

## Evaluación Complementaria y Plan de Acción para la Biodiversidad de la Fase II del Proyecto Geotérmico Volcán Cosigüina

Junio 2016

Environmental Resources Management  
1776 I St  
Suite 200  
Washington, DC 20006

[www.erm.com](http://www.erm.com)



*The world's leading sustainability consultancy.*



Preparado para:  
Banco Interamericano de Desarrollo



*Evaluación Complementaria y Plan de Acción para la  
Biodiversidad de la Fase II del Proyecto Geotérmico Volcán  
Cosigüina*

Junio 2016

**Environmental Resources Management**

1776 I St.

Suite 200

Washington, DC 20006

+1.202.466.9090 (p)

+1.202.466.9191 (f)

<http://www.erm.com>

---

**Ricardo N. Calvo, Ph.D.**

Socio

## TABLA DE CONTENIDO

<b>1.0</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
1.1	OBJETIVOS.....	4
1.2	ALCANCE.....	4
1.3	DEFINICIONES.....	5
<b>2.0</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO GEOTÉRMICO VOLCÁN COSIGÜINA</b> .....	<b>7</b>
2.1	FASE I.....	9
2.2	FASE II.....	12
<b>3.0</b>	<b>METODOLOGÍA</b> .....	<b>13</b>
3.1	PASO 1: REVISIÓN DE LA INFORMACIÓN DISPONIBLE.....	13
3.2	PASO 2: VISITA AL SITIO.....	13
3.3	PASO 3: PLAN DE ACCIÓN.....	15
3.4	LIMITACIONES.....	15
<b>4.0</b>	<b>CONTEXTO BIOGEOGRÁFICO DEL VOLCÁN COSIGÜINA</b> .....	<b>16</b>
<b>5.0</b>	<b>CARATERIZACIÓN DE LOS HÁBITATS AFECTADOS</b> .....	<b>18</b>
5.1	DESCRIPCIÓN GENERAL.....	18
5.2	PLATAFORMA A.....	20
5.3	PLATAFORMA B.....	22
5.4	PLATAFORMA C.....	24
<b>6.0</b>	<b>CARACTERIZACIÓN DE LA FLORA Y FAUNA AFECTADA</b> .....	<b>27</b>
6.1	VEGETACIÓN Y FLORA.....	27
6.2	MAMÍFEROS.....	31
6.3	AVES.....	32

6.4	<i>QUELONIOS (TORTUGAS)</i> .....	36
6.5	<i>SQUAMATA (LAGARTIJAS Y SERPIENTES)</i> .....	36
6.6	<i>ANFIBIOS</i> .....	41
6.7	<i>PECES</i> .....	41
6.8	<i>INVERTEBRADOS</i> .....	42
7.0	<i>CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA PROTEGIDA “RESERVA NATURAL VOLCÁN COSIGÜINA”</i> .....	43
8.0	<i>IDENTIFICACIÓN DE VALORES CLAVE DE BIODIVERSIDAD Y HÁBITATS NATURALES CRÍTICOS</i> .....	50
8.1	<i>VALORES CLAVE DE BIODIVERSIDAD</i> .....	50
8.2	<i>HÁBITATS NATURALES CRÍTICOS</i> .....	51
9.0	<i>EVALUACIÓN DE IMPACTOS E IDENTIFICACIÓN DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN</i> .....	53
9.1	<i>IMPACTOS Y RIESGOS DE LA EXPLORACIÓN GEOTÉRMICA</i> .....	53
9.2	<i>IMPACTOS Y RIESGOS A LOS VALORES CLAVE DE BIODIVERSIDAD</i> .....	54
9.2.1	<i>Bosque Tropical Seco Centroamericano y Cobertura Forestal</i> .....	54
9.2.2	<i>Lapa Roja (Ara macao cyanoptera) y Mono Araña (Ateles geoffroyi)</i> .....	55
9.2.3	<i>Iguana Verde (Iguana iguana) y Garrobo Negro (Ctenosaura similis)</i> .....	56
9.2.4	<i>Lagartijas y Culebras de Sotobosque</i> .....	56
9.3	<i>IMPACTOS Y RIESGOS A LOS HÁBITATS NATURALES CRÍTICOS</i> .....	56
9.3.1	<i>Reserva Natural Volcán Cosigüina</i> .....	56
9.3.2	<i>Hábitats Naturales Críticos para Especies en Peligro y Vulnerables</i> .....	57
9.4	<i>IDENTIFICACIÓN DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN</i> .....	57

<b>10.0 EVALUACIÓN DE IMPACTOS RESIDUALES Y POTENCIAL PARA CONVERSIÓN Y DEGRADACIÓN SIGNIFICATIVA.....</b>	<b>59</b>
<b>10.1 IMPACTOS RESIDUALES SIGNIFICATIVOS Y ACCIONES DE COMPENSACIÓN.....</b>	<b>59</b>
<b>10.2 POTENCIAL PARA CONVERSIÓN Y DEGRADACIÓN SIGNIFICATIVA DE HÁBITATS NATURALES CRÍTICOS.....</b>	<b>60</b>
<b>11.0 PLAN DE ACCIÓN PARA LA BIODIVERSIDAD .....</b>	<b>61</b>
<b>11.1 MARCO CONCEPTUAL.....</b>	<b>61</b>
<b>11.2 PROGRAMA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL.....</b>	<b>61</b>
<b>11.3 PLAN DE PROTECCIÓN DE LOS BOSQUES .....</b>	<b>61</b>
<b>11.4 RESCATE Y REUBICACIÓN DE FLORA Y FAUNA.....</b>	<b>62</b>
<b>11.5 PREVENCIÓN Y CONTROL DE INCENDIOS .....</b>	<b>63</b>
<b>11.6 ACTUALIZACIÓN Y MODIFICACIÓN DEL PLAN DE MANEJO DE LA RNVC.....</b>	<b>64</b>
<b>11.7 FORTALECIMIENTO DE GUARDAPARQUES Y BRIGADAS CONTRA INCENDIOS.....</b>	<b>64</b>
<b>11.8 RESTAURACIÓN Y REFORESTACIÓN COMPENSATORIA .....</b>	<b>65</b>
<b>11.9 FORTALECIMIENTO DEL USO SOSTENIBLE DE RECURSOS VIVOS NATIVOS.....</b>	<b>66</b>
<b>11.10 PLAN DE CIERRE DE POZOS, PLATAFORMAS Y OBRAS ANEXAS ...</b>	<b>66</b>
<b>11.11 MONITOREO Y EVALUACIÓN.....</b>	<b>67</b>
<b>12.0 LITERATURA Y FUENTES CONSULTADAS.....</b>	<b>68</b>

## LISTA DE TABLAS

Tabla 3-1: Grupos de Interés Entrevistados .....	14
Tabla 9-1: Area de Habitat para las Plataformas y Accesos de la Fase II.....	54

## LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1-1: Ubicación del Proyecto Geotérmico Volcán Cosigüina</i> .....	2
<i>Figura 2-1: Cráter del Volcán Cosigüina</i> .....	8
<i>Figura 2-2: Volcanes Cosigüina y San Juan</i> .....	8
<i>Figura 2-3: Fase I del Proyecto Geotérmico Volcán Cosigüina</i> .....	11
<i>Figura 5-1: Mapa de Vegetación</i> .....	19
<i>Figura 5-2: Sitio de la Plataforma A</i> .....	21
<i>Figura 5-3: Zona Encajonada en el Sendero a la Plataforma A</i> .....	22
<i>Figura 5-4: Sitio de la Plataforma B</i> .....	23
<i>Figura 5-5: Vivienda cerca de la Plataforma B</i> .....	24
<i>Figura 5-6: Sendero hacia la Plataforma C</i> .....	25
<i>Figura 5-7: Sitio de la Plataforma C</i> .....	26
<i>Figura 6-1: Península de Cosigüina en Época Seca, con Aspecto Árido Típico del Bosque Seco</i> .	27
<i>Figura 6-2: Bosque Seco Maduro por la Parte Baja de la Plataforma A</i> .....	28
<i>Figura 6-3: Bosque Seco en Quebrada con Mayor Humedad, Sendero a Plataforma A</i> .....	29
<i>Figura 6-4: Formaciones Antrópicas de Potreros y Bosques Abiertos, Zona de la Plataforma B</i> .	30
<i>Figura 6-5: Ejemplar de un Genízaro Maduro (Albizia saman) en Zona Perturbada</i> .....	31
<i>Figura 6-6: Ejemplar de Lora Nuca Amarilla (Amazona auropalliata) en Cautiverio, Potosí</i> .....	33
<i>Figura 6-7: Cuclillo Enmascarado (Coccyzus minor)</i> .....	34
<i>Figura 6-8: Garrapatero Común (Crotophaga sulcirostris)</i> .....	34
<i>Figura 6-9: Guardabarranco Común (Eumomota superciliosa)</i> .....	35
<i>Figura 6-10: Tórtola Aliblanca (Zenaida asiatica)</i> .....	35
<i>Figura 6-11: Caparazón de Rhinoclemmys pulcherrima cerca de la Plataforma A</i> .....	36
<i>Figura 6-12: Garrobo Negro (Ctenosaura similis)</i> .....	37

<i>Figura 6-13: Anolis (Norops) quaggulus</i> .....	38
<i>Figura 6-14: Anolis (Norops) wellbornae</i> .....	38
<i>Figura 6-15: Aspidoscelis deppii</i> .....	39
<i>Figura 6-16: Holcosus undulatus pulcher</i> .....	39
<i>Figura 6-17: Mabuya brachypoda</i> .....	40
<i>Figura 6-18: Sceloporus variabilis</i> .....	40
<i>Figura 7-1: Área Protegida Reserva Natural Volcán Cosigüina</i> .....	45
<i>Figura 7-2: Rótulo Indicando Límite de Zona de Amortiguamiento de la RNVC por la vía de Acceso entre El Capulín y El Mojado</i> .....	46
<i>Figura 7-3: Invasión y Deforestación de Tierras dentro de la Zona de Amortiguamiento de la RNVC, Ruta al Mirador de los Tres Países</i> .....	47

El Banco Interamericano de Desarrollo (BID o Banco), a través de los préstamos NI-L1040, NI-L1050 y NI-1063, brinda financiamiento para la implementación del *Programa Nacional de Electrificación Sostenible y Energía Renovable* (PNESER) de Nicaragua. El PNESER es un programa multianual que tiene como objetivo “tener un efecto transformacional en la cobertura eléctrica a nivel nacional, a través del aumento significativo de la tasa de cobertura del servicio eléctrico, contemplando a su vez el escalamiento del uso de las energías renovables y la promoción de la eficiencia energética en Nicaragua” (BID 2012). El Componente No. 4 del PNESER corresponde a la pre-inversión y estudios de proyectos de generación de energía renovable. El Ministerio de Energía y Minas (MEM), la Empresa Nacional de Transmisión Eléctrica (ENATREL) y la Empresa Nicaragüense de Electricidad (ENEL) lideran la implementación del PNESER (BID 2012).

Asimismo, Nicaragua cuenta con un *Plan de Inversión para Nicaragua* (PINIC) para implementar el *Programa de Ampliación de las Energías Renovables y del Acceso a Energía* (SREP, por sus siglas en inglés), apoyado por el Fondo Estratégicos para el Clima (CIF, por sus siglas en inglés) y otras entidades incluyendo el BID. El Componente No. 1 del SREP corresponde al desarrollo de la energía geotérmica de Nicaragua en los proyectos priorizados: Casita-San Cristóbal, Volcán Cosigüina, Volcán Mombacho y Caldera de Apoyo (MEM 2015).

Bajo los mencionados programas, el MEM está desarrollando el Proyecto Geotérmico Volcán Cosigüina (el Proyecto) ubicado en las comunidad El Mojado y El Capulín, municipio de El Viejo, Departamento de Chinandega, dentro del Área Protegida “Reserva Natural Volcán Cosigüina” (RNVC, ver Figura 1-1). El Proyecto tiene un potencial estimado de 106 megavatios (MW) (MEM 2015).



Figura 1-1: Ubicación del Proyecto Geotérmico Volcán Cosigüina

La empresa *Artículos y Construcciones Eléctricas de Nicaragua S.A. (ACN)* fue seleccionada por el MEM como contratista y actualmente está iniciando el Estudio de Pre-Factibilidad - Fase I del Proyecto. Este consiste en tres plataformas (A, B, C) cada una con un pozo de diámetro reducido ("*slim-hole*") con una profundidad de 1,000 metros (m). En base a resultados favorables obtenidos de la Fase I, ENEL (como el ejecutor del Componente 1 del SREP) continuaría a la Fase II - Exploración Comercial, la cual consiste en la perforación de hasta tres pozos de exploración profunda (estimado en 2,000 m) con diámetro comercial en aproximadamente la misma ubicación que los pozos de diámetro reducido. El objetivo de la Fase II es mejorar el nivel de información del recurso geotérmico del área del volcán Cosigüina, confirmar su viabilidad como generación de energía geotérmica y obtener información que sería utilizada en un futuro Estudio de Factibilidad del Proyecto.

De acuerdo a la *Política de Medioambiente y Cumplimiento de Salvaguardias (OP-703, 2006)* del BID, el Proyecto se clasifica como Categoría "A" en base en la ubicación del Proyecto dentro de áreas consideradas hábitats naturales críticos según la Directriz B.9 Hábitats naturales y sitios culturales.

*Environmental Resources Management (ERM)* ha sido contratado por el BID para desarrollar estudios complementarios y asistir que la Fase II del Proyecto cumpla con su *Política de Medio Ambiente y Cumplimiento de Salvaguardias*. El presente reporte presenta el Plan de Acción para la Biodiversidad (PAB) de la Fase II del Proyecto, el cual es complementado por una Evaluación de Efectos Acumulativos (EEA; ERM 2016).

El PAB está organizado en las siguientes secciones:

- 1.0: Introducción, incluyendo objetivos, alcance y definiciones
- 2.0: Descripción del Proyecto y la Fase II
- 3.0: Metodología
- 4.0 Contexto biogeográfico del Volcán Cosigüina
- 5.0: Caracterización de los hábitats afectados
- 6.0: Caracterización de la flora y fauna afectada
- 7.0: Caracterización del Área Protegida "Reserva Natural Volcán Cosigüina"

- 8.0: Identificación de valores clave de biodiversidad y hábitats naturales críticos
- 9.0: Evaluación de impactos e identificación de medidas de mitigación
- 10: Evaluación de impactos residuales y potencial para conversión y degradación significativa
- 11: Plan de Acción para la biodiversidad
- 12: Literatura y Fuentes Consultadas
- Abreviaturas y Acrónimos

## 1.1 *OBJETIVOS*

Los principales objetivos del presente estudio son:

- Identificar los valores clave de biodiversidad y los hábitats naturales críticos que podrían ser impactados por la Fase II del Proyecto, tomando en consideración la consulta con grupos de interés clave.
- Evaluar los impactos de la Fase II del Proyecto sobre los valores clave de biodiversidad y los hábitats naturales críticos.
- Desarrollar un marco para la gestión integrada de los impactos a la biodiversidad durante la Fase II del Proyecto, incluyendo el cierre y abandono de los pozos, con el objetivo de alcance una pérdida neta cero de valores clave de biodiversidad y hábitats críticos naturales a mediano y largo plazo.

## 1.2 *ALCANCE*

El presente PAB evalúa los impactos más relevantes generados por la Fase II del Proyecto sobre los valores clave de biodiversidad y hábitats naturales críticos en su área de influencia. El PAB se basa en información de estudios existente e información disponible en el ámbito público y libremente accesible. Asimismo, se incorporan las observaciones en sitio y el aporte de grupos de interés clave obtenido durante una visita de campo.

En cuanto al alcance espacial del PAB, se considera como área de influencia directa de la Fase II del Proyecto un radio de 500 m alrededor de los componentes de la Fase I para cubrir cualquier cambio de ubicación que pudiera haber en estos componentes y cubrir la probable extensión de impactos de esta Fase, especialmente relacionado al ruido generado durante la perforación y pruebas (ver Figura 2-3). Sin embargo, este PAB considera la totalidad del área terrestre del Área Protegida “Reserva Natural Volcán Cosigüina” como un hábitat natural crítico y campo de acción potencial para obtener beneficios para la conservación de valores clave de biodiversidad.

En cuanto al alcance temporal del PAB, se aplica a todas las fases del programa de la Fase II de exploración de diámetro comercial, desde la planificación hasta la puesta en producción o cierre definitivo de los pozos, dependiendo de los resultados de la Fase II.

### 1.3

#### *DEFINICIONES*

A continuación se proporciona la definición de los principales términos y conceptos del PAB y de la política OP-703 del BID (2006):

**Conversión significativa:** “Eliminación o disminución grave de la integridad de un hábitat crítico o natural causada por un cambio radical de largo plazo en el uso de la tierra o del agua” (BID 2006).

**Degradación:** “Modificación de un hábitat natural o crítico que reduzca sustancialmente la capacidad de ese hábitat natural de mantener poblaciones viables de especies nativas” (BID 2006).

**Hábitat natural crítico:** “(i) Áreas protegidas existentes u oficialmente propuestas por los gobiernos como tales o sitios que mantienen condiciones que son vitales para la viabilidad de las áreas anteriormente mencionadas; y (ii) áreas no protegidas pero a las cuales se les reconoce un elevado valor de conservación. Entre las áreas protegidas existentes figuran las reservas que satisfacen los criterios de las Categorías de Gestión de Áreas Protegidas I a VI de la Unión Mundial para la Naturaleza (IUCN), Sitios de Patrimonio Mundial, áreas protegidas bajo la Convención RAMSAR sobre Humedales, áreas núcleo de las Reservas Mundiales de la Biosfera, áreas incluidas en la lista de Parques y Áreas Protegidas de las Naciones Unidas. Áreas no protegidas pero a las que se les reconoce un alto valor de conservación, son aquellas que en opinión del Banco pudieran ser sitios que (i) sean altamente compatibles con la conservación de la biodiversidad, (ii) cruciales para especies amenazadas,

en peligro crítico, vulnerables o casi amenazadas y que aparecen como tales en la Lista Roja de Especies en Amenazadas de la IUCN, o bien (iii) críticas para la viabilidad de rutas o especies migratorias” (BID 2006).

**Plan de Acción para la Biodiversidad (PAB):** “El propósito de un PAB es documentar la estrategia y los compromisos del cliente para manejar los impactos del proyecto sobre biodiversidad, incluyendo requisitos (legales, políticos y compromisos con grupos de interesados) y objetivos (incluyendo la conservación o protección de valores clave de biodiversidad u objetos específicos) relacionados a la biodiversidad” (Watkins *et al.* 2015).

**Valores clave de biodiversidad:** “La gama de especies, comunidades naturales, ecosistemas, servicios ecosistémicos y procesos ecológicos que son los más importantes y más amenazados dentro del área de influencia del proyecto” (Watkins *et al.* 2015).

## DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO GEOTÉRMICO VOLCÁN COSIGÜINA

Esta sección brinda un resumen y el estatus del Proyecto Geotérmico Volcán Cosigüina (el Proyecto). La Fase I del Proyecto es desarrollada por el MEM, ENATREL y ENEL bajo el programa PNER. Dependiendo de los resultados de la Fase I, la Fase II será ejecutada por el Componente 1 SREP. Estos programas buscan contribuir al aumento de energía renovable, especialmente la energía geotérmica, en Nicaragua. El Proyecto está ubicado en las comunidades El Mojado, El Capulín y Potosí, Municipio de El Viejo, Departamento de Chinandega en la región del Pacífico de Nicaragua (ver Figura 1-1) y se encuentra en pre-factibilidad, Fase I. Tiene un potencial estimado de 106 MW y el MEM lo considera de mediano interés, correspondiente al proyecto geotérmico actualmente con mayor interés en Nicaragua (MEM 2015).

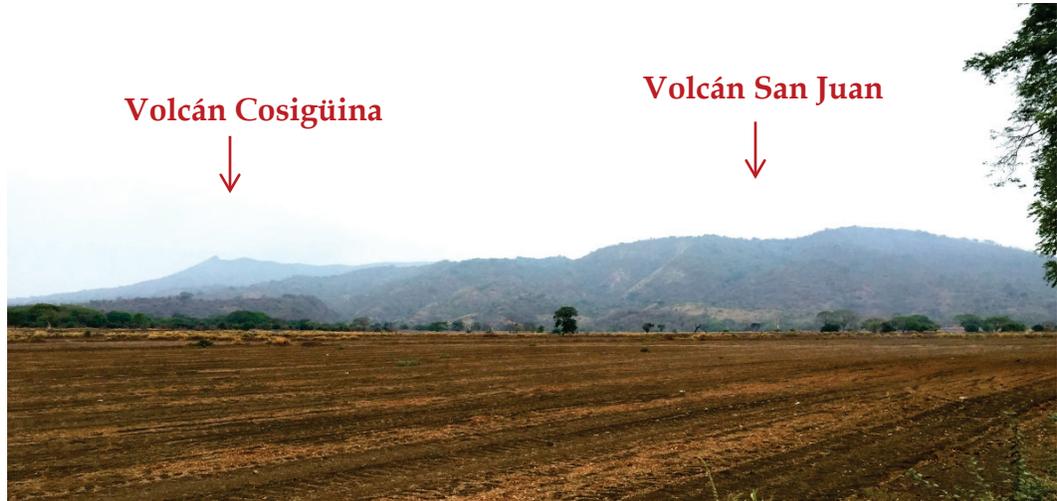
El volcán Cosigüina, de 872 m de altura, está ubicado en el extremo noroccidental de la cadena volcánica de los Maribios en la península de Cosigüina (MARENA 2006). El volcán Cosigüina es casi circular de tipo escudo. En 1835 tuvo una erupción explosiva, formando su actual cráter (ver Figura 2-1). El Proyecto se desarrollará en la zona de la loma Las Batidoras o volcán San Juan, la cual forma un ancho contrafuerte, ubicado al este del volcán Cosigüina, ver Figuras 1-1 y 2-2 (CNE 2001).

En el 2001, la Comisión Nacional de Energía (CNE) realizó estudios de reconocimiento sobre el potencial del recurso geotérmico del volcán Cosigüina como parte del *Plan Maestro Geotérmico de Nicaragua* (CNE 2001). La reserva de energía geotérmica se estimó en aproximadamente 106 MW (Categoría 3), calculado según el método volumétrico de Monte Carlo. Sin embargo, no se pudo concluir si existe un recurso geotérmico comercial (CNE 2001). En el 2003, el Decreto No. 79-2003 declaró el Área del Volcán Cosigüina como un Área de Recurso Geotérmico para la exploración y explotación de los recursos geotérmicos en Nicaragua.



Fuente: ERM, abril 2016

*Figura 2-1: Cráter del Volcán Cosigüina*



Fuente: ERM, abril 2016; vista sureste al noroeste

*Figura 2-2: Volcanes Cosigüina y San Juan*

ACN y Jacobs New Zealand Limited realizaron un estudio de reconocimiento superficial en el área del volcán Cosigüina en el 2014. Los resultados sugirieron la presencia de un sistema geotermal líquido dominante de alta temperatura ( $>250^{\circ}\text{C}$ ) y tamaño considerable, entre 7.8 kilómetros cuadrados ( $\text{km}^2$ ) y 20  $\text{km}^2$ . El sistema se centra en el flanco

este del volcán Cosigüina y el flanco suroeste del volcán San Juan (ver Figura 1-1). El estudio concluyó que el volcán Cosigüina tiene un recurso geotérmico inferido con una probabilidad de 50% de 82 MW, considerando un funcionamiento de la planta por 20 años con un factor de capacidad del 90% (ACN 2015b, Pelican 2016).

## 2.1

### FASE I

ACN, contratista seleccionada por el MEM, actualmente está llevando a cabo el estudio de pre-factibilidad - Fase I del Proyecto. ACN desarrolló varios estudios ambientales y sociales para la Fase I, incluyendo: *Estudio Socioeconómico del Proyecto de Exploración Geotérmica Volcán Cosigüina* (ACN 2015a), *Estudio de Impacto Ambiental del Estudio de Pre-factibilidad para el Proyecto Geotérmico Volcán Cosigüina – Fase Perforación Exploratorio* (ACN 2015b), *Documento de Impacto Ambiental del Estudio de Pre-factibilidad para el Proyecto Geotérmico Volcán Cosigüina – Fase Perforación Exploratorio* (ACN 2015c) e *Informe de Consulta Pública* (ACN 2015d).

El objetivo de la Fase I es elaborar el modelo conceptual del área geotérmica mediante el estudio de pre-factibilidad. La Fase I consiste en la construcción, perforación y pruebas de tres pozos de diámetro reducido. Los componentes de la Fase I son (ver Figura 2-3):

- Tres pozos (A, B, C) de diámetro reducido de 2.98 pulgadas con una profundidad de 1,000 m, cada uno en una plataforma de 25 m por 25 m (625 metros cuadrados [m<sup>2</sup>]) con áreas de almacenamiento, tanques de combustible, maquinaria, oficina y fosa de lodos,
- Rehabilitación de aproximadamente 4 km de un camino terciario existente de 3.5 m de ancho que inicia en el camino Potosí - Cosigüina en El Capulín y termina en El Mojado,
- Apertura de aproximadamente 2 km de nuevos acceso de 3.5 m de ancho, la mayoría sobre senderos abiertos existentes,
- Extracción y transporte de material de relleno del banco ubicado en la comunidad San Juancito sobre la carretera 265, a 12 km al sur del área de la Fase I,

- Extracción de aproximadamente 135 metros cúbicos por día (m<sup>3</sup>/día) de agua aguas abajo del ojo de agua La Piscina en Potosí, ubicado a 4 km de las plataformas (ver Figura 2-3), y transporte mediante camiones cisterna (“pipa”) e
- Instalaciones auxiliares: campamento temporal (ACN 2015b).

Se espera que los pozos generen vapor seco. En el caso que se genere vapor húmedo, el condensado (salmuera) será almacenado en un vertedero y reinyectado al pozo luego de finalizar las pruebas de descarga (ACN 2015b).

La Fase I requiere de dos cuadrillas de 30 personas para la construcción de las plataformas e instalaciones auxiliares y 60 personas técnicas para la perforación de los pozos. La duración de la Fase I se estima en un máximo de 8 meses (ACN 2015b), de mayo a diciembre 2016.

Antes de iniciar las actividades, ACN obtendrá el permiso de uso de fuentes de agua de la Autoridad Nacional del Agua (ANA), el permiso de corte y poda de árboles del Instituto Nacional Forestal (INAFOR) y el permiso de disposición final de desechos sólidos de la Alcaldía Municipal El Viejo.

Según el EIA (ACN 2015b), el área de influencia directa (AID) de la Fase I comprende un radio de 500 m alrededor de las plataformas, accesos e instalaciones auxiliares y es de aproximadamente 20 km<sup>2</sup> (ver Figura 2-3). Las plataformas están mayormente ubicadas en áreas intervenidas por agricultura y ganadería o áreas de bosque secundario en regeneración natural.

El AID está parcialmente ubicado dentro de la Zona Intangible – Subzona de Infiltración de Agua Loma La Batidora de la RNVC. La Ley No. 443 declara de Interés Nacional los Recursos Geotérmicos y en los casos que “el área objeto de la exploración o explotación se encuentre total o parcialmente en áreas protegidas, él o los concesionarios deberán obtener del Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales [MARENA] la respectiva aprobación del Estudio de Impacto Ambiental y del Permiso Ambiental, previo al inicio de la exploración o la explotación del recurso”. ACN obtuvo la aprobación del EIA (Categoría II) y el Permiso Ambiental de la Fase I el 23 de diciembre del 2015, mediante Resolución Administrativa DGCA No. P0022-0714-034-2015 de MARENA.

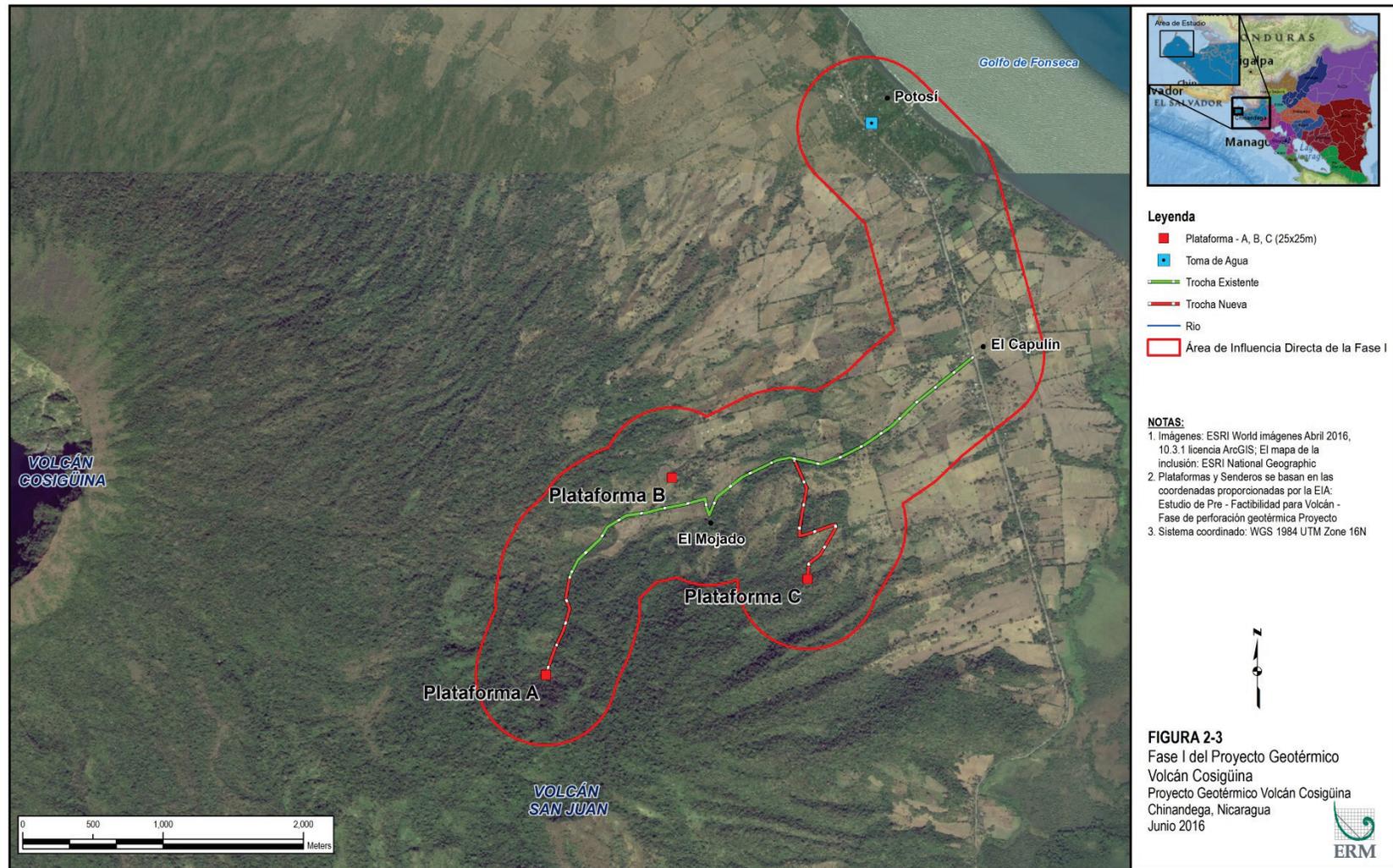


Figura 2-3: Fase I del Proyecto Geotérmico Volcán Cosigüina

## 2.2

### *FASE II*

En base a resultados favorables de la Fase I, ENEL continuaría a la Fase II – Exploración Comercial. El objetivo de la Fase II es mejorar el nivel de información del recurso geotérmico del área del volcán Cosigüina, confirmar su viabilidad como generación de energía geotérmica y obtener información que sería utilizada en un futuro Estudio de Factibilidad del Proyecto.

La Fase II consistiría en la construcción, perforación y pruebas de hasta tres pozos de exploración profunda, con los siguientes componentes:

- Hasta tres pozos de diámetro comercial de 8 pulgadas con una profundidad de aproximadamente 2,000 m, cada uno en una plataforma de 100 m por 120 m (12,000 m<sup>2</sup>), en aproximadamente los mismos lugares que las tres plataformas de la Fase I,
- Ampliación de los caminos de la Fase I de 3.5 m de ancho hasta 7 m de ancho y en ciertas zonas, hasta 13 m de ancho para radios de giro,
- Extracción y transporte de material de relleno y
- Extracción y transporte de agua.

Se prevé que los pozos de la Fase II estarían ubicados en aproximadamente la misma ubicación que los pozos de la Fase I, por lo que se ampliarían las plataformas existentes de la Fase I para la construcción de las plataformas de la Fase II, donde sea factible. No se tiene información sobre las instalaciones auxiliares o la duración de la Fase II.

Tanto MARENA como el BID requerirán de un EIA nuevo para la eventual producción de pozos y la construcción y operación de una central de generación geotérmica.

### 3.0 *METODOLOGÍA*

Este estudio y plan de acción utiliza la información disponible en publicaciones académicas, estudios técnicos y documentos oficiales relevantes, citadas en la Sección 12, *Literatura y Fuentes Consultadas*. Además se realizó una visita de campo al AID del Proyecto durante la semana del 25 abril 2016 y se realizaron reuniones de discusión con actores locales y gubernamentales para conocer sus inquietudes sobre el Proyecto tanto como para recabar información sobre la biodiversidad y el estado de conservación y gestión de la RNVC.

ERM desarrolló el PAB de la Fase II del Proyecto siguiendo los pasos iterativos que se describen a continuación.

#### 3.1 *PASO 1: REVISIÓN DE LA INFORMACIÓN DISPONIBLE*

ERM revisó la información disponible sobre la biodiversidad y la RNVC, utilizando estudios publicados en revistas científicas internacionales, estudios de fundaciones e instituciones nacionales y los estudios ambientales del Proyecto. En base a esta información, se elaboró una caracterización de los valores de biodiversidad del área de influencia de la Fase II y de los valores y la gestión del área protegida RNVC.

#### 3.2 *PASO 2: VISITA AL SITIO*

El Dr. Robert Langstroth, especialista en biodiversidad de ERM, realizó una visita al sitio la semana del 25 de abril del 2016 para:

- Conocer el estado de conservación de los valores de biodiversidad en el área de influencia directa e indirecta de la Fase II;
- Validar y complementar la información disponible sobre los valores de biodiversidad potencialmente afectados por la Fase II, a través de observaciones y fotografías;
- Entrevistar a los responsables de la gestión del Área Protegida RNVC para obtener información sobre sus valores de biodiversidad, los riesgos y amenazas, los retos en su gestión y sus opiniones acerca del Proyecto y la Fase II y

- Entrevistar a otros grupos de interesados en el área de influencia de la Fase II para entender los procesos de desarrollo y actividades económicas en el área que puedan contribuir a impactos cumulativos con la Fase II.

Se sostuvieron reuniones con grupos de interés durante la visita de campo. Los grupos de interés entrevistados, los cuales se presentan en la Tabla 3-1, abarcan entidades del gobierno nacional, regional y local y las comunidades cercanas.

**Tabla 3-1: Grupos de Interés Entrevistados**

<i>Grupo de Interés / Entidad</i>	<i>Representante</i>	<i>Fecha</i>
Ministerio de Energía y Minas - MEM	Representante de la Unidad de Gestión Ambiental	25 abril 2016
Empresa Nicaragüense de Electricidad - ENEL	Representante de la Unidad de Gestión Ambiental y equipo técnico	25 abril 2016
Empresa Nacional de Transmisión Eléctrica - ENATREL	Representante de la Unidad de Gestión Ambiental	25 abril 2016
Programa Nacional de Electrificación Sostenible y Energía Renovable - PNESEER	Coordinador	25 abril 2016
Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales - MARENA	Representante	27 abril 2016
Alcaldía Municipal El Viejo	Jefe de la Unidad de Gestión Ambiental	27 abril 2016
Comunidad Potosí	Representante del Partido FSLN, representante del sector pesquero, profesoras de la escuela mixta de Potosí, representante de la cooperativa de guías de ecoturismo, promotor de derechos humanos	27 abril 2016

El Dr. Langstroth realizó una segunda visita al área del Proyecto y una segunda consulta pública el 2 de junio en la Escuela Mixta de Potosí para presentar los resultados del estudio complementario de biodiversidad y las propuestas de acciones para el PAB. La consulta contó con la presencia de funcionarios del BID, MEM, ENEL, MARENA y miembros de la comunidad.

### 3.3 *PASO 3: PLAN DE ACCIÓN*

El PAB para la Fase II - Exploración Comercial es un marco de actividades que deberán ser desarrolladas una vez se haya tomado la decisión de realizar la exploración a diámetro comercial, con el objetivo de asegurar que esta Fase del Proyecto no resulte en la conversión o degradación significativa de los hábitats naturales críticos. Este Plan se rige por la aplicación de la jerarquía de mitigaciones, buscando oportunidades para evitar y minimizar impactos y riesgos a los valores clave de biodiversidad en el diseño y planificación de las actividades de la Fase II. Se consideró como base de la metodología del PAB la recientemente publicada *Guía para Evaluar y Manejar Impactos y Riesgos a la Biodiversidad en las Operaciones Financiadas por el Banco Interamericano de Desarrollo* (Watkins et al. 2015).

### 3.4 *LIMITACIONES*

El presente estudio tuvo las siguientes limitaciones:

- Información limitada, incompleta o inexistente respecto a la biodiversidad.
- Información limitada, incompleta o inexistente respecto a las obras y actividades de la Fase II del Proyecto.

El volcán Cosigüina se ubica en la boca del Golfo de Fonseca en la costa del Pacífico de Nicaragua en la ecorregión del Bosque Seco Centroamericano. Los bosques tropicales secos son los hábitats más amenazados en Centroamérica y queda menos de 1% de su extensión original (Genoways & Timm 2005). Se considera el bosque tropical seco como un valor clave de biodiversidad para la RNVC. La RNVC mantiene parches de bosque tropical seco en diferentes estados de conservación. El sector noroccidental de la RNVC es la parte menos accesible y contiene los hábitats mejor conservados y las poblaciones de especies amenazadas más importantes.

La precipitación es muy estacional, con una estación lluviosa (“invierno”) entre mayo y octubre y una estación seca (“verano”) entre noviembre y abril. La precipitación anual es entre 1,500 y 2,000 milímetros (Genoways & Timm 2005). Existe un pronunciado déficit hídrico en la época de sequía, donde la vegetación leñosa es predominantemente caducifolia y el paisaje presenta un aspecto duro y seco. Las quemadas de milpas y potreros contribuyen a una bruma atmosférica durante la época seca. Es muy importante destacar el papel del bosque en el mantenimiento del acuífero en la península de Cosigüina. El bosque intacto mantiene condiciones propicias para la infiltración del agua de lluvias al suelo y los substratos geológicos. La conversión de bosques a milpas y potreros aumenta el déficit hídrico durante la estación seca por la reducción de infiltración. Las comunidades locales están conscientes de la importancia de los bosques para mantener sus fuentes de agua.

El volcán Cosigüina alcanza una elevación máxima de 872 metros sobre nivel del mar (msnm) y, en comparación con algunos volcanes de mayor elevación en Centroamérica, no presenta gradientes pronunciados de precipitación o temperatura. Por ende, el volcán Cosigüina no presenta elementos endémicos, bosques montanos o bosques de neblina como el volcán Mombacho ubicado en la parte central de Nicaragua. También es importante reconocer que el volcán sufrió una erupción catastrófica en 1835 que alteró su morfología e impactó fuertemente a la vegetación y fauna, resultando en la formación del cráter y su laguna interior. Su última erupción fue en 1859 (Genoways & Timm 2005).

Las especies dominantes de flora y fauna de la RNVC son generalmente elementos de amplia distribución regional o neotropical y no incluyen especies endémicas. Sin embargo, las laderas del volcán, particularmente en su sector noroccidental con difícil acceso, resguardan poblaciones importantes de flora y fauna amenazada de los bosque secos centroamericanos, como la lapa roja occidental (*Ara macao cyanoptera*) y el mono araña (*Ateles geoffroyi*).

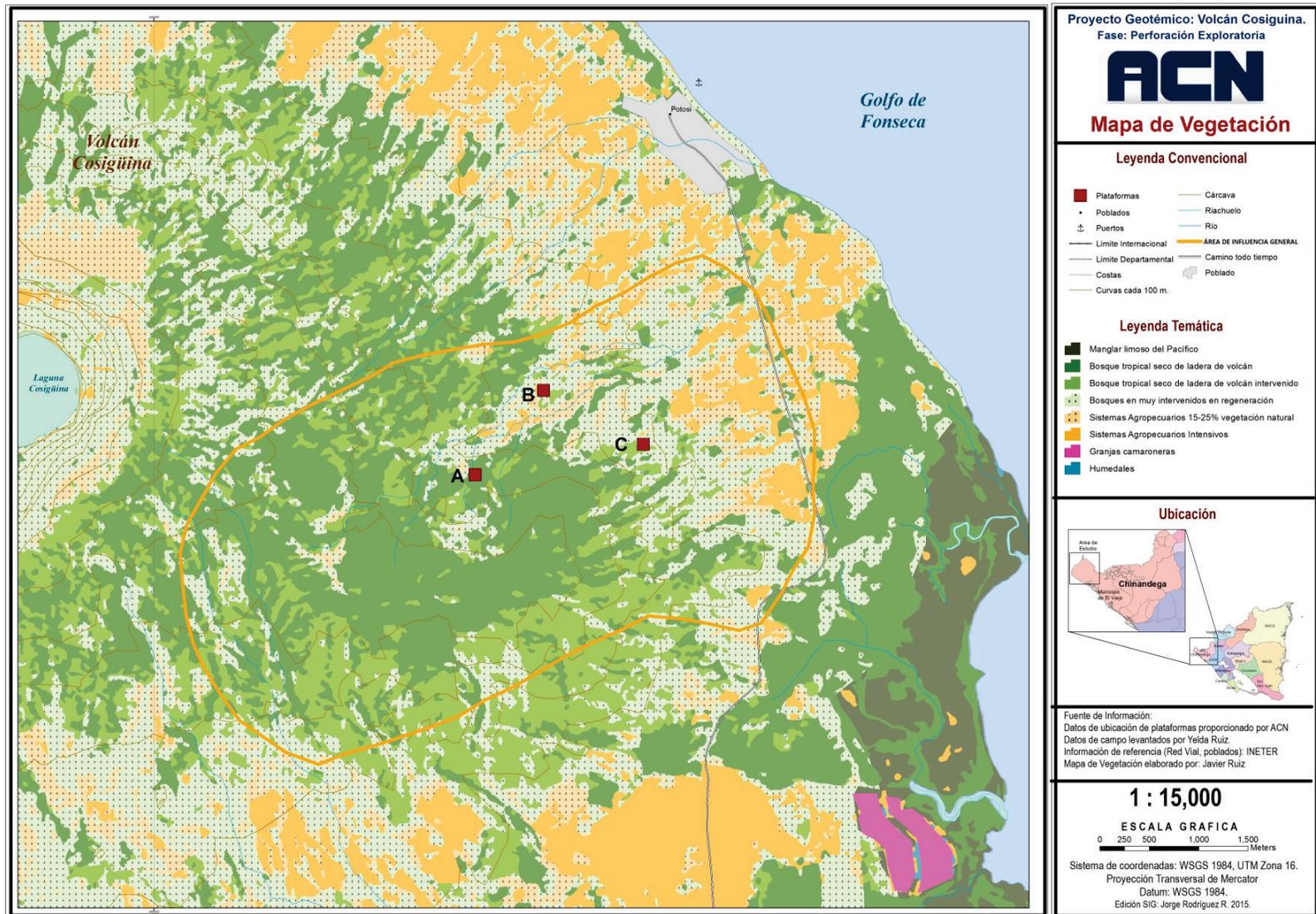
## 5.0 CARATERIZACIÓN DE LOS HÁBITATS AFECTADOS

### 5.1 DESCRIPCIÓN GENERAL

El volcán Cosigüina es una zona de perturbaciones naturales y antrópicas frecuentes. Los incendios son frecuentes y seguramente tienen orígenes naturales como los rayos de las tormentas y orígenes antropogénicos como las quemadas de ganaderos y agricultores. Se observa una presencia fuerte de guarumos (*Cecropia peltata*), especie pionera e indicadora de perturbaciones. Muchas otras especies son asociadas a la presencia del ganado como el guácimo de ternero (*Guazuma ulmifolia*).

La larga historia de perturbaciones naturales y antrópicas ha resultado en un mosaico complejo de parches de vegetación de distintos estados de conservación. La Figura 5-1 presenta un mapa de unidades de vegetación para la el sector oriental de la Península de Cosigüina dónde se encuentra la Fase II.

Los hábitats y ecosistemas de la Península de Cosigüina también han sufrido la pérdida histórica de animales ecológicamente importantes como la danta o tapir (*Tapirus bairdii*) y, en algunas zonas, los monos araña (*Ateles geoffroyi*). Ambas especies son consideradas importantes en la ecología de los bosques como dispersores de semillas. Al mismo tiempo, el ganado europeo y asiático y especies exóticas de plantas han ocupado los hábitats. Sin embargo y a pesar de la larga historia de antropización del paisaje, la Península de Cosigüina y el volcán Cosigüina presentan grandes valores de biodiversidad para la conservación y el desarrollo sostenible, los cuales son descritos en las siguientes Secciones.



Fuente: ACN 2015b

Figura 5-1: Mapa de Vegetación

## 5.2

### PLATAFORMA A

Como se mencionó en la Sección 2, *Descripción del Proyecto Geotérmico Volcán Cosigüina*, no se contó con información detallada de la Fase II y sus componentes. Se prevé, y por lo tanto se asumió, que los pozos y plataformas de la Fase II estarían ubicados en aproximadamente la misma ubicación que los de la Fase I.

La Plataforma A se encuentra a una elevación de aproximadamente 340 msnm en la ladera norte del volcán San Juan o la Loma Las Batidoras, aproximadamente a 747 m del acceso secundario existente (ver Figura 2-3). La Plataforma A está en una ladera rocosa en un pequeño cañón angosto y se plantea establecer su acceso desde arriba para evitar dificultades de construcción en el cañón (ver Figuras 5-2 y 5-3). La vegetación de la zona circundante presenta muchos ejemplos de guarumos (*Cecropia peltata*), la cual es especie pionera en hábitats perturbados. Además existen ejemplares remanentes de ceiba (*Ceiba pentandra*) y jobo (*Spondias mombin*). De acuerdo al EIA de la Fase I del Proyecto y pobladores locales, esta zona fue impactada por un tornado en el 2014 y un incendio forestal en el 2015. En el sendero hacia la Plataforma A se encontraron los restos de una tortuga terrestre (*Rhinoclemmys pulcherrima*) y de un gavilán (Accipitridae). También se encontró un ejemplar de una lagartija de sotobosque (*Anolis quaggulus*) categorizada como de alta vulnerabilidad ambiental para Centroamérica (Johnson *et al.* 2015).



Fuente: ERM, tomada el 26 de abril 2016

*Figura 5-2: Sitio de la Plataforma A*



Fuente: ERM, tomada el 26 de abril 2016

*Figura 5-3: Zona Encajonada en el Sendera a la Plataforma A*

### 5.3 **PLATAFORMA B**

La Plataforma B está ubicada dentro de un área de cultivos en la comunidad de El Mojado (ver Figuras 5-4 y 5-5), actualmente con rastros del cultivo de ajonjolí (sésamo). No requiere la construcción de un nuevo acceso significativo dada su ubicación adyacente al acceso existente y su topografía plana (elevación de aproximadamente 150 msnm).



Fuente: ERM, tomada el 26 de abril 2016

*Figura 5-4: Sitio de la Plataforma B*



Fuente: ERM, tomada el 26 de abril 2016

*Figura 5-5: Vivienda cerca de la Plataforma B*

#### **5.4 PLATAFORMA C**

La Plataforma C se plantea construir en la ladera norte de la Loma Las Batidoras a una elevación de aproximadamente 170 msnm, ubicada a unos 1,301 m desde el acceso existente (ver Figuras 5-6 y 5-7). La vegetación de la zona ha sido alterada por quemadas, cultivos y pastoreo.



Fuente: ERM, tomada el 28 de abril 2016

*Figura 5-6: Sendero hacia la Plataforma C*



Fuente: ERM, tomada el 26 de abril 2016

*Figura 5-7: Sitio de la Plataforma C*

## 6.0

## CARACTERIZACIÓN DE LA FLORA Y FAUNA AFECTADA

### 6.1

### VEGETACIÓN Y FLORA

El EIA de la Fase I identificó las siguientes formaciones vegetales en el AID de la Fase I: bosque seco tropical de ladera (bosque semi-decíduo transición a subtropical alto cerrado), vegetación abierta con árboles esporádicos de bosques secos tropicales, bosque de galería, pastizales, cultivos y plantaciones forestales (ACN 2015b, ver Figuras 5-1 y 6-1).



Fuente: ACN, 2013

**Figura 6-1: Península de Cosigüina en Época Seca, con Aspecto Árido Típico del Bosque Seco**

El paisaje de la Península de Cosigüina es un mosaico de parches de bosque tropical seco y formaciones antrópicas en diferentes estados de regeneración (ver Figuras 6-2 a 6-4). El bosque está menos intervenido en las laderas del volcán. En las zonas bajas domina el bosque muy intervenido en regeneración y los sistemas agropecuarios intensivos y de subsistencia.

La cobertura forestal es afectada principalmente por los incendios forestales, la quema de potreros y milpas, el avance de la frontera agropecuaria y la extracción de maderas preciosas. En los últimos 3 años se ha tenido una fuerte sequía en la zona lo cual ha causado menor disponibilidad de agua y estrés sobre la vegetación forestal. La Figura 6-3 presenta un guarumo (*Cecropia peltata*) (el tronco con la flecha roja).



Fuente: ERM, tomada el 26 de abril 2016

***Figura 6-2: Bosque Seco Maduro por la Parte Baja de la Plataforma A***



Fuente: ERM, tomada el 28 de abril 2016

*Figura 6-3: Bosque Seco en Quebrada con Mayor Humedad, Sendero a Plataforma A*



Fuente: ERM, tomada el 26 de abril 2016

**Figura 6-4: Formaciones Antrópicas de Potreros y Bosques Abiertos, Zona de la Plataforma B**

Durante la vista de campo, los representantes de Potosí mencionaron la importancia de la cobertura forestal para la conservación de la flora y fauna, enfoque de la oferta ecoturística de la RNVC, así como el manejo de cuenca y de recursos hídricos que sustentan las fuentes de agua de las comunidades locales. Por ende, se considera la cobertura forestal un valor clave de biodiversidad.

Los árboles más comunes incluyen: guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), genízaro (*Albizia saman*, ver Figura 6-5), guácimo de ternero (*Guazuma ulmifolia*), guácimo de molenillo (*Luhea candida*), guarumo (*Cecropia peltata*), jícaro (*Crescentia alata*), jocote (*Spondias purpurea*), laurel (*Cordia alliodora*), y quebracho (*Lysiloma* sp.). Se observa una fuerte presencia de guarumos (*Cecropia obtusifolia*) en los bosques. Otras especies son asociadas a la presencia del ganado como el genízaro, guácimo de ternero y el jícaro. Existen pocas epífitas como bromeliáceas y orquídeas y tampoco se encuentran muchas cactáceas o cicadáceas.



Fuente: ERM, tomada el 28 de abril 2016

*Figura 6-5: Ejemplar de un Genízaro Maduro (Albizia saman) en Zona Perturbada*

## 6.2 MAMÍFEROS

Genoways & Timm (2005) resumieron los hallazgos de estudios realizados sobre mamíferos en la Península de Cosigüina hasta 1968. Los autores excluyeron la presencia de poblaciones viables de jaguares y dantas desde esa época. De acuerdo a los guías ecoturísticos entrevistados durante la visita de campo, existen mono cariblanco (*Cebus capuchinus*, especie no reportada por PROARCA 2004 o Genoways & Timm 2005), sahino de collar blanco (*Pecari tajacu*), tigrillo (*Leopardus pardalis*) y venado de cola blanca (*Odocoileus virginianus*). Los guías no conocían la presencia del mono araña (*Ateles geoffroyi*) en el área de la Fase II, especie En Peligro según la UICN. Sin embargo, esta especie fue reportada por PROARCA (2004) y por Muurmans & Farmer (2004) en el sector noroccidental del volcán dónde el terreno es menos accesible. Consideramos que el mono araña es un valor clave de biodiversidad para la RNVC.

El ratón *Liomys salvini*, el roedor más común en la Península de Cosigüina, es un mamífero pequeño endémico al bosque tropical seco de Centroamérica (Genoways & Timm 2005). Se ha descrito la subespecie *L. s. vulcani* como elemento endémico de los volcanes de la Cordillera de Maribio pero no hay evidencia de su distinción como una unidad evolutiva.

No se observaron mamíferos nativos durante la visita de campo excepto una zarigüeya (*Didelphis virginiana*) muerta en el camino entre los poblados de Cosigüina y Potosí. Existen varias especies de ganado domesticado como ganado bovino, equino y porcino. Se observó que las vacas suben hasta la cima del volcán Cosigüina cerca del mirador.

### 6.3 AVES

La ave más importante en la RNVC es la lapa roja (*Ara macao cyanoptera*), subespecie reconocida como en peligro de extinción por algunos especialistas (Schmidt 2013). La lapa roja es un valor clave de biodiversidad para la RNVC. El Servicio de Pesca y Vida Silvestre de los Estados Unidos actualmente propone reconocer *A. m. cyanoptera* como subespecie En Peligro de Extinción en la lista federal Acta de Especies en Peligro (“ESA” por sigla en inglés) (USFWS 2016). En base a una expedición en abril del 2008, la RNVC contaba con una población estimada de entre 20 y 50 individuos (Bjork 2008). Loro Parque Fundación apoya a la organización no-gubernamental (ONG) Paso Pacífico desde 2016 para realizar un inventario y monitoreo de lapas rojas en la RNVC y trabajar con MARENA y el Ejército Nacional para frenar la captura furtiva. Sin embargo, no se conoce la presencia habitual de lapas coloradas en el área de la Fase II del Proyecto.

Los guías entrevistados durante la visita de campo reportaron la presencia de pavones (*Crax rubra*) en el área, especie Vulnerable según la UICN. En Potosí se observaron ejemplares de la lora nuca amarilla (*Amazona auropalliata*, ver Figura 6-6) en cautiverio, otra especie Vulnerable según la UICN.

La RNVC fue identificada en 2007 como un Área de Importancia para la Conservación de Aves (IBA por sus siglas en inglés) por BirdLife International por la presencia de *Crax rubra* pero no se incluyó a la lapa roja como especie del IBA (BirdLife International, 2016).



Fuente: ERM, tomada el 27 de abril 2016

**Figura 6-6: Ejemplar de Lora Nuca Amarilla (*Amazona auropalliata*) en Cautiverio, Potosí**

Se observaron varias especies de aves comunes del neotrópico como chichiltote (*Icterus* sp.), chocoyo zapoyol (*Brotogeris jugularis*), cuclillo enmascarado (*Coccyzus minor*, ver Figura 6-7), garrapatero común (*Crotophaga sulcirostris*, ver Figura 6-8), guardabarrancos (*Eumomota superciliosa*, ver Figura 6-9), güis común (*Pitangus sulphuratus*), tórtola aliblanca (*Zenaida asiática*, ver Figura 6-10), urraca copetona (*Calocitta formosa*), zanate grande (*Quiscalus mexicanus*) y zopilote (*Coragyps atratus*).



Fuente: ERM, tomada el 28 de abril 2016

***Figura 6-7: Cuculillo Enmascarado (Coccyzus minor)***



Fuente: ERM, tomada el 28 de abril 2016

***Figura 6-8: Garrapatero Común (Crotophaga sulcirostris)***



Fuente: ERM, tomada el 28 de abril 2016

***Figura 6-9: Guardabarranco Común (Eumomota superciliosa)***



Fuente: ERM, tomada el 28 de abril 2016

***Figura 6-10: Tórtola Aliblanca (Zenaida asiatica)***

#### 6.4

#### QUELONIOS (TORTUGAS)

Se observó un caparazón de una tortuga (*Rhinoclemmys pulcherrima*, ver Figura 6-11) en el sendero hacia la Plataforma A. Es una especie terrestre de amplia distribución. No existen cuerpos permanentes de agua superficial que podrían aportar especies acuáticas.



Fuente: ERM, tomada el 28 de abril 2016

**Figura 6-11: Caparazón de *Rhinoclemmys pulcherrima* cerca de la Plataforma A**

#### 6.5

#### SQUAMATA (LAGARTIJAS Y SERPIENTES)

Entre los vertebrados, los reptiles son los más abundantes en el área de la Fase II, particularmente las lagartijas. La iguana verde (*Iguana iguana*) y el garrobo negro (*Ctenosaura similis*, ver Figura 6-12) son dos especies de importancia económica para los residentes de la Península de Cosigüina. Se implementaron programas comunitarios de manejo y crianza de iguanas y garrobos en los años 90 (Esquivel 1999) pero estos programas ya no siguen. De acuerdo a las personas entrevistadas en Potosí, los criaderos de iguanas sufrieron problemas zoonosológicas. Por su importancia para las

comunidades de la región, las iguanas y los garrobos se consideran como valores clave de biodiversidad en la RNVC.



Fuente: ERM, tomada el 28 de abril 2016

**Figura 6-12: Garrobo Negro (*Ctenosaura similis*)**

Se observaron en campo las siguientes especies de lagartijas comunes: *Anolis (Norops) quaggulus* (ver Figura 6-13), *Anolis (Norops) wellbornae* (ver Figura 6-14), *Aspidoscelis deppii* (ver Figura 6-15), *Gonatodes albogularis*, *Holcosus undulatus pulcher* (ver Figura 6-16), *Mabuya (Marisora) brachypoda* (ver Figura 6-17) y *Sceloporus variabilis* (ver Figura 6-18). De las lagartijas encontradas, *Anolis (Norops) quaggulus* y *Anolis (Norops) wellbornae* tienen valores altos de vulnerabilidad ambiental de acuerdo a la evaluación de herpetofauna centroamericana de Johnson *et al.* (2015). *Anolis (Norops) wellbornae* tiene una distribución restringida a bosques secos del Pacífico entre el sur de Guatemala y el noroeste de Nicaragua (Köhler & Vesely 2010). Estas dos especies se consideran valores clave de biodiversidad por su valor como indicadores de estado de conservación del bosque tropical seco.



Fuente: ERM, tomada el 26 de abril 2016

*Figura 6-13: Anolis (Norops) quaggulus*



Fuente: ERM, tomada el 28 de abril 2016

*Figura 6-14: Anolis (Norops) wellbornae*



Fuente: ERM, tomada el 28 de abril 2016

*Figura 6-15: Aspidoscelis deppii*



Fuente: ERM, tomada el 28 de abril 2016

*Figura 6-16: Holcosus undulatus pulcher*



Fuente: ERM, tomada el 26 de abril 2016

*Figura 6-17: Mabuya brachypoda*



Fuente: ERM, tomada el 28 de abril 2016

*Figura 6-18: Sceloporus variabilis*

No se observaron culebras durante la primera visita de campo, sin embargo, se reportaron varias especies comunes de Centroamérica como la voladora (*Drymarchon melanurus*), bejuquillas (*Oxybelis* spp.), coralillo falso (*Sibon anthracops*) y boa (*Boa imperator*). Se nota que *Sibon anthracops* (documentado por PROARCA, 2004) tiene valor alto de vulnerabilidad ambiental de acuerdo a la evaluación de herpetofauna centroamericana de Johnson *et al.* (2015). Esta especie se considera valor clave de biodiversidad por su valor como indicador de estado de conservación del bosque tropical seco. En la segunda visita, se observó un individuo de una especie de falsa coral (*Lampropeltis abnormalis*), especie de distribución amplia entre México y Costa Rica.

## 6.6 ANFIBIOS

A pesar del alto endemismo de anfibios en volcanes centroamericanos, el volcán Cosigüina no alberga especies únicas debido a que su baja elevación no presenta ambientes templados que permitan el desarrollo de bosques montanos o bosques nublados. Aunque no existen estudios detallados de los anfibios de la zona, la revisión bibliográfica no sugiere la presencia de especies amenazadas o endémicas de anfibios. Las especies presentes son especies ampliamente distribuidas en tierras bajas centroamericanas como *Rhinella marina* y *Smilisca baudinii*. Durante la primera visita al sitio, realizada en la época seca, no se evidenciaron anfibios por las condiciones de sequía en la zona. Durante la segunda visita al comienzo de la época de lluvias, se evidenció la presencia de anfibios y se pudo observar un individuo de *Engystomops pustulosus*, un sapo conocido como “túngara” con amplia distribución en bosques secos entre México y Venezuela.

## 6.7 PECES

Debido a la inexistencia de ríos o quebradas permanentes en el AID del Proyecto, no existen peces de agua dulce en esta área. Sin embargo, en la zona de la comunidad de Potosí y las llanuras costeras de la zona de Estero Real existen pequeños ríos de agua dulce que deben mantener especies de peces. Antes de realizar actividades que puedan afectar estos cuerpos de agua, como por ejemplo la extracción de agua para la perforación, ERM recomienda realizar estudios para determinar si hay especies de peces de importancia para la conservación.

Aunque existen reportes en la prensa nicaragüense de la presencia de peces en la laguna formada en el cráter del volcán Cosigüina, no hay registros publicados en la literatura científica. Cabe destacar que el cráter se formó en tiempos geológicamente muy recientes, en el año 1835, y no existe conectividad con cuerpos de agua dulce que puedan servir como fuentes de peces para la colonización de la laguna. Por ende, se descarta la presencia de peces nativos o endémicos en la laguna del cráter.

## 6.8 *INVERTEBRADOS*

Como en casi todos los ambientes tropicales, se pudo observar una gran diversidad de invertebrados terrestres durante la visita de campo. En particular, se destacaron las mariposas (lepidópteros) y los chapulines o langostas por su visibilidad y abundancia.

El EIA de la Fase I del Proyecto reporta cinco especies de mariposas, tres especies de hormigas, una especie de termita y la “hormiga león” (*Myrmeleon formicarius*), especie que indica condiciones ecológicas buenas según el EIA. No se conocen estudios detallados sobre la fauna de invertebrados de la región del volcán Cosigüina.

## CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA PROTEGIDA “RESERVA NATURAL VOLCÁN COSIGÜINA”

El área protegida RNVC es la primera área protegida de Nicaragua (McGinley *et al.* 2009), creada en 1958 por el Decreto No. 13 y el Decreto No. 1320. Corresponde a una Reserva Natural reconocida en la *Ley General del Medio Ambiente* y en el *Reglamento de Áreas Protegidas de Nicaragua*. Su objetivo es: “conservar y restaurar los ecosistemas naturales y hábitat terrestres y acuáticos; producir bienes y servicios en forma sostenible; brindar facilidades y promover la investigación científica y promover y facilitar el desarrollo de infraestructura y servicios turísticos” (MARENA 2006).

La RNVC fue identificada como IBA por Zolotoff-Pallais *et al.* (2006) y luego por Birdlife International (2016) en 2007. También fue reconocida por Zolotoff-Pallais & Lezama (2007) como Área Clave de Biodiversidad (KBA por sus siglas en inglés).

La RNVC está ubicada en el municipio El Viejo en la península de Cosigüina y tiene una extensión original de 12,420 hectáreas en un rango altitudinal de 100 a 859 msnm, más una zona de amortiguamiento de 16,493 hectáreas. El Plan de Manejo borrador extendió su área a 13,984 hectáreas con una zona de amortiguamiento de 17,763 hectáreas terrestres y 16,952 hectáreas marinas (MARENA 2006).

Se distinguen dos áreas geográficas en la RNVC: i) la planicie baja donde se concentra las actividades agropecuarias y los centros poblados y ii) el volcán con laderas escarpadas y suelos no aptos para la agricultura, donde se concentra la cobertura forestal y los hábitats naturales.

La RNVC es el hábitat de especies de interés como la lapa roja (*Ara macao cyanoptera*), el pavón grande (*Crax rubra*) y el sahino de collar blanco (*Pecari tajacu*). Estas especies están restringidas a los hábitats menos accesibles dentro de la RNVC. La RNVC es un atractivo ecoturísticos por los paisajes (e.g., el cráter y la costa) y en menor medida por su biodiversidad y hábitats naturales.

La RNVC tiene una zonificación con las siguientes siete Zonas de Manejo (Ver Figura 7-1):

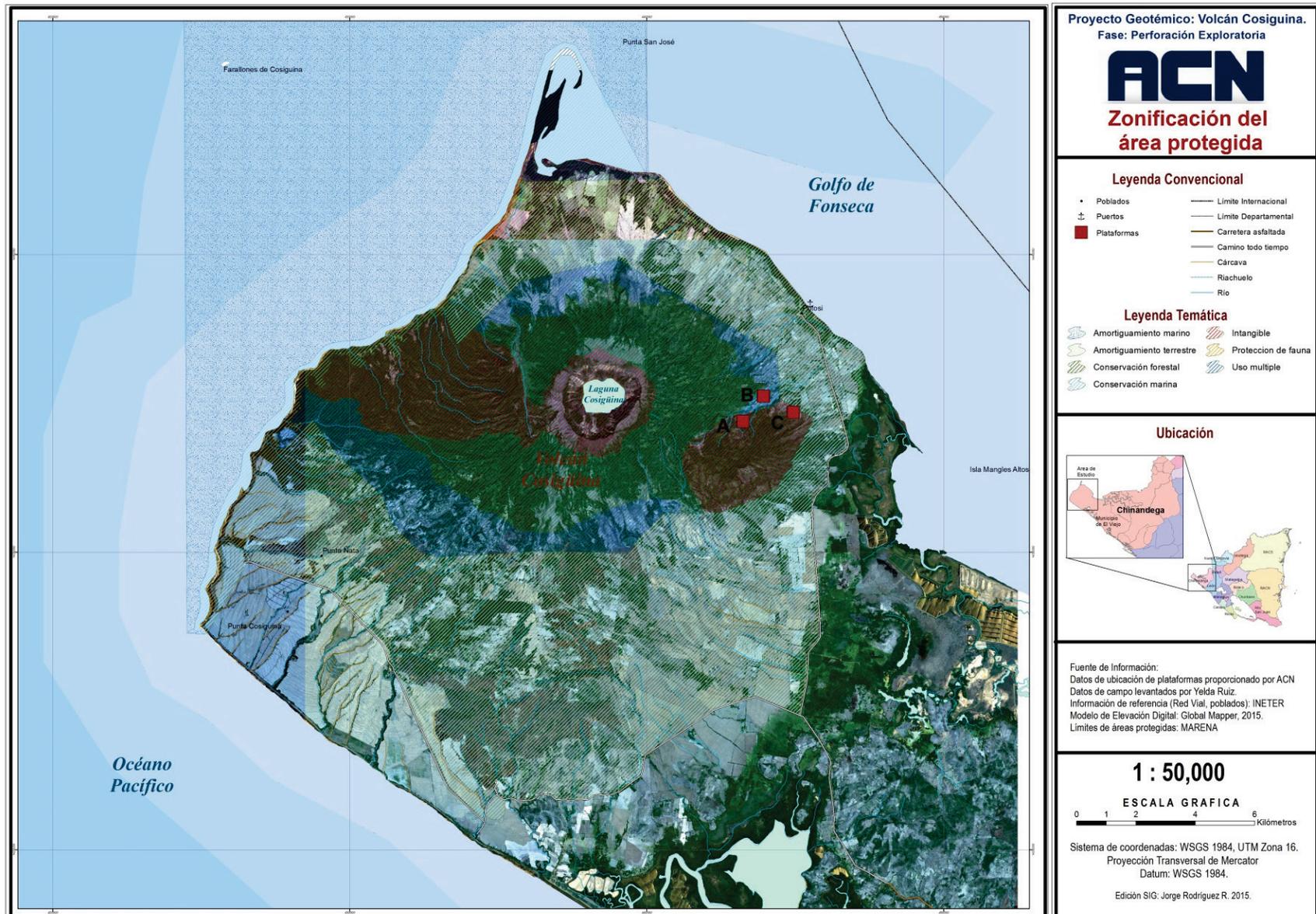
1. Zona Intangible
2. Zona de Conservación Forestal
3. Zona de Uso Múltiple y
4. Zona de Protección de Fauna Silvestre (Farallones)
5. Zona de Protección Marina Costera
6. Zona de Amortiguamiento Marino
7. Zona de Amortiguamiento Terrestre.

La Plataforma A y Plataforma C se encuentran dentro de la Zona Intangible (Sub-Zona de Infiltración La Bastidora) y Plataforma B se encuentra dentro de la Zona de Uso Múltiple. La Zona Intangible (Sub-Zona de Infiltración La Bastidora) fue establecida con el fin de: i) preservar la cobertura vegetal para controlar la erosión y los deslizamientos y ii) preservar las zonas de recarga de agua y así abastecer los manantiales y pozos de agua que utiliza la comunidad y abastecer de agua dulce a los humedales y manglares de la Zona de Protección Marino-Costera de la RNVC, aguas abajo (MARENA 2006).

Dentro de la RNVC se tienen varias comunidades y centros poblados, incluyendo Potosí, El Capulín y El Mojado. También se tienen invasiones de terrenos por precaristas. La principal actividad socioeconómica en la RNVC es la agricultura de subsistencia y en la zona de amortiguamiento la agricultura y la ganadería extensiva (MARENA 2006).

Según su Plan de Manejo borrador, la RNVC es co-manejada por MARENA y la Fundación LIDER (MARENA 2006). Sin embargo, durante la visita de campo se mencionó que la Fundación LIDER ya no está involucrada activamente en el manejo de la RNVC.

Bajo la Directiva OP-703, la RNVC es considerada un hábitat natural crítico por ser un área protegida existente y también por ser altamente compatible con la conservación de la biodiversidad, en particular por la presencia de una población de importancia regional de la lapa colorada.



Fuente: ACN 2015b

**Figura 7-1: Área Protegida Reserva Natural Volcán Cosigüina**

Las Figuras 7-2 y 7-3 presentan imágenes de la Zona de Amortiguamiento: rotulo de madera identificando sus límites y condiciones de invasión y deforestación de tierras dentro de la Zona, respectivamente.



Fuente: ERM, tomada el 26 de abril 2016

*Figura 7-2: Rótulo Indicando Límite de Zona de Amortiguamiento de la RNVC por la vía de Acceso entre El Capulín y El Mojado*



Fuente: ERM, tomada el 28 de abril 2016

***Figura 7-3: Invasión y Deforestación de Tierras dentro de la Zona de Amortiguamiento de la RNVC, Ruta al Mirador de los Tres Países***

Una evaluación realizada por la *Procuraduría General de la República* (2008) cita las siguientes amenazas generales a la RNVC:

- Incendios Forestales,
- Invasión de Tierras,
- Cacería,
- Extracción de especies en peligro de extinción,
- Extracción de madera preciosa y
- Extracción de miel silvestre.

*Frontier Nicaragua* (2006) identificó varias recomendaciones para fortalecer la gestión de la RNVC, entre otras:

- Mayor número y mejor control de actividades extractivas de recursos naturales,
- Mayor respaldo económico para recursos y capacitación,
- Capacitación sobre el Plan de Manejo y su implementación y
- Programas de investigación y monitoreo.

La RNVC se encuentra en una situación precaria por falta de fuentes de financiamiento de actividades de gestión, incluyendo un control efectivo de las restricciones sobre usos de la tierra y actividades extractivas como la cacería furtiva y la tala de árboles de maderas finas.

De acuerdo a los representantes de Potosí, la Fundación LIDER actualmente no tiene responsabilidades en la co-gestión de la RNVC. Se ha constituido un Comité Colaborativo con miembros de la comunidad pero el Comité no es muy activo. Se ve que el avance de la frontera agropecuaria continúa dentro de la RNVC. Existe un “puesto de control ecológico” sobre el camino entre Potosí y el empalme de la Ruta 12 pero no se cuenta con efectivos policiales. No hay guarda parques más allá de uno en la Alcaldía de El Viejo.

El uso de Área Protegidas para fines de proyectos geotérmicos en Nicaragua se permite a través de Ley No. 443, *Ley de Exploración y Explotación de Recursos Geotérmicos*, del 12 de septiembre del 2012, la cual requiere la presentación de un EIA y la obtención de un Permiso Ambiental.

Como referencia, el Permiso Ambiental para la Fase I del Proyecto requiere que ACN coordine con la Dirección de Manejo Integral, Promoción y Desarrollo del SINAP-MARENA Central para el Plan de Manejo de la RNVC, en aras de regular la actividad geotérmica en el sitio de acuerdo al Artículo 116 de la Ley 217, *Ley General de Medio Ambiente y los Recursos Naturales con sus Reformas y Adiciones*:

**“Art. 116** No serán sujetos de exploración y explotación los recursos naturales renovables y no renovables que se encuentren en áreas protegidas.

Se exceptúan de esta disposición los recursos geotérmicos, hídricos y eólicos por considerarlos de interés nacional para la generación

de energía eléctrica, los que podrán ser aprovechados de manera sostenible mediante la aplicación de tecnologías modernas y limpias que aseguren los mínimos impactos negativos al ambiente en general, de conformidad a lo establecido en la legislación nacional y a los procedimientos que se establezcan en el Reglamento de esta Ley.

Las labores de exploración y explotación para los recursos renovables exceptuados en el párrafo anterior, requerirán de la existencia previa de un Plan de Manejo del Área Protegida aprobado por MARENA, de no existir éste, los concesionarios son responsables de la elaboración del Plan de Manejo del área correspondiente a su concesión de conformidad a lo establecido por el MARENA.

El concesionario a partir del primer año de explotación de los recursos señalados en el párrafo primero, deberán enterar una compensación mínima por su uso del 0.5% anual del ingreso bruto por energía producida, que deberán ser enterados a la Tesorería General de la República con destino específico al Fondo Nacional del Ambiente para labores de seguimiento, monitoreo y control de parte de la autoridad ambiental del país, sin perjuicio de las demás obligaciones tributarias establecidas en la legislación vigente.

El concesionario finalizada la exploración y/o explotación debe restaurar las afectaciones que se hubiesen causado al entorno natural, en caso contrario, el MARENA procederá a hacer efectiva la fianza ambiental otorgada para tal efecto, sin perjuicio de las responsabilidades civiles y penales correspondientes.”

Cabe destacar que al sudoeste de la RNVC se encuentra la zona costera del Golfo de Fonseca, designada como un sitio Ramsar “*Deltas del Estero Real y Llanos de Apacunca*”. Según la Ficha Informativa del sitio Ramsar, unos 168 kilómetros cuadrados de la vertiente de la Península de Cosigüina, ubicado dentro de la RNVC, alimenta al Estero Real y contribuyen al ecosistema dulceacuícola (Ramsar Bureau 2002).

## 8.0 IDENTIFICACIÓN DE VALORES CLAVE DE BIODIVERSIDAD Y HÁBITATS NATURALES CRÍTICOS

### 8.1 VALORES CLAVE DE BIODIVERSIDAD

Los valores clave de biodiversidad comprenden “la gama de especies, comunidades naturales, ecosistemas, servicios ecosistémicos y procesos ecológicos que son los más importantes y más amenazados dentro del área de influencia del proyecto” (Watkins *et al.*, 2015).

En base a la información disponible y la visita al sitio, se identificaron los siguientes valores clave de biodiversidad cuando se incluye la RNVC en su totalidad:

- Bosque tropical seco centroamericano – ecosistema en peligro;
- Cobertura forestal – los representantes de Potosí mencionaron la importancia de la cobertura forestal para la conservación de la flora y fauna, enfoque de la oferta ecoturística de la RNVC, así como el manejo de cuenca y de recursos hídricos que sustentan las fuentes de agua de las comunidades locales;
- Lapa roja (*Ara macao cyanoptera*) – población de importancia regional de una subespecie en peligro, ave de gran valor ecoturístico;
- Mono araña (*Ateles geoffroyi*) – población de importancia regional de una subespecie en peligro, mamífero de gran valor ecoturístico;
- Iguana verde (*Iguana iguana*) y garrobo negro (*Ctenosaura similis*) – reptiles de importancia para comunidades locales como fuente tradicional de proteína y
- Lagartijas y culebras de sotobosque (por ejemplo, *Anolis quagglulus*, *A. wellbornae*, *Sibon anthracops*) – Elementos indicadores de condición de conservación del bosque seco.

De acuerdo a los lineamientos para la evaluación y gestión de impactos y riesgos de la biodiversidad en operaciones del BID (Watkins *et al.*, 2015), la Sección 9, *Evaluación de Impactos e Identificación de Medidas de Mitigación*, identifica acciones para la conservación o protección de cada uno de los valores clave de biodiversidad identificados.

La Política Operativa OP–703 del BID define “hábitats naturales críticos” como:

“(i) áreas protegidas existentes u oficialmente propuestas por los gobiernos como tales o sitios que mantienen condiciones que son vitales para la viabilidad de las áreas anteriormente mencionadas; y (ii) áreas no protegidas pero a las cuales se les reconoce un elevado valor de conservación. Entre las áreas protegidas existentes figuran las reservas que satisfacen los criterios de las Categorías de Gestión de Áreas Protegidas I a VI de la Unión Mundial para la Naturaleza (IUCN), Sitios de Patrimonio Mundial, áreas protegidas bajo la Convención RAMSAR sobre Humedales, áreas núcleo de las Reservas Mundiales de la Biosfera, áreas incluidas en la lista de Parques y Áreas Protegidas de las Naciones Unidas. Áreas no protegidas pero a las que se les reconoce un alto valor de conservación, son aquellas que en opinión del Banco pudieran ser sitios que (i) sean altamente compatibles con la conservación de la biodiversidad, (ii) cruciales para especies amenazadas, en peligro crítico, vulnerables o casi amenazadas y que aparecen como tales en la Lista Roja de Especies en Amenazadas de la IUCN, o bien (iii) críticas para la viabilidad de rutas o especies migratorias.” (BID 2006)

El área de influencia de la Fase II se encuentra dentro de la RNVC, un área protegida con categoría IV según la UICN, por ende, se considera como hábitat natural crítico según la OP-703 del BID. Partes de la RNVC también son reconocidas como IBA y KBA.

En cuanto a hábitats cruciales para especies amenazadas o casi amenazadas según la UICN, se puede considerar que la RNVC es hábitat natural crítico para la subespecie occidental de la lapa roja (*Ara macao cyanoptera*) ya que contiene una población de importancia regional para la zona occidental de Centroamérica (Loro Parque Fundación 2016). A pesar de que la UICN no ha reconocido formalmente subespecies de *Ara macao* (especie de Preocupación Menor a nivel global según la UICN), los estudios de genética molecular (Schmidt 2013) apoyan la identificación de dos subespecies, de las cuales *A. m. cyanoptera* habita la zona occidental de Centroamérica en hábitats muy fragmentados y reducidos. En particular, el reconocimiento de *A. m. cyanoptera* como subespecie en peligro de extinción bajo el ESA por el Servicio de Pesca y Vida Silvestre de los Estados Unidos puede tener implicaciones para proyectos financiados con fondos federales de los Estados Unidos. Los remanentes de bosque seco en

la RNVC son el hábitat de la única población de la lapa roja occidental en el Pacífico de Nicaragua y la especie es un símbolo importante para la reserva y las comunidades locales.

Además, se consideran los bosques de la RNVC como un hábitat natural crítico para el mono araña (*Ateles geoffroyi*) por albergar una población de importancia regional de esta especie En Peligro según la UICN.

## 9.0 *EVALUACIÓN DE IMPACTOS E IDENTIFICACIÓN DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN*

### 9.1 *IMPACTOS Y RIESGOS DE LA EXPLORACIÓN GEOTÉRMICA*

Los impactos y riesgos a la biodiversidad típicamente generados por proyectos de exploración geotérmica en zonas tropicales incluyen:

- Conversión de hábitats por la construcción de plataformas, accesos, bancos de materiales y otras áreas de trabajo,
- Mayor riesgo de incendios forestales por chispas, llamas o materiales calientes,
- Afectación de comportamiento de fauna por aumento de ruido,
- Afectación de comportamiento de fauna por luz artificial,
- Contaminación del aire por emisiones atmosféricas, incluyendo H<sub>2</sub>S y material particulado (polvo),
- Contaminación de aguas y alteración de hábitats acuáticos por introducción de efluentes, sedimentos y otros contaminantes,
- Extracción y uso de napa freática y/o agua superficial,
- Contaminación del hábitat por residuos industriales y domésticos,
- Perturbación y ahuyentamiento de fauna sensible,
- Atropellamientos de fauna por vehículos,
- Conflictos sobre uso de áreas para fines ecoturísticos en áreas protegidas y
- Mayor accesibilidad para cazadores y extractores de madera.

Los impactos de contaminación del aire, agua y suelo por actividades de construcción, perforación y prueba de pozos son localizados y controlables aplicando buenas prácticas internacionales. La mejora de los accesos, sin controles adecuados, podría llevar a una mayor accesibilidad para cazadores y recolectores de fauna, extractores de madera y personas buscando asentarse o establecer actividades agropecuarias. Es importante

regular la velocidad de vehículos en los accesos y vía públicas para minimizar atropellamientos de vida silvestre y el control del polvo.

## 9.2 **IMPACTOS Y RIESGOS A LOS VALORES CLAVE DE BIODIVERSIDAD**

### 9.2.1 **Bosque Tropical Seco Centroamericano y Cobertura Forestal**

Agrupamos estos dos valores clave por tratarse de una sola entidad ecológica aunque se aprecian por distintas razones – el primero en términos intrínsecos como ecosistema altamente amenazado a nivel global y el segundo en términos de servicios ecosistémicos.

El área de hábitats a ser convertidos por la exploración de la Fase II corresponden principalmente las áreas de las plataformas y los caminos de acceso, como se desglosa en la siguiente Tabla 9-1.

**Tabla 9-1: Area de Habitat para las Plataformas y Accesos de la Fase II**

<i>Plataformas (aproximadamente 100 m x 120 m)</i>	<i>Tipo de Vegetación</i>	<i>Área Total (m<sup>2</sup>)</i>
Plataforma A	Bosques muy intervenidos en regeneración	12,000
Plataforma B	Bosques muy intervenidos en regeneración	12,000
Plataforma C	Bosque tropical seco de ladera de volcán	11,500
	Bosques muy intervenidos en regeneración	500
<i>Accesos (ampliación de aproximadamente 2.5 m a cada lado de accesos de la Fase I)</i>	<i>Tipo de Vegetación</i>	<i>Área Total (m<sup>2</sup>)</i>
Vía Principal	Sistemas Agropecuarios Intensivos	6,315
	Sistemas Agropecuarios 15-25% vegetación natural	8,234
	Bosques muy intervenidos en regeneración	18,021
	Bosque tropical seco de ladera de volcán	2,371
	Bosque tropical seco de ladera de volcán intervenido	415
<b>Área de Afectación Total - Vía Principal</b>		<b>35,356</b>
Acceso a Plataforma C	Bosques muy intervenidos en regeneración	7,956
	Bosque tropical seco de ladera de volcán	3,173
	Bosque tropical seco de ladera de volcán intervenido	1,666
<b>Área de Afectación Total - Acceso a Plataforma C</b>		<b>12,796</b>
Acceso a Plataforma A	Bosques muy intervenidos en regeneración	1,133
	Bosque tropical seco de ladera de volcán intervenido	1,046
	Bosque tropical seco de ladera de volcán	5,106
<b>Área de Afectación Total - Acceso a Plataforma A</b>		<b>7,285</b>

El área total de conversión para la Fase II será aproximadamente 5.54 hectáreas para los accesos y 3.60 hectáreas para las plataformas, de las cuales, 1.49 hectáreas corresponden a bosque tropical no muy intervenido y 4.06 hectáreas a bosques muy intervenidos y sistemas agropecuarios en regeneración.

El riesgo de incendios forestales es alto durante la época seca. Se evidenció en campo muchos troncos quemados de árboles en pie o ya caídos. Aunque existen incendios naturales como resultado de tormentas eléctricas al final de la época seca, la agricultura y ganadería son las causas principales de quemadas en la zona. Las actividades de construcción de la Fase II podrían resultar en chispas, llamas u objetos calientes que pueden generar incendios cuando entran en contacto con combustibles finos secos, sin embargo la severidad sería baja dado el área relativamente menor. Es imprescindible que el proponente de la Fase II mantenga personas capacitadas y equipos para la prevención y combate de incendios. Esto es importante también para la protección de personal y equipos de los incendios causado por terceros que pueden llegar a afectar el área de la Fase II.

Las mejoras a las vías de acceso podrían facilitar el ingreso de personas que busquen ocupar tierras o extraer maderas preciosas de los bosques existentes.

El riesgo de los impactos directos de la Fase II del Proyecto a la cobertura forestal se considera moderado por ser de probabilidad cierta en su huella y de severidad baja por ser muy localizadas y de muy pequeña magnitud en relación a la extensión de los bosques en la RNVC. El riesgo de los impactos indirectos que podrían ocurrir como consecuencia de mayor accesibilidad por las vías mejoradas e incendios forestales accidentales relacionados a la Fase II se consideran de baja probabilidad pero de severidad media por su potencial extensión mayor, lo que lo califica como un riesgo moderado.

### 9.2.2 *Lapa Roja (Ara macao cyanoptera) y Mono Araña (Ateles geoffroyi)*

Aunque no parecen estar presentes en el área de la Fase II, la Fase II podría traer impactos indirectos a las poblaciones de estas especies. Estos animales padecen de capturas para el comercio ilegal de mascotas y hay un potencial de que los traficantes perciban que los trabajadores de la Fase II representen compradores potenciales, particularmente si se perciben que son bien remunerados. Sin embargo, se considera este como un impacto de probabilidad baja pero de consecuencia severa, resultándose como un riesgo alto que amerite medidas específicas de mitigación.

### 9.2.3 *Iguana Verde (Iguana iguana) y Garrobo Negro (Ctenosaura similis)*

Se observaron varios garrobos en el área de la Fase II y una iguana verde por el camino entre Potosí y Cosigüina. Las actividades de construcción resultarían en la pérdida de hábitats para estas especies y el potencial de mortandad de individuos atrapados en sus guaridas durante trabajos de tala, desbroce y movimiento de tierra. Además, individuos podrían desplazarse por causa de ruidos y vibraciones durante la construcción y perforación. Sin embargo, se consideran como impactos de bajo riesgo por su consecuencia menor a nivel de las poblaciones locales de estas especies.

Como el caso anterior, es posible que algunos cazadores de la zona perciban compradores potenciales entre los trabajadores de la Fase II y que se aumente la presión de cacería sobre las iguanas y garrobos durante las tareas de construcción y de perforación.

### 9.2.4 *Lagartijas y Culebras de Sotobosque*

Los bosques tropicales secos albergan especies de fauna pequeña adaptadas a los microhábitats de sotobosque donde hay gran cantidad de hojarasca, ramas y troncos caídos. Especies como *Anolis quaggulus*, *A. wellbornae* y *Sibon anthracops* pueden servir como valiosos indicadores del estado de conservación del bosque seco en el área de la Fase II y en zonas de reforestación. Además, estas especies están clasificadas como de alta vulnerabilidad ambiental, una medida de susceptibilidad de presión antropogénica según Johnson *et al.* (2015) y asimismo podrían ser consideradas especies indicadores. No son difíciles de observar en el campo, otra característica importante para especies indicadoras. Estos animales son de movilidad baja y tienden a esconderse ante una amenaza, característica que las hacen susceptibles a la mortandad durante actividades de tala, desbroce y movimiento de tierras durante la construcción de las plataformas y accesos.

## 9.3 **IMPACTOS Y RIESGOS A LOS HÁBITATS NATURALES CRÍTICOS**

### 9.3.1 *Reserva Natural Volcán Cosigüina*

Como se describió en la Sección 7, *Caracterización del Área Protegida "Reserva Natural Volcán Cosigüina,"* la RNVC es un área protegida de Categoría IV de la UICN y ha sido identificada como IBA (área importante para aves) y KBA (área clave para biodiversidad).

Los impactos de la conversión de hábitats a la integridad ecológica de la RNVC se estima serían insignificantes. En general, la conversión total de hábitats esperada para la Fase II corresponde a un 0.07% de la Zona Núcleo de la RNVC (13,984 hectáreas) y a un 1.2% de la Zona Intangible - Subzona de Infiltración de Agua Loma La Batidora (773 hectáreas). No se prevén impactos significativos sobre la conectividad del bosque por la ampliación y construcción de las vías de acceso. En cuanto a la invasión de tierras y la entrada de cazadores furtivos y extractores de maderas por las vías, se espera que estos son impactos controlables durante de vida de la Fase II del Proyecto.

Se espera que a través del presente PAB y su implementación por el Proponente de la Fase II del Proyecto, se logre un balance positivo en cuanto a la gestión de la RNVC y conservación y protección de sus objetos de conservación.

### 9.3.2 *Hábitats Naturales Críticos para Especies en Peligro y Vulnerables*

Cabe destacar la presencia de cuatro subespecies y especies terrestres prioritarias para la conservación en la RNVC: la subespecie occidental de la lapa roja (*Ara macao cyanoptera*), el mono araña (*Ateles geoffroyi*), el pavón grande (*Crax rubra*) y la lora nuca amarilla (*Amazona auropalliata*). Estas especies no son endémicas a la región sino son distribuidos en los bosques tropicales secos de Centroamérica en general. Sin embargo, a nivel nacional o región, los bosques mejor conservados dentro de la RNVC representan albergues de poblaciones importantes. Los impactos a los hábitats naturales críticos para estas especies se estiman de manera similar que los impactos a la RNVC. El PAB representa una oportunidad para aportar a la conservación de la fauna y los bosques.

## 9.4 *IDENTIFICACIÓN DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN*

Este PAB se orienta en la aplicación apropiada de la jerarquía de mitigación donde se prioriza ante todo evitar los impactos, seguido por minimizar los impactos inevitables y restaurar los impactos producidos. Solamente cuando existen impactos residuales significativos después de la restauración se considerará la compensación.

A continuación se presenta una lista resumida de las medidas de propuestas para la Fase II para mitigar los impactos y riesgos identificados en las Secciones 9.2 y 9.3. Cabe destacar que las medidas de mitigación en muchos casos pueden corresponder varios impactos y riesgos a valores clave de biodiversidad y hábitats naturales críticos.

Medidas para evitar, prevenir o eliminar impactos y riesgos:

- Evitar la afectación a hábitats y recursos clave
- Evitar descargas de efluentes y residuos no tratados al ambiente
- No utilizar aditivos tóxicos y lodos base aceite para la perforación

Medidas para minimizar, reducir o controlar impactos y riesgos inevitables:

- Control de acceso
- Control de velocidad de vehículos
- Minimización de la huella
- Minimización del ruido
- Minimización del uso del agua
- Rescate y reubicación de flora y fauna
- Educación ambiental

Medidas para restaurar impactos:

- Restauración física del terreno y drenaje
- Reforestación de terrenos afectados
- Limpieza de derrames y tratamiento de suelos contaminados

Medidas compensatorias:

- Reforestación de áreas de compensación ecológica
- Programas de investigación
- Programas de apoyo y capacitación

## 10.0 **EVALUACIÓN DE IMPACTOS RESIDUALES Y POTENCIAL PARA CONVERSIÓN Y DEGRADACIÓN SIGNIFICATIVA**

### 10.1 **IMPACTOS RESIDUALES SIGNIFICATIVOS Y ACCIONES DE COMPENSACIÓN**

Los probables impactos residuales más importantes de la Fase II del Proyecto son:

- **Conversión de hábitats naturales** - Durante la vida útil de la Fase II habría una conversión de hábitats a áreas industriales, principalmente las plataformas y los accesos durante la construcción y ampliación y
- **Mortalidad de flora y fauna** - Como consecuencia de las obras de tala de la vegetación, nivelación y corte del terreno, movimientos de tierra y otras actividades de construcción, habría una mortandad prácticamente inevitable de algunos individuos de flora y fauna. Esta mortalidad no tendrá un impacto significativo a nivel de la población local (por ejemplo, en la Península de Cosigüina).

Estos impactos pueden ser mitigados a través de acciones del PAB que se mencionan a continuación y se describen en mayor detalle en la Sección 11:

- Plan de Protección de los Bosques
- Plan de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna
- Prevención y Control de Incendios
- Restauración y Reforestación Compensatoria

La situación actual de la RNVC es considerada no óptima para la conservación de la biodiversidad. La conversión y degradación de hábitats naturales dentro del RNVC es un proceso continuo y va en contra de los intereses de las comunidades que dependen del ecoturismo y de agua proveniente de las cuencas hídricas. Para mejorar la gestión de la RNVC y la conservación de sus valores claves de biodiversidad, se recomiendan acciones de adicionalidad que se mencionan a continuación y se describen en mayor detalle en la Sección 11, *Plan de Acción para la Biodiversidad*:

- Educación Ambiental
- Actualización y Modificación del Plan de Manejo de la RNVC
- Fortalecimiento de los Guardaparques y Brigadas Contra incendios
- Fortalecimiento del Uso Sostenible de Recursos Naturales Vivos

## 10.2

### ***POTENCIAL PARA CONVERSIÓN Y DEGRADACIÓN SIGNIFICATIVA DE HÁBITATS NATURALES CRÍTICOS***

La política OP-703 del BID establece que el Banco “no apoyará operaciones o actividades que en su opinión conviertan o degraden significativamente hábitats naturales críticos.” Como se indica arriba, los hábitats naturales críticos incluyen las áreas protegidas existentes y/o propuestas por gobiernos, tales como la RNVC.

La “conversión significativa” se define como “la eliminación o disminución grave de la integridad de un hábitat crítico o natural causada por un cambio radical de largo plazo en el uso de la tierra o del agua.” Las palabras “grave” y “radical” indican que la conversión debe ser severa y tener consecuencias importantes sobre la flora y fauna. Los cambios en la cobertura vegetal y los hábitats naturales relacionados a la construcción de las plataformas, accesos y obras anexas de la Fase II del Proyecto no se pueden considerar como graves o radicales a una escala ecológicamente sensible, al nivel del paisaje local, o a nivel de la RNVC.

La “degradación” se define como “modificación de un hábitat natural o crítico que reduzca sustancialmente la capacidad de ese hábitat natural de mantener poblaciones viables de especies nativas.” Por su duración breve y alcance geográficamente muy localizado, las actividades e impactos asociados a la Fase II del Proyecto no se espera tenga el potencial de reducir de la capacidad de los hábitats para poblaciones de la flora y fauna en su área de influencia. No se espera que la Fase II del Proyecto conlleve a un influjo de pobladores o de personas buscando ocupar tierras que pudieran degradar los hábitats naturales de la RNVC o los hábitats de importancia para la lapa roja, el mono araña y otras especies de interés.

En resumen, se concluye que la Fase II del Proyecto no presenta un riesgo significativo de conversión y/o degradación significativa de hábitats naturales críticos si se implementan las acciones recomendadas en la Sección 11, *Plan de Acción para la Biodiversidad*, del presente PAB.

## **11.0 *PLAN DE ACCIÓN PARA LA BIODIVERSIDAD***

### **11.1 *MARCO CONCEPTUAL***

El PAB debe ser un documento independiente pero integrado como un elemento del Plan de Gestión Ambiental y Social (PGAS) de la Fase II del Proyecto. Las recomendaciones a continuación deben ser consideradas y desarrolladas durante la fase de evaluación de impacto ambiental y social y la elaboración del PGAS. Cuando sea relevante, el PAB puede referirse a otros elementos del Sistema de Gestión de la Fase II del Proyecto para evitar duplicación de esfuerzos.

El PAB debe incorporar todos los requisitos de la normativa ambiental vigente de Nicaragua tanto como las condicionantes y cargas modales del Permiso Ambiental a ser otorgado por la Dirección General de Calidad Ambiental del MARENA.

### **11.2 *PROGRAMA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL***

Una acción prioritaria es mejorar el nivel de concientización de los trabajadores de la Fase II y de los residentes de las comunidades vecinas del Proyecto en cuanto a los valores de biodiversidad y el ambiente abiótico del área, los requisitos ambientales del Proyecto, y las acciones del PAB. El EIA de la Fase I cuenta con un programa de educación ambiental, el cual puede ser utilizado como base para la Fase II, tomando las lecciones aprendidas para su mejoramiento y ampliándolo para involucrar a las comunidades vecinas.

### **11.3 *PLAN DE PROTECCIÓN DE LOS BOSQUES***

El Proponente deberá implementar las siguientes medidas para evitar y minimizar impactos a los bosques. ERM considera que estas medidas aplicadas adecuadamente y en su totalidad son adecuadas para mitigar los impactos previstos a los bosques.

- Llevar a cabo las actividades de tala de árboles solamente en aquellos sitios estrictamente necesarios. Donde sea posible en la ampliación de vías de acceso, no cortar árboles gruesos de diámetro a la altura del pecho (DAP) mayor o igual a 40 centímetros (cm), particularmente de especies de mayor importancia ecológica.

- Obtener oportunamente los permisos de poda y corte de árboles, proporcionados por la autoridad correspondiente (INAFOR) en cumplimiento con la Ley Forestal.
- Brindar capacitación y emplear personal calificado y técnicas de tala dirigida, así como realizar el arrastre de trozas con cable o aserrar in situ para reducir daños al ecosistema.
- Con el objetivo de reducir el área de bosque a cortar, evaluar alternativas en cuanto a técnicas, equipo y maquinaria para reducir el impacto en las labores de construcción.
- Elaborar y ejecutar un plan de manejo de flora del área boscosa a intervenir y un programa de seguimiento y auditoría para cada obra, con el objetivo de comprobar el cumplimiento y desempeño de las medidas ambientales.
- Delimitar en el campo las áreas a intervenir y marcar los árboles a cortar (enumerados en el tronco y tocón).
- Para informar el Plan de Reforestación, realizar en las áreas de obras inventarios de flora, particularmente flora menor y arbórea con poblaciones reducidas o amenazadas del área boscosa del área a intervenir, detallando abundancia y preferencia de hábitat por especie
- Elaborar e implementar en las áreas de obras un plan de rescate y reubicación de flora en zonas cercanas de bosques intervenidos o secundarios, considerando el status de protección, la abundancia y preferencia de hábitat por especie.
- Controlar el ingreso en las vías de acceso, buscando evitar el uso de los accesos por personas foráneas en busca de tierras para potreros o campos agrícolas o para la extracción ilegal de maderas.

#### 11.4

#### ***RESCATE Y REUBICACIÓN DE FLORA Y FAUNA***

Se estima que las actividades de tala, desbroce y movimiento de tierra para la construcción de plataformas y la expansión de las vías de acceso resultarían en la mortandad de individuos de muchas especies de flora y fauna, particularmente de animales con limitada capacidad de huirse.

El Proponente deberá elaborar un protocolo que estipula una lista de métodos y procedimientos para la implementación de planes de rescate para la flora y fauna sensible dentro de las áreas de impacto directo de la Fase II del Proyecto dentro la Zona Núcleo de la RNVC. Deberá incluir la coordinación con instituciones nacionales correspondientes y articular acciones que han de llevarse en conjunto con organizaciones que tienen como compromiso explícito el enfoque sobre la conservación.

El protocolo debe enfocarse en las especies consideradas susceptibles, como bromeliáceas, orquídeas, cicadáceas y cactáceas entre la flora y los anfibios, reptiles, pichones de aves y mamíferos terrestres y voladores que no pueden desplazarse ante los trabajos de desbroce y movimientos de tierra.

Antes de iniciar los trabajos, se deberá entrar al área para realizar la búsqueda y recolección/captura o ahuyentamiento en el caso de fauna de movilidad ágil de los individuos de especies de interés.

Las plantas deben trasplantadas o colocadas en hábitats similares aledaños. Las epifitas deben incluir las cortezas de árboles en las que se encuentran para llevar con ellas otros organismos asociados simbióticamente.

El proceso de liberación de fauna después de la captura debe de tener lugar no más de 72 horas después de la captura inicial, por lo que es necesario haber establecido lugares adecuados (y compatibles) para la liberación.

Se reitera la importancia de mantener registros actualizados, tanto por las leyes que rigen estas actividades de rescate, como para el control y monitoreo adecuado en el futuro.

## **11.5**

### ***PREVENCIÓN Y CONTROL DE INCENDIOS***

El control de incendios es importante tanto para la protección del personal y bienes de la Fase como para la protección de los bosques y su flora y fauna.

El Proponente de la Fase II del Proyecto debe desarrollar un Plan de Prevención y Control de Incendios, incluyendo la planificación y disponibilidad de recursos humanos y tecnológicos adecuados para controlar incendios eventuales. Este plan deber ser desarrollado en

cooperación con la Alcaldía de El Viejo y las comunidades vecinas de la Fase.

## **11.6 ACTUALIZACIÓN Y MODIFICACIÓN DEL PLAN DE MANEJO DE LA RNVC**

El Plan de Manejo borrador de la RNVC fue publicado en el 2006 y no ha sido actualizado en cuanto a su caracterización de la biodiversidad y el contexto socioeconómico del área. Se observa que el Permiso Ambiental de la Fase I del Proyecto requiere la *modificación* del Plan de Manejo en aras de regular la actividad geotérmica. Se recomienda que se aproveche de esta oportunidad para actualizar la información y contexto del Plan tanto como modificarlo para permitir y controlar las actividades asociadas a la Fase II del Proyecto. La información actualizada debe responder a la necesidad de una línea base de biodiversidad que refleje la situación del área de influencia al finalizar la Fase I del Proyecto. La modificación del Plan de Manejo debe asegurar que las actividades de exploración y sus obras anexas sean debidamente permitidas por el Plan en sus zonas respectivas y que sean debidamente vigiladas y controladas por los gestores de la RNVC. Más allá, es importante identificar la fuente de fondos para las actividades requeridas por la presencia del Proyecto en la RNVC. Se espera que si el Proyecto procede a la comercialización, el Proyecto contribuiría directamente al presupuesto del Plan de Manejo de la RNVC.

Esta actualización y modificación del Plan de Manejo debe ser coordinada con la Dirección de Manejo Integral, Promoción y Desarrollo del SINAP-MARENA, con el Comité de Manejo Colaborativos constituido por miembros de las comunidades del área y con otros grupos de interesados en la conservación y protección de la RNVC.

El Plan de Manejo debe buscar restaurar los servicios ecosistémicos de la RNVC, como el abastecimiento de agua potable y para agricultura por los sistemas hídricos con bosques y la provisión de hábitats para especies de importancia socioeconómica como los garrobos y la lapa roja.

## **11.7 FORTALECIMIENTO DE GUARDAPARQUES Y BRIGADAS CONTRA INCENDIOS**

El Proponente deberá apoyar la gestión de la RNVC a través del fortalecimiento económico e intelectual del cuerpo de guardaparques y las brigadas de contraincendios. Se entiende que el Proponente de la Fase II

no debe tomar el papel del gobierno sino que debe brindar un apoyo para compensar el aumento en las necesidades de gestión, vigilancia y potencial respuesta a emergencias por los impactos asociados a las actividades de la Fase II.

## 11.8 *RESTAURACIÓN Y REFORESTACIÓN COMPENSATORIA*

Las áreas de trabajo temporales deberán ser restauradas físicamente y luego reforestadas con especies nativas del lugar. La restauración física implica la reconfiguración de la topografía a una condición estable y la restauración del drenaje superficial y luego la mejora del suelo para brindar condiciones propicias para la reforestación.

Estas actividades deben ser diseñadas y planificadas como parte de la elaboración del PGAS de la Fase II del Proyecto, siguiendo los lineamientos a continuación:

- Realizar un inventario de árboles a ser talados previo a las actividades de construcción.
- Realizar la valoración y caracterización ecológica de los hábitats a ser convertidos por las actividades de construcción, tomando en cuenta valores no-forestales como la estructura del hábitat, microhábitats y fauna, con el fin de poder determinar los requisitos para compensación de hábitats para minimizar la pérdida de hábitats y establecer y mantener un área ecológicamente similar a los hábitats convertidos, asegurando que esta área se proteja a través de un programa con financiamiento, implementación y monitoreo adecuado.
- Sembrar a razón de 1:10 por árbol cortado de acuerdo a la legislación nacional vigente para especies forestales.
- El diseño de la reforestación deberá contemplar una mezcla de al menos 10 especies arbóreas nativas del lugar y que tengan rápido crecimiento (especies adaptadas a la sucesión primaria), considerando el desarrollo natural de la comunidad a través del tiempo.
- Coordinar el plan con INAFOR, la Alcaldía de El Viejo, la Delegación Territorial de MARENA Chinandega, las comunidades locales y, en su caso, los propietarios de las tierras.

- Se debe buscar oportunidades para la restauración de áreas adicionales de hábitats boscosos y la siembra de especies nativas de valor para las comunidades locales y vida silvestre en áreas de compensación a la razón de 1:10 en relación al área de la huella del Proyecto, teniendo en cuenta también el papel del bosque en mantener el ciclo hídrico en las cuencas de los volcanes.

La Zona Intangible de la RNVC, dentro la cual se encuentran las Plataformas A y C, se designó para proteger las funciones hidrológicas para las cuencas del Golfo de Fonseca y Estero Real. Por lo tanto, se recomienda que el Plan de Restauración y Reforestación Compensatoria se enfoque en aumentar la extensión de hábitats boscosos en las cuencas del volcán San Juan, también conocido como Loma La Batidora. Mientras la legislación nacional requiere una reforestación compensatoria basada en el número de árboles talados y sembrados, el BID requiere una compensación basada el área de hábitats afectados.

#### **11.9 FORTALECIMIENTO DEL USO SOSTENIBLE DE RECURSOS VIVOS NATIVOS**

Las comunidades humanas de la Península de Cosigüina han dependido históricamente del uso de recursos naturales vivos terrestres y marinos. El Proponente de la Fase II debe buscar oportunidades para fomentar el uso sostenible de recursos y sistemas productivos como:

- Iguanas y garrobos,
- Miel silvestre,
- Especies de madera preciosa,
- Frutas silvestres nativas como los jocotes y
- Producción pecuaria en base a bosque seco y potreros.

#### **11.10 PLAN DE CIERRE DE POZOS, PLATAFORMAS Y OBRAS ANEXAS**

El Proponente de la Fase II del Proyecto debe desarrollar un plan de cierre de pozos, plataformas y obras anexas como parte del PGAS a ser desarrollado para obtener el Permiso Ambiental. Este plan debe incluir especificaciones para la restauración física de suelo, topografía y drenajes,

la reforestación de las áreas y el monitoreo y mantenimiento para asegurar el éxito del plan.

### **11.11 MONITOREO Y EVALUACIÓN**

Un elemento fundamental de un PAB, como cualquier plan de gestión, es el monitoreo y evaluación de su desempeño y resultados.

Durante la construcción y operación de los pozos de diámetro comercial, se debe realizar los monitoreos de parámetros físicos ambientales de acuerdo a los requisitos de la normativa ambiental vigente y el Permiso Ambiental futuro, incluyendo parámetros físico-químicos de aguas residuales de la perforación y de los lodos y recortes de perforación. Es imprescindible monitorear cuidadosamente las emisiones del ácido sulfhídrico (H<sub>2</sub>S), un gas potencialmente letal durante la perforación y prueba de los pozos, relacionado a la salud ocupacional de los trabajadores.

Las plantas sembradas o trasplantadas en los programas de reforestación asistida deben ser monitoreadas anualmente para determinar las tasas de supervivencia y crecimiento.

El Proponente deberá difundir los resultados y lecciones aprendidas del programa de monitoreo de biodiversidad a través de informes en línea, charlas comunitarias, participación en talleres, simposios y congresos y publicaciones populares y científicas.

- Artículos y Construcciones Eléctricas de Nicaragua S.A. (ACN). 2013. *Metodología y Plan de Trabajo para la Ejecución de Estudio de Pre-factibilidad para el Proyecto Geotérmico Volcán de Cosigüina*. Noviembre 2013.
- \_\_\_\_\_. 2015a. *Estudio Socioeconómico del Proyecto de Exploración Geotérmica Volcán Cosigüina*. Mayo 2015.
- \_\_\_\_\_. 2015b. *Estudio de Impacto Ambiental del Estudio de Pre-factibilidad para el Proyecto Geotérmico Volcán Cosigüina – Fase Perforación Exploratorio*. Setiembre 2015.
- \_\_\_\_\_. 2015c. *Documento de Impacto Ambiental del Estudio de Pre-factibilidad para el Proyecto Geotérmico Volcán Cosigüina – Fase Perforación Exploratorio*. Noviembre 2015.
- \_\_\_\_\_. 2015d. *Informe de Consulta Pública, Estudio de Pre-factibilidad para el Proyecto Geotérmico Volcán Cosigüina, Chinandega*. Diciembre 2015.
- Banco Interamericano de Desarrollo (BID). 2006. *Políticas de Medio Ambiente y Cumplimiento de Salvaguardias*.
- \_\_\_\_\_. 2012. *Perfil de Proyecto del Programa Nacional de Electrificación Sostenible y Energía Renovable (PNESER) – Tercer Préstamo*. Accedido el 27 abril 2016, en: <http://www.iadb.org/en/projects/project-description-title,1303.html?id=NI-L1063>
- BirdLife International. 2016. Important Bird and Biodiversity Area factsheet: Cosiguina Volcano. Accedido en <http://www.birdlife.org> el 09/05/2016
- Bjork, R. 2008. Reintroduction of the scarlet macaw (*Ara macao*) to El Salvador: Phase I, Feasibility. Pp. 11-40 in *The Scarlet Macaw in Guatemala and El Salvador: 2008 Status and Future Possibilities*. Consejo Nacional de Áreas Protegidas-CONAP, Guatemala; Wildlife Conservation Society, Guatemala and USA; SalvaNATURA, El Salvador; Aviarios Mariana, Guatemala; ARCAS, Guatemala; Amigos de las Aves USA, USA; Schubot Exotic Bird Health Center, USA; Columbia University, USA; American Museum of Natural History, USA; Parque Zoológico Nacional, El Salvador; Reyna Tours, El Salvador.

- Caballero, Bismark y Paniagua, Edwing. 2002. *Plan Ambiental Municipio El Viejo, Nicaragua*. Accedido el 25 abril 2016, en: <http://www.bionica.info/Biblioteca/Caballero-Paniagua2002Ecosistemas.pdf>
- Comisión Nacional de Energía (CNE). 2001. *Plan Maestro Geotérmico de Nicaragua, Volumen II – Evaluación del Área del Volcán Cosigüina*.
- Corporación Financiera Internacional (IFC). 2007a. *Environmental, Health and Safety Guidelines for Geothermal*.
- Empresa Nicaragüense de Electricidad (ENEL). 2016. *Proyectos de la Dirección General de Proyes*. Accedido el 29 abril 2016, en: <http://www.enel.gob.ni/index.php/proy1>
- Environmental Resources Management (ERM). 2016. *Evaluación de Efectos Acumulativos de la Fase II del Proyecto Geotérmico Volcán Cosigüina*.
- Esquivel, F. 1999. *Aspectos biológicos del manejo de la iguana en el Proyecto Comunitario de la Cooperativa Omar Baca en la Península de Cosigüina*. San José, Costa Rica: UICN. 100 pp.
- Frontier Nicaragua. 2006. *Recommendations and additions to the Management Plan of Volcán Cosigüina Nature Reserve*. León: Frontier Nicaragua. 8 pp.
- Genoways, H.H. & Timm, R.M. 2005. Mammals of the Cosigüina Peninsula of Nicaragua. *Mastozoología Neotropical* 12(2):153-179.
- Johnson, J.D., Mata-Silva, V. & Wilson, L.D. 2015. A conservation reassessment of the Central American herpetofauna based on the EVS measure. *Amphibian and Reptile Conservation* 9(2):4-94.
- Köhler, G. & Vesely, M. 2010. A revision of the *Anolis sericeus* complex with the resurrection of *A. wellbornae* and the description of a new species (Squamata: Polychrotidae). *Herpetologica* 66(2):207-228.
- McGinley *et al.* 2009. *Nicaragua Country Analysis of Tropical Forests and Biological Diversity*. FAA 118/119 Assessment. Washington, DC: USAID. 69 pp.
- Ministerio de Energía y Minas (MEM). 2015. *Plan de Inversión – Nicaragua (PINIC) del Programa SREP Nicaragua*. Accedido el 26 abril 2016, en: [https://www-cif.climateinvestmentfunds.org/sites/default/files/meeting-documents/nicaragua\\_pi\\_srep\\_0\\_0.pdf](https://www-cif.climateinvestmentfunds.org/sites/default/files/meeting-documents/nicaragua_pi_srep_0_0.pdf)

- Ministerio del Ambiente y los Recursos Natural (MARENA). 2006. *Plan de Manejo del Área Protegida Reserva Natural Volcán Cosigüina*. Dirección General de Áreas Protegidas.
- Muurmans, M. & Farmer A. 2004. *Results: fauna*, In Volcano Cosiguina Nature Reserve: A biodiversity assessment. pp 11-15 Frontier Nicaragua Environmental Research Report 2004. Society for Environmental Exploration U.K, LIDER and UNAN-León, León, Nicaragua.
- Pelican S.A. 2016. *Programa para la Ampliación de la Energía Renovable en Países de Ingreso Bajo – SREP, Manejo Ambiental y Social Componente 1 – Geotermia*.
- PROARCA. 2004. *Evaluación Ecológica Rápida de Península de Cosigüina, Nicaragua*. Guatemala, Guatemala: PROARCA/Fundación LIDER. 108 pp.
- Procuraría General de la República. 2008. *Evaluación de las Áreas Protegidas del Departamento de Chinandega (Volcán Cosigüina, Estero Padre Ramos, Complejo Volcánico San Cristóbal-Casitas, Delta Estero Real y Reserva Genéticas Apacunca)*. Managua: PGR.
- PROGOLFO. 2000. *Ficha Informativa: Deltas del Estero Real y Llanos de Apacunca*. 49 pp.
- Ramsar Bureau. 2002. *Information Sheet on Ramsar Wetland, Deltas del Estero Real and Llanos de Apacunca*.
- Schmidt, K.L. 2013. *Spatial and Temporal Patterns of Genetic Variation in Scarlet Macaws (Ara Macao): Implications for Population Management in La Selva Maya, Central America*. Tesis Doctoral, Columbia University. 188 pp.
- USFWS. 2016. *Endangered and Threatened Wildlife and Plants – Listing the Scarlet Macaw in the Federal Register Vol. 81, No. 67, Thursday April 7, 2016, Proposed Rules*.
- Watkins, G., Atkinson, R., Canfield, E., Corrales, D., Dixon, J., Factor, S., Hardner, J., Hausman, H., Hawken, I., Huppman, R., Josse, C., Langstroth, R., Pilla, E., Quintero, J., Radford, G., Rees, C., Rice, D. & Villalba, A. 2015. *Guidance for Assessing and Managing Biodiversity Impacts and Risks in Inter-American Development Bank Supported Operations*. Technical Note No. IDB-TN-932. Washington, DC: Inter-American Development Bank. 94 pp.

Zolotoff-Pallais, J. M. & Lezama, M. 2007. *Áreas claves de biodiversidad en Nicaragua*. Informe de proyecto. Nicaragua: Fundación Cocibolca/Conservation International.

Zolotoff-Pallais, J.M., Gutiérrez, M., Torrez, M. & Morales, S. 2006. *Áreas Importantes para Aves (IBAs) en Nicaragua*. Informe de proyecto. Nicaragua: Fundación Cocibolca/ALAS.

## ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS

°C	grados Celsius
ACN	Artículos y Construcciones de Energía de Nicaragua S.A
AID	área de influencia directa
BCEI	Banco Centroamericano de Integración Económica
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
BM	Banco Mundial
CIF	Fondo Estratégicos para el Clima
CNDC	Centro Nacional de Despacho de Carga
CNE	Comisión Nacional de Energía
DIA	Declaratoria de Impacto Ambiental
EEA	evaluación de efectos acumulativos
EIA	estudio de impacto ambiental y social
ENATREL	Empresa Nacional de Transmisión Eléctrica
ENEL	Empresa Nicaragüense de Electricidad
ERM	<i>Environmental Resource Management</i>
H <sub>2</sub> S	sulfuro de hidrógeno
IFC	Corporación Financiera Internacional
INAFOR	Instituto Nacional Forestal
km	kilómetro
km <sup>2</sup>	kilómetro cuadrado
m	metro
m <sup>2</sup>	metro cuadrado
m <sup>3</sup>	metro cúbico
MARENA	Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales
MEM	Ministerio de Energía y Minas
msnm	metros sobre el nivel del mar
MW	megavatios
PAB	Plan de Acción para la Biodiversidad
PINIC	Plan de Inversión para Nicaragua
PNESER	Programa Nacional de Electrificación Sostenible y Energía Renovable
RNVC	Área Protegida “Reserva Natural Volcán Cosigüina”
SIG	sistema de información geográfico
SREP	Programa de Ampliación de las Energías Renovables y del Acceso a Energía
TdR	términos de referencia
UICN	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza