelo.

Gráfico 3



Factor Ambiental: Biota.

Este factor muestra un comportamiento muy homogéneo a lo largo de todo el trayecto de la línea, siendo la diferencia más significativa la presencia de valores cero en mayor proporción en la zona norte del país. Estos valores corresponden a sitios donde no existe cobertura boscosa y por ende donde tampoco se encuentra fauna asociada.

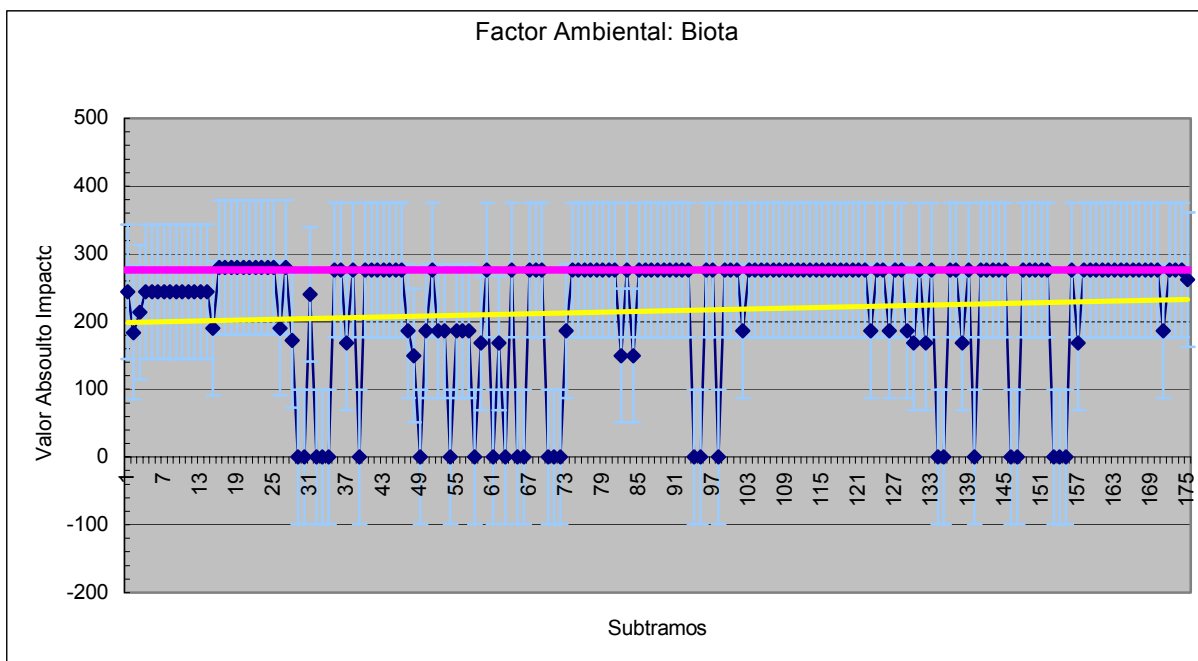
La asignación del valor de intensidad del impacto en presencia de bosque se asoció a los metros lineales de bosque que era atravesado por la línea. La valoración de la intensidad del impacto fue conservadora, puesto que se consideró una intensidad alta de impacto a los efectos sobre la biota en cualquier parche boscoso del país.

Si los valores cero se eliminaran, entonces los valores acumulativos de impacto oscilarían alrededor de 240, no existiendo diferencias significativas en lo encontrado en los distintos tramos. Es importante mencionar que para este factor tampoco se encontraron valores pico que demanden atención especial.

En general se puede inferir que la biota no se verá impactada en forma significativa, como se desprende de los valores bajos de impacto. Esta es una conclusión esperada, pues los movimientos de tierra y las alteraciones que se darán en la cobertura boscosa (que condiciona la presencia de hábitats para la fauna) serán limitadas y proporcionalmente muy pequeñas (dado que las calles no son muy anchas) al compararlas con la magnitud y calidad de los ecosistemas donde se ubicarán. Este último punto vale la pena reforzarlo, por cuanto, tal y como se describió en detalle en las secciones correspondientes, los ecosistemas por donde pasa la línea se encuentran ya bastante alterados.

La dispersión de los valores de impacto va desde 0 hasta 280, con un promedio de 276 y una desviación estándar de 99.

Grafico 4



Factor Ambiental: Paisaje.

La tendencia general en el comportamiento de este factor indica que el impacto sobre el paisaje será más alto en la parte norte del país que en el centro y sur. Se nota, al igual que en algunos casos anteriores, que existen dos mesetas, siendo la de menores valores promedio la que se encuentra a partir de mediados del Tramo 4.

Dentro de la primera meseta existe solo un valor pico que podría demandar alguna atención y corresponde al subtramo 4-14. En este subtramo, se tiene un impacto mayor debido a mayores cambios morfológicos.

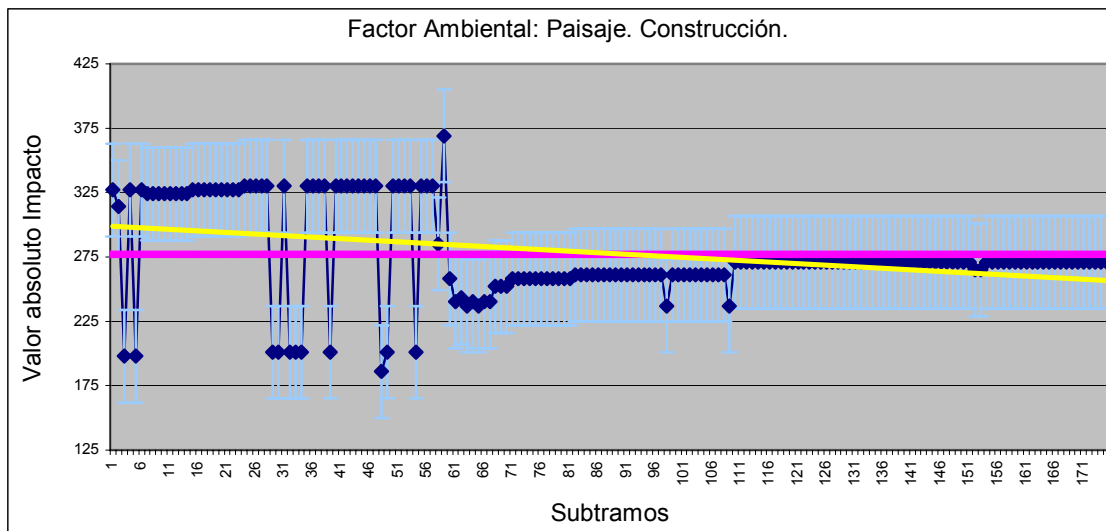
Los valores acumulados de impacto, siendo en general bajos, indican que el paisaje en general no será impactado de manera fuerte. El mayor valor promedio de este factor en la

parte norte se debe a la ausencia de cobertura forestal por los sitios donde pasará el trazado de la línea, que hacen de las torres un elemento de mayor contraste en el paisaje. Por el contrario, en el centro y sur la línea corre por piedemontes y parches de bosques secundarios donde no es tan evidente.

El ajuste lineal de los valores acumulados refleja tendencias similares a las encontradas para otros factores, como suelo y aguas subterráneas, que indica un impacto un poco mayor en la parte norte del país.

La dispersión de valores va de 186 a 369, con un promedio de 271 y una desviación de 35.

Gráfico 5



Factor Ambiental: Aire.

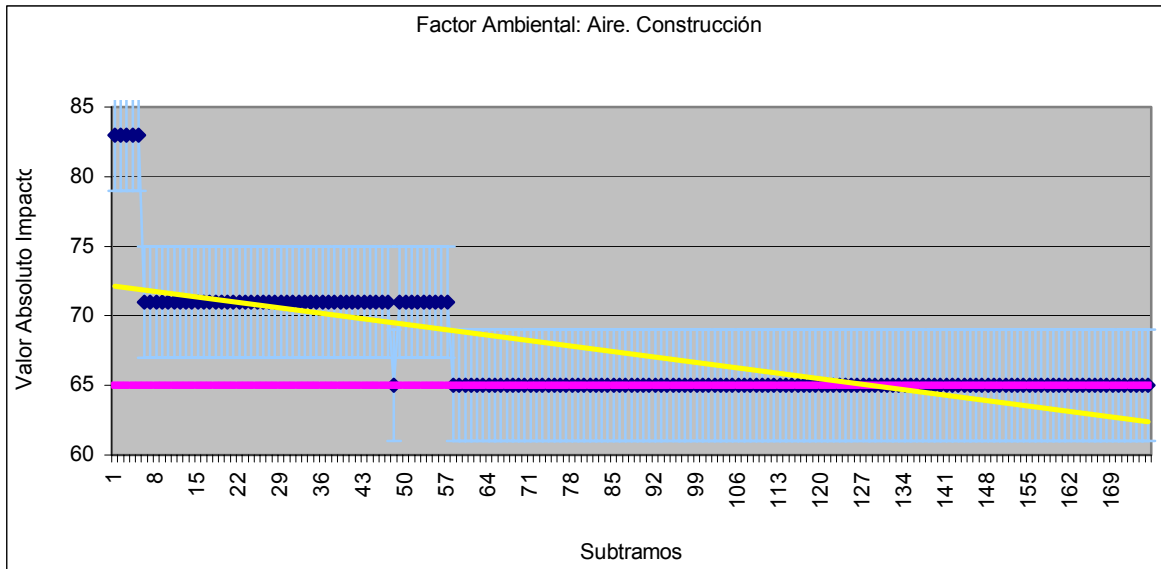
El efecto sobre el aire será también mayor en la parte norte que en el sur y esto está ligado, de nuevo, a la cobertura forestal y en este caso a la presencia de fuertes vientos en el Tramo 1.

De hecho, en el gráfico 6 se puede apreciar que los subtramos 1-5 del tramo 1 son los únicos que presentan valores significativamente diferentes del resto, por los fuertes alisios que soplan en esta zona durante la época seca.

A partir del Tramo 3 y hasta el 10, el factor viento no presenta picos ni valores extremos que indiquen condiciones especiales de impacto. De hecho, el comportamiento de los valores acumulativos es muy similar para todo el país, sin diferencias significativas, aunque la tendencia muestra que a partir de mediados del tramo 4 los valores de impacto oscilan alrededor de un valor medio bastante inferior a los encontrados en la parte norte.

Las pequeñas diferencias en este factor son tan bien evidentes al ver la dispersión de los datos que va desde un mínimo de 65 a un máximo de 83, con un promedio de 65 y una desviación de 3.8.

Gráfico 6



Factor Ambiental: Socioeconómico.

El ajuste lineal de la tendencia de los valores acumulados de impacto indica que estos aumentan hacia el sur de país, el comportamiento generalizado de este factor es similar a los anteriores, en cuanto a que no se observan picos o valores extremos que demandan especial atención.

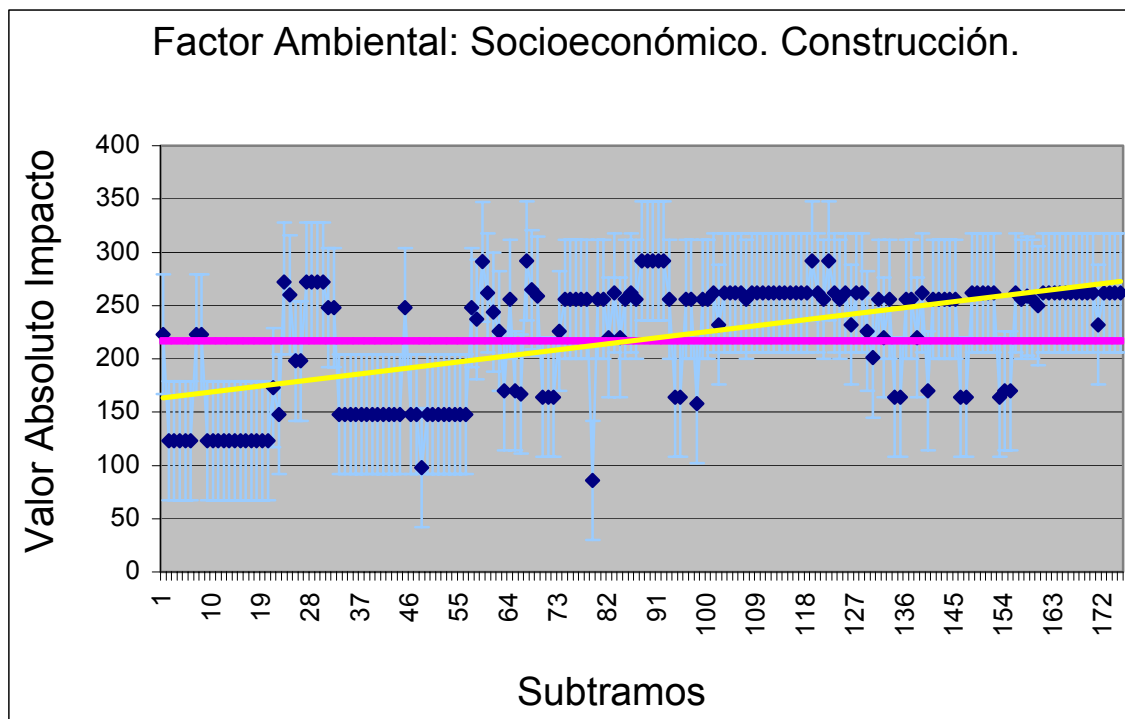
Los valores extremos que se observan se deben a la presencia de yacimientos arqueológicos cercanos, lo cual se valoró dentro del factor ambiental socioeconómico.

Operación

Durante la operación del proyecto, existen varios factores ambientales que presentan un comportamiento idéntico en todo el trayecto de la línea, que son: Aguas Subterráneas, Aire y Socioeconómico. El primero con un valor de 54, el segundo de 79 y el tercero de 402.

Como antes se comentó estos valores son en general bajos, por lo que indican que durante la operación no se esperan impactos fuertes. Es claro que para esos tres factores, una vez que ha pasado el proceso de construcción, no existirá diferencia alguna en los tramos por donde transcorre la línea.

Gráfico 7.



El factor ambiental paisaje no fue considerado pues el impacto sobre éste se inicia durante la fase de construcción, y se considera permanente en su valoración, por lo que ya ha sido evaluado.

Factor Ambiental: Aguas superficiales.

Con un valor promedio de 66, un rango desde 60 hasta 81 y una desviación estándar de 4.6, este factor aumenta de norte a sur en cuanto a los valores de impacto que presenta; siendo sin embargo, muy poca la diferencia, con excepción de los siguientes subtramos donde se detectan picos: 4-22, 5-20, 5-21, 5-22, 5-23, 5-24, 7-10, 7-15, 7-16 y 9-10, por la mayor erosión hídrica que se da en dichos tramos.

Dado que en la parte norte del país es donde existe menos cobertura forestal, es en el sur donde se pueden sentir mayores efectos continuos debido a la apertura de las calles y la precipitación. No obstante, los impactos son de moderados a bajos, lo cual como antes se comentó, se debe a las condiciones ya bastante alteradas de los ambientes por donde pasa la línea.

Factor Ambiental: Suelo.

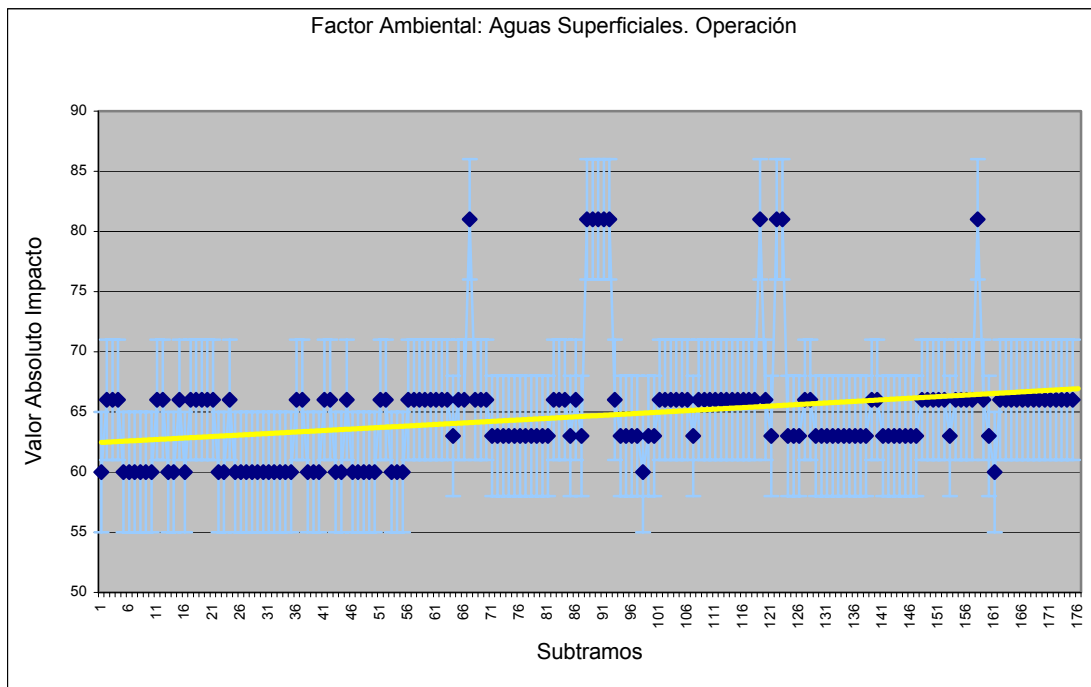
Aunque no se aprecian picos en ninguna parte del trayecto, es notoria la presencia de dos series e valores, que aunque no difieren estadísticamente, si establecen un comportamiento diferente para este factor, al comparar la zona norte con la central y sur,

como se aprecia en el ajuste de la tendencia lineal (línea amarilla) que se presenta en el gráfico 9.

En la zona norte los valores oscilan alrededor de 90, mientras en el centro y sur se mantienen prácticamente constantes en 108.

Por las razones ya mencionadas, es claro que la remoción de la capa vegetal en el centro y sur, a pesar de darse en ambientes ya alterados, implica un mayor efecto ambiental sobre el suelo, en especial porque muchas de las calles abiertas deberán mantenerse así durante toda la operación del proyecto.

Gráfico 8



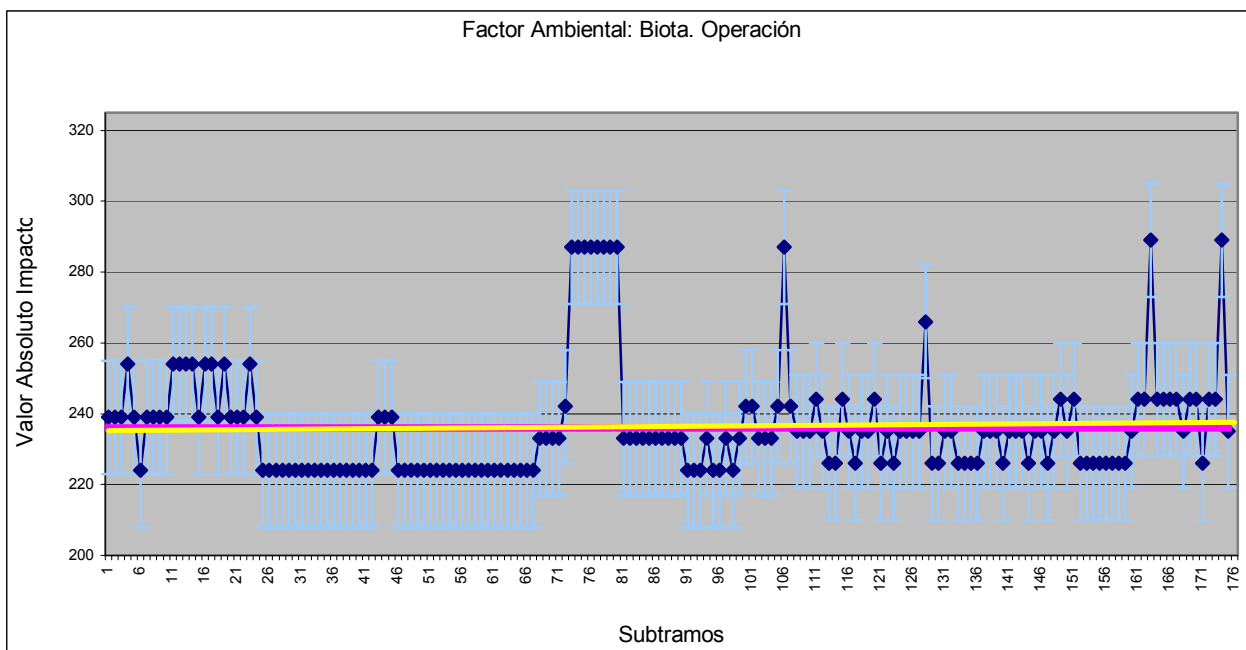
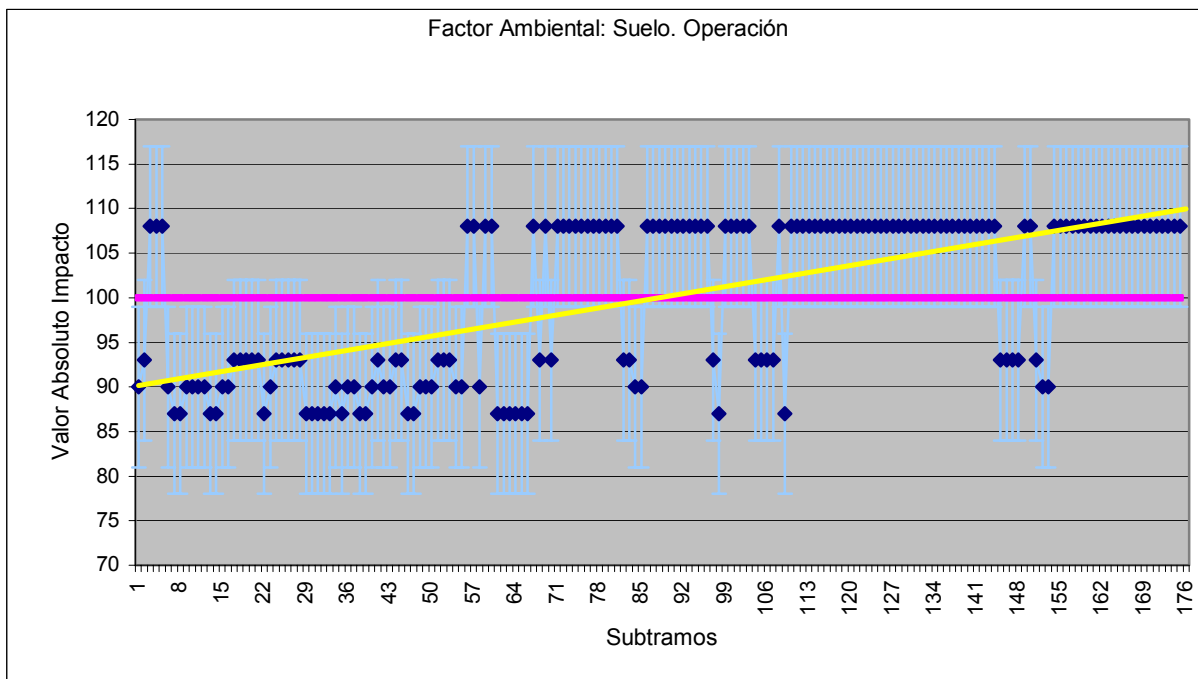
Los valores acumulados de impacto oscilan entre 87 y 108, con un promedio de 108 y una desviación estándar de 8.9.

Factor Ambiental: Biota.

Al igual que durante la fase de construcción, se nota un efecto muy similar sobre la biota en cualquier parte del trazado de la línea, siendo esto evidente por una tendencia que prácticamente no presenta pendiente y con rango de valores casi idéntico al promedio.

Existen, sin embargo, algunos picos a los que deberá prestarse atención, mismos que se ubican en los siguientes subtramos: 5-6 a 5-13, 6-14, 7-20, 9-15 y 10-3, esto por cuanto se tiene mayor presencia de bosque. Se resaltan los subtramos del 5-11 al 5-13, en donde se ubica el Parque Nacional Carara.

Gráfico 9



C.3. Impactos Transfronterizos

Pese a que en los FETER de la SETENA no se indica la necesidad de considerar los efectos del proyecto en otros países, la EPR solicitó a las diferentes empresas que desarrollan los EslA, que cada uno de los países hicieran referencia en su estudio particular, sobre los efectos del proyecto en la colindancia con los países vecinos.

Así para el caso de Costa Rica se incluirá un apartado para la colindancia con Nicaragua y otro con Panamá.

Para la cumplir con esta solicitud se coordinó con los equipos que llevaron a cabo el trabajo de Panamá y Nicaragua, representados por la Empresa Solucion S.A. y para Costa Rica ECOTEC S.A. Se intercambiaron los criterios más relevantes que cada una de las empresas consideró oportuno en diferentes ocasiones, culminando en una reunión de coordinación convocada por la EPR.

Con base en lo anterior se describe brevemente el resultado de la información entre los tramos fronterizos, para cada uno de los países colindantes.

Como resultado de este intercambio para el caso de los efectos transfronterizos se concluyó en cuatro aspectos fundamentales, a saber:

- 1- El intercambio permitió evidenciar que desde la perspectiva ambiental, incluyendo los apartados, físicos y bióticos, no se presentan diferencias significativas para ninguna de las fronteras. Lo anterior era totalmente esperable, pues los sistemas naturales cambian en función de elementos naturales y no de las divisiones político administrativas establecidas entre los países para sus fronteras.
- 2- Desde la perspectiva de usos del suelo, no se presenta diferencias significativas pues los usos, principalmente agropecuarios son la constante en las dos colindancias.
- 3- Por la naturaleza del proyecto, el cual presenta una continuidad a lo largo de los países, se podría esperar la posibilidad de que su construcción mejore los niveles de acceso de las comunidades fronterizas, propiciando mayor movilidad y flujo entre éstas. Sin embargo esto no se considera relevante, por varias razones. En primer lugar el proyecto no es una calle u autopista, es una línea de alta tensión, lo cual no implica un mejoramiento del flujo vehicular o de transporte de mercancías. Segundo los sitios en donde se están interconectando las líneas son áreas despobladas, pues el proyecto evitó pasar cerca de comunidades concentradas. Tercero, las comunidades fronterizas no hacen referencia ni relación a la frontera, pues son límites político administrativos que no tienen una expresión física en el campo que obstaculice el paso, (cercas, vallas o puestos de migración) o mojones que evidencien la colindancia, de allí que tanto en la frontera con Nicaragua, como en la frontera con Panamá, las comunidades interactúan entre ellas dado que no existe ningún impedimento físico para ello.
- 4- Por último, cuando se intercambiaron las matrices de valoración para los tramos respectivos se evidenció que todos los impactos identificados se encuentran en el rango de leve a moderado, lo cual representa un indicador de la similitud de

condiciones en estas colindancias y la claridad de que no existe ningún elemento que impida la realización del proyecto. Lo anterior por cuanto los impactos identificados pueden ser prevenidos o mitigados con la aplicación de medidas ambientales particulares que están enumeradas en los planes de gestión respectivos para cada país.

C.3.1. Colindancia con la frontera Norte (Nicaragua)

La colindancia con la frontera norte ocurre entre el tramo Nic-8 (Cuadro 8.3.1.) con el tramo CR-1. Seguidamente se aportan las matrices de cada uno de ellos donde se puede evidenciar alguna similitud entre los resultados.

Cuadro 8.31. Matriz de Valoración de Impactos en la fase de construcción. Tramo 8

FASE DE CONSTRUCCIÓN		Impactos											Importancia	
MEDIO FÍSICO														
Suelo	Ocupación del suelo	-	2	2	4	1	1	1	1	4	1	2	-25	moderado
	Generación de procesos erosivos	-	2	2	2	4	2	1	1	1	1	4	-26	moderado
Calidad del Aire	Deterioro de la calidad del aire por incremento en la emisión de polvo y gases de combustión	-	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	-19	compatible
Hidrología e Hidrogeología	Alteraciones en la hidrología superficial y la red de drenaje	-	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	-16	compatible
Geología y Geomorfología	Alteración de unidades geomorfológicas	-	1	1	4	2	2	2	1	4	1	2	-23	compatible
Ruido	Aumento de emisiones acústicas	-	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	-19	compatible
Calidad del Agua	Variación de la calidad de aguas superficiales	-	2	2	4	1	1	1	1	1	1	1	-21	compatible
MEDIO BIÓTICO														
Flora y Vegetación	Eliminación de la cubierta vegetal	-	4	2	4	4	4	1	1	4	2	4	-40	moderado
	Deterioro de la vegetación cercana	-	2	2	4	2	2	1	1	4	2	2	-28	moderado
Fauna	Eliminación de individuos	-	2	2	4	4	2	1	1	4	2	4	-32	moderado
	Alteración de hábitat	-	2	1	4	2	2	1	1	4	2	2	-26	moderado
MEDIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL														
Patrimonio Cultural	Afección a lugares culturales y patrimoniales	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Calidad de Vida	Cambios y variaciones en la calidad de vida de la población	-	1	2	4	2	1	1	4	1	1	2	-23	compatible
Infraestructuras y Servicios	Efectos sobre la infraestructura local	-	1	2	2	4	2	1	1	1	2	4	-24	compatible
Socioeconomía y Nivel de Empleo	Incremento de empleo	+	2	2	2	2	2	2	1	4	2	2	27	beneficioso
Patrón de Uso del Suelo	Cambios en el patrón de uso de suelo	-	2	2	4	4	4	1	1	4	4	4	-36	moderado
MEDIO PERCEPTUAL														
Paisaje y Estética	Alteración de la calidad y fragilidad visual	-	4	4	4	4	4	2	1	4	4	4	-47	moderado

Se encontró que la matriz del tramo Nic-8 presenta más impactos moderados que la matriz de CR-1. Esto se debe a que la metodología utilizada por la empresa que valoró el impacto en Nicaragua clasificó los valores obtenidos en cuatro rangos: de 1 a 24 Bajo, de 25 a 49 Moderado, de 50 a 75 Severo y mayor a 75 crítico. Por su parte, ECOTEC empleó la metodología oficial de la SETENA, que clasifica los valores en tres rangos: 8 a 39 Bajo, 40 a 60 Moderado y 61 a 100 Alto.

De acuerdo con esa explicación, si se reagrupara la matriz Nic-8 bajo la clasificación utilizada en Costa Rica, los impactos serían en su mayoría bajos, tal como se obtiene en la matriz CR-1.

LÍNEA DE TRANSMISIÓN SIEPAC IMPACTOS POTENCIALES FASE DE CONSTRUCCIÓN Tramo CR-1			
IMPACTO	FACT. AMB. AFECTADOS	IMPORTANCIA TOTAL	VALORACION
Cambio calidad (sedimentos u otros contaminantes) receptor	Agua superficial	-15	Bajo
Cambio en la cantidad del cuerpo receptor		-28	Bajo
Total		-22	
Pérdida de horizonte edáfico (nutrientes)	Suelo	-44	Medio
Amenaza de las obras ante eventos geofísicos		-15	Bajo
Compactación del suelo		-14	Bajo
Contaminación del suelo (por sólidos o líquidos)		-18	Bajo
Total		-23	
Cambio calidad/cantidad aguas subterráneas	Aguas subterráneas	-21	Bajo
Total		-21	
Fraccionamiento de hábitat		-22	Bajo
Alteración/destrucción flora y fauna	Biota	-22	Bajo
Total		-22	
Cambios geomorfológicos	Paisaje	-15	Bajo
Alteración cromática y de formas		-31	Bajo
Total		-23	
Gases y partículas en suspensión	Aire	-16	Bajo
Total		-16	
Ruido		-11	Bajo
Conflictos viales		-11	Bajo
Generación empleo directo e indirecto	Socioeconómico	13	Bajo
Cambio uso suelo		-39	Bajo
Alteración/ destrucción de yacimientos y/o monumentos		-5	Bajo
Seguridad ocupacional		-14	Bajo
Total		-13	

Estos resultados refuerzan las conclusiones de esta sección, en el sentido que los impactos son de bajos a moderados, por lo que no se identifican impactos que impliquen que la obra no se realice.

C.3.2. Colindancia con la frontera Sur (Panamá)

El análisis para la colindancia con Panamá refleja una similitud con lo planteado para Nicaragua, en el sentido de que los impactos valorados para los dos países se mantienen en el rango de medios a bajos. Valga destacar que para el caso de Costa Rica se valora como medio el factor ambiental biota, siendo coincidente con la valoración de Panamá para el promedio de los factores de Flora-Vegetación y Fauna.

Lo comentado para el caso Costa Rica Nicaragua, en términos de la forma de valoración de impacto por parte de las dos empresas también se aplica en el caso de Costa Rica- Panamá.

Asimismo, no se encontraron impactos bióticos o socioeconómicos más allá de aquellos calificados como moderados y medios, en esta zona transfronteriza, según puede apreciarse en las matrices que se presentan a continuación (el Cuadro.8.9 corresponde a la matriz del primer tramo de Panamá).

Cuadro 8.9. Matriz de Valoración de Impactos en la fase de construcción. Tramo 1

FASE DE CONSTRUCCIÓN		IMPACTOS												IMPORTANCIA	
MEDIO FÍSICO															
MEDIO INERTE															
Suelo	Ocupación del suelo	-	2	2	4	4	2	1	1	4	4	2	-32	moderado	
	Generación de procesos erosivos	-	4	1	4	2	2	1	4	4	4	4	-39	moderado	
	Disminución de la capacidad de infiltración del suelo	-	4	1	4	2	2	1	4	4	2	2	-35	moderado	
	Compacción del terreno	-	4	1	2	2	2	2	1	4	4	2	-33	moderado	
Aire	Aumento en la inestabilidad de las laderas	-	4	1	2	2	2	2	1	4	4	2	-39	moderado	
	Deterioro de la calidad del aire por incremento en la emisión de polvo y gases de combustión	-	1	1	4	2	1	1	1	4	1	1	-20	compatible	
Hidrología e Hidrogeología	Alteraciones en la hidrología superficial	-	2	1	2	2	2	1	1	4	1	2	-23	compatible	
	Disminución de la tasa de recarga y alteración de la red de drenaje	-	4	2	4	2	2	1	1	4	4	4	-38	moderado	
Geología y Geomorfología	Alteración de unidades geomorfológicas	-	4	2	1	2	2	2	1	4	4	2	-34	moderado	
Ruido	Aumento de emisiones acústicas	-	1	2	4	1	1	2	1	4	1	1	-22	compatible	
Calidad de Agua	Variación de la calidad de aguas superficiales	-	2	1	2	2	1	1	4	1	2	2	-23	compatible	
	Contaminación de aguas subterráneas	-	4	2	4	2	2	1	4	4	2	4	-39	moderado	
MEDIO BIÓTICO															
Flora y Vegetación	Eliminación de la cubierta vegetal	-	4	2	4	4	2	2	1	4	4	2	-39	moderado	
	Fragmentación de ecosistemas	-	4	4	4	2	2	2	1	4	1	2	-38	moderado	
Fauna	Disminución de especies terrestres y desplazamiento de individuos	-	4	4	4	2	1	2	1	4	4	4	-42	moderado	
	Alteración de hábitat y perturbación de la fauna	-	4	1	4	4	2	4	4	4	2	4	-40	moderado	
MEDIO PERCEPTUAL															
Paisaje y Estética	Alteración de la calidad y fragilidad visual	-	4	4	4	4	2	1	1	4	4	4	-48	moderado	
MEDIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL															
MEDIO SOCIO CULTURAL															
Patrimonio Cultural	Alección a lugares culturales y patrimoniales	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	nulo	
Calidad de Vida	Cambios y variaciones en la calidad de vida de la población	-	1	2	4	2	1	1	4	1	1	2	-23	compatible	
Infraestructuras y Servicios	Efectos sobre la infraestructura local	-	1	2	2	4	2	1	1	1	2	4	-24	compatible	
Patrón de Uso del Suelo	Cambios en el patrón de uso de suelo	-	1	1	4	4	2	1	1	4	4	2	-27	moderado	
MEDIO ECONÓMICO															
Socioeconomía y Nivel de Empleo	Incremento de empleo	+	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	32	positivo	
	Migración de la población	-	2	2	2	2	1	1	1	4	1	2	-24	compatible	

N= Naturaleza
IN= Intensidad
EX= Extensión
MO= Momento
PE= Persistencia
RV= Reversibilidad

SI= Sinergia
AC= Acumulación
EF= Efecto
PR= Periodicidad
MC= Recuperabilidad

Impacto positivo
 Impacto negativo

Impacto compatible
 Impacto moderado
 Impacto severo
 Impacto crítico

1<25

25<=50

50<=75

75<=100

I = (+/-)(IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+FF+PR+MC)

N= Naturaleza
IN= Intensidad
EX= Extensión
MO= Momento
PE= Persistencia
RV= Reversibilidad

SI= Sinergia
AC= Acumulación
EF= Efecto
PR= Periodicidad
MC= Recuperabilidad

$$I = +/-(3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$



Impacto positivo



Impacto negativo

Impacto compatible

Impacto moderado

Impacto severo

Impacto crítico

I<25

25<I<50

50<I<75

I>75

LÍNEA DE TRANSMISIÓN SIEPAC IMPACTOS POTENCIALES FASE DE CONSTRUCCIÓN CR-10			
IMPACTO	FACT. AMB. AFECTADOS	IMPORTANCIA TOTAL	VALORACIÓN
Cambio calidad (sedimentos u otros contaminantes) receptor	Agua superficial	-16	Bajo
Cambio en la cantidad del cuerpo receptor		-38	Bajo
Total		-27	
Pérdida de horizonte edáfico (nutrientes)	Suelo	-36	Bajo
Amenaza para las obras ante eventos geofísicos		-12	Bajo
Compactación del suelo		-14	Bajo
Contaminación del suelo (por sólidos o líquidos)		-18	Bajo
Total		-20	
Cambio calidad/cantidad aguas subterráneas	Aguas subterráneas	-21	Bajo
Total		-21	
Fraccionamiento de hábitat		-46	Medio
Alteración/destrucción flora y fauna	Biota	-45	Medio
Total		-46	
Cambios geomorfológicos	Paisaje	-39	Bajo
Alteración cromática y de formas		-25	Bajo
Total		-32	
Gases y partículas en suspensión	Aire	-13	Bajo
Total		-13	
Ruido		-11	Bajo
Conflictos viales		-11	Bajo
Generación empleo directo e indirecto	Socioeconómico	-13	Bajo
Cambio uso suelo		-40	Medio
Alteración/ destrucción de yacimientos y/o monumentos		0	
Seguridad ocupacional		-14	Bajo
Total		-11	

SECCION D: Plan de Manejo Ambiental

D.1. Introducción

Como se explicó en la sección de metodología, este EslA se llevó a cabo con base en un trazado preliminar de la ruta, suministrado por la EPR, en una escala 1:50 000, mismo que fue retrazado con base en el análisis de la información disponible a otras escalas y en las visitas de campo. Lo anterior fue así, puesto que para el Proyecto SIEPAC, con excepción de algunos casos concretos, no se han desarrollado aún los trabajos topográficos para la ubicación definitiva de las torres. Es de esperar entonces, que aun se den pequeñas modificaciones al retrazado, una vez que los topógrafos y técnicos de línea analicen las condiciones del terreno en escalas 1:2 000 en planta y 1:200 en perfil, para obtener el trazado definitivo. De allí que los términos de referencia solicitaran el análisis de un corredor de 2 Km a ambos lados de la ruta, previendo estos eventuales ajustes cuando se tenga mayor información de detalle. Por lo anterior, se puede notar un mayor énfasis en las medidas referidas a la etapa de diseño, pues es allí mediante el seguimiento de las normas enunciadas, que se puede minimizar la mayoría de los impactos que el proyecto pueda potencialmente generar.

Una vez que se cuente con este trazado definitivo y conociendo además la posición final de los vértices de la línea, se podrá definir con exactitud la ubicación, también definitiva, de las torres a lo largo del trazado. Algunos de los aspectos que serán tomados en cuenta para la definición de los sitios finales de torre son los siguientes: a- especificaciones de diseño, b- longitud del vano, c- los elementos que se encuentran a su paso que puedan suponer un condicionante en el diseño y d- consideraciones ambientales que minimicen efectos adversos.

Habiendo satisfecho el paso anterior y todos los demás aspectos relativos al diseño final de la línea, se procederá a la construcción de la misma, para lo cual se llevarán a cabo las siguientes actividades:

1. Obtención de los permisos de los propietarios para la construcción de accesos, ubicación de los apoyos y el vuelo de los conductores.
2. Apertura de calles o caminos de acceso a las bases de los apoyos.
3. Limpieza de la base del apoyo.
4. Excavación, y construcción de las cimentaciones.
5. Retiro de suelo sobrante y materiales de la obra civil.
6. Acopio del material de la torre.
7. Armado e izado de la torre.
8. Acopio de los conductores, cables de tierra y cadenas de aisladores.
9. Corta de árboles.
10. Tendido de conductores y cables de tierra.
11. Regulado de la tensión y engrapado.
12. Ejecución de las tomas de tierra.

Finalizada la construcción y realizadas las pruebas necesarias para garantizar el funcionamiento adecuado de la misma, ésta estará en capacidad de iniciar su fase operativa.

La mayor dificultad del proyecto desde el punto de vista ambiental, es la diversidad de ambientes por los que cruza la línea de transmisión, que se puede traducir en numerosas medidas de prevención, mitigación o compensación, o bien hacer vulnerable al proyecto a diversos fenómenos ambientales o accidentes provocados por factores externos.

Ante esa amplia diversidad ambiental, propia de un proyecto lineal de estas dimensiones, el Plan de Manejo Ambiental que se presenta en este apartado, sirve de marco para verificar el seguimiento de las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas para la solución de los efectos del proyecto sobre el ambiente; así como las medidas de respuesta ante la acción de fenómenos naturales o accidentes sobre el proyecto, referidas a las fases de construcción y operación que fueron descritas en los párrafos anteriores.

Este Plan de manejo ambiental se basa en los resultados de las matrices de valoración de impacto, las cuales a su vez usan como principal insumo los mapas de propensión (mapas: 3, 4 y 5) ubicados en el apartado A.2.3 correspondiente a la Metodología de Evaluación de Impactos, que fueron elaborados a partir de las capas de información (ver resumen de variables del SIG Anexo No 8 Tomo III) , del trabajo de campo de los especialistas. y de la posterior identificación de impactos del proyecto. Complementario a lo anterior, todos los mapas temáticos que se aportan en este EsIA fueron entregados en formato electrónico para facilitarle al diseñador, al constructor y a la SETENA el seguimiento de las recomendaciones de este Plan.

Asimismo, se tomó en cuenta gran cantidad de los elementos que contenía el Plan de Manejo Ambiental del EsIA de 1997, pues se considera que es un trabajo exhaustivo y aplicable a esta investigación.

El tiempo de ejecución del Plan de Manejo Ambiental no se limitará a las etapas de diseño y construcción del mismo, sino que se prolongará por todo el tiempo que se encuentre en operación. Valga destacar, que el plan de gestión no debe ser considerado como una herramienta estática, al contrario, es dinámico y debe ser actualizado ante cambios en el entorno ambiental y particularmente con el afinamiento que se logre en la etapa de diseño, de allí que el papel del Responsable Ambiental de la obra, es fundamental en que los impactos potenciales que ocasione el proyecto se mantengan dentro de los rangos obtenidos en la etapa de valoración.

En formato de hoja electrónica Excel, y en la sección D.7.8 se incluye un resumen del Plan de Manejo Ambiental del Proyecto, para las fases de diseño, construcción y operación.

D.2. Gestión Ambiental del Proyecto

D.2.1 Objetivos

1. Organizar la aplicación de las medidas de prevención, mitigación, o compensación propuestas para los impactos producidos por el proyecto.
2. Comprobar la eficacia de las medidas de prevención, mitigación y compensación, y en caso de ser necesario proponer soluciones a problemas, defectos en la concepción o aplicación de las mismas.
3. Establecer el tipo de informes de ejecución y resultado de las medidas de prevención, compensación y mitigación; así como la frecuencia de emisión de dichos informes.
4. Detectar impactos no identificados en los estudios ambientales.
5. Adecuar las medidas de mitigación y compensación, así como los planes de contingencia a cambios en el proyecto o en el entorno del mismo.

D.3. Responsables de la Ejecución del Plan de Manejo Ambiental

El responsable absoluto del correcto desarrollo del plan de gestión es el dueño del proyecto, en este caso la EPR. Para ello se recomienda el nombramiento de un “*Responsable Ambiental de Obra*”, el cual se encargará de velar por el cumplimiento y actualización del Plan de Gestión.

El Responsable Ambiental de Obra deberá contar con un equipo multidisciplinario que le facilite el cumplimiento de su labor, pues al ser una obra lineal que atraviesa una diversidad de sistemas, desde la frontera norte a la frontera sur, es imposible que su verificación pueda ser realizada por una sola persona. Dicho equipo de vigilancia, será el encargado de la supervisión de las medidas ambientales propuestas, en las etapas de diseño, construcción y operación, la toma de datos requeridos en el Plan de Gestión y la confección de los informes técnicos ambientales; sin embargo, será el Responsable Ambiental de la Obra, el encargado de la revisión de estos informes dándoles validez con su firma.

Se deberá llevar una “*Bitácora Ambiental de la Obra*” en donde se registra el desarrollo del Plan de Gestión, tanto en construcción como en operación, pues los actores en cada una de ellas cambian. En la etapa de diseño y construcción y operación la responsabilidad de ejecutar las medidas será de los contratistas respectivos y en la etapa de operación de la EPR.

Por lo anterior, las medidas que señala el presente Plan de Gestión Ambiental deberán ser incluidas en los términos de referencia de la licitación de diseño, construcción y operación así como la figura del Responsable Ambiental de la obra, y las respectivas penalizaciones por la omisión de las mismas. De esta manera quien finalmente resulte adjudicatario del diseño y construcción tendrá conocimiento de la estructura de

seguimiento que EPR ha diseñado para garantizar el cumplimiento de las consideraciones ambientales del proyecto, debe contar también con una oficina de atención y seguimiento a las consultas o quejas de los pobladores de las comunidades potencialmente afectadas.

D.4. Metodología de Seguimiento

El cumplimiento de las medidas ambientales que se proponen en el proyecto se controlará mediante actividades de seguimiento, las cuales requieren la identificación de indicadores que sirvan para estimar de forma cuantificada y lo más simple posible, el cumplimiento de las medidas ambientales.

Los indicadores para las medidas de seguimiento son de tres tipos:

1. Indicadores de parámetros básicos. Estos se utilizan para medir el cambio de diversos factores ambientales producto de la realización del proyecto. Para estos indicadores se debe recolectar información previa a la construcción y posteriormente durante el funcionamiento del proyecto. Por ejemplo, la calidad del agua de escorrentía, en donde se utilizan como parámetros entre otros sólidos totales o Demanda Bioquímica de Oxígeno.
2. Indicadores de ejecución, encargados de medir el cumplimiento de las medidas ambientales propuestas. Por ejemplo, informes regenciales en donde se detallen las medidas ejecutadas.
3. Indicadores de eficacia, encargados de medir el grado de efectividad de la medida ambiental propuesta. Por ejemplo, la medición de sólidos suspendidos en un cauce, refleja la eficacia de una medida para evitar la erosión.

Cabe destacar, que puede darse el caso que el mismo indicador cumpla las tres funciones antes indicadas.

Para cada uno de los indicadores, se determinarán umbrales de alerta que señalen la necesidad de una intensificación de las medidas de mitigación o compensación, incumplimiento en las mismas, necesidad de cambio en la medida ambiental o aplicación de medidas complementarias.

El Responsable Ambiental de la Obra y su equipo podrán proponer los indicadores que ellos consideren más efectivos para determinar el cumplimiento de las medidas ambientales.

D. 4.1 Seguimiento de Plan de Gestión Ciudadana

El Responsable Ambiental, debe coordinar con EPR, la divulgación de información, planteada través de un Plan de Gestión Ciudadana, en el cual se incluirán todos los aspectos de comunicación requeridos en el Decreto No 29296-SALUD-MINAE y cualesquiera adicional que la EPR desee. Entre los cuales debe realizarse un Plan de Educación a las comunidades por donde pasará la línea sobre la realidad de las misma y las precauciones que estos deben tener durante el proceso de construcción, pudiendo ser uno de los mecanismos más eficientes la divulgación a través de las escuelas.

D.4.2 Control de Normativa Vigente

El Responsable Ambiental, deberá verificar que EPR o el contratista cumpla con la legislación vigente y tenga todos los permisos aprobados, previo a la realización de las obras.

D.5 Plan de Gestión Ambiental

Las Medidas Ambientales que a continuación se exponen, se dividen para las fases de diseño, construcción y operación del proyecto. La mayoría de las medidas de prevención, se ejecutan durante el diseño y construcción del proyecto, quedando las de compensación principalmente para la etapa de operación.

D.5.1. Medidas Aplicadas al Diseño del Proyecto

Las principales medidas que se adoptan para reducir los impactos potenciales pertenecen al grupo de las preventivas y se incorporan durante el diseño final del proyecto y se incluyen en los Manuales de Especificaciones Técnicas, que obligarán contractualmente a los contratistas a la ejecución de los trabajos, de forma que se prevengan o minimicen los impactos.

A continuación, se describen las medidas a adoptar en función de la fase donde deban aplicarse. Estas tienen el mayor peso sobre la reducción de los posibles impactos, pues la mayoría de efectos negativos que podría provocar una línea de alta tensión y su magnitud, dependen en gran medida de su trazado, esto es si elude o no las zonas más sensibles.

D.5.1.1. Definición del trazado - fase de diseño

En la definición actual del trazado se incorporaron una serie de consideraciones ambientales a los aspectos de diseño, con el fin de prevenir posibles impactos del proyecto desde sus fases iniciales, mismas que se describen a continuación:

1. El trazo se alejó de los núcleos urbanos y zonas de mayor densidad de habitantes (500 m de poblados como mínimo). Las viviendas que estén a una distancia no menor de 15 m del eje de la línea serán reubicadas.
2. La servidumbre de la línea se definió en al menos 15 m a cada lado del eje central de la línea, dando como resultado 30 m en total de servidumbre. El ancho final establecerá según la siguiente fórmula: $SERV = SHM + 2 * (DC + DHM)$.²

² SERV = ancho de la servidumbre

SHM =separación horizontal máxima entre conductores de una misma estructura

DC = desplazamiento máximo del conductor

DHM = distancia horizontal mínima de un objeto al conductor.

3. El eje de la línea se alejó por lo menos 100 m de los pozos reportados por el SENARA y las torres no se ubicarán cerca de los sitios de toma reportados por AyA.
4. El trazado evitará la ubicación de torres en o cerca de fallas geológicas, para lo cual se llevará a cabo una verificación de campo, se debe poner atención a los siguientes “tramos-subtramos”: 1-2; 2-3; 3-8; 3-33; 4-3; 4-5; 4-7; 4-8; 4-9; 5-12; 5-18; 5-23; 5-24; 5-25; 7-3; 7-6; 7-9; 7-10; 7-12; 7-16; 9-4; 9-9; 9-12; 9-16; 9-17; 9-20; 9-23; 10-1; 10-3; 10-4. Además, se identificaron fallas en algunos puntos de inflexión, los cuales son sitios potenciales de ubicación de torres, por lo que se debe evaluar especialmente los siguientes tramos y subtramos: 4-9; 5-2; 6-2; 8-19.
5. El trazado y la ubicación de las torres evitarán sitios de inundación, especialmente cerca de los ríos Naranjo (tramo 6-14), Savegre (subtramo 7-1), Seco (subtramo 6-6). La línea discurre por las zonas agrícolas menos productivas, o por áreas abiertas, rasas o abandonadas, evitando en la medida de lo posible zonas de bosque denso.
6. Se evita la apertura de calles o servidumbres de ancho permanente, estudiando las necesidades de ésta en cada punto, de manera que resulte una calle de ancho variable, reducida a la calle de tendido en aquellos tramos en los que la “distancia de seguridad” vaya a permanecer libre permanentemente o a largo plazo.
7. Siempre que sea posible se busca el paralelismo con otras líneas existentes, con el fin de unificar impactos, al crear un paso único.
8. Siempre se eludirán las zonas de bosque primario o de alto interés ecológico, en particular los Parques Nacionales, y sitios de yacimientos arqueológicos o culturales reportados.
9. Se evitará el paso por humedales.

En los trabajos topográficos y de diseño que restan, se deberá respetar el retrazado ya establecido con base en las consideraciones anteriores y de ser posible mejorarlo. Recordemos que el trabajo topográfico se realiza a escalas de 1:2 000 para los perfiles y de 1:200 para la ubicación de las torres. O sea un nivel de detalle mucho mayor que el realizado para este EsIA, de allí que es posible que el trazado establecido pueda mejorarse con el aporte de información de campo de detalle. Se recomienda que en éste mejoramiento potencial sean tomados en cuenta los criterios de prevención asociados a la ubicación de torres, su diseño y la época del año para realizar los trabajos.

D.5.1.2. Sitios de torre

Como se mencionó al inicio, una vez definido el trazado definitivo de la ruta, se procederá a la distribución de las torres, tomando en cuenta:

1. El perfil elaborado por los equipos de topografía escala 1:2 000
2. Minimizar los impactos referentes a las afecciones sobre las propiedades
3. Reducir Impactos visuales
4. Evadir sitios de patrimonio histórico cultural.

La viabilidad final de la ubicación de estas torres debe ser analizada en conjunto entre el equipo de ingeniería del contratista de diseño y el responsable ambiental de la obra. Los

criterios ambientales que deberán ser tomados en cuenta para la ubicación final de las torres son:

1. Colocarlas en las zonas de cultivo menos productivas. En una situación de transición, ubicar la torre en la zona de menor valor.
2. En el tramo CR-3, subtramo 12, evitar que las torres se ubiquen cerca de la toma de agua, considerando medidas constructivas adecuadas de prevención de la contaminación por sedimentos u otros desechos típicos de construcción.
3. Evitar el paso por bosque y de no ser posible, solicitar al regente forestal que realice el inventario forestal y que ubique las especies importantes, y asesore al equipo de ingeniería en la identificación de opciones que minimicen la pérdida de árboles semillero y evite las especies vedadas. Esto es válido tanto para la ubicación de las torres, como para el diseño de los nuevos caminos de acceso. En caso de ser imposible la reubicación de las torres, coordinar con el SINAC la tala de los árboles, o la identificación de una vía jurídica alterna ante especies vedadas.
4. La masa total de bosque que se pierda por los efectos de construcción de la obra (sumatoria de todas las torres y caminos de acceso), debería ser compensada a razón de 1 en 5 (una hectárea de bosque perdida deberá ser compensada con 5 hectáreas). Este aspecto debe ser coordinado con las diferentes áreas de conservación por donde atraviesa el proyecto.
5. Para el trámite de los permisos de corta de árboles y una vez que se cuente con la viabilidad ambiental de la SETENA, se recomienda identificar en conjunto con el MINAE la modalidad jurídica que permita realizar dichos trámites mediante la modalidad de inventario forestal y no de Plan de Manejo, dado que esta última figura no aplica para el proyecto. Se procurará que ésta sea homogénea para todas las Areas de Conservación y sus respectivas oficinas subregionales involucradas.
6. En caso de que se autorice la corta de especies vedadas por parte de SINAC, se deberá compensar el número de árboles cortados (sumatoria de todas las torres y caminos de acceso), en una relación 1 en 10, (por un árbol vedado cortado se deberá compensar con 10 árboles de la misma especie), los cuales deberán ser sembrados en terrenos de la EPR o del ICE socio nacional, realizando prácticas silviculturales que aseguren la sobrevivencia de los árboles.
7. Evitar, siempre que sea viable, ubicar las torres en zonas de máxima visibilidad, como crestas o puntos culminantes, ya ahí tienden a constituirse en puntos focales, en detrimento de otros de mayor valor estético existentes en la cuenca visual. En los sectores con masas boscosas amplias y alta pendiente, la ubicación de torres en crestas, es una alternativa para minimizar la corta de árboles en la calle, siempre que los caminos de acceso no impliquen una corta de árboles mayor. Se recomienda analizarlo en cada caso con el Responsable Ambiental de la obra.
8. En caso de paralelismo de líneas, ubicarlas en el mismo plano perpendicular al eje de las ya existentes, reduciendo el número de apoyos que percibe un eventual observador. Esta recomendación debería darse en particular en los tramos en los que la línea SIEPAC va en paralelo con las líneas de 230 KV existentes.
9. En el proceso de ubicación de torres y antes que EPR apruebe su ubicación definitiva se debe llevar a cabo un reconocimiento arqueológico de campo para

definir si existe evidencia arqueológica. Cuando exista, se debe buscar reubicar la torre en otro sitio.

D.5.1.3. Diseño de torres

En este paso del proceso se recomienda tomar en cuenta las siguientes medidas:

1. Analizar el posible incremento en el alto de las torres sobre el suelo, con el fin de salvaguardar el bosque existente en el vano, pasando de 8 m a 12 m. Esta medida se puede poner en práctica en todas las zonas en las que se cruzan cultivos de frutales con un crecimiento en altura controlado, así como para minimizar la corta en todo tipo de bosque que se cruce, al reducir el ancho del derecho vía necesario.
2. Usar patas desiguales en zonas donde la línea discurra a media ladera, o a lo largo de la pendiente para mejorar la capacidad de adaptación de la línea al terreno.

D.5.1.4. Época de realización de las actividades

La ejecución de las diversas actividades por tramos en líneas de una longitud apreciable, podría permitir que los trabajos se realizarán en las zonas en las que, en ese momento, los posibles impactos sobre la fauna, las labores agrícolas o el suelo fueran mínimos.

Para ello el análisis de los estudios previos debe proporcionar los datos necesarios sobre estos aspectos, porque si bien no siempre es posible evitar que se afecten zonas sensibles, pues podrían encontrarse especies de interés en época de reproducción o cría, un cierto control puede reducir las posibles afecciones a límites admisibles. Para ello, se recomienda coordinar con el responsable ambiental del proyecto y tener dentro del equipo de seguimiento ambiental a un biólogo, con quien se pueda discutir los aspectos anteriores.

Además, se debe considerar la época del año en que se minimice la erosión eólica o hídrica en los diferentes tramos, no olvidar el caso del tramo CR-1, en donde la acción del viento es fuerte en los meses diciembre a marzo, principalmente, correspondientes a la estación seca, por lo que la potencial erosión eólica se incrementa en esa zona.

D.5.1.5 Otras medidas necesarias

Otras medidas asociadas a la etapa de diseño, previo a la construcción del proyecto se exponen a continuación:

1. Poner en práctica un Plan de Gestión Ciudadana (PGC) que incluya por lo menos los siguientes aspectos:

- a. Comunicar a los pobladores afectados por servidumbres sobre las características del proyecto e iniciar la negociación de compra de servidumbre; según lo establece el artículo 15 del Reglamento 29296 SALUD-MINAE. Es de especial importancia, realizar un acercamiento en los cantones de Orotina, Esparza y Pérez Zeledón, para conocer si es requerido algún ajuste en el trazado de la ruta.
 - b. Realizar una consulta ciudadana en los sitios cercanos a las subestaciones, a saber: Cañas, Parrita, Río Claro y Palmar Norte.
 - c. Informar a los comités de acueductos rurales o a las instituciones encargadas del acueducto en cada zona, cuando las torres o caminos de acceso estén cerca de fuentes de agua para el acueducto; con el fin de tomar medidas precautorias en conjunto. Los acueductos rurales cercanos al paso de la línea identificados son los siguientes: La Fortuna de Bagaces, y Palmar Norte.
 - d. Divulgar las limitaciones a la aviación por la presencia de la línea, especialmente comunicarse con aeropuertos cercanos y áreas de fumigación especialmente en el Distrito de riego de Cañas. Deben colocarse señales de advertencia según las directrices de Aviación Civil, según Reglamento 29296 SALUD-MINAE.
 - e. Informar a los municipios por donde pasa la línea, la ubicación exacta de la servidumbre (entrega de un plano con el mosaico de propiedades), el ancho de la misma, paso por vías públicas y las restricciones de uso del suelo, para que las mismas sean consideradas por el Gobierno Local en sus planes de ordenamiento territorial y permisos de uso del suelo, según se establece en el Reglamento 29296-Salud- MINAE.
2. En caso de requerirse expropiaciones, cumplir con lo establecido en la Ley No. 6313 del ICE, referente al tema y Ley No. 7495.
 3. Indicar con claridad en los contratos de compra de servidumbre, la prohibición de construir cualquier tipo de infraestructura (casas, comercios, instalaciones deportivas u otros). Además, indicar la limitación de realizar siembra extensiva de caña, arroz anegado y vegetación arbustiva de más de 5 m, movimientos de tierra, que eleven o alteren el perfil del terreno, o el almacenamiento de materiales inflamables o explosivos, según se establece en el Reglamento 29296-Salud-MINAE.
 4. En caso de cambio de uso del suelo en sectores agrícolas (como la apertura de caminos), solicitar el permiso de previo al inicio de la construcción del proyecto, a la dirección regional más cercana del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), en las cuencas del río Barranca y Savegre pue estas tienen Plan de Manejo.
 5. Solicitar en las oficinas subregionales del SINAC, los permisos de corta de árboles, según el artículo 85 del Reglamento 29296-Salud-MINAE
 6. Tramitar el permiso de uso del suelo en el Refugio Castro Cervantes, según el artículo 82 de la ley 7317, ante el Área de Conservación Pacífico Central (ACOPAC), una vez que se cuente con la viabilidad ambiental del proyecto.
 7. Una vez que se cuente con el diseño definitivo, tramitar, en caso de que el trazado de la línea discorra por el derecho de vía de carreteras nacionales o cantonales, el correspondiente permiso de uso ante el Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT) o respectiva municipalidad.

8. La propuesta de investigación de reconocimiento arqueológico, debe presentarse a la Comisión Arqueológica Nacional (CAN), para su aprobación.
9. Realizar previo a la construcción de la línea y como uno de los estudios básicos necesarios para el diseño, entre ellos el estudio geotécnico con el fin de analizar la estabilidad y capacidad de soporte de los sitios de torre. Se han identificado los sitios de mayor probabilidad de problemas por inestabilidad, a saber: 5-12, al 5-21; del 7-15 al 8-18. Realizar además estudios geológicos de detalle para evaluar inestabilidad en los tramos-subtramos: 6-1 al 6-10; 9-4 al 10-4.
10. Realizar estudios granulométricos para verificar que no exista riesgo de licuefacción en sitios de ubicación de torres, especialmente el tramo 5-2.
11. Realizar estudios de estabilidad de suelos en la zona denominada “Caldera del Volcán Miravalles”, tramos 3-9 y 3-10.

D.5.1.6 Manual de buenas prácticas ambientales

El contratista de diseño deberá elaborar un *Manual de Buenas Prácticas Medioambientales*, a ser aprobado por EPR donde se incluyan las generalidades a seguir por los equipos de trabajo del contratista de Construcción.

El “*Manual de Buenas Prácticas Medioambientales*”, deberá ser del conocimiento de todo el personal que participe en las obras de construcción, servirá como apoyo al cumplimiento de las medidas ambientales, está ligado a las prácticas del personal y a las obligaciones de contratista de su implementación.

El Manual deberá incluir como mínimo:

1. El programa de control de residuos sólidos, especificando la ubicación en los frentes de trabajo la simbología utilizada para cada uno de los recipientes de desechos (plásticos, orgánicos, metal, materiales peligrosos, material de embalaje, entre otros).
2. Prohibición de verter residuos sólidos en sitios no autorizados.
3. Prohibición de verter aceites y grasas al suelo, por cambio de los mismos, debiendo recogerse y trasladarlos a un sitio en donde lo recolectan, o hacer el cambio de aceite en taller.
4. Plan control de mantenimiento de la maquinaria y equipo utilizado en la construcción de las obras, de forma que sea posible asegurar un funcionamiento eficiente de maquinaria y equipo, con la menor afección posible al medio circundante y al personal que los utiliza. Realizar una adecuada gestión ambiental de todos los filtros de aceites que utilice la maquinaria evitando desecho de aceites y de residuos sólidos asociados.
5. Prohibición de caza o extracción de plantas o animales en las zonas de las obras.
6. Plan de manejo del sitio de depósito o escombreras, en donde se debe incluir aspectos como diseño geotécnico del sitio en donde se garantice la estabilidad y el buen manejo de las aguas de escorrentía superficial para mitigar erosión. Además, se debe incluir el diseño paisajístico, en donde se mitigue con el entorno y la obtención de los permisos respectivos.
7. Prácticas de seguridad ocupacional, tales como el uso de casco, chaleco, arneses, cuerdas de seguridad, calzado dieléctrico, etc, o el movimiento controlado de maquinaria pesada. Además, deberán existir protocolos de seguridad para tareas como apertura de zanjas, trabajos de altura, uso de grúas y de equipos especiales.

8. Señalización de las zonas de trabajo y zonas peligrosas.
9. Señalización temporal de las torres durante al menos dos meses después de construidas, con luces de advertencia para los pilotos, lo anterior como mecanismo de educación y prevención para éstos sobre la existencia de la línea.
10. Obligación de causar los mínimos daños sobre las propiedades y reparación de daños causados a terceros.
11. Obligación en las fincas cultivadas, zonas de potreros, de señalar por medio de cintas el acceso, de manera que todos los vehículos circulen por un mismo lugar y utilizando una sola vía de acceso.
12. Prohibición del uso de explosivos para todas las actividades, salvo en casos muy excepcionales, evitando con ello impactos de mayor magnitud. El uso de explosivos para la apertura de accesos, o en las cimentaciones, debe evitarse, dadas las implicaciones ambientales que ello supone, por lo que no se han de mencionar impactos debidos a los mismos. En caso de utilizarse explosivos, se debe contar de previo con los permisos de uso y el protocolo de seguridad aprobado por el Responsable Ambiental.
13. Control de ruidos y limitación del horario de trabajo para tareas ruidosas en las cercanías de viviendas, la maquinaria y equipo deberá cumplir con la normativa pertinente.
14. Uso de letrinas o cabañas sanitarias en toda ocasión.
15. Elaborar un Plan de Rutas (para el paso de vehículos pesados), en donde se minimicen los conflictos viales y se consideren las medidas de seguridad vial, especialmente si se pasa por escuelas o centros poblados, como se expone en el siguiente apartado D5.2.2.
16. Obligación de seguir lo definido en el Art. 11 y subsiguientes de la Ley de patrimonio Arqueológico, para realizar el parte arqueológico en caso de hallazgos.
17. Establecimiento de sanciones por incumplimiento de los compromisos adquiridos en el manual, con diferentes niveles y tipos de penalización, en función de la ocurrencia y reincidencia de los incumplimientos para el contratista, será avalado por la EPR, previo al inicio de la obras.

El cumplimiento de este manual y la notificación al contratista de construcción estará a cargo del Responsable Ambiental de la Obra y su equipo de trabajo sin embargo el contratista de construcción deberá tener su propio equipo de control sobre el particular.

El contratista de construcción debe realizar un Plan de Capacitación del Manual de Buenas Prácticas Ambientales con sus trabajadores.

Además, del Manual de Buenas Prácticas Ambientales, los contratistas, deben identificar las zonas de vertido de materiales de desecho y las rutas a seguir desde los sectores de producción de los desechos hasta estas zonas de vertido. Es importante establecer de antemano contactos con los sitios de vertido final de los desechos, y que este sitio cumpla con los reglamentos nacionales y locales para tal fin.

D.5.2. Medidas en Construcción

Una vez iniciadas las obras se adoptan medidas de otro tipo, cuyo fin es reducir los efectos sobre el medio o corregir aquellos daños directamente imputables a la forma de realizar las obras, como vertidos accidentales, o el manejo de los residuos sólidos, corta de árboles y caminos y taludes durante el proceso constructivo. A continuación, se exponen las medidas aplicadas en la fase constructiva.

D.5.2.1. Control por medio de los contratistas

El contratista de construcción es responsable del orden, limpieza y limitación de uso de suelo de las obras objeto del Contrato, procurando causar los mínimos daños, así como el menor impacto en:

1. Caminos, ríos, quebradas, canales de riego y, en general, todas las obras civiles que cruce la línea o que sea necesario cruzar y/o utilizar para acceder a las obras.
2. Plantaciones agrícolas, potreros y cualquier masa arbórea o arbustiva.
3. Monumentos, yacimientos, reservas naturales.
4. Cierre de propiedades ya sean naturales o de obra (portones, cercas, etc), manteniéndolas en todo momento según las instrucciones del propietario.

En seguimiento a lo anterior deberá cumplir con todo lo establecido en el manual de buenas prácticas ambientales elaborado en la fase de diseño, el cual se menciona en el apartado D. 5.1.6 anterior

D.5.2.2. Construcción de los accesos

La apertura de los accesos a las bases de las torres es una de las actividades, a desarrollar en la construcción de la línea, que puede provocar un mayor deterioro sobre el entorno, de ahí que sea uno de los trabajos en los que deben adoptarse mayor número de medidas de prevención.

Cabe mencionar; sin embargo, que los accesos se abren de común acuerdo con los propietarios, por lo que en muchos casos su construcción supone una mejora en la accesibilidad de la finca.

A continuación, se indican las medidas que de todas maneras se adoptan para la construcción de accesos:

1. Reducir al máximo la longitud de caminos de nueva creación usando al máximo la red de caminos existentes, puesto que esto implica menores efectos sobre el medio. No obstante lo anterior, con el fin de evitar daños, se seguirá por un camino sinuoso existente, antes que trazar un camino más corto.

2. Reparar los caminos existentes utilizados por los contratistas, considerando los mejores como algo necesario en la operación de la LT.
3. Abrir nuevos caminos exclusivamente en las zonas en las que la topografía no permite un acceso directo campo a traviesa.
4. Buscar la máxima adaptación al terreno, siguiendo las curvas de nivel, evitando así mayores movimientos de tierra que los estrictamente necesarios.
5. Reducir al mínimo el tratamiento superficial de los accesos, usando el suelo compactado por el paso de la maquinaria como calzada, pues ello permite, si es el caso, una fácil restauración.
6. Recurrir a un trazado sinuoso para los accesos, producto de un estudio particular de cada uno, que busque el paso entre los árboles, reduciendo la corta al mínimo en zonas arboladas. Esto también es válido para la construcción de cimientos para las torres.
7. Girar instrucciones a los contratistas que les obliguen a respetar los ejemplares maduros o semilleros de todo tipo de especies de bosque primario. Los casos de excepción deberán ser consultados con el Regente Ambiental y al Regente Forestal de la Obra. Cuando el paso sea muy difícil se procede a una poda manual de parte de la copa antes que a la corta de un árbol.
8. Colocar alcantarillas en los cruces de las quebradas, que permitan que éstas sigan con su curso natural. De ser necesario, se deberá diseñar un puente para el cruce de cursos de agua.
9. Reducir al mínimo la apertura de caminos de acceso en los tramos en pendiente, así como los movimientos de tierras en general, para evitar el inicio de procesos erosivos.
10. Preservar la capa herbácea y subarborescente original del suelo en la calzada, siempre que sea viable. Esto ayuda a mantener una capa fértil, que facilite la restitución de la vegetación con mayor velocidad, controlando de este modo a corto plazo la eventual erosión por escorrentía.

Hay además, una serie de medidas mitigadoras a utilizar en taludes y zonas de corte de los caminos de acceso, para minimizar los efectos provocados sobre el suelo y la vegetación, que tienden a minimizar la escorrentía superficial y a mejorar la estabilidad de las laderas, a la vez que disminuyen la intensidad de la erosión, como es la siembra de herbáceas o de arbustos y en algunos casos incluso de árboles de la flora autóctona. Esta acción se debe realizar inmediatamente después de finalizada la obra con énfasis en los sitios de sensibilidad por acuíferos tales como los tramos 4-2,3,4 y 6; 6-14; 7-2 y 17; 8-21; 9-12,16,17 y 20.

Las familias de herbáceas, arbustos y árboles que se aconsejan dependerán de las condiciones particulares de cada sitio, pero en general, por su forma de crecimiento, podrá ser alguna de las que se indican en el siguiente Cuadro.

Forma de Crecimiento	Genero	Especie	Nombre Común	Forma de Crecimiento	Genero	Especie	Nombre
Árboles	Acacia	<i>collinsii</i>	Cornizuelo	Árboles	<i>Pterocarpus</i>	<i>melichianus</i>	Chaperno
Árboles	Acacia	<i>villosa</i>	D	Árboles	<i>Samanea</i>	<i>saman</i>	Cenizaro
Árboles	Albizia	<i>adinocephala</i>	Gavilán	Árboles	<i>Schizolobium</i>	<i>parahyba</i>	Gallinazo
Árboles	Albizia	<i>carbonaria cf.</i>	Pisquil	Árboles	<i>Senna</i>	<i>papillosa</i>	Candelillo
Árboles	Albizia	<i>guachapele</i>	Guayaquil	Árboles	<i>Stryphnodendron</i>	<i>microstachyum</i>	Vainillo
Árboles	Albizia	<i>niopoides</i>	Cenízaro macho	Árboles	<i>Swartzia</i>	<i>cubensis</i>	Moridero
Árboles	Andira	<i>inermis</i>	Almendro de montaña	Árboles	<i>Tamarindos</i>	<i>indica</i>	Tamarindo
Árboles	<i>Caesalpinia</i>	<i>eristachys</i>	Saíno	Árboles	<i>Zygia</i>	<i>latifolia</i>	Sotacaballo
Árboles	<i>Cassia</i>	<i>grandis</i>	Carao	Árboles	<i>Zygia</i>	<i>longifolia</i>	Sotacaballo
Árboles	<i>Chloroleucon</i>	<i>mangense</i>	D	Arbustos	<i>Cajanus</i>	<i>cajan</i>	Frijol de palo
Árboles	<i>Cojoba</i>	<i>arborea</i>	Algarrobo	Arbustos	<i>Acacia</i>	<i>cornigera</i>	D
Árboles	<i>Coursetia</i>	<i>elliptica</i>	D	Arbustos	<i>Caesalpinia</i>	<i>pulcherrima</i>	Clavelina
Árboles	<i>Dalbergia</i>	<i>retusa</i>	Cocobolo	Arbustos	<i>Calliandra</i>	<i>tergemina</i>	D
Árboles	<i>Diphysa</i>	<i>americana</i>	Guachipelín	Arbustos	<i>Machaerium</i>	<i>biovulatum</i>	Espino negro
Árboles	<i>Dussia</i>	<i>macrophyllata</i>	Granadillo	Arbustos	<i>Mimosa</i>	<i>xanti</i>	D
Árboles	<i>Enterolobium</i>	<i>cyclocarpum</i>	Genízaro	Arbustos	<i>Senna</i>	<i>pallida</i>	Abejón
Árboles	<i>Erythrina</i>	<i>costaricensis</i>	D	Arbustos	<i>Senna</i>	<i>reticulata</i>	Saragundi
Árboles	<i>Gliricidia</i>	<i>sepium</i>	Madero negro	Arbustos	<i>Senna</i>	<i>undulata</i>	D
Árboles	<i>Hymenaea</i>	<i>courbaril</i>	Algarrobo	Arbustos	<i>Swartzia</i>	<i>simplex</i>	Cacho
Árboles	<i>Inga</i>	<i>densiflora</i>	Guabo salado	Bejucos	<i>Dioclea</i>	<i>violacea</i>	D
Árboles	<i>Inga</i>	<i>punctata</i>	Cuajiniquil	Hierbas	<i>Arachis</i>	<i>pinto</i>	Maní forrajero
Árboles	<i>Inga</i>	<i>sapindoides</i>	Guabo cuadrado	Hierbas	<i>Dalea</i>	<i>carthagenensis</i>	Alacrancillo
Árboles	<i>Inga</i>	<i>spectabilis</i>		Hierbas	<i>Desmodium</i>	<i>incanum</i>	

			Guabo real				Pegapega
Árboles	<i>Inga</i>	<i>vera</i>	Guabo de río	Hierbas	<i>Desmodium</i>	<i>sp</i>	D
Árboles	<i>Leucaena</i>	<i>leucocephala</i>	Leucaena	Hierbas	<i>Desmodium</i>	<i>trifolium</i>	Pegapega
Árboles	<i>Lonchocarpus</i>	<i>guatemalensis</i>	D	Hierbas	<i>Guadua</i>	<i>paniculata</i>	D
Árboles	<i>Lonchocarpus</i>	<i>minimiflorus</i>	D	Hierbas	<i>Gynierium</i>	<i>sagittatum</i>	Caña blanca
Árboles	<i>Lonchocarpus</i>	<i>pentaphyllus</i>	D	Hierbas	<i>Hyparrhenia</i>	<i>rufa</i>	Jaragua
Árboles	<i>Lonchocarpus</i>	<i>pentaphyllus</i>	D	Hierbas	<i>Mimosa</i>	<i>albida</i>	D
Árboles	<i>Lonchocarpus</i>	<i>rugosus</i>	D	Hierbas	<i>Mimosa</i>	<i>pigra</i>	Domilona grande
Árboles	<i>Lysiloma</i>	<i>divaricatum</i>	Quebracho	Hierbas	<i>Mimosa</i>	<i>pudica</i>	D
Árboles	<i>Piscidia</i>	<i>carthagenensis</i>	Cachimbo	Hierbas	<i>Oryza</i>	<i>latifolia</i>	Arrozón
Árboles	<i>Piscidia</i>	<i>carthagenensis</i>	Cachimbo	Hierbas	<i>Panicum</i>	<i>sp</i>	D
Árboles	<i>Pitcellobium</i>	<i>lanceolatum</i>	D	Hierbas	<i>Paspalum</i>	<i>pectinatum</i>	D
Árboles	<i>Platymiscium</i>	<i>pinnatum</i>	Coyote	Hierbas	<i>Paspalum</i>	<i>sp</i>	D
Árboles	<i>Pseudosaman</i> <i>ea</i>	<i>guachapele</i>	D	Hierbas	<i>Pennisetum</i>	<i>purpureum</i>	Pasto azul
				Hierbas	<i>Senna</i>	<i>cobanensis</i>	Candelillo

Entiendase: D= desconocido.

En los accesos que se mantengan en uso, se analizarán procesos erosivos producto de la pendiente, procediendo a una protección de la calzada mediante un tratamiento superficial, de tal forma que se asegure su conservación en el largo plazo.

D.5.2.3. Estudio de las bases de cada torre

Si bien en la fase de diseño se analizará la ubicación de cada apoyo, durante las obras se debe reevaluar esa ubicación sobre el terreno. Las situaciones que se presenten deberán estudiarse caso por caso, para prevenir daños.

El estudio puntual de la cimentación de cada torre, permite adoptar medidas para reducir los impactos, como los ya indicados al emplear patas desiguales.

Durante la construcción es preciso proteger los sitios de toma de agua tramo 3-12 y 9-1, construyendo obras de estabilización cuando sea necesario, así como proteger los pozos cercanos a las torres, tramos 3-18,26 y 30; 4-3,11,17 y 21, para prevenir la contaminación

por sedimentos u otros tipos de residuos del proceso constructivo, evitando su ubicación cercana.

El suelo excavado se debe colocar en un sitio protegido de la escorrentía superficial o el viento, cubriéndolo con un plástico.

D.5.2.3.1. Preservación de la capa herbácea y arbustiva

En zonas de bosque, se debe procurar mantener al máximo la capa herbácea y arbustiva en las zonas afectadas por las obras, explanadas de trabajo y calles esencialmente, disminuyéndose el riesgo de erosión y la incidencia sobre el paisaje que produce una superficie desprovista de vegetación.

Especial atención debe prestarse a la compactación en los puntos donde se instale la tenzadora y frenadora, pues esta maquinaria por su peso y la naturaleza del trabajo que desarrolla ejercen una gran compactación en el área de trabajo. Esta compactación deberá ser minimizada después de la operación de la maquinaria.

D.5.2.4. Corta de árboles

Como ya se ha mencionado, cuando una línea eléctrica cruza una masa arbolada, es necesaria la apertura de una calle a todo lo largo de la línea, por razones de seguridad tanto de la línea como de la masa forestal.

La apertura de la calle se realiza en varias fases, así puede hablarse de un carril topográfico, que se abre durante los trabajos de topografía. Posteriormente, se abre una calle de 4-6 m de ancho, que se utiliza para los trabajos de tendido de los conductores y cables de tierra. Por último está la calle propiamente dicha, cuyo ancho viene determinado por la distancia vertical en el punto del vano y la horizontal entre el cable y las ramas de los árboles cercanos.

Las distancias mínimas recomendadas de los conductores al suelo son:

a. Caminos secundarios y ríos ordinarios	8,0 m
b. Caminos y áreas construidas, áreas deportivas	8,5 m
c. Cultivos de caña de azúcar	13,0 m
d. Paredes, estructuras	6,0 m
e. Huertos y vegetación	4,5 m
f. Distancia con otras líneas de transmisión	3,5 m

Asimismo, se han de tener en cuenta las siguientes medidas:

1. No cortar árboles a una distancia menor de 60 metros de una naciente o 200 metros de un sitio de captación de agua.
2. Elevar los apoyos ubicados en bosque tropical seco a una altura definida por las características propias de dicho bosque. Esto debe ser coordinado con el regente ambiental.

3. Realizar de las primeras fases del tendido a mano en aquellas zonas donde se prevea un daño severo sobre la vegetación. Esta medida es de aplicación en las zonas más sensibles, así como en los pasos por sotobosques y bosques galería.
4. Utilizar motosierra para la corta de los árboles, cuando esta sea la única opción, provocando caídas direccionadas para evitar la afectación del resto de la masa forestal remanente y otra cubierta arbustiva.
5. Marcar y supervisar la corta de árboles, en coordinación con las oficinas subregionales de MINAE respectivas.
6. Propiciar que los dueños de los terrenos donde se corten árboles comerciales utilicen aserraderos portátiles para el aserrío de éstos, con el fin de minimizar la entrada de terceros a zonas boscosas. Los árboles no comerciales deben ser trozados, para facilitar su descomposición e incorporación al sustrato. En las zonas con pendiente, las ramazones deben ser distribuidas a lo largo de la pendiente y de forma perpendicular a ésta, para facilitar el control de la escorrentía superficial. En ningún caso se justifica la quema de material arbóreo o arbustivo.
7. Eliminar los materiales sobrantes de las obras una vez finalizados los trabajos de construcción y tendido, restituyendo donde sea viable, la forma y aspecto originales del terreno.

D.5.2.5. Rehabilitación de daños

El contratista queda obligado a la rehabilitación de todos los daños ocasionados sobre las propiedades, durante la ejecución de los trabajos, siempre y cuando sean imputables a éstos, pertenezcan o no a los estrictamente achacables a la construcción. Para ello, los propios contratistas deberán proceder a la recuperación, de común acuerdo con los propietarios afectados.

En este concepto se hallan incorporados numerosos efectos que en principio no están previstos, pero que la ejecución de la obra provoca, procediéndose a su corrección o indemnización según se vayan produciendo.

Entre estas actividades se encuentra, por ejemplo, el inutilizar u obstaculizar los caminos que no se consideren necesarios para la etapa de construcción y operación, de común acuerdo con los funcionarios de la oficina subregional del SINAC más cercana y los propietarios, con el fin de impedir el acceso a zonas de interés ecológico y paisajístico, restringiendo su uso a las zonas que el propietario de la zona o la autoridad ambiental crea oportuno.

Los accesos que se determinen necesarios para la etapa de operación y por lo tanto serán permanentes, deben ser analizados con la Junta Vial Cantonal de cada uno de los 20 cantones por donde pase y con el comité local de caminos de cada una de las localidades donde esto sea necesario tal cual se comenta en la sección D.5.6..

D.5.3. Medidas Complementarias

Adicional a lo ya mencionado, se indican las siguientes medidas:

1. Acopiar los materiales mediante bueyes o caballos, en aquellos casos donde por razones particulares debidas a los daños esperados, no se deba crear un acceso hasta la base de una torre. De emplearse helicópteros es preciso evaluar los inconvenientes de no contar con una calle, pues los trabajos de mantenimiento durante la operación demandan el acceso rápido a todos los apoyos, tanto para su inspección como para reparaciones eventuales. Esta situación podría suponer un riesgo para la seguridad del suministro, ya que un fallo en los componentes de una línea en una zona inaccesible retrasaría su nueva puesta en servicio.
2. Señalizar los cables de tierra con salvapájaros (dispositivos que consisten en una espiral de material no degradable y de colores vivos) para aumentar la visibilidad de los mismos, evitando que impactos a la avifauna se presenten por choque con estos cables. Para ello se procede a una evaluación previa a la finalización de las obras, de las áreas sensibles de la línea, efectuando su señalización. En particular dicho estudio deberá realizarse en los sitios cercanos al paso por el Refugio Castro Cervantes y la zona cercana a Portalón, en el cantón de Aguirre, tramo CR-7, subtramos 7 y 8.
3. Reubicar las camadas de mamíferos, en caso de que las mismas se ubiquen dentro de la zona de alteración por la construcción de caminos de acceso, torres, o apertura de calle.
4. Cumplir con la legislación vigente en materia de seguridad laboral:
 1. seguro de riesgos de trabajo, Ley 6727,
 2. asegurar con la CCSS a los trabajadores
 3. reglamento de seguridad e higiene ocupacional, decreto 25235
 4. Ley General de Salud, artículo 208, disposición de desechos sólidos y artículo 79 del decreto 19049-S
5. Señalizar con indicación de peligro las torres de fácil acceso o cercanas a viviendas (menos de 500 metros) y colocar dispositivos antiescalamiento en aquellas que estén a menos de 100 m.

D.5.4. Medidas Ambientales Aplicadas a la Operación del Proyecto

Durante la operación del proyecto, se identifican diferentes impactos, cuyas medidas ambientales se definen a continuación.

D.5.4.1. Medidas mitigadoras sobre la fauna

Al mencionar los impactos potenciales que la presencia de la línea puede generar sobre la fauna, se identifica como único efecto relevante el riesgo que supone el cable de tierra para ciertas especies de aves, por lo que las medidas de mitigación se centran en éste. El impacto aparece en la fase de operación del proyecto; sin embargo, su medida mitigadora se incorpora en la fase de diseño y construcción del proyecto, como se expuso en los apartados anteriores.

Además, de éste se estudiaron los otros impactos potenciales, si bien haciendo resaltar desde un principio, que su significación será muy inferior al anteriormente reseñado. Entre estos últimos cabe mencionar:

El efecto positivo que supone para ciertas aves la presencia de apoyos, en diversas áreas en las que cumplen la función de sitios altos para hacer sus nidos.

Las alteraciones provocadas en los ecosistemas durante el período de construcción (especialmente por el movimiento de maquinaria pesada), podrían generar stress a ciertos vertebrados u otras especies de interés, efecto que puede tener una cierta importancia si ocurre en época de cría. Para mitigar estos impactos se identificaron medidas en el apartado anterior.

En este último caso, los nidos existentes de especies amenazadas se respetarán en todas las fases de la construcción y el mantenimiento de la línea, a no ser que interfieran en el correcto funcionamiento de la instalación o se estime un verdadero riesgo para la propia ave.

Como no se tienen registros de colisión de aves, los encargados de mantenimiento deben recolectar para identificación por especialistas calificados, cualquier ave o residuo de ésta que se encuentren con evidencia de colisión. Se recomienda establecer un protocolo que sea de conocimiento del personal de mantenimiento para facilitare su implementación.

D.5.4.2. Medidas mitigadoras respecto al paisaje

Los efectos sobre el paisaje en la fase de operación del proyecto, dependen en gran medida del diseño y construcción de la línea. Ya se expuso en el capítulo de medidas aplicadas al diseño, algunas técnicas enfocadas a mitigar el impacto paisajístico. A continuación, se exponen otras medidas que se pueden aplicar durante la operación del proyecto, para mitigar el impacto.

Los puntos más frágiles identificados son los cruces con carreteras y las panorámicas más expuestas. Al atravesar una carretera, la presencia próxima de un apoyo remarca la existencia de la línea, frente a esto si la ubicación del mismo se realiza de forma que quede enmascarado mediante barreras vegetales vivas, la percepción de la línea se reduce a la presencia de los cables, con lo que se habrá minimizado el impacto, dado que los conductores pueden pasar desapercibidos a la velocidad normal de circulación de los vehículos.

En zonas boscosas, el tratamiento especial de las calles debe ser diferencial, o sea desigual, lo anterior implica podas selectivas minimizando la corta de árboles. Con esto se consigue una integración mayor de la línea con el entorno, minimizando su percepción.

Otra medida que se ha planteado en ocasiones es pintar las torres mediante colores que permitan su integración en el entorno que los rodea, esto se recomienda en el sector de Refugio de Vida Silvestre Castro Cervantes y los bosques de la zona de Portalón.

D.5.5. Medidas en Mantenimiento

Algunas de las anomalías que eventualmente aparecen en los elementos de la línea, son roturas de aisladores, daños en los conductores, cables de tierra y separadores de los conductores entre otros, que se han de sustituir o reparar.

La frecuencia de las reparaciones está en función, en primer lugar, de la vida media de los distintos elementos que componen una línea eléctrica de alta tensión, con un amplio margen de variación pues dependen de muchos factores: clima, contaminación atmosférica o proximidad al mar. Así el galvanizado de los apoyos puede durar 10-15 años, el cable de tierra unos 25-30 años y el período de amortización de una línea de alta tensión es alrededor de 30-40 años. (Estudio Impacto Ambiental, 1997).

Estos incidentes pueden ser en general de dos tipos, dividiéndose según sus efectos. El primer tipo de incidentes agrupa aquellos que producen una ausencia de tensión momentánea, como los motivados por sobrecargas de tensión ajenas a la línea, fuerte niebla junto con contaminación atmosférica, fugas a tierra por múltiples causas o columnas de humo provocadas por incendios. Estos casos no producen defectos permanentes en la línea y se restablece el servicio acoplando ésta de nuevo. (Estudio Impacto Ambiental, 1997).

El otro tipo de incidentes comprende los que producen una ausencia de tensión permanente o avería en la línea, y precisan reparación. Las causas más frecuentes de este tipo de averías son fenómenos meteorológicos de intensidad anormal (tormentas y vientos muy fuertes) que sobrepasan los cálculos técnicos y de seguridad. Una vez localizada y reparada la avería se vuelve a acoplar la línea. Otras causas menos frecuentes de averías son el envejecimiento de materiales, accidentes ajenos a la línea. (Estudio Impacto Ambiental, 1997).

Para proceder a la reparación de estas averías accidentales se utilizan los accesos previstos para el mantenimiento permanente de la línea, que aprovechan la red creada durante la construcción, con el fin minimizar los efectos que se puedan llegar a producir sobre el entorno.

Durante las revisiones periódicas rutinarias se realiza un seguimiento del crecimiento de los árboles que se prevé puede interferir, por su altura, con la línea, debiéndose cortar o podar aquellos que puedan constituir un peligro, al existir la posibilidad de que al crecer, sus ramas se aproximen a los conductores a una distancia menor que la de seguridad. En función de la zona, del clima y de las especies dominantes será necesaria una periodicidad más o menos prolongada.

Igualmente en estas revisiones periódicas se identifica la presencia de nidos u otros usos que realizan las aves de las líneas. Es importante comunicar esto de inmediato, para identificar las medidas de prevención o mitigación que se deban poner en práctica durante la operación de la línea.

En general todas estas actividades guardan una relación muy directa con las que se realizan durante la construcción, sobre todo en aquellas ocasiones en las que, por una u otra razón, se procede a la realización de una variante de una línea, en la que el proceso se retrotraería hasta la fase del Proyecto.

Es por ello que previamente se han desarrollado con cierta profundidad estos puntos, porque si bien no son labores habituales en mantenimiento, no es raro el tener que realizar acciones propias del proyecto y construcción de una nueva línea que del mantenimiento de una existente.

Así las actividades particulares de mantenimiento ya mencionadas, son: las visitas periódicas, que tienen unas necesidades respecto al entorno, el pintado de los apoyos, el control del arbolado en las calles y las actuaciones para paliar efectos nocivos sobre la avifauna que se describen a continuación.

D.5.5.1 Visitas periódicas

Como ya se ha comentado, la vigilancia de las líneas precisa de dos visitas anuales a las mismas, que normalmente se realizan a pie, recorriendo toda la longitud de la misma.

Como es fácil de comprender, es en la preparación del terreno para la realización del recorrido a pie en la que se pueden generar algunos efectos sobre el sustrato, debido esencialmente a que ya existe revegetación natural, lo cual provoca que los accesos se hayan deteriorado o desaparecido, las calles se encuentren otra vez pobladas, y que además los propietarios se muestren recelosos ante los nuevos “intrusos”.

Las actuaciones entonces están claras para el primer caso, en el que exclusivamente hay que chapear o arreglar el camino existente, de forma que se permita el paso de vehículos. En el otro caso, se deberán crear las acciones definidas para la creación de accesos en la fase de proyecto y sobre todo en la de construcción.

Hay que señalar que los accesos a la línea se deben dejar, una vez realizada la visita, en perfecto estado de conservación.

D.5.5.2. Pintado de las torres

El posible impacto se refiere a la introducción en el campo de unas sustancias con gran poder contaminante como son las pinturas debido a los altos contenidos que estas poseen de metales pesados, sustancias tóxicas y sus solventes.

Un control riguroso de los trabajos es la única medida que se puede adoptar para minimizarlo, ya que se evitan posibles vertidos, accidentales o provocados, o depósitos incontrolados de éstas pinturas.

Los residuos de solventes o pintura se sacan del área y se disponen en lugares apropiados.

D.5.5.3. Mantenimiento de las calles

Tomando como principio básico a tener en cuenta que el mantenimiento de la calle persigue la seguridad tanto de la línea, como de los elementos de su entorno, guardando siempre las distancias de seguridad, hay que considerar un nuevo enfoque en relación con las especies y espacios naturales protegidos, ya que en zonas de alto valor ecológico o con riesgo de erosión, puede ser necesaria una corta selectiva del arbolado presente, así como respetar el matorral.

Para evitar este riesgo, cumpliendo los cometidos para los que se abren las calles, y que, sin embargo, no se generen los impactos que su presencia conlleva, se pueden proceder a la corta selectiva y a la plantación de especies de crecimiento controlado. En todos los casos se procurará que el ancho de calle en zonas boscosas cumpla con los mínimos de seguridad de diseño.

De todas maneras, sí se puede adelantar que en ningún caso se deberán cortar árboles o arbustos de especies protegidas, salvo cuando puedan afectar a la seguridad de la instalación, en cuyo caso se deberá solicitar permiso previo a la oficina Subregional competente del SINAC/ MINAE.

Las chapias deben hacerse con personal de cada una de la comunidades por donde pasa la línea. En ningún caso se permitirá el uso de herbicidas durante el mantenimiento de la línea.

No se permite la quema de los residuos de la corta, su tratamiento consiste en trozar las ramas y distribuirlas uniformemente para que formen sustrato una vez que se descompongan.

D.5.5.4. Epoca de realización de actividades

Si bien los trabajos de mantenimiento dependen de las averías de las líneas y, por lo tanto, no son programables, todas aquellas labores que sí lo sean (mantenimiento de las calles u otras) se deberán realizar, siempre que sea posible, en aquellas épocas del año en que su incidencia sobre la fauna y la vegetación sea mínima.

En particular, es esencial la toma en consideración de la presencia de nidos en los árboles existentes en la calle, para evitar daños de importancia en la realización de los trabajos de corta.

Para ello se ha de proceder a la identificación de los nidos y especies que los ocupan antes de realizar los trabajos, retrasando el inicio de éstos hasta que los polluelos abandonen el nido, si éstos pertenecen a especies protegidas.

D.5.5.5. Relación con propietarios afectados

Tanto en las labores iniciales de topografía, en la determinación de los trazados preliminares y de Anteproyecto, como posteriormente en el resto de trabajos topográficos, solicitud de permisos, actividades de construcción y, finalmente, fase de mantenimiento,

es fundamental mantener una excelente relación con los propietarios afectados por la instalación, solicitando previamente permiso antes de realizar cualquier tipo de actividad, intentando no ocasionar daños, y en caso contrario, comunicándolos y reparándolos o indemnizándolos a la mayor brevedad.

Hay que señalar que, en gran medida, la aceptación social de este tipo de proyectos de líneas de alta tensión depende de las relaciones que se mantengan con los afectados, tanto en relación con las Instituciones con competencias en la materia, como con los propietarios directamente afectados por las instalaciones de la línea. En caso de ocurrir se deberá solucionar el conflicto, inclusive recurriendo a medidas disciplinarias cuando sea por causa del personal participante.

D.5.6 Plan de Rutas

Es necesario EPR, presente en forma escrita y anterior al inicio de las obras de mantenimiento de la línea ante los Municipios competentes, un plan de rutas indicando las calles que serán de uso permanente para el mantenimiento de la red. Este plan buscará aprovechar al máximo la red vial existente en las cercanías de la línea y evitará al máximo la afección del medio circundante.

Debe coordinarse con las Juntas Viales Cantonales y los Comités de Caminos de los Municipios respectivos, con el objeto compaginar la necesidad de uso de caminos locales en las cercanías de la línea, de forma que se llegue a algún acuerdo que permita la disminución de costos en este rubro y se contribuya a la solución del problema vial local, siempre con la prioridad de la conservación ambiental y el menor efecto sobre el medio circundante.

D.5.7 Oficina de Seguimiento Ambiental EPR

EPR, debe contar con una oficina durante todo el proyecto, (diseño, construcción y operación), en donde se reciban consultas y quejas, las cuales se deben canalizar y responder. Durante todo el proyecto, esta oficina deberá ser el contacto de EPR con las comunidades. Las tareas de divulgación, serán responsabilidad directa de dicha oficina, entre otras:

1. Comunicación en febrero de cada año, a los Municipios por donde atraviesa la línea, del plan del expansió de la red. (ver reglamento del 29296 Salud-MINAE)
2. Divulgación semestral o anual a la Oficina de Control de Radiaciones del Ministerio (Oficina de Control de Radiaciones de Ministerio de Salud y los Municipios sobre el estado de conocimiento referente a las líneas de transmisión en materia de salud pública, y resultados del monitoreo de los campos eléctricos y magnéticos de la línea.
3. Atención de consultas o quejas sobre efectos audibles de la operación o interferencias de con radio o televisión
4. Cualesquiera otras.

D.5.8. Resumen del Plan de Gestion Ambiental (P.G.A) y Costos

Seguidamente, en página aparte, se presenta tres cuadros con el resumen del Plan de Gestión Ambiental para facilidad de implementación, adicionalmente se contempla allí mismo el costo de cada una de las obras que no son típicas de proyecto, lo cual asciende a U.S.\$ 1.215.911.70 de esto el 73.7 % corresponde a medidas en diseño (\$ 896.768.70), 24.5 % a construcción (\$ 297 843) y 1.7 % a operación (\$21.300).

D.6 Plan de Monitoreo

Uno de los principales componentes del Plan de Gestión Ambiental es el plan de monitoreo, cuyo objetivo consiste en la verificación y vigilancia del cumplimiento de las medidas ambientales propuestas por parte de los estudios ambientales realizados.

El Plan de Monitoreo tiene vigencia a lo largo de todo el tiempo que dure el proyecto, tanto en construcción como en operación. Seguidamente se presenta una sugerencia de como implementarlo, siendo ésta labor responsabilidad del Responsable Ambiental de la Obra, con el nivel de detalle actual no se puede contar con un cronograma para su ejecución pues el cronograma de la obras es aún tentativo. Una vez definido el responsable ambiental de la EPR lo presentará a la SETENA.

D.6.1 Fase de Construcción

Durante la fase de construcción el plan de monitoreo contempla las medidas de vigilancia y seguimiento de acuerdo con los siguientes temas:

A.C- Sitios de depósito de escombros y materiales del movimiento de tierras

De acuerdo con el plan de rutas y los sitios de depósito autorizados, el personal ambiental debe revisar periódicamente su cumplimiento, ya sea mediante la entrega de boletas donde aparezca la firma de algún representante del sitio de depósito, o bien realizando el viaje con los camiones de forma aleatoria durante todo el tiempo que duren las tareas de remoción y depósitos de materiales.

B.C- Control de escorrentía superficial

En todos los caminos de acceso que se vayan a construir debido al proyecto, el personal ambiental designado deberá verificar periódicamente el estado de las obras de control y encauzamiento de la escorrentía superficial, para ello se deberán presentar informes semanales del estado de dichas obras en cada frente de trabajo.

De acuerdo al plan de rutas y a los contactos realizados con las Juntas Viales de cada cantón, los caminos nuevos construidos en terrenos públicos pueden ser entregados para la administración de los gobiernos locales, si es que así se convino; en tal caso se realizará un informe del estado de las obras hidráulicas del camino y su estado al momento de la entrega, una de las copias de este informe será entregada al gobierno local al cual se le entrega la administración del camino.

C.C- Protección Ambiental

El equipo ambiental debe encargarse de la señalización de los sitios donde existan especies protegidas o zonas bajo algún grado de protección ambiental, esto con el fin de evitar trabajos en estas zonas. Además, este equipo debe de investigar cualquier tipo de irrespeto a esta señalización.

Es de incumbencia del personal ambiental el cumplimiento pleno de las medidas ambientales propuestas en los estudios realizados; por lo tanto, se vigilará que no se realicen vertidos de materiales peligrosos y depósitos de basura.

En el caso de encontrarse alguna corriente de agua natural en el frente de trabajo o los caminos construidos para el acceso en las cercanías a menos de 30 metros, se deberán tomar muestras de calidad de agua al menos antes del inicio de las obras y una vez concluidas, de forma que se pueda cuantificar el grado de afección que estas hayan podido tener por el proyecto. Los parámetros mínimos de evaluación de la calidad del agua deberán ser: DBO, DQO, Sólidos Totales, Sólidos suspendidos, Temperatura, pH, Grasas y Aceites y SAAM. En caso de duda con respecto a la presencia de contaminación fecal, incluir el análisis microbiológico de coliformes fecales.

Se debe verificar el cumplimiento de las medidas de diseño indicadas, sobre el trazado para prevenir impactos sobre la biota, tomas de agua o pozos, paisaje. Para ello, el Responsable Ambiental, previo a la realización del proyecto, verificará en campo con el contratista, el cumplimiento de las medidas recomendadas. Todos los casos de excepción, se deben documentar y justificar.

Se debe tener el monitoreo de aves, para determinar áreas sensibles en donde sea necesario colocar dispositivos “salvapájaros”.

D.C- Control de Emisión de Gases y Ruido

El Responsable Ambiental de la obra deberá estar informado de la maquinaria y equipo que se utilizará en el proyecto. Los niveles normales de ruido y emisión de gases que cada uno de estos equipos produzcan deben ser de su conocimiento, de forma que les sea más fácil detectar posibles anomalías en su funcionamiento. De detectarse alguna anomalía, se debe notificar a los mecánicos correspondientes para que realicen una revisión y confirmar una posible falla en el funcionamiento.

El Responsable Ambiental de la obra se encargará de la revisión de los informes presentados de acuerdo con el plan de control y mantenimiento de maquinaria y equipo. Tendrá potestad para prohibir el tránsito de un vehículo, asociado al proyecto que incumpla regulaciones.

E.C- Seguridad Ocupacional

El personal ambiental debe estar al tanto de todas las medidas de seguridad para los trabajos a realizar, de forma que puedan detectar fácilmente cualquier incumplimiento en estas medidas.

Es importante destacar, que cualquier incumplimiento en estas medidas se considerará un incumplimiento del Manual de Buenas Prácticas Medioambientales; por lo tanto, incumplirlas puede acarrear una sanción para el contratista. Si se detectase alguna falta a estas normas, el personal ambiental redactará un informe al Responsable Ambiental de la Obra donde se incluya el detalle del incumplimiento y el número de veces que ese mismo incumplimiento se ha presentado. Será el Responsable Ambiental de la Obra el encargado de comunicar al contratista, la sanción con base en lo estipulado en el Manual de Buenas Prácticas Medioambientales.

EPR como desarrollador del proyecto, debe incluir en sus contratos de diseño, construcción y operación, las obligaciones ambientales de los ejecutores de las obras y las medidas sancionatorias, en caso de incumplimiento.

F.C- Protección del Patrimonio Arqueológico Nacional

Si se diera el caso de que se encontrase algún resto arqueológico en el frente de trabajo, el contratista deberá parar la obra en ese sitio y notificar al Responsable Ambiental para que éste contacte con el Museo Nacional y dé su respectivo dictamen.

G.C Procedimientos de Seguimiento.

Como se indicó anteriormente, uno de los objetivos importantes del Plan de Gestión Ambiental consiste en establecer el tipo de informes y otros para cumplir con el seguimiento de las medidas ambientales. El presente apartado, muestra un esquema básico de seguimiento que servirá como guía para el Responsable Ambiental y su equipo de trabajo.

El control o seguimiento de las medidas ambientales incluye conocer los siguientes aspectos:

1. El tipo de control adecuado para cada una de ellas.
2. Frecuencia con que se debe aplicar el control.

3. Revisión de la efectividad del tipo, momento y frecuencia del control escogido.

Tipo de Control

Para cada una de las Medidas Ambientales propuestas se debe estudiar cual es el tipo de control adecuado para la vigilancia de su cumplimiento. Por lo general, el control puede ser de dos tipos, mediante la vigilancia directa de la realización o culminación de las tareas correspondientes de la medida, o bien, mediante la determinación de parámetros de medición que verifiquen el cumplimiento de la medida.

Frecuencia de Control

Dada la naturaleza de la medida ambiental propuesta, se debe determinar el momento adecuado para realizar dicho control. Por lo general, cuando se trata de medidas para las cuales se determinó que el tipo de control es el de verificación de su realización, el momento de control adecuado es el inicio de obras o su culminación, con posibles visitas esporádicas durante la realización de las tareas necesarias para su realización.

En algunos casos se puede determinar que sólo es necesario realizar un control para verificar el cumplimiento de determinada medida ambiental, mientras que en otras ocasiones se puede dar la necesidad de controles anuales, mensuales semanales o hasta diarios, según se considere conveniente.

Revisión de la Metodología

Dado que el Plan de Gestión pretende ser una herramienta dinámica que asegure el menor impacto posible del proyecto sobre el ambiente, con los resultados obtenidos en los controles realizados, la experiencia obtenida y el desarrollo de nuevas tecnologías o metodologías, se debe estudiar la efectividad de los controles utilizados para la verificación del cumplimiento de las medidas ambientales propuestas.

La boleta que se presenta a continuación es un ejemplo de una que podría ser empleada para el verificar el cumplimiento de las medidas recomendadas.

BOLETA DE SEGUIMIENTO	
Ubicación geográfica del frente de trabajo:	Página 1 de 1:
Emitido por:	Revisión No. :
Fecha:	Coordinador Ambiental:
Fase Constructiva:	
Medida Ambiental a Evaluar	
Indicador de la Medida Ambiental	
Nivel de Cumplimiento	
Eficacia de la Medida	
Problemas Encontrados	
Recomendaciones	
Evaluación de aplicación de sanciones	

D.6.2. Fase de Operación

Una vez terminados los trabajos de construcción, el plan de monitoreo busca vigilar el cumplimiento de las medidas para retornar a la mayor brevedad posible el efecto de los impactos reversibles que se hayan producido y el cumplimiento de las medidas de compensación determinadas en los estudios ambientales.

Los principios que seguirá el Plan de Monitoreo durante la fase de operación del proyecto son los siguientes:

A.O- Control de escorrentía superficial

En el caso de que algunos de los caminos de acceso quedasen como propiedad de los dueños del proyecto, el personal ambiental deberá verificar periódicamente el estado de las obras de control y encauzamiento de la escorrentía superficial, para ello se deberán presentar informes anuales del estado de dichas obras.

B.O- Recuperación de Biota

Teniendo en cuenta la limitante en el tamaño de los árboles o arbustos bajo la línea

de transmisión, el personal ambiental deberá promover la siembra de especies autóctonas que cumplan con esta limitante de tamaño en las zonas donde se haya tenido que eliminar parte de las zonas boscosas para la construcción del proyecto, en particular en las zonas de vulnerabilidad de acuíferos ya identificadas.

El personal ambiental deberá presentar un informe donde se indique el tipo de vegetación que se colocó en cada zona, y la verificación de su siembra.

C.O- Impacto Visual

Dado que alrededor de las torres se debe mantener un área limpia de arboledas y arbustos, se estudiará la posibilidad de colocar algún tipo de barrera vegetal con especies autóctonas alrededor de las torres. Además de ayudar a mejorar el impacto visual provocado por la colocación de la torre, se puede disminuir el acarreo de sedimentos y la escorrentía superficial al cubrir el suelo expuesto.

D.O- Control de Ruido

Es posible que la línea de transmisión produzca ruido, en las revisiones periódicas el personal ambiental debe estar atento a este factor y si se detectase un nivel anormal de ruido se debe notificar a los técnicos correspondientes. De igual forma, en la oficina de seguimiento de EPR deben estar anuentes a escuchar las quejas que por este factor tengan las personas del lugar, así como proporcionar las respuestas adecuadas.

E.O- Interferencia a señales

La línea de transmisión puede ocasionar interferencia con señales de radio o televisión, por lo tanto el personal ambiental debe estar anuente a escuchar las quejas que se presenten por este factor, explicar a los afectados o informar a los técnicos correspondientes si esta interferencia se considera anormal. La comunicación se deberá dar a través de la oficina de seguimiento ambiental del proyecto de la EPR.

F.O- Seguridad

El personal ambiental deberá velar por el cumplimiento de las medidas de seguridad ocupacional en los trabajos de mantenimiento de la línea de transmisión mediante la visita sorpresa a los equipos de trabajo, de detectarse algún incumplimiento se realizará un oficio (memorando) donde se indicará la falta cometida, el nombre del

trabajador y el número de veces que este mismo trabajador a incumplido las normas de seguridad.

El personal de la EPR, debe vigilar durante la operación la existencia de rótulos en sitios de acceso fácil y cerca de centros de población, así como señalización apropiada en áreas de fumigación o zonas cercanas a aeropuertos.

G.O- Monitoreo de los Campos Eléctricos y Magnéticos

EPR, debe medir los campos eléctricos y magnéticos que se generan en los límites de la servidumbre y divulgar el resultado de sus mediciones de forma semestral al Ministerio de Salud y los Municipios por donde pasa la línea. Se propone que los puntos de medición sean los linderos de la servidumbre, específicamente en donde se tengan viviendas cercanas, cuando en tramos largos no se tienen viviendas, se debe medir en los linderos de la servidumbre sitios accequibles, que garanticen una medición completa de la línea. Además, se debe medir en las subestaciones, la frecuencia de medición debe ser trimestral. EPR, debe mantener una base de datos con la información, disponible para el público en todo momento que incluirá la ubicación exacta, hora y resultados de los CEM, ocasionalmente (una vez al año) deberá registrar los campos eléctricos, para su seguimiento.

D.6.3 Aspectos e Indicadores de Seguimiento

A continuación, se proponen algunos de los aspectos que deben ser objeto de vigilancia según los principios expuestos para el Plan de Monitoreo, tanto en la fase de construcción como de operación.

D.6.3.1 Fase de construcción

Sitios de Depósito de Escombros y Materiales del Movimiento de Tierras, estos deberán ser identificados por el contratista, avalados por el responsable ambiental de EPR y comunicados a la SETENA. Pese a no conocer su ubicación actualmente se plantean las siguientes medidas para prevenir impactos en éstos.

Objetivo	Limitar el impacto causado por la remoción de material y la realización de los trabajos.
----------	--

	Limitar el efecto sobre el tránsito y los poblados vecinos por el paso de camiones.
Indicador de realización	Boletas de aceptación del material por parte del sitio de depósito. Cumplir con las rutas definidas en el Plan de Rutas.
Zona	Frente de trabajo
Datos	Tonelaje de suelo y escombros removidos Kilometraje de los camiones transportadores
Equipo de Apoyo	Equipo Ambiental
Análisis	Porcentaje frente al total
Calendario	Fase de Construcción
Valor Umbral	100% de los suelos de desecho y los escombros producidos.
Momento de Análisis	Cada vez que se realiza la verificación
Medida Complementaria	Investigar el lugar clandestino de desecho, proceder al retiro del material depositado y llevarlo a un sitio autorizado.

Control de Escorrentía Superficial

Objetivo	Verificar la construcción y adecuado funcionamiento de las obras hidráulicas de los caminos de acceso.
Indicador de realización	Longitud y cantidad de obras hidráulicas de caminos.
Zona	Caminos de acceso
Datos	Longitud y cantidad de obras hidráulicas funcionando mal.
Equipo de Apoyo	Equipo Ambiental
Análisis	Porcentaje frente al total
Calendario	Fase de Construcción
Valor Umbral	0% de las obras hidráulicas construidas.
Momento de Análisis	Cada vez que se realiza la verificación
Medida Complementaria	Reparación inmediata de las obras.

Protección Ambiental

Objetivo	Proteger el patrimonio natural de Costa Rica y respetar las zonas de protección ambiental.
Indicador de realización	Longitud correctamente señalizada en relación con el total de la longitud de las zonas de señalización. Cumplimiento de medidas de diseño.
Zona	Zonas de Protección Ambiental o de presencia de especies en peligro
Datos	Longitud de zonas señalizadas.
Equipo de Apoyo	Equipo Ambiental
Análisis	Porcentaje frente al total
Calendario	Fase de Construcción
Valor Umbral	100% de las zonas señalizadas.
Momento de Análisis	Cada vez que se realiza la verificación
Medida Complementaria	Proceder a la señalización inmediata.

Objetivo	Minimizar la contaminación de corrientes de agua en cauces a menos de 30 m de un frente de trabajo (camino, acceso, torre).
Indicador de realización	Grasas y Aceites Sólidos en Suspensión Sólidos Totales Coliformes Fecales.

Zona	Corrientes de agua aledañas a caminos de acceso y frente de trabajo (< a 50 m)
Datos	Muestras de agua.
Equipo de Apoyo	Equipo Ambiental
Análisis	Normas del Ministerio de Salud
Calendario	Fase de Construcción
Valor Umbral	Umbrales del Ministerio de Salud.
Momento de Análisis	Antes del inicio de las obras, durante la construcción y una vez que se culminen.
Medida Complementaria	Determinar la fuente de contaminación, corregirla si es debida al proyecto o denunciarla si se debe a factores externos.

Objetivo	Eliminar la contaminación por vertidos o botaderos.
Indicador de realización	Existencia de manchas de derrames de aceites u otros líquidos utilizados en el proceso constructivo o basura.
Zona	Frente de trabajo.
Datos	Número y tamaño de las manchas. Peso de la basura recolectada.
Equipo de Apoyo	Equipo Ambiental
Análisis	Procedencia
Calendario	Fase de Construcción.
Valor Umbral	0%
Momento de Análisis	Cada vez que se realiza la verificación.
Medida Complementaria	Investigar la fuente, limpiar el derrame o recoger los desechos.

Control de Ruido y Emisión de Gases

Objetivo	Minimizar la contaminación auditiva y del aire.
Indicador de realización	Cantidad de Emisiones. Nivel de Ruido.
Zona	Frente de Trabajo.
Datos	Medición de Emisiones. Nivel de Ruido.
Equipo de Apoyo	Equipo Ambiental
Análisis	Comparación con los niveles normales
Calendario	Fase de Construcción.
Valor Umbral	Menor o igual a los niveles normales para cada maquinaria o equipo.
Momento de Análisis	Cada vez que se realiza la verificación
Medida Complementaria	Reparación o sustitución de maquinaria o equipo.

Seguridad Ocupacional y Comunal

Objetivo	Velar por la seguridad e integridad de los trabajadores y pobladores de las zonas vecinas a los frentes de trabajo.
Indicador de realización	Normas de Seguridad Ocupacional para Líneas de transmisión y caminos y normas de seguridad para con los vecinos.
Zona	Frente de Trabajo
Datos	Visitas sorpresa al frente de trabajo.
Equipo de Apoyo	Equipo Ambiental
Análisis	Porcentaje frente al total

Calendario	Fase de Construcción
Valor Umbral	100% de las normas.
Momento de Análisis	Cada vez que se realiza la verificación
Medida Complementaria	Reporte de incumplimiento y aplicación de los reglamentos.

Protección del Patrimonio Arqueológico Nacional

Objetivo	Proteger el patrimonio arqueológico de Costa Rica.
Indicador de realización	Artefactos indígenas o tumbas.
Zona	Frente de trabajo.
Datos	Cantidad y descripción de los artefactos o tumbas encontrados.
Equipo de Apoyo	Equipo Ambiental
Análisis	Existencia.
Calendario	Fase de Construcción
Valor Umbral	No determinado
Momento de Análisis	Al ser encontrados.
Medida Complementaria	Informar a las autoridades competentes y esperar el resultado de sus análisis.

D.6.3.2 Fase de operación

Control de escorrentía Superficial

Objetivo	Verificar el adecuado funcionamiento de las obras hidráulicas de los caminos de acceso propiedad del proyecto.
Indicador de realización	Longitud y cantidad de obras hidráulicas de caminos.
Zona	Caminos de acceso
Datos	Longitud y cantidad de obras hidráulicas funcionando mal.
Equipo de Apoyo	Equipo Ambiental
Análisis	Porcentaje frente al total
Calendario	Fase de Operación.
Valor Umbral	0% de las obras hidráulicas construidas.
Momento de Análisis	Cada vez que se realiza la verificación
Medida Complementaria	Reparación inmediata de las obras.

Recuperación de Biota

Objetivo	Minimizar la pérdida de biota. Disminuir la escorrentía superficial.
Indicador de realización	Longitud de zonas recuperadas (Compensación) y reportes de colisión o electrocución de aves.
Zona	Bajo la línea de transmisión.
Datos	Longitud de zonas sembradas y número de aves que colisionan, así como reporte de nidos u otros usos de la línea por las aves.
Equipo de Apoyo	Equipo Ambiental
Análisis	Porcentaje frente al total
Calendario	Fase de Operación.
Valor Umbral	100% del total de las zonas donde se considere posible.

Momento de Análisis	Cada vez que se realiza la verificación
Medida Complementaria	Iniciar la siembra, retiro de nidos si corresponde.

Control de Ruido

Objetivo	Minimizar la contaminación auditiva.
Indicador de realización	Nivel de Ruido.
Zona	Línea de transmisión.
Datos	Nivel de Ruido.
Equipo de Apoyo	Equipo Ambiental
Análisis	Comparación con los niveles normales
Calendario	Fase de Operación.
Valor Umbral	Menor o igual a los niveles normales.
Momento de Análisis	Cada vez que se realiza la verificación
Medida Complementaria	Reparación de las anomalías.

Interferencia a señales de comunicación

Objetivo	Minimizar la interferencia.
Indicador de realización	Tiempo de Interferencia y tipo de señal interferida.
Zona	Línea de transmisión.
Datos	Tiempo de Interferencia y tipo de señal interferida.
Equipo de Apoyo	Equipo Ambiental
Análisis	Comparación con los niveles normales.
Calendario	Fase de Operación.
Valor Umbral	Menor o igual a los niveles normales.
Momento de Análisis	Cada vez que se realiza la verificación.
Medida Complementaria	Reparación de las anomalías.

Seguridad comunal y laboral

Objetivo	Evitar Accidentes.
Indicador de realización	Rótulos en las torres y dispositivos de antiescalamiento
Zona	Torres.
Datos	Cantidad de torres cercadas.
Equipo de Apoyo	Equipo Ambiental
Análisis	Porcentaje del total.
Calendario	Fase de Operación.
Valor Umbral	100% de las Torres.
Momento de Análisis	Cada vez que se realiza la verificación.
Medida Complementaria	Construcción de las cercas faltantes.

D.7 Plan de Contingencia

Los estudios preliminares del proyecto permiten establecer cuáles serán los factores externos a que va a estar expuesto el proyecto por el medio ambiente circundante. Gracias a estos datos es posible determinar los fenómenos naturales que podrían afectar al proyecto en algún momento.

En el caso de la línea de transmisión se tiene la particularidad de que por su extensión los fenómenos ambientales que podrían llegar a tener efecto sobre ella varían de acuerdo con la zona de que se trate, tanto en su naturaleza como intensidad. Pese a lo anterior dichas contingencias se encuentran dentro de las labores de mantenimiento de una línea de alta tensión. Por lo cual no son labores desconocidas o nuevas para un operador.

Valga destacar que en términos generales la afectación de la línea por cualesquiera de las contingencias que se enumerarán, lo que provoca es una interrupción del servicio que esta brinda.

Para el proyecto se han identificado la existencia de algún grado de riesgo ante siete fenómenos naturales:

1. Terremotos/sismos
2. Erupciones Volcánicas.
3. Tormentas eléctricas
4. Inundaciones.
5. Deslizamientos.
6. Incendios Forestales.
7. Erosión

Es importante contar con un plan de respuesta para enfrentar y disminuir el efecto que estos fenómenos puedan tener sobre el proyecto tanto por la integridad del mismo como por la seguridad de las localidades y zonas circundantes.

De igual forma se pueden presentar accidentes internos del proyecto, a los cuales también se les debe dar una adecuada respuesta. Los principales tipos de accidentes que podrían esperarse son de tipo laboral o por incendios.

El plan de contingencia se estructura según el procedimiento de actuación para cada emergencia, incluyendo los procedimientos preventivos para minimizar los efectos de la misma, o bien detectar posibles problemas antes de que esta ocurra.

En términos generales el Plan de contingencia consta de seis etapas, a saber:

1. Detección del Incidente.
2. Evaluación del Incidente.
3. Seguimiento del Incidente.
4. Comunicación del hecho.
5. Aplicación de medidas de corrección a la estructura.
6. Aplicación de medidas a la población.

7. Detección del incidente

En este punto se deben definir los riesgos a los que está sometido el proyecto según el tipo de emergencia que se trate, además se estiman los rangos admisibles o inadmisibles a partir de los cuales se inicie un estado de alerta que evite daños o situaciones solucionables por la vía de la prevención.

Con el fin de realizar un estudio adecuado del incidente, se debe contar con toda la información de susceptibilidad del proyecto ante el mismo, la cual proviene de los estudios del proyecto y de los organismos pertinentes.

D.7.1 Evaluación del Incidente

Una vez determinada la naturaleza del incidente que ha afectado o ha provocado el proyecto, se inicia una valoración de los efectos que este ha tenido, en el caso de tratarse de un incidente externo, como por ejemplo terremotos, deslizamientos, o tormentas eléctricas, el estudio de los efectos se centrará en determinar los daños sobre el proyecto, pero si se trata de un incidente provocado por el proyecto se debe hacer un estudio de los efectos sobre el proyecto y también sobre los daños sobre el ambiente o comunidades afectadas.

Para la evaluación del incidente, se debe contar con una metodología acorde al tipo de incidente de que se trate, de forma que se puedan obtener resultados fidedignos y rápidos.

D.7.2 Seguimiento del Incidente

La respuesta ante la ocurrencia de cualquier tipo de incidente es una respuesta dinámica que debe ir acompañada de un adecuado seguimiento de la evolución de las situaciones presentes tanto para evitarlas, si es posible, como para solucionarlas.

En este sentido se debe contar con una metodología para la evaluación de la evolución del hecho así como un equipo y plan de respuesta.

D.7.3 Comunicación del Hecho

Tanto los efectos, como las consecuencias que la acción del incidente sobre el proyecto vaya a provocar sobre el ambiente y comunidades aledañas, deben ser comunicados a los organismos de emergencia e instituciones pertinentes, de forma que ellos puedan activar los procedimientos adecuados.

D.7.4 Aplicación de las Medidas de Corrección en la Infraestructura

Una parte importante del plan de contingencia es la sección de medidas de corrección en el proyecto de acuerdo al incidente presentado. Estas medidas se desarrollarán teniendo en cuenta los medios materiales y los procedimientos de actuación, en la medida de lo posible se debe contar con una serie de medidas alternativas.

D.7.5 Aplicación de Medidas a la Población

Otra parte del plan se destina a todas los procedimientos de comunicación de posibles riesgos por la afección del proyecto por un incidente externo o por los riesgos debidos a un incidente provocado por el proyecto.

De igual forma, se deben contemplar las medidas de corrección que se tomarán en caso de que se trate de un incidente provocado por el proyecto.

El Plan de Contingencias debe ser aplicado durante el inicio de las obras hasta el tiempo que dure en funcionamiento el proyecto.