



SERVITEC, S.A.

Consultores Empresariales Asociados



# **ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL Y SOCIAL PARA PROYECTOS DE TRANSMISION Y TRANSFORMACION**

## **Resumen Ejecutivo INFORME FINAL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “LINEA DE TRASMICION DE 138 KV, SAN REFAEL DEL SUR – LOS BRASILES”**



**Septiembre 7, 2009**

## CONTENIDO

<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	<b>3</b>
<b>II. MARCO POLÍTICO, LEGAL, ADMINISTRATIVO E INSTITUCIONAL</b>	<b>3</b>
<b>III. MACRO Y MICRO LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO</b>	<b>4</b>
<b>3.1 Descripción de proyecto</b>	<b>4</b>
3.1.1 Cantidad y características de las Torres a ser instaladas por el proyecto	4
3.1.2 Conductores	5
3.1.3 Cable de guarda	5
3.1.4 Aisladores	6
3.1.5 Fundaciones	6
3.1.6 Trazado	7
<b>IV. ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO</b>	<b>7</b>
<b>4.1 Plan de Mantenimiento y Control de los Equipos y Estructuras</b>	<b>7</b>
4.1.1 Objetivo	7
4.1.2 Alcance	8
<b>V. PLAN DE CIERRE PARA EL PROYECTO “LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE 138 KV, SAN RAFAEL DEL SUR – LOS BRASILES”</b>	<b>9</b>
<b>5.1 Generalidades</b>	<b>9</b>
<b>VI. CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL Y SOCIAL DEL ÁREA EN ESTUDIO</b>	<b>10</b>
<b>6.1 Caracterización de los suelos</b>	<b>10</b>
<b>6.2 Emanaciones de gases</b>	<b>10</b>
<b>6.3 Estratigrafía local</b>	<b>11</b>
<b>6.4 Medio Biótico</b>	<b>11</b>
6.4.1 Vegetación	11
6.4.2 Fauna	11
<b>6.5 Medio Socio-económico</b>	<b>12</b>
<b>6.6 Identificación, Predicción y Valoración de los Impactos Ambientales</b>	<b>12</b>
<b>6.7 Análisis y Evaluación de los impactos ambientales</b>	<b>13</b>
<b>6.8 Interpretación del Balance de los Impactos.</b>	<b>14</b>
<b>6.9 Factor ambiental atmósfera</b>	<b>15</b>
<b>6.10 Factor ambiental suelo</b>	<b>15</b>
<b>6.11 Factor ambiental agua</b>	<b>16</b>
<b>6.12 Factor ambiental biodiversidad</b>	<b>16</b>
<b>6.13 Factor ambiental paisaje</b>	<b>17</b>
<b>6.14 Factor ambiental socio-económico</b>	<b>18</b>
<b>6.15 Análisis de Riesgos</b>	<b>19</b>
<b>6.16 Medidas Ambientales</b>	<b>19</b>
<b>VII. CONCLUSIONES.</b>	<b>20</b>
<b>VIII. ANEXO (Mapa de Zonificación Ambiental)</b>	<b>22</b>

## RESUMEN EJECUTIVO

### I. INTRODUCCIÓN

La Empresa Nacional de Transmisión Eléctrica (ENATREL) es una empresa de propiedad estatal, cuya misión es garantizar el transporte de la energía eléctrica desde las plantas generadoras hasta las subestaciones donde esta energía se transforma en voltajes que permiten su distribución a toda la población que demanda el servicio en las industrias, comercio, oficinas, talleres, agricultura, ganadería, establecimientos turísticos, hogares, etc.

Debido al incremento que se ha registrado en la demanda de energía en la actualidad y que debe crecer en el futuro inmediato, ENATREL ha identificado que mucha de la infraestructura que posee el país se encuentra en un alto grado de obsolescencia, lo que exige una inmediata modernización y aumento de capacidad en todos sus componentes para que el suministro eléctrico pueda ser constante, seguro y de buena calidad, de tal forma que contribuya efectivamente a mejorar las condiciones de vida de la población nicaragüense.

ENATREL, como empresa estatal encargada de transmitir energía eléctrica a nivel nacional es poseedora de la Licencia de Transmisión que otorga el Ministerio de Energía y Minas (MEM), y acorde con su política empresarial de cumplir responsablemente con todas sus obligaciones, ha procedido a solicitar el permiso ambiental que manda la legislación nicaragüense para los proyectos de transmisión de energía que transportan con tensión mayor a los 69 kV, para lo cual ha realizado todos los trámites establecidos por los procedimientos administrativos del Sistema de Evaluación Ambiental y ha contratado los servicios de profesionales especializados en gestión ambiental quienes han elaborado el Estudio de Impactos al Ambiente apegado completamente a los términos de referencia que elaboró el Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA).

El marco jurídico ambiental que regula la ejecución del proyecto “**LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE 138 KV, LOS BRASILES-SAN RAFAEL DEL SUR**” se detalla a continuación:

### II. MARCO POLÍTICO, LEGAL, ADMINISTRATIVO E INSTITUCIONAL

El establecimiento de la línea de transmisión, se desarrollará entre los Municipios de San Rafael del Sur y Ciudad Sandino en el Departamento de Managua, atravesando por el municipio del El Crucero El proyecto, en el marco de su ejecución y desarrollo, en lo que respecta al aspecto ambiental, está sujeto y dará cumplimiento a las disposiciones establecidas en los siguientes instrumentos del ordenamiento jurídico de Nicaragua:

- Constitución Política de Nicaragua.
- Código Laboral.
- Ley 217 “Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales” y su Reglamento Decreto 9-96, vigentes desde junio de 1996. (Gaceta No. 105 del 6 de Junio 1996).
- Ley 272 Ley de la Industria Eléctrica.
- Código Penal de Nicaragua.
- Ley 40 y 261 “Ley de Municipios” y su Reglamento.
- Ley “Ley de Participación Ciudadana”.
- Decreto 76-2006 Sistema de Evaluación Ambiental (Gaceta Diario Oficial No. 248 del 22 de Diciembre del 2006).

De acuerdo al Decreto 76-2006 el Estudio de Impacto ambiental realizado persigue identificar, y evaluar los impactos ambientales positivos y negativos significativos que serán generados por el proyecto “**LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE 138 KV, LOS BRASILES-SAN RAFAEL DEL SUR**” como consecuencia de la ejecución, operación y cierre del mismo, así como también por los cambios que se presentan en la naturaleza y que interactúan con el mismo, lo mismo que diseñar un Plan de Gestión Ambiental (PGA), que combine aspectos técnicos y administrativos, que permita brindarle seguimiento a las variables ambientales que han resultado significativas en el EIA y así garantizar un desarrollo sostenible de la actividad.

Por otro lado, el proyecto tiene como objetivo interconectar las S/E San Rafael del Sur y Los Brasiles por medio de una línea de transmisión de 138 kV de 42 km, circuito sencillo, conductor 336.4 kcmil ACSR, además de formar un anillo de 138 kV para soportar una contingencia simple de los tramos de línea Masaya – Catarina, Masatepe – Diriamba, Diriamba –San Rafael del Sur.

### **III. MACRO Y MICRO LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO**

El proyecto “Línea de transmisión de 138 KV, San Rafael del Sur – Los Brasiles” se localiza entre los municipios de San Rafael del Sur, Villa Carlos Fonseca, El Crucero y Ciudad Sandino, todos del Departamento de Managua.

#### **3.1 Descripción de proyecto.**

##### **3.1.1 Cantidad y características de las Torres a ser instaladas por el proyecto.**

El proyecto Suministro Eléctrico para el proyecto “Línea de transmisión de 138 KV, San Rafael del Sur – Los Brasiles” contempla la instalación y montaje de 120 torres de tres tipos distintos. Las torres serán estructuras autosoportadas de celosía en perfiles angulares de acero galvanizado, ensambladas con pernos y tuercas. Se empleará los tipos normales de torres, tales como:

**Tabla N° 3.1.1: Tipo de Torres**

TIPO	FUNCION	ANGULO
<b>S</b>	Estructura de suspensión	$0^{\circ} - 2^{\circ}$
<b>A</b>	Estructura de anclaje angular (ángulo medio)	$0^{\circ} - 20^{\circ}$
<b>AT</b>	Estructura de anclaje angular (ángulo mayor) Terminal	$>20^{\circ} - 60^{\circ}/90^{\circ}$

**3.1.2 Conductores:**

Serán del tipo ACSR 556.5MCM, código DOVE, según ASTM B-232, con las siguientes características:

**Tabla N° 3.1.2: Conductores**

**Características de los conductores**

Tipo y Nombre	ACSR/AW 556.5 MCM "DOVE"
Formación	26 x 3.72 mm AL+7 x 2.89 mm AC
Sección de Aluminio	282.00 mm <sup>2</sup>
Sección de Acero	45.90 mm <sup>2</sup>
Sección Total	327.90 mm <sup>2</sup>
Diámetro Exterior	23.55 mm
Peso Teórico Total	1.1339 Kg / m
Carga de Rotura	10.115 Kg
Módulo de Elasticidad Final	7.734 Kg / mm <sup>2</sup>
Módulo de Elasticidad Inicial	6.200 Kg / mm <sup>2</sup>
Coefficiente de Dilatación Térmica	$18.99 \times 10^{-6} / ^{\circ}\text{C}$
Resistencia Eléctrica a 20° C	0.1040 Ohm / Km
Tensión Máxima de Proyecto	1,500 Kg
Normas	ASTM 549 o IEC

**3.1.3 Cable de guarda:**

Será un cable de acero con 24 fibras ópticas integradas (OPGW) del tipo monomodo, según Normas IEC-6 0104 tipo A, IEC 61089 e IEC-61232, con las siguientes características:

**Tabla N° 3.1.3: Hilo de Guarda**

**Cables para el hilo de guarda**

Tipo de Cable	Acero Galvanizado tipo EHS de 3/8"
Composición	7 x 3.05 mm
Sección	51.14 mm <sup>2</sup>
Peso	0.407 Kg / m
Tensión Máxima del proyecto	1,500 kg
Carga de Rotura	6,972 Kg
Módulo de Elasticidad Final	19.000 Kg / mm <sup>2</sup>
Coefficiente de Expansión Lineal	8.936 x 10 <sup>-6</sup> / °C
Normas	ASTM A363 Galv. CI A

**3.1.4 Aisladores:**

Se utilizará cadena simple de aisladores rígidos tipo bastón para las estructuras de suspensión, tensión angular y retención.

**Tabla N° 3.1.4: Aisladores**

**Características del Aislador de Suspensión**

Carga máxima de trabajo	133.0 KN
Longitud Total	1,368 mm
Distancia de Fuga	2,990 mm
Distancia de Arqueo	1,100 mm
Distancia de Contorneo a Baja Frecuencia	
• Dry	395.0 KV
• Wet	320.0 KV
Tensión de Impulso Crítico	
• Positivo	595.0 KV
• Negativo	645.0 KV
Peso	4.90 Kg

**3.1.5 Fundaciones:**

El Contratista realizará estudios de suelos en el lugar de implantación de las estructuras de apoyo de la línea, el cual deberá poseer como mínimo los resultados de los ensayos de campo y de laboratorio solicitados en esta Especificación.

Las fundaciones con parrilla metálica serán usadas en terrenos con capacidad portante de 2.0 a 5.0 kg/cm<sup>2</sup>. Todas las fundaciones tendrán un afloramiento cónico, a base de tierra con cemento, de 30 cm de altura y 45° de pendiente. Se diseñarán con un factor de seguridad contra el arrancamiento de:

- Hipótesis normal: 1.80
- Hipótesis excepcional: 1.30

### **3.1.6 Trazado**

Para el trazado de la línea se analizaron dos alternativas, y se seleccionó la alternativa que considera un trazado que parte de la sub-Estación San Rafael del Sur, continuando en línea recta con dirección nor-este hasta alcanzar las proximidades del poblado San José de la Montaña, extendiéndose posteriormente unos 19.4 kilómetros con dirección Norte franco hasta el sitio conocido como Los Alpes perteneciente a la comarca 19 de Julio, propiamente donde se localiza el parte-aguas que forma las Sierras de Managua y que divide la cuenca que drena hacia el Océano Pacífico y la que drena hacia el Lago de Managua.

El trazado continúa desde Los Alpes, en la comarca 19 de Julio extendiéndose en dirección nor-noroeste por unos 800 metros hasta la comarca El Reventón muy cerca de la carretera Vieja a León desde donde se extiende en dirección nor-este por una longitud de unos 7.35 kilómetros hasta alcanzar el barrio Bello Amanecer, jurisdicción del municipio de Ciudad Sandino. Finalmente, la línea sigue en dirección nor-noroeste hasta el sitio conocido como Ranchos Masilí, siguiendo posteriormente en dirección nor-este hasta la subestación Los Brasiles.

Las ventajas más importantes de esta alternativa son las siguientes:

- Parte de la línea de transmisión San Rafael-Los Brasiles compartirá derecho de vía e incluso las estructuras de apoyo con otra línea existente, con lo cual se evita pago de servidumbre de paso, y se evite una serie de impactos ambientales que serían provocados por la apertura de un nuevo derecho de vía.
- Se paga servidumbre de paso en un tramo que se limita a unos 20.2 kilómetros que son propiedad privada.
- Los costos ambientales se minimizan, ya que la afectación a la vegetación arbórea y resto de factores ambientales se evitan en el tramo donde la línea compartirá derecho de vía y estructuras de apoyo con la línea Los Brasiles-Masaya.

## **IV. ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO**

### **4.1 Plan de Mantenimiento y Control de los Equipos y Estructuras**

#### **4.1.1 Objetivo**

El objetivo fundamental de llevar a cabo la programación de un mantenimiento de la maquinaria, equipos e infraestructura del proyecto es el de elevar los niveles de confiabilidad y disponibilidad de todos los equipos y elementos de las unidades realizando acciones preventivas y correctivas con mayor calidad y menor tiempo de ejecución.

#### **4.1.2 Alcance**

Los alcances de un mantenimiento preventivo programado son entre otros:

- Utilizar el tiempo promedio estadístico entre fallas.
- Incrementar la disponibilidad y confiabilidad de los equipos.
- Sustituir o reparar los equipos en base al programa.
- Minimizar las acciones correctivas, ya que la vida de los equipos se prolonga y su rendimiento es mayor.

Este procedimiento se aplica a todas las instalaciones físicas, maquinaria y equipos. También abarca los edificios, instalaciones, sus estructuras de protección, lo mismo que los sistemas de tratamiento de residuos.

Durante la vida útil del proyecto se debe ejecutar el Plan de Inspección y Mantenimiento, el cual incluirá los mantenimientos preventivos y correctivos.

**Los mantenimientos preventivos en relación con las obras de la línea de transmisión se dividen en tres grupos:**

- Mantenimiento electromecánico
- Control de estabilidad de sitios de torre
- Mantenimiento zona de servidumbre

Es importante señalar que las principales actividades a ser atendidas como parte del proyecto en la etapa de operación son:



### Actividades de Mantenimiento en la etapa de operación

<b>Tipo de Mantenimiento</b>	<b>Actividades</b>
<b>Mantenimiento Electromecánico</b>	Comprende las obras de recuperación y conservación de la infraestructura eléctrica propiamente dicha, entre las cuales se destacan las siguientes: Cambio o refuerzo de estructuras, o de algunos de sus elementos; pintura especialmente de patas, señalización de estructuras; cambio de aisladores rotos y accesorios de las cadenas de aisladores; cambios de empalmes, blindajes o camisas de reparación instalados en los conductores; cambio de uno o varios conductores, cambio de accesorios de cable de guarda y de puestas a tierra, mediciones de resistencia de las puestas a tierra.
<b>Control de estabilidad de sitios de torres</b>	Si del proceso de inspección de la línea, se detectan erosiones, riesgos de avalancha o derrumbe, deforestación o cualquier tipo de anomalía que atente contra la estabilidad de los sitios de torre o de las zonas circundantes, se deberán realizar obras de protección tales como trinchos, muros de contención, gaviones, cunetas, filtros, empradizados, entre otras. Estos trabajos son puntuales y los materiales serán adquiridos con proveedores autorizados.
<b>Mantenimiento zona de servidumbre</b>	Durante todo el período operativo se deben evitar y controlar los acercamientos y garantizar que se conserve la distancia de seguridad establecida. Dado que el principal elemento de crecimiento dinámico dentro de la franja es la vegetación, se debe proceder a realizar los programas de despeje de la servidumbre mediante rocería, poda o tala de árboles, limpieza de los sitios de torres, etc., siguiendo las recomendaciones establecidas en el Plan de Manejo Ambiental durante la operación.

## V. PLAN DE CIERRE PARA EL PROYECTO “LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE 138 KV, SAN RAFAEL DEL SUR – LOS BRASILES”

### 5.1 Generalidades

Se aplica en el caso que el proyecto haya vencido su vida útil o que por los avances tecnológicos tenga que salir de operaciones. El plan considerará el

desmontaje y retiro de equipos, el destino que se daría a las edificaciones y demás obras de ingeniería para un uso beneficioso, el reordenamiento de las superficies y áreas alteradas por esta actividad a fin de restaurar el medio. Por lo tanto, el cierre y desmantelamiento de las instalaciones deberá realizarse, en lo posible, sin afectar al ambiente de las áreas de servidumbre e influencia de su recorrido y sobre todo una vez finalizada esta fase dejar el medio natural sin alteraciones notables y en lo posible como estaban antes de iniciadas las obras de instalación.

El plan de cierre contempla una restauración ecológica, morfológica y biológica de los recursos bióticos y abióticos afectados, tratando de devolverle las características que tenían antes de iniciarse el proyecto.

## **VI. CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL Y SOCIAL DEL ÁREA EN ESTUDIO**

### **6.1 Caracterización de los suelos**

Seis grupos principales de suelos han sido determinados en la zona de cobertura del proyecto: Molisoles, Entisoles, Inceptisoles, Indeterminados, Vertisoles y Alfisoles.

Desde el punto de la hidrología el proyecto se emplazará en una sub-cuenca que drena hacia el Lago Xolotlán o lago de Managua y una subcuenca que drena hacia el Océano Pacífico. El parteaguas de estas cuencas está formado por las Sierras de Managua.

### **6.2 Emanaciones de gases**

El Volcán Santiago conocido como volcán Masaya exhibe una actividad fumarólica fuerte que arroja grandes cantidades de vapor de agua (H<sub>2</sub>O), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), ácido clorhídrico (HCl), sulfuro de hidrógeno (H<sub>2</sub>S) y el ácido fluorhídrico (HF). Estos gases, dependiendo de su concentración, pueden alcanzar niveles tóxicos y se combinan con la humedad atmosférica para formar lluvia ácida. Las emanaciones de gases del volcán Masaya inciden sobre el proyecto cuando éste cruza la cuenca que drena hacia el Océano Pacífico.

Nicaragua se encuentra en la zona climática tropical y por lo tanto presenta condiciones térmicas similares durante todo el año. De acuerdo a la clasificación de Köppen en el tramo de la línea de transmisión que comprende la Subestación Los Brasiles - Subestación San Rafael del Sur, se encuentran tres tipos de climas, siendo éstos los siguientes: clima de sabana tropical, con sus diferentes subdivisiones las que esta influenciada por la altura del terreno. Otra clasificación existente es el bosque tropical seco según Hartshorn (1983) se caracteriza por ser un bosque semi deciduo, las plantas experimentan deficiencia de agua y la mayor parte del arbolado del dosel pierde su follaje una de las características principales es la presencia de únicamente dos estratos. Los diferentes tipos de bosques y ecosistemas forestales que posee este tipo de clima están

ampliamente distribuidos, usualmente este tipo de ecosistemas son de transición entre semidesiertos o sabanas y el Bosque Húmedo Tropical.

Desde el punto de vista geológico la región en estudio se encuentra estructuralmente dentro del Graben de Managua que se ubica dentro de la Depresión de Nicaragua y se forma a partir del cambio en el ángulo de subducción de la Placa Coco por debajo de la Placa Caribe. Las principales estructuras ocurren en dos posiciones tectónicas muy claras, la primera representada por un bloque hundido transversal, llamado Graben de Managua, y otro levantado conocido como Meseta de Los Pueblos.

### **6.3 Estratigrafía local**

La secuencia estratigráfica del área está representada por depósitos cuaternarios sedimentarios y piroclásticos del Holoceno, pertenecientes al techo denominado Grupo Managua.

### **6.4 Medio Biótico**

#### **6.4.1 Vegetación**

El tramo de la línea de transmisión que se construirá entre las sub estaciones Los Brasiles – San Rafael del Sur, presenta diversas características que se encuentran muy relacionadas al tipo de vegetación que se presenta en la zona, por tanto se han identificado tres tipos de clima que dan origen a los diversos ecosistemas, para lo cual se determinaron cuatro tipos de ecosistemas:

- Sistema agropecuario con 10 - 25% de vegetación natural;
- Sistemas Agropecuarios Intensivos (y con irrigación) de la Región Pacífica con < 10 y 10 - 25% de vegetación natural;
- Bosque decíduo de bajura o sub montano y
- Centros Poblados.

Para la determinación del tipo de clima que impera en el área del proyecto se utilizó la clasificación climática de Köppen modificado de 1998 por el Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales elaborado en el 2005. Para la determinación de los ecosistemas y sus diferentes formaciones vegetales se utilizó el mapa de ecosistemas (Meyrat 2001).

#### **6.4.2 Fauna**

Se realizó una gira de prospección a la ruta de la Línea de 138 Kv entre Subestaciones Los Brasiles - San Rafael del Sur y sus coordenadas, utilizando métodos de muestreo directos (observación) e indirectos (registro de rastros y entrevistas informales), este monitoreo se realizó en función de las coordenadas geográficas donde se instalarán las torres de transmisión y su área de influencia de acuerdo al diseño presentado por ENATREL. Fueron observadas durante el recorrido 18 especies de aves. No se obtuvieron registros *in situ* de las taxas de mamíferos, anfibios y reptiles. Sin embargo se obtuvo a través de entrevistas un total de 12 especies de mamíferos y 11 de reptiles. Este número tan reducido de

especies es el resultado de la presión de la caza y la deforestación progresiva de los bosques y la poca conectividad existente entre ellos, lo cual impide el intercambio genético entre las especies y disminuye las poblaciones haciéndolas cada vez más vulnerables a la intervención humana.

A través de caminatas por los lugares donde se instalarán las torres de transmisión, así como su área de influencia se establecieron al azar los puntos de muestreo en los sitios más representativos de la zona: áreas en recuperación y zonas agro-ganaderas. Para todas las taxas presentes se obtuvieron reportes a través de entrevistas, no obstante, éstos no se consideran en su totalidad en los listados oficiales de los grupos zoológicos evaluados.

### **6.5 Medio Socio-económico**

La Línea de Transmisión atraviesa los siguientes Municipios:

- San Rafael del Sur
- El Crucero
- Villa El Carmen
- Ciudad Sandino

Como parte de la metodología desarrollada para la realización de la evaluación de impacto ambiental en el campo socio-económico, se realizaron diversas entrevistas con diferentes actores claves, entre ellos funcionarios de la Alcaldía Municipal de los municipios que se localizan en el área de influencia del proyecto -Dirección de Relaciones con la Comunidad, Dirección de Proyectos y Dirección de Planificación-, al tiempo que se conversó directamente con la población principalmente cercana a las obras físicas a desarrollarse por el proyecto “**Línea de Transmisión Los Brasiles – San Rafael del Sur**”.

En síntesis, el estudio muestra que el recorrido de la nueva línea de transmisión se orienta fundamentalmente en zonas rurales de muy baja densidad poblacional, con propiedades claramente delimitadas -cuyos dueños se beneficiarán con el pago del derecho de pase- y con riesgos muy bajos en el campo socio-económico para la población.

### **6.6 Identificación, Predicción y Valoración de los Impactos Ambientales**

La construcción y operación de las instalaciones de transmisión de energía, producen impactos ambientales directos e indirectos. El alcance y la intensidad de estos efectos dependen en gran medida de las condiciones físicas existentes en el terreno y de la correcta planificación de los mismos.

Los impactos ambientales negativos de las líneas de transmisión son causados por la construcción, operación, mantenimiento de las mismas y posteriormente su desmantelamiento y abandono ordenado del derecho de vía o en su defecto por las labores que implican incrementar la potencia instalada.

## 6.7 Análisis y Evaluación de los impactos ambientales

El propósito de la **evaluación ambiental** es asegurarle, a la Empresa Nacional de Transmisión Eléctrica (ENATREL) como proponente del proyecto, que las opciones de desarrollo bajo consideración sean ambientalmente adecuadas y sustentables, y que toda consecuencia ambiental sea reconocida pronto en el ciclo del proyecto y tomada en cuenta para el diseño del mismo.

La evaluación ambiental identifica maneras de mejorar ambientalmente los proyectos y minimizar, atenuar, o compensar los impactos adversos. Alertan pronto a los diseñadores del proyecto, las agencias ejecutoras, y su personal, sobre la existencia de problemas que tienen un potencial de afectar los diferentes factores ambientales presentes en el área de influencia del proyecto.

Para facilitar la evaluación de los impactos ambientales que puede generar la ejecución del proyecto Línea de Transmisión San Rafael del Sur-Los Brasiles, el trazado de la misma se ha dividido en dos tramos, para lo cual se han tomado en cuenta los siguientes criterios:

- Tramo I** Comprende el trazado que parte desde la Subestación San Rafael del Sur (coordenadas UTM 562910 Este y 1310386 Norte), ubicada en el extremo Nor-Este de la ciudad del mismo nombre siguiendo 7 kilómetros siempre en dirección nor-Este hasta alcanzar las proximidades del poblado San José de la Montaña (en el punto con coordenadas UTM 568387 Este y 1511208 Norte), extendiéndose posteriormente unos 19.4 kilómetros con dirección Norte franco hasta el sitio conocido como Los Alpes perteneciente a la comarca 19 de Julio (en el punto con coordenadas UTM 568432 Este y 1334482 Norte), propiamente donde se localiza el parte-aguas que forma las Sierras de Managua y que divide la cuenca que drena hacia el Océano Pacífico y la que drena hacia el Lago de Managua. Para definir este tramo se consideró que pertenece a la cuenca que drena hacia el océano Pacífico a través de la sub-cuenca río Jesús y donde es la primera vez que se producirá una intervención por proyectos de este tipo. Además, se trata de una zona rural con muy baja densidad poblacional, donde predomina la propiedad de la tierra en pequeñas fincas o parcelas con extensiones que varían entre 100 y 10 manzanas (7 y 0.7 hectáreas), la mayoría de ellas con cultivos estacionales como granos básicos o semi-perennes como musáceas o cafetos que se mezclan con árboles frutales, con la presencia de algunos vestigios de bosque secundario del trópico seco de porte bajo.
- Tramo II** Este tramo inicia muy cerca del sitio conocido como Los Alpes de la comarca 19 de Julio extendiéndose en dirección nor-noroeste por unos 800 metros hasta la comarca El Reventón muy cerca de la carretera Vieja a León (en el punto con coordenadas UTM 568182 Este y 1335205 Norte) desde donde se extiende en dirección nor-este por una longitud de unos 7.35 kilómetros hasta alcanzar el

barrio Bello Amanecer, jurisdicción del municipio de Ciudad Sandino. A continuación el tramo se extiende en dirección nor-noroeste hasta el sitio conocido como Ranchos Masilí (en el punto con coordenadas UTM 570390 Este y 1343598 Norte), siguiendo posteriormente en dirección nor-este hasta la subestación Los Brasiles, en el punto 571497 Este y 1344801 Norte). Esta subdivisión considera que el tramo pertenece a la cuenca que drena hacia el Lago de Managua, con relieve de pendientes que oscilan entre el 5 y el 12%, donde la línea de transmisión hará uso de de las mismas estructuras de apoyo que soportan la línea que transmite la energía entre las subestaciones Los Brasiles y la Subestación Masaya. Se trata de una zona donde los impactos ambientales serán mínimos, ya que existe un derecho de vía previamente adquirido, el cual ha sido sometido a mantenimiento constante y donde las actividades a desarrollar como parte del proyecto se limitan al izaje del cableado. Al finalizar este tramo posee las características que cruza en las proximidades de zonas urbanas densamente pobladas, con pendientes muy suaves y fuerte intervención antropogénica.

Para cada uno de los tramos en que se ha dividido el proyecto para facilitar la identificación, análisis y evaluación de los impactos ambientales se ha procedido de forma general de la siguiente manera:

- ◆ Identificación de las actividades o acciones del proyecto que puedan resultar en impactos negativos o positivos al medio ambiente.
- ◆ Predicción de cómo estas acciones afectarán los diversos componentes ambientales (físico, bióticos o sociales), con base a experiencias previas y juicio profesional.
- ◆ Evaluación de la magnitud e intensidad de cada impacto.

## **6.8 Interpretación del Balance de los Impactos.**

Para la interpretación de las viabilidades ambientales de desarrollo del Proyecto **LINEA DE TRANSMISION LOS BRASILES-SAN RAFAEL DEL SUR** se plantean tres escenarios para analizar la afectación de la calidad ecológica:

- Como primer escenario de análisis se considera la línea base donde se valora el estado ambiental de la zona sin la intervención del proyecto;
- En el segundo escenario se valoran los efectos sobre el medio ambiente con la ejecución del proyecto pero sin la aplicación de las medidas ambientales, y
- En la tercera opción se valora la situación ambiental de la zona considerando la ejecución del proyecto y la aplicación de las medidas ambientales de mitigación.

### **6.9 Factor ambiental atmósfera:**

Constituye el factor ambiental más susceptible de recibir impactos negativos como consecuencia de la ejecución del proyecto. La línea base definida para el tramo I que comprende el trazado entre San Rafael del Sur y el sitio conocido como Los Alpes, en la Comarca 19 de Julio, municipio de El Crucero, demuestra que la calidad ecológica del factor ambiental atmósfera se clasifica como buena, sin embargo, debe aclararse que la atmósfera es afectada en ese tramo por los gases que emanan del volcán Santiago y las emisiones de polvo que genera el tráfico de vehículos automotores por los caminos de tierra que cruzan este tramo. Con la ejecución del proyecto sin la aplicación de medidas ambientales, la atmósfera experimentaría una afectación en su calidad ecológica, la cual pasaría de ser ligeramente buena a una clasificación mala, situación que responde a la operación de maquinaria, traslado de materiales y obreros que generarían ruidos y emisiones de polvo y material particulado.

Si el proyecto se ejecuta con el desarrollo paralelo de un programa de gestión ambiental, el componente atmósfera siempre experimentará afectaciones que repercutirán negativamente en su calidad ecológica, sin embargo, se puede comprobar que será en menor magnitud que cuando se considera la no ejecución de medidas ambientales. La reducción de los efectos negativos sobre el factor atmosférico considera que el traslado de materiales se hará para varios sitios de emplazamiento de estructuras de apoyo a la misma vez con lo cual se reducen los viajes de medios automotores al área del proyecto. Otro elemento que se toma en cuenta es que se hará recolección y evacuación diaria de los residuos sólidos generados en cada sitio de trabajo, lo mismo que la exigencia de certificados de emisiones actualizados para todos los medios de transporte y una prohibición expresa acompañada de supervisión permanente para impedir que los restos de árboles, ramas y hojas sean quemadas en el sitio.

### **6.10 Factor ambiental suelo:**

El suelo es un factor ambiental que refleja una calidad ecológica clasificada como mala en el Tramo I antes que se ejecute el proyecto línea de transmisión San Rafael-Los Brasiles. Esta valoración considera que el suelo es un factor ambiental que muestra una degradación progresiva en el horizonte A producto del uso que se ha dado al mismo y las fuertes pendientes existentes en la parte final de este tramo donde es muy común encontrar pendientes mayores del 10%.

La evaluación realizada señala que el suelo experimentaría una degradación severa, si no se aplican medidas ambientales para minimizar el impacto sobre este importante factor ambiental, de tal manera que alcanzaría una calidad ecológica muy mala. Es importante señalar que este impacto tendría su mayor expresión de forma puntual en los sitios donde se emplacen las estructuras de apoyo y en menor medida en el derecho de vía de la línea de transmisión. La falta de una gestión ambiental consistente provocaría que el impacto sobre el suelo podría transformarse en pasivos ambientales progresivos de duración prolongada.

La evaluación realizada para este factor ambiental aplicando todas las medidas ambientales propuestas en el PGA señala que la calidad ecológica alcanzará valores que la clasifican como mala, pero con una tendencia a reducir esos daños. Es importante destacar que estos daños solamente se harán sentir en el tramo I, que se extiende desde San Rafael del Sur hasta el sitio conocido como Los Alpes, ubicado en la comarca 19 de Julio donde se construirán las estructuras de apoyo de la línea de transmisión, las que tendrán patas a desnivel para minimizar los movimientos de tierra, además que los contratistas definirán en el territorio solamente el área a intervenir para evitar alteraciones no necesarias en cada sitio de emplazamiento. En el tramo 2 no se construirán estructuras de apoyo, ya que utilizarán las existentes en la línea de transmisión Los Brasiles-Masaya.

#### **6.11 Factor ambiental agua:**

El agua superficial es un recurso natural prácticamente inexistente en el área de estudio. La valoración realizada por el personal que elabora el EIA del proyecto “Línea de transmisión San Rafael-Los Brasiles” determina que la calidad ecológica de este recurso, antes del emplazamiento del proyecto, es negativa y la clasifica como mala, donde influye el hecho que las condiciones del terreno y la transformación que ha tenido el bosque original facilitan la concentración rápida del agua de escorrentía lo que incrementa la erosión hídrica y obstaculiza el proceso de infiltración que es la reserva de agua que alimenta los ríos en la época seca.

Los efectos sobre el factor ambiental agua superficial, en caso que el proyecto se ejecute sin el desarrollo paralelo de un programa de gestión ambiental, permitirán que la calidad ecológica del agua superficial se vea afectada pero en intensidades reducidas, ya que tales afectaciones se pueden generar solamente en los sitios donde se emplazarán las estructuras de apoyo, con lo cual se generarían focos de perturbaciones diseminados a lo largo del tramo que estará en ejecución.

La evaluación realizada por el equipo de trabajo determina que la calidad ecológica del agua superficial, cuando se aplican las medidas ambientales concebidas en el EIA, alcanza valores que la clasifican como mala, pero se trata de perturbaciones que serán temporales y son totalmente reversibles. De esta manera se comprueba que el desarrollo paralelo del programa de gestión ambiental concebido en el EIA permitirá que estas afectaciones sean apenas perceptibles para este importante factor ambiental. En el Tramo II, las afectaciones al factor ambiental agua son prácticamente nulas.

#### **6.12 Factor ambiental biodiversidad:**

La transformación de la vegetación original compuesta por un bosque bajo del trópico seco dando paso a cultivos perennes lo mismo que cultivos estacionales ha afectado también a la fauna porque ha destruido hábitats y nichos ecológicos que ha obligado a muchas especies animales a emigrar, gran cantidad de estas especies han desaparecido por completo de la zona.



Como parte del estudio de impacto ambiental se ha realizado una evaluación de la situación del ambiente en el área de influencia del proyecto, lo que incluye la biodiversidad. Esta evaluación demuestra que en el escenario que considera la no realización del proyecto, la diversidad biológica es un factor ambiental que posee una calidad ecológica clasificada como mala.

El factor ambiental biodiversidad, que engloba los elementos flora y fauna que forman parte del ecosistema, constituye uno de los factores más afectados con la ejecución del proyecto y se puede prever fácilmente que la construcción, emplazamiento y operación de la línea de transmisión sin la ejecución de un programa de gestión ambiental repercutirá negativamente en ese factor ambiental hasta llevar la calidad ecológica del mismo hasta un nivel considerado muy malo. En la flora y la fauna, es un factor ambiental que experimentará efectos positivos con la ejecución del programa de gestión ambiental que ha sido concebido como parte del EIA. La evaluación realizada por el equipo de trabajo determina que la situación de la diversidad biológica no cambiará de forma trascendental en el área de influencia del proyecto y que su calidad ecológica seguirá siendo negativa, sin embargo, será menos negativa que las condiciones que posee antes que se ejecute el proyecto. Si bien es cierto que el derecho de vía será un elemento que fragmentará en algunas zonas las formaciones arbóreas que todavía persisten y que la línea de transmisión representa un riesgo de colisiones para la avifauna, las medidas que incluyen el enriquecimiento de la vegetación de ribera en quebradas y cauces, permitirá mejorar, a mediano y largo plazo, el bosque de galería y recuperará hábitats donde la fauna encontrará refugio y alimentos.

### **6.13 Factor ambiental paisaje:**

El paisaje es otro factor ambiental que aunque su calidad ecológica actual se ha definido como ligeramente buena, es susceptible de experimentar una degradación de su calidad si el Tramo I del proyecto se ejecuta sin la aplicación de un programa de gestión ambiental. La evaluación realizada por los consultores contratados para determinar la calidad ecológica del paisaje, en el caso que el proyecto se ejecute sin gestión ambiental, señala que la calidad del paisaje en el tramo I alcanzará valores que la ubican como muy mala, y en este resultado influye que la limpieza del derecho de vía no seguirá un ordenamiento técnico con lo cual las afectaciones se manifestarán con una magnitud mayor en el área de influencia.

El emplazamiento de la línea de transmisión y todos sus elementos en el entorno natural de la ladera oeste de las Sierras de Managua implica la introducción de un elemento extraño que, sin duda alguna, se destacará entre el resto de componentes del medio ambiente de ese ecosistema. El desarrollo paralelo del programa de gestión ambiental concebido en el EIA implica que se tratará de reducir el impacto visual que generarán, sobre todo, las estructuras de apoyo de la línea de transmisión sembrando en el lado visible desde la carretera especies arbóreas de gran desarrollo que reducirán a mediano y largo plazo el efecto sobre la calidad escénica del paisaje. En el Tramo II, la ejecución del proyecto generará impactos ambientales

#### **6.14 Factor ambiental socio-económico:**

El aspecto socio-económico es un factor ambiental que antes de la ejecución del proyecto refleja los efectos de la crisis económica que afecta a nuestro país, la que también es influenciada por factores externos como es la crisis económica mundial y los precios del petróleo. La evaluación realizada en la caracterización ambiental del área de estudio antes que se ejecute el proyecto, señala que los aspectos socio-económicos presentan una calidad ecológica definida como ligeramente buena, pero también enfrenta un proceso de degradación que podría llevarlo a peores condiciones. A pesar que la densidad poblacional en el área de estudio del Tramo I es baja, la población económicamente activa, enfrenta un proceso de migración hacia las ciudades cercanas, como es Managua y muchos de los pobladores en edad de trabajar emigran hacia Costa Rica y en menor medida hacia los Estados Unidos de Norteamérica.

La evaluación realizada por el equipo de trabajo para el factor ambiental que abarca los aspectos socio-económicos reflejan que se trata de un componente del ecosistema que recibirá efectos que permiten ubicar su calidad ecológica como buena y posibilidades de alcanzar una magnitud que la ubique como muy buena, aunque el proyecto se ejecute sin un programa de gestión ambiental en todo el ciclo de vida del mismo.

Los aspectos socio-económicos, que constituyen otro factor ambiental de todo ecosistema, experimentarán un efecto positivo de mayor magnitud en el escenario donde el proyecto se ejecuta con la aplicación del programa de gestión ambiental concebido por los consultores contratados por ENATREL para elaborar el Estudio de Impacto Ambiental. El desarrollo de la gestión ambiental requerirá mayor cantidad de mano de obra lo que representa mayores oportunidades de empleo e ingresos para otros núcleos familiares de la zona, pero además de las oportunidades de empleo, el personal contratado para realizar la gestión ambiental adquirirá conocimientos y habilidades que llevará a la práctica, lo que se traduce en un capital que estará a disposición de la sociedad local que podrán utilizar aún después que finalice el proyecto. Estas consideraciones permiten que la evaluación realizada haciendo uso de la metodología de Los Indicadores refleje que los aspectos socio-económicos adquirirán una calidad ecológica que se clasifica como muy buena, en el escenario en donde el proyecto es acompañado por la ejecución paralela de la gestión ambiental.

#### **6.15 Análisis de Riesgos**

El territorio nacional, y sobre todo la región del Pacífico está sometido a una cantidad de amenazas naturales que sumado a la vulnerabilidad que han creado las actividades antrópicas en esa región geográfica genera una serie de riesgos que es importante conocer a la hora de desarrollar un proyecto, con el objetivo

de definir una serie de medidas para enfrentar situaciones de emergencia creadas al desencadenarse una de estas amenazas naturales.

El manejo integral del riesgo se orienta a la planificación de respuestas a siniestros que puedan presentarse en las distintas etapas de los proyectos de transmisión de energía (construcción, operación, repotenciación, modificación y/o ampliación y desmantelamiento), los cuales potencialmente puedan afectar, los bienes, recursos humanos e intereses empresariales, la comunidad y el medio ambiente que lo rodea. Para realizar ésta planeación se utiliza en el EIA una metodología, basada en ingeniería de riesgos, que permite identificar, analizar y evaluar la amenaza, la vulnerabilidad y el riesgo, buscando adoptar estrategias integrales para la administración de dichos riesgos.

### **6.16 Medidas Ambientales**

Los impactos ambientales identificados en el capítulo de evaluación de los impactos deben ser abordados por los ejecutores del proyecto desde la fase de diseño con el objeto de definir la aplicación de medidas, acciones y obras de ingeniería que permitan reducir los efectos de tales impactos.

Las medidas ambientales son una herramienta de planificación que establece lineamientos y procedimientos para manejar los potenciales impactos ambientales del proyecto en ejecución. Este programa de medidas presenta la guía del proyecto sobre la estrategia del manejo ambiental, procedimiento especializado, de construcción ambiental, prevención y control de impactos ambientales.

Las estrategias para controlar los impactos ambientales y sociales deben generalmente ser consideradas en el siguiente orden:

- Prevención -evitar el impacto potencial
- Minimización - disminuir la escala espacial/temporal del impacto.
- Remedio - aplicar las técnicas de la rehabilitación después de que el impacto ha ocurrido.
- Compensación - aceptar el impacto o el impacto residual y compensar apropiadamente (monetariamente o en otras formas - por ejemplo, entrenamiento, restauración en el lugar, programas de desarrollo comunal para manejo de recursos naturales, entre otras.).

Las acciones contenidas en las medidas de mitigación, así como las expresadas en los planes de contingencia, riesgos, monitoreo y seguimiento deben incorporarse en la parte contractual entre el inversionistas de Proyecto y la empresa ejecutora de la obra que incluyen medidas de mitigación a regular los impactos ambientales que se producen como resultado del desarrollo del proyecto, su operación y mantenimiento así como el cierre y abandono ordenado de las áreas intervenidas.

## VII. CONCLUSIONES.

- El trazado previsto para la Línea de Transmisión San Rafael del Sur-Los Brasiles inicia en la cuenca hidrográfica que drena hacia el Océano Pacífico donde el área de estudio se caracteriza por una baja densidad poblacional y la presencia de vegetación de bajo porte, en su mayor parte compuesta por matorrales, cultivos estacionales como granos básicos y cultivos perennes como el cafeto, lo que permite prever impactos ambientales moderados ya que, de forma generalizada, la altura normada para los conductores sobrepasa la altura natural de la vegetación. El proyecto termina su trazado en la sub-cuenca hidrográfica Sur No. 1 que drena hacia el Lago de Managua, donde la línea hará uso de estructuras de apoyo que ya existen y dan servicio a la línea Los Brasiles-Masaya. Dada esa situación se tomó la decisión de dividir el proyecto en II Tramos, lo que facilita la evaluación y en el tramo II que corresponde a la cuenca que drena hacia el Lago de Managua el proyecto será emplazado en un área ya intervenida que permiten determinar impactos, que en su mayoría son nulos o poco significativos, porque ya funciona un proyecto similar.
- El desarrollo del proyecto en todas sus etapas generará impactos ambientales en diversos componentes del ambiente. La construcción y explotación de las instalaciones del proyecto, producirán impactos ambientales directos. El alcance y la intensidad de estos efectos dependerán en gran medida de las condiciones físicas y de la correcta planificación de los mismos.
- El trazado de la línea de transmisión San Rafael- Los Brasiles se caracteriza por generar incidencias lineales, donde los impactos directos se manifiestan sobre los poblados y entorno ambiental ubicado en el trazo del tendido de la línea, así como en los núcleos poblacionales donde se ubican las subestaciones. El proyecto se localiza en zonas fuertemente intervenidas por las acciones humanas, especialmente las urbanizaciones en las partes bajas de la cuenca y por la agricultura principalmente café en la parte media y alta. Gran parte de la zona a ser ocupada por el proyecto presenta un panorama desprovisto de vegetación importante, la misma se fundamenta en áreas matorralosas.
- Los impactos directos negativos sobre el ámbito socioeconómico o sociocultural, emergentes de la construcción y explotación de instalaciones de transmisión serán, cuando realmente ocurren, nulos de poca importancia.
- Un aspecto importante a destacar como resultado de la evaluación de los impactos ambientales lo es las afectaciones sobre la población como resultado del tendido de la línea de transmisión, sin embargo el no desplazamiento de la misma y la estructuración e implementación del plan de compensación por servidumbre de paso reducirá el efecto sobre la comunidad afectada.

Resumen Ejecutivo  
Informe Final Estudio de Impacto Ambiental  
Proyecto “Línea de Transmisión de 138 kV, San Rafael del Sur – Los Brasiles

- En cumplimiento con las Regulaciones Ambientales del país, el grupo consultor desarrolló un Plan de Contingencias que contempla los requerimientos específicos para proporcionar una respuesta inmediata y eficaz a cualquier situación de emergencia, con el propósito de prevenir los impactos adversos a la salud humana y, al mismo tiempo, proteger la propiedad en el área de influencia y el medio ambiente del área a ser afectada por la ejecución del proyecto.
  
- Los impactos positivos generados por el proyecto favorecen el desarrollo de la economía local y regional, dado que permitirá impulsar las diversas actividades económicas, con la dotación de energía eléctrica necesaria que satisfaga la demanda del área metropolitana de Managua donde se concentra la mayor actividad económica del país.
  
- Finalmente el EIA concluye que el proyecto analizado es ambientalmente viable en su contenido relacionados con las actividades de transmisión de energía eléctrica en la zona de su recorrido, en el marco de las medidas de acción preventivas y/o correctivas que se tendrá que asumir para su normal operación así como por las acciones planteadas en el plan de contingencias y el Programa de Gestión Ambiental. Otro elemento de juicio que demuestra la viabilidad del proyecto, es el hecho que en el tramo II que comprende desde el parte aguas que forman las Sierras de Managua hasta su punto final en la Subestación Los Brasiles, la línea de transmisión será instalada sobre estructuras de apoyo que ya existen que sirven de soporte a la línea de transmisión Los Brasiles-Masaya.

## MAPA DE ZONIFICACION AMBIENTAL

Resumen Ejecutivo  
 Informe Final Estudio de Impacto Ambiental  
 Proyecto "Línea de Transmisión de 138 kV, San Rafael del Sur – Los Brasiles"

