

Preparado para:



## Plan de Acción para la Biodiversidad: Proyectos Geotérmicos Borinquen I y II

Agosto de 2015

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

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



Preparado para:  
Instituto Costarricense de Electricidad



## Plan de Acción para la Biodiversidad *Proyectos Geotérmicos Borinquen I y II*

Agosto de 2015

---

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

---

**Robert Langstroth, Ph.D.**  
*Director Técnico*

### 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>

## TABLA DE CONTENIDO

<i>EXECUTIVE SUMMARY</i>	<i>i</i>
<b>1.0 INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>1.1 OBJETIVOS</b>	<b>4</b>
<b>1.2 ALCANCE DEL PLAN DE ACCIÓN PARA LA BIODIVERSIDAD</b>	<b>4</b>
<b>1.3 ESTATUS DEL PROYECTO</b>	<b>4</b>
<b>2.0 DESCRIPCIÓN DE LOS PROYECTOS</b>	<b>6</b>
<b>2.1 CASAS DE MÁQUINAS</b>	<b>8</b>
<b>2.2 EQUIPO ELÉCTRICO PRINCIPAL</b>	<b>9</b>
<b>2.3 SISTEMAS AUXILIARES</b>	<b>9</b>
<b>2.4 TORRE DE ENFRIAMIENTO</b>	<b>9</b>
<b>2.5 SUBESTACIÓN ELEVADORA</b>	<b>10</b>
<b>2.6 EDIFICIOS COMPLEMENTARIOS</b>	<b>10</b>
<b>2.7 TUBERÍAS PARA EL TRASIEGO DE FLUIDOS GEOTÉRMICOS</b>	<b>11</b>
<b>2.8 ESTACIÓN SEPARADORA</b>	<b>11</b>
<b>2.9 LAGUNAS DE REINYECCIÓN</b>	<b>12</b>
<b>2.10 CAMINOS DE ACCESO</b>	<b>12</b>
<b>2.11 LÍNEA DE TRANSMISIÓN</b>	<b>12</b>
<b>3.0 LÍNEA BASE DE LA BIODIVERSIDAD</b>	<b>14</b>
<b>3.1 FUENTES DE INFORMACIÓN</b>	<b>14</b>
<b>3.2 CONTEXTO BIOGEOGRÁFICO</b>	<b>14</b>
<b>3.3 ECOSISTEMAS Y ZONAS DE VIDA</b>	<b>15</b>
<b>3.3.1 Ecosistemas Terrestres</b>	<b>15</b>
<b>3.3.2 Ecosistemas de Aguas Continentales</b>	<b>15</b>
<b>3.3.3 Ecosistemas Asociados a Fenómenos Geotérmicos</b>	<b>16</b>

3.3.4	<i>Zonas de Vida</i>	16
3.4	<b>VEGETACIÓN</b>	18
3.4.1	<i>Unidades de Vegetación</i>	18
3.4.2	<i>Especies Clave de Flora</i>	27
3.5	<b>FAUNA</b>	28
3.5.1	<i>Invertebrados</i>	28
3.5.2	<i>Peces</i>	28
3.5.3	<i>Anfibios</i>	29
3.5.4	<i>Quelonios y Cocodrilos</i>	31
3.5.5	<i>Squamata</i>	31
3.5.6	<i>Aves</i>	32
3.5.7	<i>Mamíferos</i>	36
3.6	<b>ÁREAS PROTEGIDAS Y/O RECONOCIDAS INTERNACIONALMENTE POR IMPORTANCIA PARA LA BIODIVERSIDAD</b>	38
3.6.1	<i>Área de Conservación Guanacaste</i>	38
3.6.2	<i>Parque Nacional Rincón de la Vieja</i>	40
3.6.3	<i>Área de Importancia para la Conservación de Aves</i>	40
3.6.4	<i>Unidad de Conservación del Jaguar Guanacaste</i>	41
3.7	<b>SERVICIOS Y VALORES ECOLÓGICOS</b>	44
4.0	<b>EVALUACIÓN DE IMPACTOS SOBRE LA BIODIVERSIDAD</b>	45
4.1	<b>INTRODUCCIÓN</b>	45
4.2	<b>ALCANCE Y METODOLOGÍA</b>	45
4.3	<b>IMPACTOS GENERALES A LOS ECOSISTEMAS Y HÁBITATS NATURALES</b>	45
4.3.1	<i>Conversión de Hábitat Natural y Modificado</i>	45
4.3.2	<i>Especies Invasivas</i>	47
4.3.3	<i>Impactos al Ecosistema Acuático</i>	48

4.4	<b>IMPACTOS SOBRE ESPECIES DE INTERÉS</b>	49
4.4.1	<i>Especies Amenazadas y Endémicas de Flora</i>	49
4.4.2	<i>Especies de Fauna en Peligro</i>	50
4.5	<b>IMPACTOS EN SERVICIOS Y VALORES ECOLÓGICOS</b>	52
4.6	<b>IMPACTOS EN LA CONECTIVIDAD DEL PAISAJE</b>	52
4.7	<b>RELACIÓN DE LA HUELLA DE LOS PROYECTOS CON ÁREAS PROTEGIDAS</b>	55
5.0	<b>EVALUACIÓN DE IMPACTOS SOBRE EL VALOR UNIVERSAL EXCEPCIONAL DEL ACG</b>	56
5.1	<b>PRINCIPIOS PARA LA EVALUACIÓN DEL IMPACTO SOBRE EL PATRIMONIO MUNDIAL NATURAL</b>	56
5.2	<b>VALOR UNIVERSAL EXCEPCIONAL DEL ACG</b>	57
5.2.1	<i>Valores</i>	60
5.2.2	<i>Integridad</i>	61
5.2.3	<i>Protección y Gestión</i>	62
5.3	<b>IMPACTOS SOBRE EL PARQUE NACIONAL RINCÓN DE LA VIEJA</b>	64
5.3.1	<i>Relación Espacial entre las Instalaciones y el PNRV</i>	64
5.3.2	<i>Impacto Visual</i>	65
5.3.3	<i>Impacto Auditivo</i>	65
5.3.4	<i>Conectividad Ecológica</i>	65
5.3.5	<i>Impacto en el Valor Ecoturístico</i>	66
5.4	<b>EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS</b>	66
5.5	<b>MITIGACIÓN Y MONITOREO DE IMPACTOS RESIDUALES</b>	67
5.6	<b>CONSULTA CON GRUPOS DE INTERÉS</b>	67
5.7	<b>CONCLUSIÓN GENERAL</b>	67
6.0	<b>PLAN DE MANEJO DE BIODIVERSIDAD</b>	69
6.1	<b>ALCANCE</b>	69

<b>6.2</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>69</b>
<b>6.3</b>	<b>ESQUEMA INSTITUCIONAL</b>	<b>69</b>
6.3.1	<i>Metas</i>	69
6.3.2	<i>Marco Legal</i>	69
<b>6.4</b>	<b>MEDIDAS DE MITIGACIÓN</b>	<b>72</b>
6.4.1	<i>Aplicación de la Jerarquía de Mitigación</i>	72
6.4.2	<i>Protección y Reducción de Impactos a Bosques</i>	73
6.4.3	<i>Rescate y Reubicación de Flora y Fauna</i>	73
6.4.4	<i>Reducción de Impactos de Accesos y Tuberías</i>	75
6.4.5	<i>Implementación de Dispositivos de Protección para la Fauna en Obras</i>	75
6.4.6	<i>Restauración Ecológica</i>	76
<b>6.5</b>	<b>PLAN DE MONITOREO Y DIFUSIÓN</b>	<b>79</b>
6.5.1	<i>Objetivo</i>	79
6.5.2	<i>Lineamientos Generales</i>	79
6.5.3	<i>Indicadores</i>	81
6.5.4	<i>Acciones</i>	81
6.5.5	<i>Difusión</i>	83
<b>7.0</b>	<b>RESUMEN Y RECOMENDACIONES</b>	<b>84</b>
<b>8.0</b>	<b>REFERENCIAS Y FUENTES CONSULTADAS</b>	<b>86</b>

## LISTA DE TABLAS

Tabla 3-1: Área de la Cobertura de la Tierra .....	20
Tabla 3-2: Principales Especies de Flora Mayor Observadas en las Zonas de potreros, PG Borinquen, 2015 .....	21
Tabla 3-3: Principales Especies de Flora Mayor Observadas en las Zonas de Bosque Ripario, PG Borinquen, 2015 .....	23
Tabla 3-4: Principales especies de flora mayor observadas en las zonas de Bosque secundario, PG Borinquen, 2015 .....	24
Tabla 3-5: Especies de flora mayor observadas en las zonas de Bosque Maduro, PG Borinquen, 2015 .....	26
Tabla 3-6: Aves Observadas en el Predio Borinquen, 02 de junio del 2015 .....	34
Tabla 4-1: Área de los Componentes de los Proyectos .....	46
Tabla 6-1: Normativa Nacional relacionada a las Áreas Protegidas.....	70

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1-1: Ubicación de los Proyectos Borinquen I y II y otros proyectos geotérmicos en Guanacaste .....	2
Figura 2-1: Ubicación de los Proyectos Borinquen I y II con respecto al proyecto Las Pailas I y Las Pailas II.....	7
Figura 2-2: Elementos de los Proyectos Geotérmicos Borinquen I y II.....	8
Figura 2-3: Torres de Enfriamiento de una Planta Geotérmica Similar.....	10
Figura 2-4: Subestación Compacta Similar a la que se Instalará en los Proyectos Borinquen I y II .....	11
Figura 2-5: Trazo de la Línea de Transmisión del PE Orosí.....	13
Figura 3-1: Mapa de Zonas de Vida Holdridge para la Región de Borinquen.....	17
Figura 3-2: Unidades Regionales de Vegetación según la ACG en el Área del Parque Nacional Rincón de la Vieja .....	19
Figura 3-3: Coberturas de Usos de la Tierra .....	20

Figura 3-4: Vista del Paisaje del Área Borinquen desde P3 hacia P6 (flecha derecha) y P7 (flecha izquierda), con el Volcán Rincón de la Vieja al fondo.....	21
Figura 3-5: Bosque Ripario Intervenido del Río Salitral .....	24
Figura 3-6: Bosque Maduro en el Corredor entre Pozos 9 y 10, Borinquen I y II.....	27
Figura 3-7: Craugastor sp., Sendero hacia Pozo 7, Borinquen I y II.....	29
Figura 3-8: Garrobo ( <i>Ctenosaura similis</i> ), Borinquen I y II.....	31
Figura 3-9: <i>Sceloporus variabilis</i> , Borinquen I y II .....	32
Figura 3-10: <i>Ramphastos sulfuratus</i> , Área de Pozo 7, Borinquen I y II.....	33
Figura 3-11: <i>Galbula ruficauda</i> , Sendero hacia Pozo 7, Borinquen I y II .....	33
Figura 3-12: <i>Burhinus bistriatus</i> , Borinquen I y II .....	35
Figura 3-12: <i>Ateles geoffroyi</i> , Sendero entre Pozos 9 y 10, Borinquen I y II.....	37
Figura 3-13: <i>Crax rubra</i> , Parque Nacional Rincón de la Vieja (Sector Pailas) .....	41
Figura 3-14: Unidades de Conservación del Jaguar en la región norte de Costa Rica .....	43
Figura 4-1: Cortafuego en Área de Charral en Las Pailas II.....	48
Figura 4-2: Áreas Reforestadas en el Campo Geotérmico Miravalles .....	50
Figura 4-3: Mono cariblanco ( <i>Cebus capuchinus</i> ) Forrajeando en las Orillas de una Plazoleta con Perforación Activa en Las Pailas II .....	51
Figura 4-4: Tubería Bifásica en el Campo Geotérmico Miravalles en Bosque Secundario en un Potrero Histórico .....	54
Figura 5-1: Corredor Biológico Las Morocochas y Ubicación Aproximada de los Proyectos Borinquen I y II (área azul) .....	62
Figura 6-1: Recuperación del bosque en el Campo Geotérmico Miravalles, 1987-2007 .....	79



## RESUMEN EJECUTIVO

### RE-1 INTRODUCCIÓN

El Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), creado por el Decreto-Ley No. 449 en 1949, es una institución autónoma del Estado costarricense con el mandato legal de proveer energía eléctrica. El Plan de Expansión de Generación Eléctrica (PEG) 2014-2035, preparado por el ICE, propone añadir al sistema una capacidad neta de generación eléctrica de 3,344 MW antes del 2035, con 98% procedente de energía renovable. El ICE desarrollará plantas de generación de energía geotérmica en el área geotérmica Las Pailas, con el apoyo financiero de la Agencia de Cooperación Internacional de Japón (JICA) y del Banco Interamericano de Desarrollo (BID o el Banco). Dentro de este Programa se realizarán el conjunto de los proyectos Borinquen I y II (los “Proyectos”).

El área geotérmica Borinquen se encuentra al norte de la ciudad de Liberia, en la provincia de Guanacaste, a 240 kilómetros (km) al noroeste de San José. El área de los Proyectos (unos 28 kilómetros cuadrados (km<sup>2</sup>)) comprende actualmente potreros parcialmente cubiertos por áreas boscosas. El Parque Nacional Rincón de la Vieja (PNRV) se encuentra adyacente a esta área geotérmica.

Los Proyectos se dividirían en dos unidades: Borinquen I y Borinquen II, de 55 MW cada una, localizados en dos sectores: sector sur y sector norte. Cada sector tendrá una planta con su correspondiente sistema de trasiego de fluidos. De esta manera se reduciría al mínimo el impacto visual a los visitantes del Hotel Borinquen, ubicado adyacente al campo geotérmico, y también reduciría la tala de árboles, reduciendo la longitud de tuberías y las obras civiles asociadas. El fluido producido en cada plataforma de producción será transportado en dos fases a tres estaciones de separación donde se separa el vapor y la salmuera. El vapor separado se envía a las plantas y la salmuera se envía a las plataformas de reinyección ubicadas en la zona occidental del área de los Proyectos. Las nuevas unidades geotérmicas serían conectadas a la nueva línea de transmisión del parque eólico de Orosí (ya construida) por medio de una línea de transmisión de 25 km. Aunque los sitios propuestos para las plantas de generación no están dentro de áreas de bosque, los Proyectos estarían adyacentes al PNRV.

Los Proyectos cuentan con un Estudio de Impacto Ambiental (EsIA), realizado por ICE en el 2013. El ICE ha presentado el informe EsIA a la Secretaría Técnica Nacional Ambiental (SETENA) de Costa Rica y la Declaración de Impacto (DIA).

De acuerdo a la Política de Medioambiente y Cumplimiento de Salvaguardias (OP-703) del Banco, el Proyecto se clasifica en la Categoría “A”.

El Plan de Acción para la Biodiversidad (PAB) tiene el objetivo de actualizar y complementar el EsIA y el Plan de Gestión Ambiental (PGA) para que cumpla

con el contenido, nivel de detalle y análisis requerido por el Banco para un proyecto Categoría A.

Los objetivos específicos del PAB son dos, a saber:

- Determinar los efectos sobre la biodiversidad inducidos por los Proyectos y aportar información detallada al respecto como insumo al Estudio de Impacto Ambiental (EIA) Complementario y la Evaluación de Efectos Acumulativos (EEA) para los proyectos Borinquen I y II y el Proyecto Geotérmico Las Pailas II, documentos acompañantes al presente estudio.
- Desarrollar un plan manejo, el cual incorpore un plan de monitoreo, para los efectos sobre la biodiversidad inducidos por los Proyectos.

Este PAB se enfoca específicamente en aquellas áreas en las cuales se ha determinado que se requiere información y análisis adicional para cumplir con los requerimientos del Banco. El PAB se enfocará en las siguientes áreas:

- Un Estudio de Impacto en la Biodiversidad y
- Un Plan de Manejo de Biodiversidad que incorpora un Plan de Monitoreo con las respectivas medidas de mitigación, manejo y/o compensación a largo plazo para la gestión de los efectos en la biodiversidad determinados.

## **RE.1.1 ESTATUS DEL PROYECTO**

En octubre 2007, el BID otorgó al ICE una Línea de Crédito Condicional para Proyectos de Inversión -CCLIP- (CR-X1005) dirigida a financiar las inversiones a ejecutar por la institución en el periodo 2008-2014, aprobándose simultáneamente un préstamo destinado a financiar los planes de expansión del ICE correspondientes al periodo 2008-2011. En octubre 2012, se aprobó un segundo préstamo para financiar los proyectos de inversión del ICE a ejecutar en el periodo 2011-2014, en los diversos segmentos del sector eléctrico.

En febrero del 2013 el ICE y el Gobierno de Costa Rica solicitaron al BID considerar un financiamiento conjunto con JICA y el Banco Europeo de Inversiones (BEI) para estos proyectos de generación geotérmica. En noviembre de 2013 el ICE firmó con JICA una línea de crédito para los tres proyectos geotérmicos mencionados, los cuales habían sido ratificados por el Congreso Nacional de Costa Rica (Asamblea Legislativa) en agosto del 2013. En julio del 2014 el ICE y el Gobierno de Costa Rica reiteraron su petición al BID en el financiamiento del PDG, solicitando la formalización de una operación CCLIP para además acometer otras inversiones adicionales en los segmentos de generación, transmisión y distribución eléctrica.

## ES-2

### DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Los Proyectos Geotérmicos Borinquen I y II consisten de la construcción de dos centrales geotérmicas (Borinquen I y Borinquen II), cada una con una potencia nominal de 55 MW. Las centrales estarán localizadas 10 kilómetros (km) al noreste del proyecto geotérmico Las Pailas, al norte de la ciudad de Liberia, en el Cantón Liberia en la Provincia de Guanacaste, Costa Rica. Los Proyectos se emplazarán en la sección occidental del macizo volcánico Rincón de la Vieja. Los Proyectos estarán ubicados en un área de pastizales rodeados por áreas de bosque, adyacente al PNRV y dentro de un área considerada hábitat natural crítico según la Directriz B.9 de la OP-703.

Las centrales geotérmicas Borinquen I y Borinquen II estarán ubicadas a 2.1 km de distancia entre ellas. El área total del campo geotérmico será de 28 kilómetros cuadrados (km<sup>2</sup>) con una longitud de 7 km. El área total a ser cubierta por la infraestructura es aproximadamente 85.5 ha. Borinquen I y Borinquen II estarán compuestos de tres elementos principales: la casa de máquinas, la torre de enfriamiento y la subestación. Requerirán de la construcción de 40 pozos profundos (20 por cada casa de máquinas); trece (diez plataformas identificadas y tres adicionales) plataformas de 7,200 m<sup>2</sup> de área cada una, dos lagunas de inyección, tres estaciones de separación y dos torres de enfriamiento y el reacondicionamiento de vías de acceso ya existentes. De los 40 pozos profundos, cuatro pozos se utilizarán para la reinyección de los fluidos geotérmicos. Al igual que en Las Pailas II, los Proyectos utilizarán la tecnología de perforación direccional lo que permitirá que de una misma plataforma se perforen cuatro o cinco pozos, lo cual reduce las áreas necesarias para perforar y trasegar fluidos. Se estima que los Proyectos empezarán la etapa de construcción en el 2018 y que ésta durará aproximadamente cuatro años.

## ES-3

### LÍNEA BASE DE LA BIODIVERSIDAD

La información revisada para la elaboración de presente informe incluye los estudios de impacto ambiental existentes para el Proyecto, la información disponible del ACG (varias fuentes en <http://www.acguanacaste.ac.cr/>), la Declaración del Valor Universal Excepcional del ACG, el AICA-TAT de BirdLife International y la Unidad de Conservación del Jaguar Guanacaste. Además se revisaron estudios específicos sobre especies de interés y datos disponibles del Libro Rojo de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) y otras fuentes especializadas en línea. ERM visitó el área del Proyecto entre el 01 y 05 de junio del 2015, realizó recorridos de campo con biólogos locales y personal del ICE y se reunió con representantes de grupos clave de interesados.

El sitio se ubica en las faldas del volcán Rincón de la Vieja en el valle del río Tempisque a elevaciones entre 350 y 1,280 metros sobre nivel del mar (msnm). El clima es tropical pero con marcada estacionalidad en las lluvias y es sujeto a

sequías prolongadas. Sin embargo, recibe precipitación y nubes que pasan al Caribe por medio de pasos bajos en la cordillera volcánica de Guanacaste.

La flora y fauna es típicamente neotropical, con elementos típicos de formaciones boscosas como especies de mamíferos como el mono colorado y el mono congo, el puma, la danta o el tapir y aves como tucanes, loros y trogones. En cuanto al grado de endemismo o singularidad de la biota, los elementos de tierras bajas tienden ser de distribución amplia y los casos de endemismo regional tienden ser asociados a ambientes aislados en las partes altas de los volcanes.

En el área existen tres ecorregiones principales:

- Bosques secos centroamericanos,
- Bosques húmedos estacionales costarricenses y
- Bosques montanos de Talamanca.

El sistema Zonas de Vida de Holdridge fue desarrollado en Costa Rica y toma en cuenta las variaciones altitudinales, latitudinales y de humedad. El proyecto está ubicado en la zona de vida bosque húmedo tropical, transición a premontano. Sin embargo, por los cambios microclimáticos asociados a la deforestación, el área de potrero abandonado presenta un ambiente mucho menos húmedo.

## **Vegetación**

Los Proyectos se encuentran mayormente en la zona de bosque semidecíduo de baja altura, con sabana abierta de gramíneas en el extremo sur del predio y bosque tropical/subtropical lluvioso-nuboso en las partes más altas en los flancos del Volcán Rincón de la Vieja. El predio de los Proyectos presenta un mosaico más complejo de uso de la tierra, con parches y corredores de vegetación de tipo herbácea y leñosa que reflejan las influencias antrópicas tanto como los patrones naturales. Gran parte del predio Borinquen fue convertido históricamente a potreros para el ganado. Todos los pozos están localizados en áreas existentes de potrero. El EsIA de los Proyectos destaca la importancia del parche extensivo de bosque maduro entre los Pozos P9 y P10. Este bosque es frecuentado por varias especies de fauna de interés para la conservación como los monos colorados y, como se evidenció durante la visita de campo de ERM, el jaguar. Los tipos de vegetación en el área del proyecto incluyen los siguientes:

- *Potreros y Potreros Arbolados*. Los potreros son unidades de vegetación antrópica que son de importancia socioeconómica para la industria ganadera de la región.
- *Charral arbolado*. Tacotal y charral son matorrales secundarios que representan estados de sucesión de potreros o tierras cultivadas abandonadas.

- *Bosques.* El área de los Proyectos presenta distintos tipos de bosque ripario, bosque maduro o primario y bosque secundario, todos de zonas de vida húmedas a pluviales. El bosque ripario asociado a los ríos y quebradas posee árboles emergentes de gran porte de 25 a 30 m de altura y un estrato más o menos definido de unos 10 a 20 m de altura. Los bosques secundarios muestran diferentes estados de sucesión, desde el “charral” hasta el bosque maduro intervenido con vegetación secundaria que corresponde a bosques aprovechados hace 40 años aproximadamente para la obtención del chicle. Los bosques maduros poseen mayor diversidad florística así como una estructura más compleja. Es así que se observan árboles emergentes, dosel superior, piso intermedio y sotobosque.

No hay información sobre la presencia de especies endémicas de flora en el área de los Proyectos. El EsIA menciona el manzano (*Amyris pinnata*), bálsamo (*Myroxylon balsamum*) y ron-ron (*Astronium graveolens*) como especies amenazadas. Las tres especies mencionadas son árboles de distribución amplia en el Neotrópico. El EsIA incluye una tabla con 17 taxones de árboles con importancia ecológica como fuente de alimentación de aves y mamíferos o en un caso por ser especie vedada. No se conocen usos directos de la flora y vegetación nativa por residentes de la zona de los Proyectos. Sin embargo, la vegetación natural y seminatural aporta un valor escénico para el turismo y los potreros son la base de la ganadería de la zona. Además, la vegetación aporta otros servicios ecosistémicos como protección contra la erosión, mantenimiento de procesos hidrológicos y captura de carbono.

## Fauna

*Invertebrados.* No existen estudios específicos sobre la fauna de invertebrados terrestres del área de los Proyectos. El EsIA presenta una caracterización de crustáceos y macroinvertebrados acuáticos y el ICE realiza monitoreos de estos organismos como indicadores de la calidad de los hábitats acuáticos.

*Peces.* No existen especies con categoría de amenaza global por la UICN en la región. Tampoco existen especies con un grado de endemismo local.

*Anfibios.* Las especies *Rhinella marina* y *Smilisca baudinii* son abundantes en todas las áreas perturbadas y *Lithobates warszewitschii* y *Duellmanohyla rufiocola* son comunes en hábitats riparios.

### *Especies Amenazadas Potenciales:*

- *Bolitoglossa subpalmata.* Es una salamandra de categoría EN (en peligro de extinción) según la UICN. No hay registros para el macizo Rincón de la Vieja-Santa María y no se conoce en elevaciones menores a 1,245 msnm.

- *Duellmanohyla uranochroa*. Se conoce únicamente de unas cuantas localidades de Costa Rica y el oeste de Panamá en elevaciones entre 70 y 1,740 msnm. No ha sido documentada para el área del Proyecto pero se conoce del Volcán Orosí a 14 km al noroeste y de la Cordillera de Tilarán a unos 35 al sureste.
- *Craugastor andi*. Ha desaparecido de la mayor parte de su área de distribución histórica y es endémica de Costa Rica. Es especie categoría CR según la UICN. Para Guanacaste, hay un registro en el Cerro Cacao del año 1987 pero el mapa de la UICN sugiere su presencia en la parte oriental del PNRV.
- *Craugastor angelicus*. Ha desaparecido de la mayor parte de su área de distribución histórica y es endémica de Costa Rica. Es especie categoría CR según la UICN. Para Guanacaste, hay un registro en el Cerro Cacao del año 1987 pero el mapa de la UICN sugiere su presencia en la parte oriental del PNRV.
- *Craugastor ranoides*. Ha desaparecido de gran parte de su área de distribución histórica en Costa Rica y las poblaciones en río Murciélagos en la Península Santa Elena del ACG son importantes para la especie. Según el mapa de la UICN, la especie ya sería extirpada en el área del Proyecto pero estaría presente hacia el noroeste. Es especie categoría CR según la UICN.

*Especies Endémicas de Distribución Restringida:*

- *Incilius guanacaste*. El sapo enano *Incilius guanacaste* está restringido a los volcanes Rincón de la Vieja y Miravalles. Los datos altitudinales sugieren que no se esperaría en el área de influencia del Proyecto. Es clasificada con “DD” (datos insuficientes) por la UICN, sin embargo la UICN considera que no es especie amenazada.

*Quelonios y Cocodrilos*. No se han registrado especies de cocodrilos en el área de influencia de los Proyectos. En los ambientes acuáticos, se han registrado tortugas pequeñas del género *Kinosternon* sin mayor importancia para la conservación en área de los Proyectos. No se espera la presencia de especies amenazadas de quelonios o cocodrilos.

*Squamata*. No existen especies de Squamata categorizadas como globalmente amenazadas por la UICN ni de distribución restringida en el área de los Proyectos. Los garrobos (*Ctenosaura similis*) y *Sceloporus variabilis* son abundantes en los ambientes soleados del área de Borinquen.

*Aves*. Los bosques, charrales y potreros del predio Borinquen soportan una gran diversidad de aves de distintos pisos altitudinales y microhábitats. En los bosques existen muchas especies frugívoras como el tucán pico arco iris (*Ramphatos sulfuratus*) e insectívoras como los jacamares (*Galbula ruficauda*). En

los potreros y charrales dominan especies típicas de ambientes abiertos como el alcaraván (*Burhinus bistriatus*). El EsIA reportó un total de 147 especies observadas; los monitoreos de ICE han registrado 110 especies y la visita de campo de ERM registró un total de 49 especies, ninguna de las cuales con una categoría de En Peligro o Peligro Crítico según la UICN. Sin embargo, el número total de especies probablemente crecería con mayor esfuerzo de muestreo.

#### *Especies Amenazadas:*

- *Cephalopterus glabricollis*. El paragüero cuellicalvo (*Cephalopterus glabricollis*) es una ave en categoría EN según la UICN y se conoce solamente en la zona entre el río San Juan en Nicaragua, Costa Rica y el oeste del Panamá. No hay registros reportados por los estudios de los Proyectos hasta la fecha.

#### *Especies de Distribución Restringida:*

- *Hylomanes momotula*. A pesar de tener una amplia distribución global entre México y Colombia, el momoto enano (*Hylomanes momotula*) es una especie de distribución muy restringida para Costa Rica.

*Mamíferos*. De las cinco a siete especies de mamíferos endémicos de Costa Rica, la taltuza *Orthogeomys cherriei* es la única que ha sido reportado (por evidencia indirecta) en el área de los Proyectos, de acuerdo al EsIA. Por la ausencia de amenazas, esta especie es de Preocupación Menor según la UICN. El área de los Proyectos se encuentra fuera del área de distribución de la especie según la UICN. El ratón espinado *Heteromys nubicolens* endémico para Costa Rica y conocida de los volcanes Cerro Cacao, Rincón de la Vieja y la Cordillera de Tilarán. En el Volcán Rincón de la Vieja se conoce a partir de los 800 msnm (Sendero Pailas, cerca del Río Colorado). Por debajo de 1,000-1,100, es remplazado por el congénere *H. desmarestianus* (Hacienda Santa María, Quebrada Provisión), una especie de distribución amplia. *Heteromys nubicolens* no ha sido evaluado por la UICN. La mayor parte de su distribución se encuentra dentro de áreas protegidas. Ninguna especie de *Heteromys* fue reportado por el EsIA Borinquen y se observa que el EsIA Borinquen no registró evidencia directa de ninguna especie de roedor pequeño.

#### *Especies Amenazadas*

- *Ateles geoffroyi ornatus*. El mono araña o mono colorado (*Ateles geoffroyi*) es especie En Peligro a nivel global según UICN pero es común en la región y habita, por lo menos históricamente, toda Mesoamérica desde el extremo noroeste de Colombia hasta el sur de Tamaulipas, México.

- *Tapirus bairdii*. La danta o tapir centroamericano (*Tapirus bairdii*) es una especie En Peligro a nivel global según UICN pero es común en la región y habita, por lo menos históricamente, toda Mesoamérica desde el noroeste de Colombia hasta el sur de México. Ha sido documentado por los estudios de EsIA del proyecto Borinquen I y II.

## **Áreas Protegidas y/o Reconocidas Internacionalmente por Importancia para la Biodiversidad**

### *Área de Conservación de Guanacaste*

El ACG es un conjunto de áreas protegidas que forman un “bloque biogeográfico” de unos 1,630 km<sup>2</sup>, correspondiente a una división administrativa para atender la conservación del ambiente. Protege un transecto único de ecosistemas desde la interfase marina-costera-bosque seco sobre el Pacífico hasta el bosque nuboso en las cimas de los volcanes y bosques lluviosos de la vertiente del Caribe. El ACG fue reconocido por la UNESCO como Sitio Patrimonio de la Humanidad en 1999. Los Proyectos se ubican dentro del área de la ACG conocida como el “Agropaisaje” pero fuera del “Área Silvestre Protegida” (ASP) o los tres Corredores Biológicos reconocidos por la ACG.

### *Parque Nacional Rincón de la Vieja*

El PNRV tiene un área de 143.45 km<sup>2</sup> y fue creado por ley en 1973. Protege elementos importantes del paisaje volcánico, incluyendo las “pailas” de aguas y lodos en el “Sector Pailas” que colinda con el Proyecto Geotérmico Las Pailas II. No existe un Plan de Manejo disponible en línea pero el ACG incluye el PNRV dentro de su Plan General de Manejo. Las partes altas del PNRV exceden los 1,900 msnm y baja hasta los 1,100-1,200 msnm en el límite con el predio Borinquen. No hay acceso vehicular al PNRV por la zona de los Proyectos y tampoco existen áreas de uso público en la zona.

### *Área de Importancia para la Conservación de Aves (AICA)*

El AICA ocupa 1,766 km<sup>2</sup> en la Cordillera Volcánica de Guanacaste en los departamentos de Guanacaste y Alajuela, generalmente zonas arriba de los 500 msnm. La única especie En Peligro a nivel global es el paraguero (*Cephalopterus glabricollis*), especie del Caribe con presencia limitada en el Pacífico. En cuanto a aves Vulnerables a nivel global, el AICA alberga poblaciones del pavón (*Crax rubra*), el momoto pico quilla (*Electron carinatum*) y el mosquerito pechileonado (*Aphanotriccus capitalis*), las últimas dos siendo especies del Caribe. Más allá de especies amenazas, los bosques de las cordilleras albergan muchas especies endémicas de Mesoamérica. *Crax rubra* es común en el PNRV y el área del Proyecto.



La mayor parte del predio Borinquen, a saber, todas las áreas encima de la curva de nivel de 500 msnm, están dentro del AICA-TAT; sin embargo no se evidencia alguna importancia singular de los hábitats del predio Borinquen para las especies focales del AICA-TAT. Las nuevas líneas de transmisión no tendrán impactos distintos a los impactos generados por la línea existente entre la SE PE Orosí y la SE Pailas. No existe evidencia de que estos hábitats tengan valores especiales para la avifauna de interés para la conservación.

#### *Unidad de Conservación del Jaguar Guanacaste*

La Unidad de Conservación del Jaguar “Guanacaste-Costa Rica” (UCJG), con un área de 5,323 km<sup>2</sup>, fue identificada en 1999. Según la Wildlife Conservation Society, una “Unidad de Conservación del Jaguar” es “un área que tiene por lo menos 50 jaguares de edad reproductiva, una base estable y diversa de presas y un hábitat adecuado para sustentar una población viable de jaguares hacia el futuro”. Durante la visita de campo de ERM, se observó un jaguar en el sendero entre los Pozos 9 y 10 en el corredor de bosque maduro. Este sector tiene bosques extensivos que albergan abundantes mamíferos y aves grandes y que también colindan con potreros para ganado vacuno.

#### **Servicios y Valores Ecológicos**

Los principales servicios y valores de relevancia directa a los residentes del área de influencia del Proyecto son:

- Provisión de forraje y agua para la ganadería;
- Provisión de hábitats y recursos para fauna de valor turístico (mamíferos medianos y grandes, aves);
- Provisión de vegetación y flora de valor turístico y
- Provisión de fenómenos geológicos, geotérmicos e hidrológicos de valor turístico (las pailas, los volcanes, las cataratas).

#### **ES-4**

#### **EVALUACIÓN DE IMPACTOS SOBRE LA BIODIVERSIDAD**

La evaluación de impactos se enfocó en los impactos potenciales sobre los valores claves de biodiversidad, en particular el Valor Universal Excepcional del Patrimonio Mundial Natural del ACG. Los valores clave de biodiversidad incluyen los siguientes elementos:

- **Especies de interés para la conservación**, específicamente especies categorizadas como EN y CR por la Lista Roja de la UICN y especies endémicas de distribución geográficamente restringida.
- **La conectividad de los ecosistemas y flujos biológicos** de relevancia para las áreas protegidas (el PNRV y el ACG) y las áreas reconocidas internacionalmente por valor alto para la conservación de la biodiversidad (el AICA-TAT y la UCJG).

## **Impactos Generales a los Ecosistemas y Hábitats Naturales**

### *Conversión de Hábitat Natural y Modificado*

La construcción de los Proyectos afectará mayormente hábitats modificados históricamente por la actividad pecuaria basada en la producción de ganado de corte en potreros antrópicos en tierras desforestadas. De acuerdo a la información disponible en los EsIA de los proyectos Borinquen I y II y Las Pailas II, se estima un total de 85.3 ha para el área de la huella de los Proyectos. El ICE buscará minimizar el área de hábitats afectados mediante la combinación de las servidumbres de los accesos y las tuberías. Por lo tanto, el área a ser afectada estimado arriba es un cálculo conservador.

Todas las plataformas de pozos, estaciones separadoras, lagunas de reinyección, casas de máquinas, torres de enfriamiento, casas de máquinas y la subestación se construirán en potreros o charrales. El mayor impacto directo a hábitats boscosos será por la construcción de tuberías y accesos relacionados a los Pozos 7 y 10. Se estima una afectación máxima de 3.15 ha (1,500 m x 21 m) para uno de los dos pozos, utilizando una servidumbre combinada para los accesos y tuberías. La servidumbre para el Pozo 6 también pasará por una zona de bosques secundarios y charrales arbóreos de menor valor ecológico. Además, se planifica la abertura de un nuevo camino de 0.5 km para conectar Mundo Nuevo con Borinquen y la construcción de un puente para cruzar una quebrada en el sector.

La construcción de la línea de transmisión a la SE Orosí se realizaría dentro de la servidumbre existente de la LT SE Orosí hacia Las Pailas, sin resultar en impactos nuevos significativos.

La conversión de hábitats se minimizará a través del diseño de los Proyectos y de la implementación de las medidas de los programas de protección y mitigación de impactos a bosques, de reducción de impactos de accesos y tuberías y de restauración ecológica.

### *Especies Invasivas*

El Proyecto se emplaza en hábitats alterados por la ganadería dónde ya existen muchas especies invasivas. Hay un riesgo de invasión de especies invasivas a lo largo de servidumbres abiertas en áreas de bosque denso. La experiencia de ICE con Miravalles y Las Pailas I no indican un riesgo significativo del establecimiento de especies invasivas. Las especies invasivas serán vigiladas por el Plan de Monitoreo de Biodiversidad. En caso de la detección de alguna especie invasiva, se implementarán medidas necesarias de control de acuerdo al concepto de manejo adaptativo.

### *Impactos al Ecosistema Acuático*

El área de los Proyectos es atravesada y drenada por varios ríos menores y quebradas que albergan elementos típicos de los ecosistemas dulceacuícolas del Pacífico mesoamericano, además de importancia como corredores de bosque ripario y fuentes de agua para la fauna terrestre. Las obras de construcción y las operaciones de los Proyectos generan fuentes de contaminación y alteración de patrones de drenaje y cauces. La sedimentación de hábitats acuáticos y el incremento en turbidez y sólidos suspendidos es un impacto muy probable sin controles adecuados de erosión, sedimentos, y cruces de cuerpos de agua adecuados, elementos que son fundamentales para las buenas prácticas de la construcción.

Los derrames de contaminantes también son riesgos típicos de obras de construcción, de la perforación de pozos y la operación de proyectos de generación geotérmica. Sin embargo, son riesgos controlables con una gestión adecuada de las obras y operaciones y no representan impactos esperados de este tipo proyecto.

Los impactos potenciales al ecosistema acuático se controlarán a través de las medidas del Plan de Manejo de Suelos, del Plan de Control de Erosión, Escurrimiento y Revegetación y del Plan de Manejo de Agua Superficial y Cauces y Plan de Manejo de Aguas Residuales y Residuos Líquidos en el EIA Complementario del Proyecto.

### **Impactos sobre Especies de Interés**

#### *Especies Amenazadas de Flora*

Los impactos adversos a la vegetación y flora son limitados a los impactos directos de la eliminación de la cobertura vegetal en las áreas de obras e infraestructura durante la construcción y el mantenimiento de estas áreas durante la vida útil del Proyecto. El ICE realiza inventarios forestales de todas las áreas de bosque a ser convertidas para el Proyecto.

Los programas de restauración de potreros y charrales resultan en impactos positivos a vegetación y flora. La exclusión del ganado dentro del predio de los Proyectos y la protección contra el fuego (brechas cortafuegos y supresión de incendios) resultarán en la recuperación natural de los bosques a través del tiempo, como se puede observar en el caso del Campo Geotérmico Miravalles donde se han regenerado más de 650 ha de bosques en predios que, antes del proyecto, eran potreros abiertos y campos de cultivos.

#### *Especies de Fauna en Peligro*

La danta de Baird y el mono colorado son especies categorizadas por la UICN como en peligro (EN) a nivel global. Estas especies son ampliamente

distribuidas en Mesoamérica y parte del extremo noroeste de Sudamérica. Debido a las actividades de la ACG en general, estas especies son todavía abundantes en las áreas rurales del Guanacaste y en particular por el control de actividades de cacería, son comunes en el área.

Los impactos potenciales sobre la fauna incluyen los siguientes:

- **Pérdida de hábitat.** La pérdida de hábitats ocasionada por los Proyectos representan áreas insignificantes para las poblaciones locales y regionales de estas especies.
- **Efecto barrera de la tubería y la servidumbre.** No existen datos sobre la afectación potencial al paso de dantas causada por las tuberías. Las dantas utilizan hábitats atravesados por tuberías en los proyectos geotérmicos Las Pailas I y Miravalles. Los monos colorados, congos y cariblanos cruzan sobre caminos y senderos utilizando las copas de los árboles.
- **Perturbación y/o desplazamiento por ruido, vibraciones y movimiento.** El ruido generado por los proyectos geotérmicos pueden exceder ocasionalmente límites; sin embargo, se observa que muchas especies de fauna se acostumbran al ruido y regresan a utilizar hábitats en zonas industriales. Por ejemplo, hay uso frecuente de hábitats a 200 m de pozos activos en Las Pailas I (evidenciado por monitoreo con cámaras trampa).
- **Control de la cacería furtiva.** Aunque no se evidenció presión de cacería furtiva dentro del predio de Borinquen I y II, el PGA Modificado para Las Pailas II documentó la presencia de un campamento de cazadores furtivos en junio de 2013. La presencia de puestos de control en las entradas a los predios del ICE y la presencia de personal de seguridad y vigilancia de los Proyectos podrán tener un impacto positivo por establecer mayor control sobre el ingreso de personas ajenas a los Proyectos que realicen actividades eventuales de cacería furtiva.

Se implementarán medidas para evitar y minimizar impactos directos e indirectos a la fauna a través de los programas de protección y mitigación de impactos a bosques, de rescate y reubicación de fauna, de reducción de impactos de accesos y tuberías, de implementación de dispositivos para la fauna en obras y de restauración ecológica. Además, los planes complementarios relacionados al Control de Ruido, Emisiones y Residuos evitarán y minimizarán potenciales impactos a la fauna descritos en el EIA Complementario del Proyecto.

### **Impactos Sobre Servicios y Valores Ecológicos**

No se prevén cambios irreversibles significativos sobre servicios y valores ecológicos de importancia para las comunidades locales.

## Impactos Sobre la Conectividad del Paisaje

En el área de los Proyectos, la cobertura natural de bosques ha sido disminuida y fragmentada por el establecimiento de haciendas ganaderas en potreros artificiales. Sin embargo, existen importantes corredores de bosques que permiten la supervivencia de especies de importancia para la conservación y de valor ecoturístico como las tres especies de primates, los felinos grandes y la danta. Los caminos de acceso existentes y las plazoletas de pozos construidos en el predio no han resultado en una fragmentación apreciable. Donde el ancho de la servidumbre es minimizado para permitir que las copas de los árboles estén en contacto o con una separación de 2-3 metros, muchas especies de fauna arbórea puede cruzar los caminos o servidumbres de ductos. Sin embargo, cuando existen brechas anchas donde hay un espacio entre los árboles que ya no permite el salto y cuando el sol puede llegar a iluminar, calentar y secar el microclima de la servidumbre, se puede generar una barrera para el paso de muchas especies adaptadas a ambientes de bosque, incluyendo las aves de sotobosque que no entran en áreas abiertas.

En el caso de las servidumbres entre los Pozos 9 y 10 y los Pozos 12 y 7 de los Proyectos, donde se atravesarán zonas de bosque maduro, el impacto dependerá del diseño final de los Proyectos. Se debe buscar la minimización del ancho de las servidumbres y considerar alternativas de servidumbres combinadas y separadas para los accesos para encontrar la solución que evite la creación de barreras.

Otro tema a considerar es el impacto de las tuberías aéreas para los mamíferos grandes. La distancia entre la tubería y el suelo es nominalmente de 1.5 m pero es variable en el campo. ERM observó huellas de venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) debajo de una tubería en Las Pailas II. En el Campo Geotérmico Miravalles, ERM pudo observar condiciones favorables para el paso de fauna en donde hubo contacto entre las copas de los árboles (en este caso, en bosque secundarios de aproximadamente 30 años de edad) y espacio adecuado debajo de las tuberías. Tal situación podrá ser un escenario deseable a futuro para los potreros en Borinquen.

Para evitar, minimizar y restaurar impactos a la conectividad ecológica, se implementarán las medidas de los programas de protección y mitigación de impactos a bosques, de reducción de impactos de accesos y tuberías y de restauración ecológica del Plan de Manejo de la Biodiversidad del PAB.

Los impactos probables de los Proyectos sobre la UCJG serán muy limitados respecto al área y conectividad de la UCJG. El movimiento de jaguares por el corredor de hábitats de bosque a lo largo de la Cordillera Volcánica de Guanacaste no se verá afectado por perturbaciones o barreras generadas por los Proyectos.

## **Evaluación de Impactos Sobre el Valor Universal Excepcional del ACG**

El Valor Universal Excepcional de un bien del Patrimonio Mundial tiene tres componentes: i) los valores naturales y/o culturales del bien, ii) la integridad del bien y iii) la protección y gestión del bien. Una evaluación de un proyecto debe considerar la afectación potencial sobre cada uno de estos componentes.

### *Valores*

La Declaración del Valor Universal Excepcional de la ACG menciona “la presencia de rutas de migración y miles de otras interacciones biogeográficas y ecológicas a lo largo de un transecto que une cuatro ecosistemas excepcionalmente diversos, conservados como un solo bloque protegido”. La construcción y operación de los Proyectos podría interrumpir los movimientos de organismos y genes si generará barreras significativas. Sin embargo, la escala de los impactos de fragmentación de bosque por los derechos de vía de obras lineales es pequeña y los Proyectos no ocasionarán barreras ecológicas o biogeográficas significativas.

### *Integridad*

En cuanto a la integridad del ACG, la Declaración del Valor Universal Excepcional destaca el continuum de más de 100 km desde las aguas del Pacífico hasta las cumbres de los volcanes y las laderas de la vertiente del Caribe. La construcción y operación de los Proyectos no interferirá con la continuidad de este corredor biogeográfico, ya que el predio se encuentra fuera de este continuum de áreas protegidas. Los Proyectos no afectarán ni las interconexiones entre las áreas protegidas de la ACG ni los corredores biológicos identificados por el Programa Nacional de Corredores Biológicos.

### *Protección y Gestión*

La Declaración menciona los proyectos de generación energética como amenazas provenientes del entorno que deben ser consideradas con atención y manejadas en el contexto de los posibles impactos negativos o positivos que pueden generar en el Sitio. El ICE coordina con el SINAC y el ACG para analizar estos impactos y compatibilizar las misiones del ICE y el ACG.

## **Impactos Sobre el Parque Nacional Rincón de la Vieja**

Las instalaciones de los Proyectos más cercanas al PNRV serían los Pozos 6 y 7 en las partes más altas del predio en los flancos occidentales del Volcán Rincón de la Vieja. El Pozo 6 se encuentra a unos 1,190 m de límite del PNRV. Las alternativas del Pozo 7 se encuentran a unos 710 m y 1,270 m del límite del PNRV. Las casas de máquinas norte y sur se encuentran a unos 4.54 km y 4.43 km, respectivamente, del límite del PNRV.

### *Impacto Visual*

La infraestructura de los Proyectos no sería visible desde las zonas de uso público del PNRV. Sin embargo, son visibles desde las laderas del volcán arriba del área de los Proyectos aunque no existen usos por turistas.

### *Impacto Auditivo*

El ruido generado por las actividades de construcción y operación de los Proyectos no afectaría a zonas de uso público del PNRV. El Pozo 7 tiene una separación de unos 700 m horizontales entre el límite del PNRV y el ruido sería minimizada por atenuación debido a la presencia de bosque maduro intacto.

### *Conectividad Ecológica*

El predio Borinquen presenta un mosaico de áreas de potrero y charral antrópico y remanentes de bosques maduros, bosques secundarios y bosques riparios. Estos bosques conforman corredores biológicos, de los cuales los más importantes son:

- Bosques maduros de la divisoria de cuencas Ahogados-Gata – Este es el corredor más amplio y con mayor desarrollo de bosque maduro. La casa de máquinas norte de los Proyectos se construirá al sur del Pozo 9, a unos 150 m de la margen del corredor de bosque maduro. El ruido y la luz generados por la operación de la casa de máquinas podría perturbar la fauna que utiliza el corredor. Sin embargo, la presencia del bosque maduro atenuaría el ruido dentro del corredor. La servidumbre de paso del acceso y tuberías del Pozo 10 atravesarían este corredor. En la parte alta del corredor, la servidumbre de paso del acceso y tuberías del Pozo 7, involucraría cortes y rellenos significativos debido a la fuerte pendiente e inestabilidad del terreno.
- Bosques riparios de la quebrada Gata –La conectividad es precaria en los alrededores del camino principal de acceso existente en las cercanías del complejo Borinquen Lodge por la conversión del valle a potreros extensivos, quedando un tipo de embudo de unos 100 m de ancho por el paso del camino sobre la zona riparia.
- Bosques riparios del río Salitral - Este corredor conecta el río Ahogados en el valle de Tempisque con las cabeceras del Salitral en el PNRV. Este corredor también está casi fragmentado cerca del Borinquen Lodge por los potreros y también por el acceso nuevo entre el Pozo 3 y el acceso principal. La casa de máquinas sur de los Proyectos se construirá a lado del Pozo 3 en las cercanías del río Salitral y su corredor ripario. El ruido, luz y eventuales descargas de aguas contaminadas generado por la operación de la casa de máquinas podría impactar al corredor ripario-acuático.

Se destaca que los tres corredores mencionados también se interconectan en sus extremos, formando un tipo de circuito ecológico importante que ICE buscará fortalecer a través del Programa de Restauración Ecológica.

Un programa importante del Plan de Manejo de Biodiversidad es Restauración Ecológica con un enfoque en la reforestación de potreros, zonas de protección de ríos y quebradas y la restauración de la conectividad de hábitats boscosos (véase también Medida MBPGB 02 del EsIA: 697). Medida MBPGB 02 del EsIA también requiere el establecimiento de pantallas vegetales de al menos 50 m de ancho alrededor de las casas máquinas, medida que atenuará el ruido. Se deberá buscar mitigar los impactos potenciales de las casas de máquinas sobre los corredores biológicos.

#### *Impacto en el Valor Ecoturístico*

Dada la ubicación de los Proyectos en relación a la zona de uso público del Sector Pailas y del Sector Santa María del PNRV, los Proyectos no tienen impactos probables sobre el valor ecoturístico del PNRV.

### **Conclusión General Sobre los Impactos a la Biodiversidad**

El desarrollo de los Proyectos no tiene una probabilidad razonable de generar impactos directos, indirectos o acumulativos que ocasionen el deterioro del bien reconocido como Patrimonio Mundial Natural o que pongan en riesgo el Valor Universal Excepcional del ACG en general o el PNRV en específico. Los elementos más sensibles del PNRV no estarían expuestos a impactos directos o indirectos.

Los impactos más relevantes a ser generados por los Proyectos son ruido, emisiones de gases y apertura de vías de acceso de caminos y tuberías. Sin embargo, estos impactos tienen una afectación espacial limitada y no han resultado en impactos significativos para la vegetación y fauna en el área de influencia de los Proyectos durante la exploración realizada hasta la fecha (Pozos 1, 3, 4, 5 y 9).

La protección y gestión del PNRV se verá beneficiada por la presencia de los Proyectos ya que presenta cierta barrera a otros usos de la tierra como la conversión para potreros. Los programas de mitigación realizados por el ICE asegurarían la restauración de la cobertura boscosa natural en los potreros y charrales en sus predios, como se ha demostrado en los predios del Campo Geotérmico Miravalles. Además la cacería furtiva será más difícil con la presencia de puestos de control en los puntos de entrada y el patrullaje por personal de seguridad en el predio Borinquen.

Los programas de monitoreo de flora y fauna realizados por el ICE también contribuyen información valiosa para el ACG y el PNRV.



## PLAN DE MANEJO DE BIODIVERSIDAD

El Plan de Manejo de Biodiversidad engloba las acciones de mitigación, gestión y monitoreo necesarias para lograr los objetivos de biodiversidad durante las fases preinversión, constructivas, operacionales y de cierre y abandono del Proyecto. El presente Plan se basa en protocolos existentes del ICE para proyectos geotérmicos, las medidas de mitigación estipuladas en el EsIA de los Proyectos y recomendaciones adicionales de ERM que complementan los primeros dos elementos.

El objetivo principal del Plan de Manejo de Biodiversidad es la aplicación adecuada de la Jerarquía de Mitigación de manera que el Proyecto i) se desarrolle sin conversión o degradación significativa de hábitats naturales críticos y ii) que se aumente la cobertura de bosques nativos y la conectividad del paisaje.

Las metas del Plan de Manejo de Biodiversidad son las siguientes:

1. Restaurar la conectividad de los hábitats de bosque para obtener un circuito continuo de bosque dentro del predio Borinquen que permita el desplazamiento altitudinal de los organismos;
2. Proteger la calidad y cantidad del agua y los hábitats acuáticos y riparios de los ríos y quebradas del predio Borinquen y
3. Minimizar impactos adversos sobre al Valor Universal Excepcional del sitio de Patrimonio Mundial Natural del ACG.

En el caso particular de los Proyectos, el ICE ha buscado evitar impactos a los bosques maduros y secundarios al ubicar las instalaciones de los Proyectos en áreas históricamente desforestadas como los potreros y charrales. Todos los pozos, estaciones de separación, lagunas y casas de máquinas están localizados fuera de bosques. En el caso de los caminos de acceso y las tuberías, se ha buscado minimizar la afectación al bosque a través de la reducción del ancho y longitud de las servidumbres, utilizando una sola servidumbre para ambos elementos. En caso de la línea de transmisión, se utilizará la servidumbre existente de la línea de transmisión Orosí-Las Pailas I.

En las áreas a ser desarrolladas para las instalaciones de los Proyectos, el ICE minimizará impactos a través de programas de inventario forestal y de rescate y reubicación de flora y fauna previa a la construcción, además de la delimitación y control estricto de áreas de trabajo y la tala de árboles (ICE 2013a).

A través del Protocolo de Restauración Ecológica del ICE (Protocolo No. 70.00.017.2014 V1; ICE 2014a), el ICE aumentará la cobertura forestal del predio Borinquen y restaurará la conectividad del paisaje para las especies que habitan los bosques, por ejemplo, los jaguares, las dantas y los monos colorados.

El Plan de Monitoreo de Biodiversidad contribuirá a la conservación de la biodiversidad a través de la generación y difusión de información sobre la respuesta ecológica de la flora y fauna a los Proyectos y la efectividad de las mitigaciones aplicadas.

ES-6

## PLAN DE MONITOREO Y DIFUSIÓN

El objeto del Plan de Monitoreo de la Biodiversidad es obtener datos prácticos para asegurar que los parámetros de diseño de los Proyectos y las medidas de mitigación están siendo debidamente implementadas y las metas del Plan de Manejo de Biodiversidad obtenidas.

ERM recomienda utilizar los siguientes indicadores en el Plan de Monitoreo del Proyecto:

- **Abundancia de la Fauna.** La abundancia de las especies de fauna del área del Proyecto no debe ser disminuida a mediano y largo plazo. El ICE realizó muestreo de fauna de línea base pre-constructiva para establecer las condiciones sin el proyecto como criterio para la evaluación de los resultados del monitoreo durante la construcción y operación de los Proyectos.
- **Conectividad Ecológica.** La conectividad puede ser medida con el uso de imágenes satelitales de la línea base pre-constructiva. Utilizando herramientas de SIG, se medirá el área y la geometría de los parches y corredores de bosque. Además, se monitoreará el uso de corredores por fauna mayor a través de cámaras trampa que registran por fotografías y videos el paso de fauna en puntos clave.
- **Restauración Natural de Bosque.** El área de hábitats boscosos y la composición botánica y estructura vegetal de los mismos se establecerá como línea de base mediante el estudio de parcelas permanentes de muestreo.
- **Protección contra Cacería Furtiva.** Como indicadores del éxito, se medirá el número de eventos registrados por evidencia directa e indirecta y también el número de personas que hayan recibido comunicaciones (señalética, cuñas radiales, panfletos, etc.) y capacitaciones (charlas, entrenamientos, etc.) sobre los riegos, restricciones y consecuencias de la cacería furtiva. Además se documentará el esfuerzo realizado por patrullajes de seguridad (por ejemplo, horas-persona por mes).

Actualmente ICE cuenta con un Protocolo de Monitoreo e Investigación de Vida Silvestre, Protocolo No. 70.00.010.2014. ERM considera que las medidas incluidas en el protocolo, aplicadas adecuadamente y en su totalidad, son adecuadas para el monitoreo, seguimiento y difusión. Se incluyen las siguientes acciones:

- Monitoreo mensual de mamíferos grandes.
- Monitoreo de fauna con cámaras trampa.
- Muestreo de aves
- Muestreo de herpetofauna
- Muestreo de insectos
- Muestreo hidrobiológico
- Muestreo de vegetación
- Análisis de imágenes satelitales
- Difusión

ES-7

## RECOMENDACIONES

Las recomendaciones principales de este PAB son:

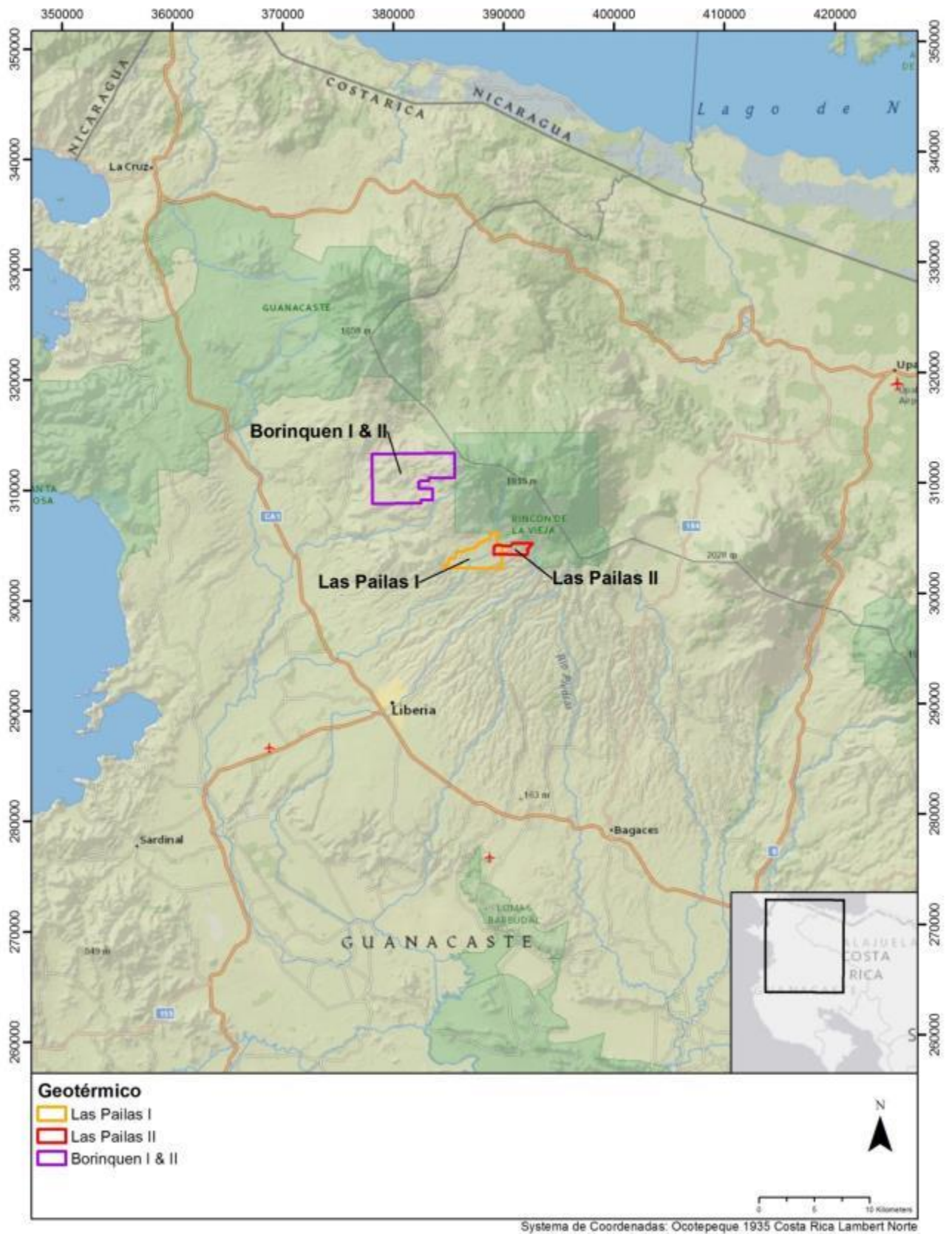
- Monitorear la abundancia de especies de fauna nativa, la conectividad del paisaje (corredores de bosque), la restauración natural de bosque y la incidencia de cacería furtiva;
- Implementar un programa de monitoreo con cámaras trampa en puntos clave del área de los Proyectos para documentar el uso de corredores de paso o migración para identificar puntos clave que deberán ser protegidos y restaurados;
- Buscar sinergias con los programas y estrategias del Plan de Manejo General del ACG, incluyendo el monitoreo dentro de áreas adyacentes del PNRV;
- Difundir los resultados y lecciones aprendidas de sus programas de monitoreo y restauración ecológica a través de informes, talleres y otros mecanismos e
- Incorporar este PAB como parte del Sistema de Gestión Ambiental y Social, incorporando las recomendaciones a los protocolos y medidas de mitigación del PGA.

El Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), creado por el Decreto-Ley No. 449 en 1949, es una institución autónoma del Estado costarricense con el mandato legal de proveer energía eléctrica. Según este Decreto, el ICE es responsable de dar solución pronta y eficaz a la escasez de fuerza eléctrica en la Nación, cuando ella exista, y procurar que haya en todo momento energía disponible para satisfacer la demanda normal y para impulsar el desarrollo de nuevas industrias, el uso de la electricidad en las regiones rurales y su mayor consumo doméstico.

Según el Plan de Expansión de Generación Eléctrica (PEG) 2014-2035, preparado por el ICE, en el 2012 el Sistema Eléctrico Integrado (SEI) de Costa Rica tenía una capacidad instalada efectiva de 2,682 Mega-watts (MW), constituido por un 66 % procedente de plantas hidroeléctricas, un 20% de plantas térmicas, un 7% de plantas geotérmicas, un 5% de plantas eólicas y un 2% de biomasa. El PEG propone adicionar al sistema una capacidad neta de generación eléctrica de 3,344 MW antes del 2035, con 98% procedente de energía renovable (ICE 2014a).

Los últimos años se han caracterizado por una baja aportación de caudales, que ha obligado a incrementar otros métodos de producción eléctrica. En el 2013, el potencial energético geotérmico en el país (potencial identificado) fue calculado en 875 MW y la capacidad instalada era de tan solo 195 MW, un 22% del total (ICE 2014). Con el propósito de satisfacer la creciente demanda de electricidad del país, el ICE está desarrollando plantas de generación de energía geotérmica en el área geotérmica Borinquen para el suministro de electricidad del SEI en la provincia de Guanacaste, mediante el apoyo financiero de la Agencia de Cooperación Internacional de Japón (JICA) y del Banco Interamericano de Desarrollo (BID o el Banco) a través de un Programa de Desarrollo Geotérmico (PDG). Dentro de este Programa se realizaron el conjunto de los proyectos Borinquen I y II (los “Proyectos”).

El área geotérmica Borinquen se encuentra al norte de la ciudad de Liberia, en la provincia de Guanacaste, a 240 kilómetros (km) al noroeste de San José. El área de los Proyectos (unos 28 kilómetros cuadrados (km<sup>2</sup>)) comprende actualmente potreros parcialmente cubiertos por áreas boscosas. El Parque Nacional Rincón de la Vieja (PNRV) se encuentra adyacente a esta área geotérmica (ver Figura 1-1).



**Figura 1-1: Ubicación de los Proyectos Borinquen I y II y otros proyectos geotérmicos en Guanacaste**

Los Proyectos se dividirían en dos unidades: Borinquen I y Borinquen II, de 55 MW cada una, localizados en dos sectores: sector sur y sector norte. Cada sector tendrá una planta con su correspondiente sistema de trasiego de fluidos. De esta manera se reduciría al mínimo el impacto visual a los visitantes del Hotel Borinquen, ubicado adyacente al campo geotérmico, y también reduciría la tala de árboles, reduciendo la longitud de tuberías y las obras civiles asociadas. El fluido producido en cada plataforma de producción será transportado en dos fases a tres estaciones de separación donde se separa el vapor y la salmuera. El vapor separado se envía a las plantas y la salmuera se envía a las plataformas de reinyección ubicadas en la zona occidental del área de los Proyectos. Las nuevas unidades geotérmicas serían conectadas a la nueva línea de transmisión del parque eólico de Orosí (ya construida) por medio de una línea de transmisión de 25 km.

Aunque los sitios propuestos para las plantas de generación no están dentro de áreas de bosque, los Proyectos estarían adyacentes al PNRV, dentro de un área considerada hábitat natural crítico según la Directriz B.9 de la Política de Medio Ambiente y Cumplimiento de Salvaguardias (OP-703) del BID.

Los Proyectos cuentan con un Estudio de Impacto Ambiental (EsIA), realizado por ICE en el 2013. El ICE ha presentado el informe EsIA a la Secretaría Técnica Nacional Ambiental (SETENA) de Costa Rica y la Declaración de Impacto (DIA).

De acuerdo a la Política de Medioambiente y Cumplimiento de Salvaguardias (OP-703) del Banco, los Proyectos se clasifican como Categoría "A". Esta clasificación se basa en la ubicación de los Proyectos dentro de áreas consideradas hábitats naturales críticos según la Directriz B.9 Hábitats naturales y sitios culturales de la Política de Medio Ambiente y Salvaguardias (OP-703) del BID.

El PDG se inserta en la estrategia del BID con Costa Rica (GN-2627), ya que los Proyectos promueven el desarrollo de la capacidad instalada de generación eléctrica y la consolidación de la sostenibilidad de la matriz energética. Adicionalmente, también reforzaría la participación en la matriz de las fuentes energéticas renovables, y fortalecería, tanto el sistema nacional de transmisión, favoreciendo la inserción en el mismo de energías renovables no convencionales y la integración del sistema Costarricense con el Mercado Eléctrico Regional (MER), como el sistema de distribución, mejorando la confiabilidad del mismo y la calidad del servicio que se viene prestando a los usuarios.

## 1.1 **OBJETIVOS**

El presente Plan de Acción para la Biodiversidad (PAB) tiene el objetivo general de actualizar y complementar el EsIA de los Proyectos para que cumpla con el contenido, nivel de detalle y análisis requerido por el Banco para un proyecto Categoría A. Esta clasificación se basa en la ubicación de los Proyectos dentro de áreas consideradas hábitats naturales críticos según la Directriz B.9 Hábitats naturales y sitios culturales de la Política de Medio Ambiente y Salvaguardias (OP-703) del BID.

Siguiendo la buena práctica internacional y las directrices del BID, ICE presenta aquí un PAB para los Proyectos. Este PAB está basado en la Política OP-703 y las directrices B.5 - Requisitos de evaluación ambiental y B.9 del BID, así como el marco legal vigente en Costa Rica aplicable en los temas de evaluación de impacto ambiental y social del sector de energía.

Los objetivos específicos del PAB son dos, a saber:

- Determinar los efectos sobre la biodiversidad inducidos por los Proyectos y aportar información detallada al respecto como insumo a la Estudio de Impactos Ambiental (EIA) Complementario y la Evaluación de Efectos Acumulativos (EEA) para los proyectos Borinquen I y II y el Proyecto Geotérmico Las Pailas II, documentos acompañantes al presente estudio.
- Desarrollar un plan manejo, el cual incorpore un plan de monitoreo, para los efectos sobre la biodiversidad inducidos por los Proyectos.

## 1.2 **ALCANCE DEL PLAN DE ACCIÓN PARA LA BIODIVERSIDAD**

Este PAB se enfoca específicamente en aquellas áreas en las cuales se ha determinado que se requiere información y análisis adicional para cumplir con los requerimientos del Banco. El PAB se enfoca en las siguientes áreas:

- Un Estudio de Impacto en la Biodiversidad y
- Un Plan de Manejo de Biodiversidad que incorpora un Plan de Monitoreo con las respectivas medidas de mitigación, manejo y/o compensación a largo plazo para la gestión de los efectos en la biodiversidad determinados.

## 1.3 **ESTATUS DEL PROYECTO**

En octubre 2007, el BID otorgó al ICE una Línea de Crédito Condicional para Proyectos de Inversión -CCLIP- (CR-X1005) dirigida a financiar las inversiones a ejecutar por la institución en el periodo 2008-2014, aprobándose simultáneamente un préstamo destinado a financiar los planes de expansión del

ICE correspondientes al periodo 2008-2011, en las áreas de generación, transmisión y control, para favorecer los intercambios en el Mercado Eléctrico Regional (MER) y distribución y comercialización y brindar además apoyo al fortalecimiento y modernización del ICE, en su calidad de principal actor del subsector eléctrico nacional. En octubre 2012, se aprobó un segundo préstamo para financiar los proyectos de inversión del ICE a ejecutar en el periodo 2011-2014, en los diversos segmentos del sector eléctrico (BID 2014).

Con estos préstamos, y conjuntamente con JICA, el BID apoyó al ICE con los estudios de factibilidad de los proyectos que conforman el PDG incluyendo el desarrollo de los campos de Borinquen I y II y otro proyecto de ampliación del campo geotérmico de Las Pailas (Las Pailas II, el cual no forma parte de este PAB).

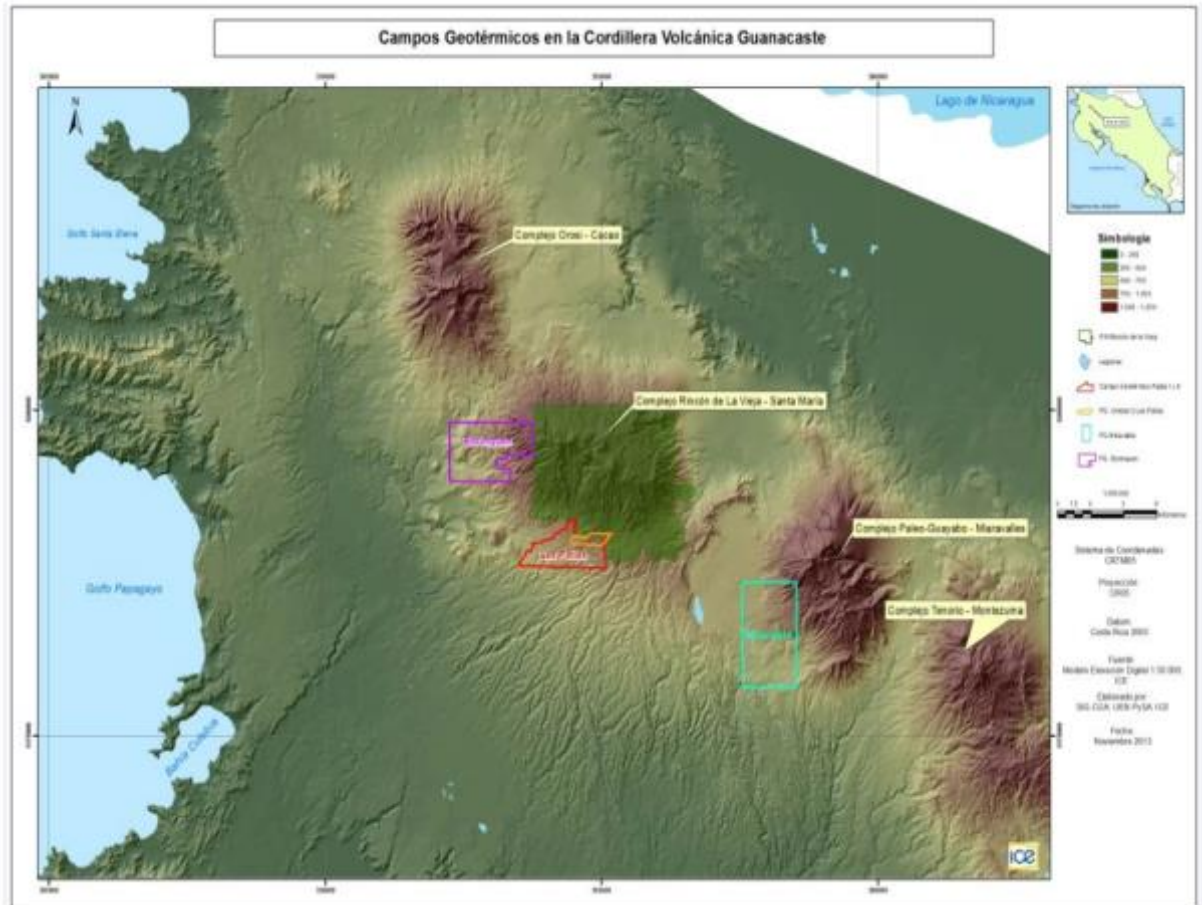
El estudio de factibilidad de los Proyectos se llevó a cabo con el apoyo de la firma consultora japonesa West Japan Engineering Consultants, Inc. (West JEC) patrocinada directamente por JICA. Los estudios de factibilidad estimaron el potencial del recurso en el sector de Borinquen equivalente a 110 MW de generación (con un nivel de certidumbre probabilístico del 50%) (ICE 2014).

En febrero del 2013 el ICE y el Gobierno de Costa Rica solicitaron al BID considerar un financiamiento conjunto con JICA y el Banco Europeo de Inversiones (BEI) para estos proyectos de generación geotérmica. En noviembre de 2013 el ICE firmó con JICA una línea de crédito para los tres proyectos geotérmicos mencionados, los cuales habían sido ratificados por el Congreso Nacional de Costa Rica (Asamblea Legislativa) en agosto del 2013. En julio del 2014 el ICE y el Gobierno de Costa Rica reiteraron su petición al BID en el financiamiento del PDG, solicitando la formalización de una operación CCLIP para además acometer otras inversiones adicionales en los segmentos de generación, transmisión y distribución eléctrica.



Los Proyectos Geotérmicos Borinquen I y II consisten de la construcción de dos centrales geotérmicas (Borinquen I y Borinquen II), cada una con una potencia nominal de 55 MW (ICE 2013a). Las centrales estarán localizadas 10 kilómetros (km) al noreste del proyecto geotérmico Las Pailas, al norte de la ciudad de Liberia, en el Cantón Liberia en la Provincia de Guanacaste, Costa Rica (ICE 2005) (ver Figura 2-1). Los Proyectos se emplazarán en la sección occidental del macizo volcánico Rincón de la Vieja (ICE 2013a) en las coordenadas 1198763,567 N y 341266,845 E, 1198764,993 N y 348752,179 E, 1194251,751 N y 345688,775 E, 1194249,674 N y 341258,301 E del sistema de proyección Costa Rica Transversal Mercator 2005 (CRTM05), sobre la hoja topográfica Curubandé, escala 1:50.000 del Instituto Geográfico Nacional (IGN) (ICE 2013a).

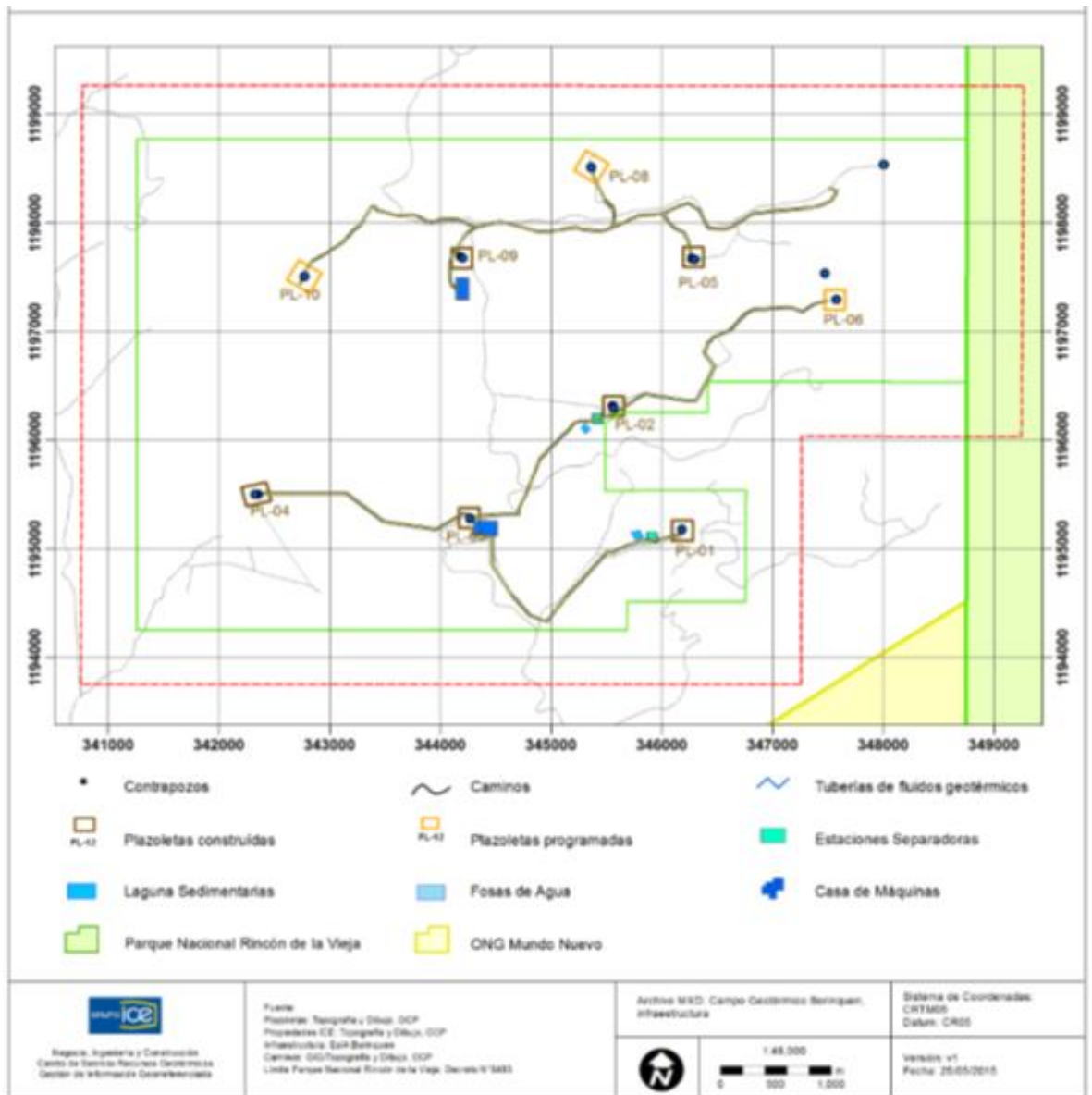
Los Proyectos estarán ubicados en un área de pastizales rodeados por áreas de bosque, adyacente al PNRV y dentro de un área considerada hábitat natural crítico según la Directriz B.9 de la OP-703 (BID 2013).



Fuente: BID 2013. Modificado por ERM.

**Figura 2-1: Ubicación de los Proyectos Borinquen I y II con respecto al proyecto Las Pailas I y Las Pailas II**

Las centrales geotérmicas Borinquen I y Borinquen II estarán ubicadas a 2.1 km de distancia entre ellas. El área total del campo geotérmico será de 28 kilómetros cuadrados (km<sup>2</sup>) (ICE 2013a) con una longitud de 7 km. El área total a ser cubierta por la infraestructura es aproximadamente 85.5 ha. Borinquen I y Borinquen II estarán compuestas de tres elementos principales: la casa de máquinas, la torre de enfriamiento y la subestación. Requerirán de la construcción de 40 pozos profundos (20 por cada casa de máquinas); trece (diez plataformas identificadas y tres adicionales) plataformas de 7,200 m<sup>2</sup> de área cada una, dos lagunas de inyección, tres estaciones de separación y dos torres de enfriamiento y el reacondicionamiento de vías de acceso ya existentes (ICE 2013a). De los 40 pozos profundos, cuatro pozos se utilizarán para la reinyección de los fluidos geotérmicos. Al igual que en Las Pailas II, los Proyectos utilizarán la tecnología de perforación direccional lo que permitirá que de una misma plataforma se perforen cuatro o cinco pozos, lo cual reduce las áreas necesarias para perforar y trasegar fluidos (Figura 2-2; ICE 2015b). Se estima que los Proyectos empezarán la etapa de construcción en el 2018 y que ésta durará aproximadamente cuatro años (ICE 2013a).



Fuente: ICE 2015b.

**Figura 2-2: Elementos de los Proyectos Geotérmicos Borinquen I y II**

Otros componentes de los Proyectos se describen a continuación.

## 2.1 CASAS DE MÁQUINAS

Se construirán dos unidades de Modalidad Vapor separadas, una en la sección norte del campo geotérmico y otra en la sección sur del mismo. Las unidades cubrirían un área de 976 m<sup>2</sup> y tendrán 75 m de longitud (ICE 2013a). Las casas de máquinas estarán compuestas por equipos mecánicos principales como son: la

turbina, el regulador de velocidad, el sistema de aceite hidráulico, el sistema de válvulas, el sistema de protecciones, la instrumentación y el condensador (ICE 2013a).

## **2.2 EQUIPO ELÉCTRICO PRINCIPAL**

El equipo eléctrico de los Proyectos incluirá el sistema de excitación y el sistema de enfriamiento (ICE 2013a).

## **2.3 SISTEMAS AUXILIARES**

Los sistemas auxiliares incluye el sistema de descarga de agua de la planta, sistema de separación de vapor, de aire comprimido, extracción de gases del condensador, sistema de dosificación de químicos y sistema de detección de sulfuro de hidrógeno, entre otros (ICE 2015b).

## **2.4 TORRE DE ENFRIAMIENTO**

Se construirán dos torres de enfriamiento con seis abanicos en cada torre. Las torres tendrán una longitud de 75 m y cubrirán una área de 1,125 m<sup>2</sup> (ICE 2013a). Este es el componente más importante del sistema de enfriamiento que garantiza el funcionamiento del condensador que recibe el vapor a la descarga de la turbina (ICE 2015b).

El proceso de la torre de enfriamiento es el siguiente: la torre de enfriamiento, compuesta por seis celdas con rociadores en la parte superior de las mismas, recibe agua caliente más el condensado de la turbina. Funciona a contra flujo de aire, lo cual se realiza gracias a la existencia de un abanico colocado en la parte superior de cada una de las celdas. Los abanicos succionan el aire del ambiente por los costados de la torre los cuales están completamente abiertos. El aire sube hacia la descarga de los abanicos en la parte superior de la torre y choca en contra flujo con el agua de los rociadores que se enfría al contacto con el aire. El agua fría se recoge en una pileta común y es bombeada de nuevo al condensador, para completar el ciclo del sistema de enfriamiento. La parte superior de la torre de enfriamiento tiene tuberías de descarga para los gases no condensables que vienen en el vapor geotérmico y que se acumulan en el condensador y son extraídos por medio de eyectores, compresores o bombas de vacío o una combinación de estos. Esta descarga en la parte superior de la torre favorece la dispersión de dichos gases aprovechando el tiro forzado de los abanicos de la torre y reduciendo su impacto ambiental (ver Figura 2-3; ICE 2012).



Fuente: ICE 2012.

*Figura 2-3: Torres de Enfriamiento de una Planta Geotérmica Similar*

## 2.5 **SUBESTACIÓN ELEVADORA**

Esta obra permitirá preparar la energía eléctrica producida en la central y transformar su voltaje de forma que pueda ser transportada de manera más eficiente a gran distancia, por medio del sistema interconectado de líneas de transmisión que componen la red nacional. Los Proyectos utilizarán la modalidad de subestación compacta (solo una para el campo geotérmico) (ICE 2015c) (ver Figura 2-4).

## 2.6 **EDIFICIOS COMPLEMENTARIOS**

Los Proyectos incluirán una serie de edificaciones menores que complementarán la central geotérmica, así como sistemas que permiten la recolección y tratamiento adecuado de todos los fluidos (ICE 2015c).

## 2.7 *TUBERÍAS PARA EL TRASIEGO DE FLUIDOS GEOTÉRMICOS*

Se construirán sistemas de tuberías para transportar vapor y salmuera a los diferentes componentes del sistema geotérmico (ICE 2015c). El diámetro promedio de la tubería será de 250 milímetros (mm) y tendrá una longitud de 12 km (ICE 2013a).

## 2.8 *ESTACIÓN SEPARADORA*

Los Proyectos incluirán tres estaciones de separación, de una longitud de 60 m y un área de 3,000 m<sup>2</sup> (ver Figura 2-2). Las estaciones separadoras se encargarán de recibir el fluido bifásico y de separar el vapor del agua. El vapor es enviado a la Casa de Máquinas y el agua a los sistemas de inyección. El agua extraída será regresada al reservorio para evitar problemas de contaminación y para extender la vida útil del campo (ICE 2015b).



Fuente: ICE 2013a.

***Figura 2-4: Subestación Compacta Similar a la que se Instalará en los Proyectos Borinquen I y II***

## 2.9 *LAGUNAS DE REINYECCIÓN*

Los Proyectos incluirán dos lagunas de 8 m de profundidad. Las lagunas cubrirán un área de 4,000 m<sup>2</sup> y tendrán una longitud de 100 m (ICE 2013a). Las lagunas de reinyección permitirán almacenar de forma temporal la salmuera que durante actividades de mantenimiento o maniobras de operación, no será inyectada de manera directa al reservorio (ICE 2015b).

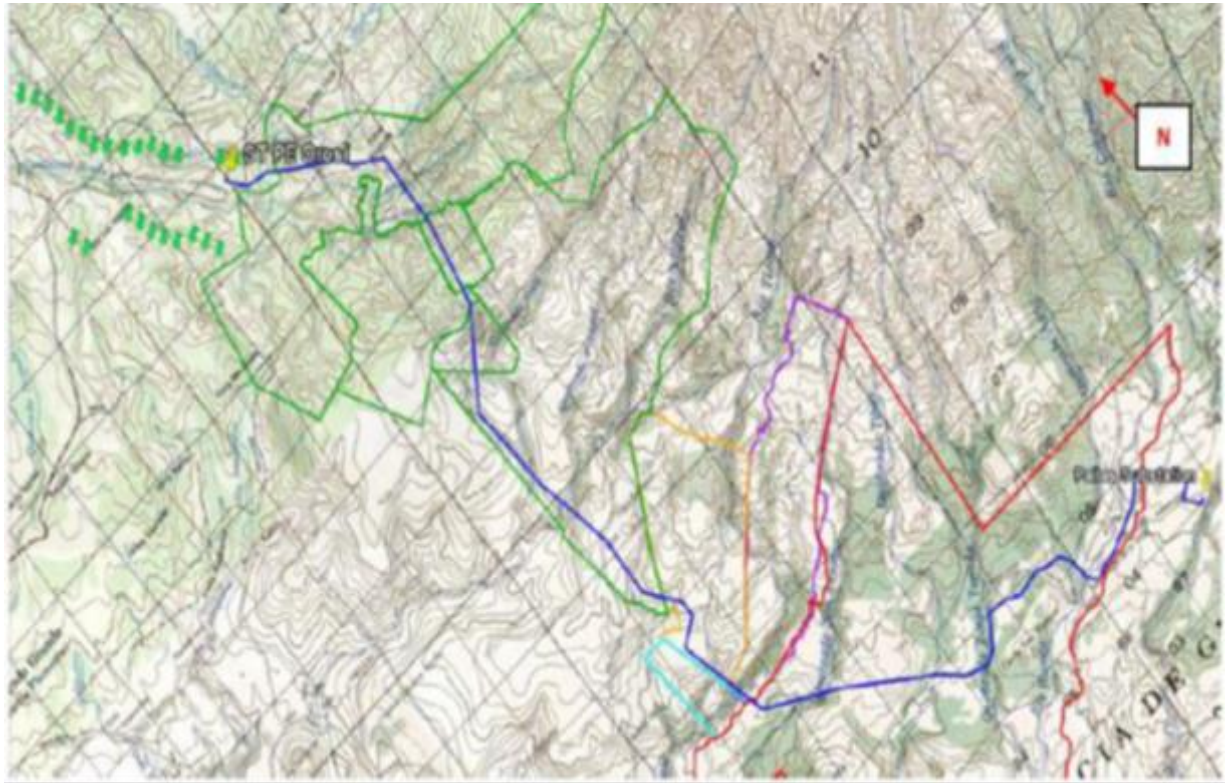
## 2.10 *CAMINOS DE ACCESO*

Los Proyectos utilizarán 8 km de caminos ya existentes los cuales se van a reacondicionar (ICE 2015b). También, se construirán 0.5 km de camino nuevo, que conectará al camino Mundo con el camino Borinquen, y un puente. Además, se construirá un camino entre la plazoleta 9 y 10. Estos caminos nuevos requieren el desbroce de bosque.

## 2.11 *LÍNEA DE TRANSMISIÓN*

Los Proyectos aprovecharán la línea de transmisión del proyecto Eólico Orosí (ICE 2013a). La línea de transmisión Orosí enlaza la central eólica con la subestación Pailas del ICE a un nivel de tensión de 230 kV, la cual a su vez está enlazada con el Sistema Interconectado Nacional (SIN) (ICE 2013a) (ver Figura 2-5). El sistema de transmisión quedará integrado de la siguiente forma:

- Enlace Casa de Maquinas (CM) Sur - CM Norte
- Derivación Línea de Transmisión (LT) Orosí - Subestación (ST) Borinquen
- Enlace ST Borinquen - LT Orosí.



Fuente: ICE 2013a.

*Figura 2-5: Trazo de la Línea de Transmisión del PE Orosí*



### 3.0 **LÍNEA BASE DE LA BIODIVERSIDAD**

#### 3.1 **FUENTES DE INFORMACIÓN**

La información revisada para la elaboración del presente informe incluye los estudios de impacto ambiental existentes para los Proyectos (ICE 2013a), la información disponible del Área de Conservación Guanacaste (ACG) (varias fuentes en <http://www.acguanacaste.ac.cr/>), la Declaración del Valor Universal Excepcional del ACG (World Heritage Committee 2004), el AICA-TAT (BirdLife International, 2015) y la Unidad de Conservación del Jaguar Guanacaste (Sanderson *et al.*, 2002; Zeller, 2007). Además se revisaron estudios específicos sobre especies de interés y datos disponibles del Libro Rojo de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) y otras fuentes especializadas en línea. ERM visitó el área de los Proyectos entre el 01 y 05 de junio del 2015, realizó recorridos de campo con biólogos locales y personal del ICE y se reunió con representantes de grupos clave de interesados (véase Sección 5.6).

La presente línea base describe el estado del ambiente biológico bajo las condiciones prevalentes en junio del 2015 durante la etapa de exploración y prueba de pozos de los Proyectos.

#### 3.2 **CONTEXTO BIOGEOGRÁFICO**

Los Proyectos se encuentran en la vertiente del Pacífico mesoamericano en una región de gran variabilidad biológica y geográfica en cortas distancias verticales. El sitio se ubica en las faldas del volcán Rincón de la Vieja en el valle del río Tempisque a elevaciones entre 350 y 1,280 metros sobre nivel del mar (msnm). El clima es tropical, con marcada estacionalidad en las lluvias y es sujeto a sequías prolongadas. Sin embargo, recibe precipitación y nubes que pasan al Caribe por medio de pasos bajos en la cordillera volcánica de Guanacaste.

La flora y fauna es típicamente neotropical, con elementos típicos de formaciones boscosas con especies de mamíferos como el mono colorado y el mono congo, el jaguar, la danta o tapir y aves como tucanes, loros y trogones. En cuanto al grado de endemismo de la biota, los elementos de tierras bajas tienden ser de distribución amplia y los casos de endemismo regional tienden a estar asociados a ambientes aislados en las partes altas de los volcanes.

En el área existen tres ecorregiones principales:

- Bosques secos centroamericanos
- Bosques húmedos estacionales costarricenses y
- Bosques montanos de Talamanca (WWF 2015).

Los bosques húmedos estacionales costarricenses tienen un estado de conservación crítico/en peligro por la fuerte conversión histórica para usos agropecuarios, quedando menos del 10% del área original (Powell *et al.*, 2000).

Los bosques montanos en las alturas de Talamanca y la Cordillera Volcánica de Guanacaste presentan un alto nivel de endemismo de flora y fauna, particularmente en anfibios.

### 3.3 ECOSISTEMAS Y ZONAS DE VIDA

#### 3.3.1 *Ecosistemas Terrestres*

A través del estudio de las imágenes y mapas disponibles, así como la visita de campo, se evidencia un mosaico de ecosistemas naturales, seminaturales y antrópicos dentro del área de los Proyectos. Estos ecosistemas responden a variaciones en clima, altitud, tipos de suelos, exposición y la historia de usos para ganadería y otros fines.

Existe una marcada zonificación altitudinal desde el valle del río Tempisque, dónde dominaban formaciones de bosque seco tropical, hasta la cima de los volcanes dónde se presentan bosques enanos. Dado que ciertas especies de fauna realizan migraciones verticales estacionales en la Cordillera Volcánica de Guanacaste en respuesta a la oferta de recursos (por ejemplo, agua y frutos), la conectividad del paisaje a través de corredores de bosque es importante. En cambio, las especies adaptadas a las condiciones de cierto piso altitudinal o zona de vida tienden a presentar distribuciones fragmentadas en los macizos volcánicos de las Cordilleras de Guanacaste y Tilarán hacia el sudeste. La mayoría de las especies de la región son de distribución más amplia a nivel de Mesoamérica o el Neotrópico.

Los bosques albergan gremios completos de fauna nativa típica de ecosistemas boscosos mesoamericanos. Hay muchas aves frugívoras como los trogones y tucanes. Los herbívoros grandes incluyen la danta de Baird (*Tapirus bairdii*), el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) y el saíno (*Pecari tajacu*). Los roedores grandes incluye la guatusa (*Dasyprocta punctata*) y el tepezcuintle (*Cuniculus paca*). Los primates presentes son *Alouatta palliata*, *Ateles geoffroyi* y *Cebus capuchinus*. Entre los carnívoros, se han documentado felinos como el jaguar (*Panthera onca*), el puma (*Puma concolor*) y el manigordo (*Leopardus pardalis*) y cánidos como el coyote (*Canis latrans*).

#### 3.3.2 *Ecosistemas de Aguas Continentales*

Numerosas corrientes de agua descienden de las laderas del Volcán Rincón de la Vieja, asociadas a la cuenca del río Tempisque. El área de los Proyectos se ubica entre tres microcuencas: la del río Ahogados, la del río Salitral y la del río Tizate.

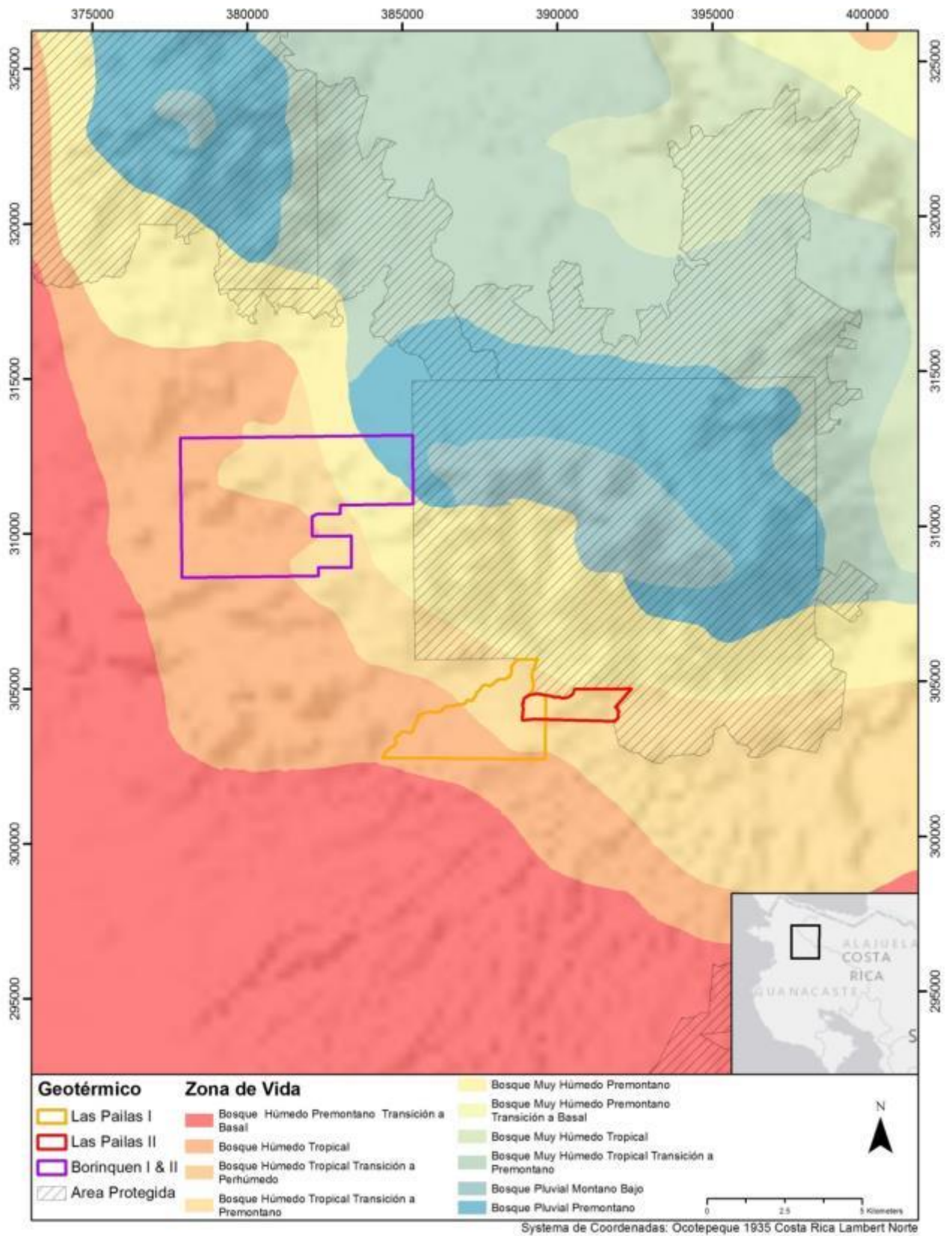
Los estudios de EsIA realizados por el ICE documentan poblaciones de crustáceos (cangrejos y camarón de agua dulce) en los arroyos y ríos del área de los Proyectos.

### **3.3.3 *Ecosistemas Asociados a Fenómenos Geotérmicos***

Existen algunos afloramientos geotérmicos en el predio Borinquen. El más destacado está ubicado en el Hotel Borinquen. No existen estudios sobre la biodiversidad microbiana asociada a estos ambientes.

### **3.3.4 *Zonas de Vida***

El sistema Zonas de Vida de Holdridge fue desarrollado en Costa Rica y toma en cuenta las variaciones altitudinales, latitudinales y de humedad. Debido a su apreciable variación altitudinal, los Proyectos se encuentran en cuatro zonas de vida. Las partes más bajas por las plataformas P4 y P3 y la casa de máquinas sur, están en el bosque húmedo tropical (bh-T). La mayoría de las instalaciones están en el bosque húmedo tropical transición a premontano (bh-T Δ). Las plataformas (P5, P6 y P12) se encuentran en el bosque muy húmedo premontano (bmh-P). En la parte más alta, la plataforma P7 está en bosque pluvial premontano (bp-P), ver Figura 3-1.



Fuente: ACG (Capas 200.000) y ERM.

**Figura 3-1: Mapa de Zonas de Vida Holdridge para la Región de Borinquen**

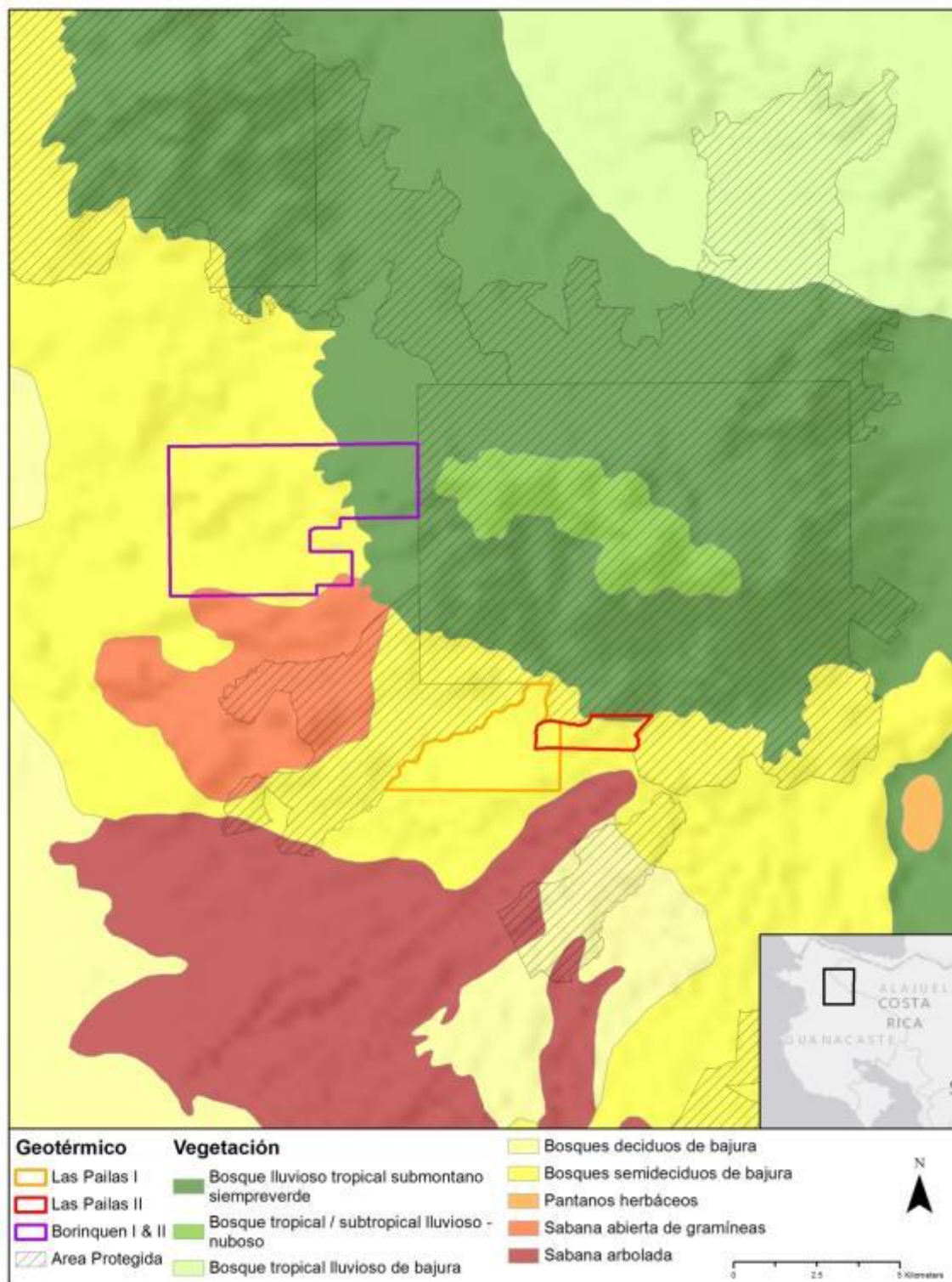
## 3.4 VEGETACIÓN

### 3.4.1 *Unidades de Vegetación*

Las capas a escala 1:200,000 del Sistema de Información Geográfica (SIG) del ACG indican que a nivel regional los Proyectos se encuentran mayormente en la zona de bosque semidecidual de baja altura, con sabana abierta de gramíneas en el extremo sur del predio y bosque tropical/subtropical lluvioso-nuboso en las partes más altas en los flancos del Volcán Rincón de la Vieja (ver Tabla 3-1 y Figura 3-2).

Según los estudios de imágenes y datos del campo presentados por el EsIA, el predio de los Proyectos presenta un mosaico más complejo de uso de la tierra, con parches y corredores de vegetación de tipo herbácea y leñosa que reflejan las influencias antrópicas tanto como los patrones naturales (ver Figura 3-3). Gran parte del predio Borinquen fue convertido históricamente a potreros para el ganado. Todos los pozos están localizados en áreas existentes de potrero.

El EsIA destaca la importancia del parche extensivo de bosque maduro entre los Pozos P9 y P10. Este bosque es frecuentado por varias especies de fauna de interés para la conservación como los monos colorados y, como se evidenció durante la visita de campo de ERM, el jaguar.



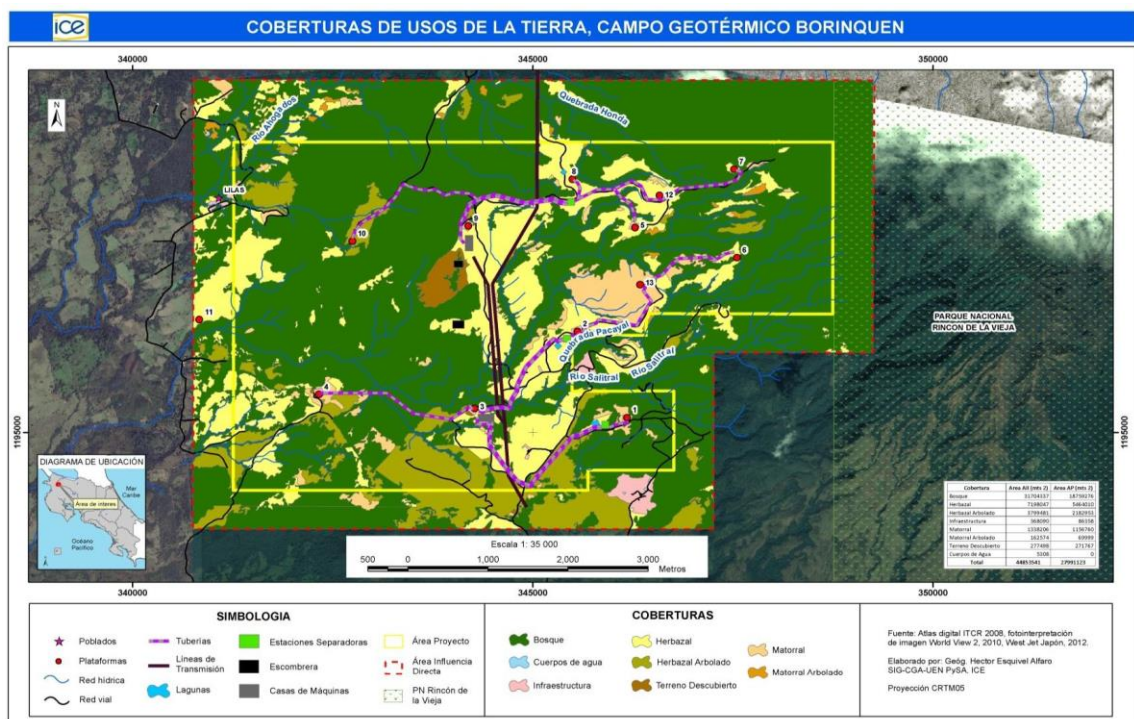
Fuente: ACG (Capas 200.000) y ERM.

**Figura 3-2: Unidades Regionales de Vegetación según la ACG en el Área del Parque Nacional Rincón de la Vieja**

**Tabla 3-1: Área de la Cobertura de la Tierra**

Cobertura de Tierra	Área (ha)
Bosques	1,875.92
Potrero	546.40
Potrero arbolado	218.30
Charral	115.68
Charral arbolado	6.99
Terreno descubierto	27.18
Infraestructura	8.64
<b>Total</b>	<b>2,799.11</b>

Fuente: ICE 2013a:349.



Fuente: ICE 2013a:349.

**Figura 3-3: Coberturas de Usos de la Tierra**



Fuente: ERM, 02 de junio del 2015.

**Figura 3-4: Vista del Paisaje del Área Borinquen desde P3 hacia P6 (flecha derecha) y P7 (flecha izquierda), con el Volcán Rincón de la Vieja al fondo**

#### 3.4.1.1 Potreros y Potreros Arbolados

Los potreros son unidades de vegetación antrópica que son de importancia socioeconómica para la industria ganadera de la región. Las principales especies leñosas observadas en potreros durante el recorrido de campo de ERM se enumeran en la Tabla 3-2.

**Tabla 3-2: Principales Especies de Flora Mayor Observadas en las Zonas de potreros, PG Borinquen, 2015**

Familia	Genero	Especie	Nombre común
Arecaceae	<i>Acrocomia</i>	<i>aculeata</i>	Coyol
Arecaceae	<i>Chamadorea</i>	sp.	Pacaya
Bignoneaceae	<i>Tabebuia</i>	<i>rosea</i>	Roble sabana
Bignoneaceae	<i>Tabebuia</i>	<i>ochracea</i>	Corteza
Boraginaceae	<i>Cordia</i>	sp.	Muñeco
Burseraceae	<i>Bursera</i>	<i>simarouba</i>	Indio desnudo
Clusiaceae	<i>Vismia</i>	<i>baccifera</i>	Achiotillo
Fab. Caesalpinaceae	<i>Caesalpinia</i>	<i>eryostachis</i>	Saino



Familia	Genero	Especie	Nombre común
Fab. Mimosaceae	<i>Inga</i>	<i>alba</i>	Guaba
Fab. Mimosaceae	<i>Enterolobium</i>	<i>cyclocarpum</i>	Guanacaste
Fab. Papilionaceae	<i>Andira</i>	<i>inermis</i>	Carne asada
Fab. Papilionaceae	<i>Gliricidia</i>	<i>sepium</i>	Madero negro
Fab. Papilionaceae	<i>Diphysa</i>	<i>americana</i>	guachipelín
Lauraceae	<i>Ocotea</i>	<i>veraguensis</i>	Canelo
Melastomataceae	<i>Miconia</i>	<i>argentea</i>	Palo maría
Meliaceae	<i>Cedrela</i>	<i>odorata</i>	Cedro
Meliaceae	<i>Trichilia</i>	<i>havanensis</i>	Uruca
Moraceae	<i>Ficus</i>	<i>sp.</i>	Higuerones
Thymelaeaceae	<i>Daphnopsis</i>	<i>americana</i>	Mastate
Polygonaceae	<i>Coccoloba</i>	<i>acuminata</i>	Papaturro
Sapindaceae	<i>Cupania</i>	<i>glabrescens</i>	Cascua
Sapindaceae	<i>Sapindus</i>	<i>saponaria</i>	Chumico
Sapindaceae	<i>Thouinidium</i>	<i>decandrum</i>	Matapulgas
Sapotaceae	<i>Pouteria</i>	<i>sp.</i>	Zapotillo
Sterculiaceae	<i>Guazuma</i>	<i>ulmifolia</i>	Guacimo
Ulmaceae	<i>Trema</i>	<i>micrantha</i>	Capulín
Tiliaceae	<i>Muntingia</i>	<i>calabura</i>	Capulín
Nyctaginaceae	<i>Pisonia</i>	<i>aculeata</i>	Petrón

Fuente: Datos de campo de ERM/Ing. For. A. Alvarado.

### 3.4.1.2 Charral Arbolado

Tacotal y charral son matorrales secundarios que representan estados de sucesión de potreros o tierras cultivadas abandonadas. Albergan especies nativas de flora y fauna pero no soportan especies típicas de bosque primario.

### 3.4.1.3 Bosque

El área de los Proyectos presenta distintos tipos de bosque ripario, bosque maduro o primario y bosque secundario, todas de zonas de vida húmedas a pluviales. No existen bosques secos, bosque nuboso o bosque enano dentro del área de los Proyectos (MINAET 2010).

#### Bosque Ripario

El bosque ripario asociado a los ríos y quebradas posee árboles emergentes de gran porte de 25 a 30 m de altura y un estrato más o menos definido de unos 10 a 20 m de altura. Las principales especies de bosque ripario observadas durante el recorrido de campo de ERM se enumeran en la Tabla 3-3.

**Tabla 3-3: Principales Especies de Flora Mayor Observadas en las Zonas de Bosque Ripario, PG Borinquen, 2015**

Familia	Genero	Especie	Nombre común
Anacardiaceae	<i>Astronium</i>	<i>graveolens</i>	Ron ron
Annonaceae	<i>Sapranthus</i>	<i>palanga</i>	Palanga
Apocynaceae	<i>Plumeria</i>	<i>rubra</i>	Franchipan
Araliaceae	<i>Schefflera</i>	<i>morotoni</i>	Cacheta
Bignoneaceae	<i>Tabebuia</i>	<i>rosea</i>	Roble sabana
Bombacaceae	<i>Ochroma</i>	<i>pyramidale</i>	Balsa
Burseraceae	<i>Bursera</i>	<i>simarouba</i>	Indio desnudo
Cecropiaceae	<i>Cecropia</i>	<i>peltata</i>	Guarumo
Clusiaceae	<i>Garcinia</i>	<i>intermedia</i>	jorco
Combretaceae	<i>Terminalia</i>	<i>oblonga</i>	Surá
Euphorbiaceae	<i>Hura</i>	<i>crepitans</i>	Javillo
Fab. Caesalpinaceae	<i>Hymenaea</i>	<i>courbaril</i>	Guapinol
Fab. Mimosaceae	<i>Enterolobium</i>	<i>cyclocarpum</i>	Guanacaste
Fab. Mimosaceae	<i>Albizia</i>	<i>adinocephala</i>	Gavilan
Fab. Mimosaceae	<i>Zygia</i>	<i>longifolia</i>	Sotacaballo
Fab. Papilionaceae	<i>Diphysa</i>	<i>americana</i>	guachipelín
Fab. Papilionaceae	<i>Andira</i>	<i>inermis</i>	Carne asada
Fab. Papilionaceae	<i>Lonchocarpus</i>	<i>sp.</i>	Chaperno
Meliaceae	<i>Cedrela</i>	<i>odorata</i>	Cedro
Moraceae	<i>Daphnopsis</i>	<i>americana</i>	Mastate
Moraceae	<i>Ficus</i>	<i>jimenezi</i>	Higueron
Rubiaceae	<i>Calycophyllum</i>	<i>candidissimum</i>	Madroño
Rubiaceae	<i>Randia</i>	<i>aculeata</i>	Espino
Sapindaceae	<i>Cupania</i>	<i>glabrescens</i>	Cascua
Sapindaceae	<i>Thouinidium</i>	<i>decandrum</i>	matapulgas
Sapotaceae	<i>Manilkara</i>	<i>chicle</i>	chicle
Sterculiaceae	<i>Guazuma</i>	<i>ulmifolia</i>	Guacimo
Sterculiaceae	<i>Sterculia</i>	<i>apetala</i>	Panama
Tiliaceae	<i>Luehea</i>	<i>seemannii</i>	Guacimo colorado

Fuente: Datos de campo de ERM/Ing. For. A. Alvarado.

Estos bosques se encuentran en corredores riparios a lo largo de los ríos y quebradas que descienden de las laderas del Volcán Rincón de la Vieja, entre los cuales los más importantes son la quebrada Gata y el río Salitral (Figura 3-5).



Fuente: ERM, 02 de junio del 2015.

**Figura 3-5: Bosque Ripario Intervenido del Río Salitral**

### **Bosque Secundario**

En el área de los Proyectos existen bosques secundarios en diferentes estados de sucesión, desde el “charral” hasta el bosque maduro intervenido con vegetación secundaria que corresponde a bosques aprovechados hace 40 años aproximadamente para la obtención del chicle. Cada estadio de desarrollo provee diferentes recursos para la fauna local, lo cual promueve una mayor biodiversidad. Las principales especies observadas en zonas de bosque secundario durante el recorrido de campo de ERM se enumeran en la Tabla 3-4.

**Tabla 1-4: Principales especies de flora mayor observadas en las zonas de Bosque secundario, PG Borinquen, 2015**

<b>Familia</b>	<b>Genero</b>	<b>Especie</b>	<b>Nombre común</b>
Annonaceae	<i>Annona</i>	<i>purpurea</i>	soncoya
Apocynaceae	<i>Stenmadenia</i>	<i>obovata</i>	Guijarro
Bignonaceae	<i>Tabebuia</i>	<i>rosea</i>	Roble sabana
Bignonaceae	<i>Tabebuia</i>	<i>impetiginosa</i>	Cortez negro
Boraginaceae	<i>Cordia</i>	sp.	muñeco
Bursaraceae	<i>Bursera</i>	<i>simarouba</i>	Indio desnudo

Familia	Genero	Especie	Nombre común
Capparaceae	<i>Crateva</i>	<i>tapia</i>	Naranjito
Cecropiaceae	<i>Cecropia</i>	<i>peltata</i>	Guarumo
Clethraceae	<i>Clethra</i>	<i>mexicana</i>	Nance machi
Combretaceae	<i>Terminalia</i>	<i>oblonga</i>	Surá
Elaeocarpaceae	<i>Sloanea</i>	sp.	Terciopelo
Fab. Mimosaceae	<i>Enterolobium</i>	<i>ciclocarpum</i>	Guanacaste
Fab. Mimosaceae	<i>Albizia</i>	<i>adinocephala</i>	Gavilan
Fab. Caesalpinaceae	<i>Senna</i>	<i>papilosa</i>	abejoncillo
Fab. Mimosaceae	<i>Samanea</i>	<i>saman</i>	Cenizaro
Fab. Papilionaceae	<i>Andira</i>	<i>inermis</i>	Carne asada
Lauraceae	<i>Ocotea</i>	<i>veraguensis</i>	canelo
Malpighiaceae	<i>Byrsonima</i>	<i>crassifolia</i>	Nance
Meliaceae	<i>Trichilia</i>	<i>havanensis</i>	Uruca
Moraceae	<i>Ficus</i>	sp.	Higuerones
Moraceae	<i>Ficus</i>	<i>jimenezi</i>	Higueron
Moraceae	<i>Maclura</i>	<i>tinctoria</i>	Mora
Moraceae	<i>Brossimun</i>	<i>alicastrum</i>	Ojoche
Moraceae	<i>Castilla</i>	<i>elastica</i>	Hule
Myrsinaceae	<i>Ardisia</i>	<i>revoluta</i>	tucuico
Myrtaceae	<i>Psidium</i>	<i>guianense</i>	Guizaro
Polygonaceae	<i>Triplaris</i>	<i>melanodendron</i>	Hormigo
Rubiaceae	<i>Calycophyllum</i>	<i>candidissimum</i>	Madroño
Rubiaceae	<i>Posoqueria</i>	<i>latifolia</i>	Guayaba de mono
Rutaceae	<i>Zanthoxylum</i>	sp.	Lagartillo
Sapindaceae	<i>Cupania</i>	<i>glabrescens</i>	Cascua
Sapindaceae	<i>Sapindus</i>	<i>saponaria</i>	Chumico
Sapindaceae	<i>Allophylus</i>	<i>occidentalis</i>	Huesillo
Sapindaceae	<i>Thouinidium</i>	<i>decandrum</i>	matapulgas
Sapindaceae	<i>Dilodendron</i>	<i>costarricense</i>	Iguano
Sapotaceae	<i>Manilkara</i>	<i>chicle</i>	chicle
Simaroubaceae	<i>Picramnia</i>	<i>antidesma</i>	Amargo
Simaroubaceae	<i>Simarouba</i>	<i>amara</i>	aceituno
Sterculiaceae	<i>Guazuma</i>	<i>ulmifolia</i>	Guacimo
Thymelaeaceae	<i>Daphnopsis</i>	<i>americana</i>	Mastate
Tiliaceae	<i>Mortonioidendron</i>	<i>anisophullum</i>	Cuero de vieja
Turneraceae	<i>Erbilichia</i>	<i>odorata</i>	Flor de fuego

Fuente: Datos de campo de ERM/Ing. For. A. Alvarado.

## Bosque Maduro

Estos bosques poseen mayor diversidad florística así como una estructura más compleja. La presencia de mayor humedad mejora las condiciones para la aparición de especies que ocupan nichos específicos. Es así que se observan

árboles emergentes, dosel superior, piso intermedio y sotobosque (Figura 3-6). Este bosque recibirá un impacto directo por la construcción de infraestructura, siendo un hábitat importante para la aparición mamíferos y aves es importante salvaguardar su continuidad. Además al encontrarse limitando con el PNRV, tienen importancia para la conectividad ecológica del parque. Las especies de flora mayor observadas en zonas de bosque maduro durante el recorrido de campo de ERM se enumeran en la Tabla 3-5.

**Tabla 3-5: Especies de flora mayor observadas en las zonas de Bosque Maduro, PG Borinquen, 2015**

<b>Familia</b>	<b>Genero</b>	<b>Especie</b>	<b>Nombre común</b>
Annonaceae	<i>Gutteria</i>	<i>oliviformis</i>	Aninillo
Apocynaceae	<i>Coussapoa</i>	<i>villosa</i>	Higueron
Araliaceae	<i>Dendropanax</i>	<i>arboreus</i>	Fosforillo
Bombacaceae	<i>Pachira</i>	<i>aquatica</i>	Pluma
Bombacaceae	<i>Quararibea</i>	<i>asterolepis</i>	Garrocho
Boraginaceae	<i>Cordia</i>	<i>eriosigma</i>	Muñeco
Boraginaceae	<i>Ehretia</i>	<i>latifolia</i>	Tiguilote
Capparidaceae	<i>Capparis</i>	<i>frondosa</i>	Talcacao
Clusiaceae	<i>Tovomita</i>	<i>weddelliana</i>	Mangle blanco
Combretaceae	<i>Terminalia</i>	<i>oblonga</i>	Surá
Euphorbiaceae	<i>Sapium</i>	sp.	Yos
Euphorbiaceae	<i>Croton</i>	sp.	
Euphorbiaceae	<i>Phyllanthus</i>	<i>acuminatus</i>	Chilillo
Fab. Mimosaceae	<i>Inga</i>	<i>punctata</i>	Guaba
Fab. Papilionaceae	<i>Lonchocarpus</i>	sp.	Chaperno
Fab. Papilionaceae	<i>Machaerium</i>	<i>biovulatum</i>	siete cuernos
Fab. Papilionaceae	<i>Ormosia</i>	<i>macrocalyx</i>	Almendro de montaña
Flacouteaceae	<i>Casearia</i>	sp.	Molenillo
Hippocastanaceae	<i>Billia</i>	<i>colombiana</i>	Cucaracho
Lauraceae	<i>Ocotea</i>	sp.	Aguacatillo
Lauraceae	<i>Nectandra</i>	<i>hypoleuca</i>	Quizarra
Lauraceae	<i>Nectandra</i>	sp.	Quizarra
Malphiigiaceae	<i>Malphigia</i>	<i>glabra</i>	Acerola
Melastomataceae	<i>Mouriri</i>	<i>myrtilloides</i>	Juan acuña
Moraceae	<i>Ficus</i>	sp.	Higueron
Moraceae	<i>Ficus</i>	<i>jimenezi</i>	Higueron
Moraceae	<i>Ficus</i>	<i>insipida</i>	Higueron
Moraceae	<i>Brossimun</i>	<i>alicastrum</i>	Ojoche
Moraceae	<i>Trophis</i>	<i>racemosa</i>	Ojochillo
Myricaceae	<i>Morella</i>	<i>cerifera</i>	Cerillo
Myrsinaceae	<i>Ardisia</i>	<i>revoluta</i>	tucuico
Myrtaceae	<i>Eugenia</i>	<i>salamensis</i>	Fruta de pava
Myrtaceae	<i>Myrcianthes</i>	sp.	Guabillo

Familia	Genero	Especie	Nombre común
Papaveraceae	<i>Boconnia</i>	<i>frutescens</i>	Papagallo
Proteaceae	<i>Panopsis</i>	<i>suaveolens</i>	Palo de papa
Rubiaceae	<i>Chimarrhis</i>	sp.	Yema de huevo
Rubiaceae	<i>Faramea</i>	<i>occidentales</i>	Cafesillo
Sapindaceae	<i>Cupania</i>	<i>glabra</i>	Cascua
Sapotaceae	<i>Pouteria</i>	sp.	Zapotillo
Sapotaceae	<i>Michrophilis</i>	<i>crotonoides</i>	Zapotillo

Fuente: Datos de campo de ERM/Ing. For. A. Alvarado.



Fuente: ERM, 02 de junio del 2015.

**Figura 3-6: Bosque Maduro en el Corredor entre Pozos 9 y 10, Borinquen I y II**

### 3.4.2 *Especies Clave de Flora*

#### 3.4.2.1 *Especies Endémicas*

No hay información sobre la presencia de especies endémicas de flora en el área de los Proyectos.

#### 3.4.2.2 *Especies Amenazadas y/o Protegidas*

El EsIA menciona el manzano (*Amyris pinnata*), bálsamo (*Myroxylon balsamum*) y ron-ron (*Astronium graveolens*) como especies amenazadas. Las tres especies mencionadas son árboles de distribución amplia en el Neotrópico.

#### 3.4.2.3 *Especies de Importancia Ecológica*

El EsIA incluye una tabla con 17 taxones de árboles con importancia ecológica como fuente de alimentación de aves y mamíferos o en un caso por ser especie vedada. Entre los más notables en la zona son los higuerones (*Ficus spp.*) que producen grandes cantidades de frutos.

#### 3.4.2.4 *Especies de Importancia Social*

No se conocen usos directos de la flora y vegetación nativa por residentes de la zona de los Proyectos. Sin embargo, la vegetación natural y seminatural aporta un valor escénico para el turismo y los potreros son la base de la ganadería de la zona. Además, la vegetación aporta otros servicios ecosistémicos como protección contra la erosión, mantenimiento de procesos hidrológicos y captura de carbono.

### 3.5 **FAUNA**

#### 3.5.1 *Invertebrados*

No existen estudios específicos sobre la fauna de invertebrados terrestres del área de los Proyectos. El EsIA presenta una caracterización de crustáceos y macroinvertebrados acuáticos y el ICE realiza monitoreos de estos organismos como indicadores de la calidad de los hábitats acuáticos.

#### 3.5.2 *Peces*

No existen especies con categoría de amenaza global por la UICN en la región. Tampoco existen especies con un grado de endemismo local. De las 22 especies de peces continentales reportadas para Guanacaste por Bussing (2002), el muestreo para EsIA ha encontrado un total de nueve especies (ICE 2013a). De estas, el poecílido *Brachyrhaphis olomina* es endémica para Costa Rica y es la especie más abundante en los muestreos del EsIA. En la vertiente del Pacífico es considerada común y se conoce desde la cuenca del río Tempisque (Guanacaste) hasta el río Grande de Tárcoles y en la vertiente del Atlántico es poco común y restringida a pocas localidades entre los ríos Sapoá y Reventazón (Bussing 2002).

### 3.5.3

### *Anfibios*

Los anfibios más abundantes en el área de los Proyectos son especies adaptadas a ambientes abiertos y estacionales como *Rhinella marina*, *Engystomops pustulosus* y *Smilisca baudinii* (ICE 2013a y datos de monitoreo). En los ambientes de los bosques maduros se encuentran especies más típicas de ambientes húmedos como especies del género *Craugastor* (Figura 3-7).



Fuente: ERM, 02 de junio del 2015.

**Figura 3-7: *Craugastor* sp., Sendero hacia Pozo 7, Borinquen I y II**

#### 3.5.3.1 *Especies Amenazadas Potenciales*

*Bolitoglossa subpalmata*. Es una salamandra de categoría EN (en peligro de extinción) según la UICN. No hay registros para el macizo Rincón de la Vieja-Santa María pero su presencia en los volcanes Orosí y Miravalles sugieren su posible ocurrencia en el área de los Proyectos. Sin embargo, no se conoce en elevaciones menores a 1,245 msnm y comienza a ser común por encima de los 2,400 msnm (Savage, 2002; Vial, 1968), lo que sugiere que no sería probable en Borinquen.

*Duellmanohyla uranochroa*. Se conoce únicamente de unas cuantas localidades de Costa Rica y el oeste de Panamá en elevaciones entre 70 y 1,740 msnm. Según Savage (2002), se encuentra entre 880 y 1,600 msnm en la vertiente del Pacífico. Los renacuajos se desarrollan en quebradas. No ha sido documentada para el área de los Proyectos pero se conoce del Volcán Orosí a 14 km al noroeste y de la



Cordillera de Tilarán a unos 35 km al sureste. Es especie categoría EN según la UICN (era CR entre 2008 y 2013). Hasta el momento, no se ha registrado esta especie, sino solamente su congénere *Duellmanohyla rufiocularis*, una especie LC (Preocupación Menor) según la UICN.

*Craugastor andi*. Esta especie ha desaparecido de la mayor parte de su área de distribución histórica y es endémica de Costa Rica. Es especie categoría CR según la UICN. Para Guanacaste, hay un registro del Cerro Cacao del año 1987 pero el mapa de la UICN sugiere su presencia en la parte oriental del PNRV. Es considerada especie de montañas altas de la vertiente del Atlántico (Savage, 1974, 2002).

*Craugastor angelicus*. Esta especie ha desaparecido de la mayor parte de su área de distribución histórica y es endémica de Costa Rica. Es especie categoría CR según la UICN. Para Guanacaste, hay un registro del Cerro Cacao del año 1987 pero el mapa de la UICN sugiere su presencia en la parte oriental del PNRV. Es considerada especie de montañas altas de la vertiente del Atlántico (Savage, 1975, 2002).

Puede haber una confusión en cuanto a la ubicación del Cerro Cacao en los mapas producidas por la UICN. Cerro Cacao se encuentra al noroeste del Volcán Rincón de la Vieja y es parte del complejo del Volcán Orosí. Aunque *C. andi* y *C. angelicus* se conocen del Cerro Cacao, los mapas de la UICN ubican estos puntos en las faldas orientales de Volcán Rincón de la Vieja.

*Craugastor ranoides*. Esta especie ha desaparecido de gran parte de su área de distribución histórica en Costa Rica (a partir del 1986) y las poblaciones en río Murciélagos en la Península Santa Elena del ACG son importantes para la especie (Zumbado-Ulate *et al.*, 2011). Según el mapa de la UICN, la especie ya sería extirpada en el área de los Proyectos pero estaría presente hacia el noroeste. Es especie categoría CR según la UICN.

### 3.5.3.2 *Especies Endémicas de Distribución Restringida*

*Incilius guanacaste*. El sapo enano *Incilius guanacaste* (Vaughan & Mendelson 2007) está restringido a los volcanes Rincón de la Vieja y Miravalles. Los datos ecológicos son muy escasos y se supone que es de hábitats de bosque montano y bosque enano de montaña. Según Savage (2002), el rango altitudinal de *Incilius epiotica* (especie que incluía *I. guanacaste* hasta 2007) es 1,051 a 2,040 msnm. Sin embargo, según Bolaños y Chaves (2008), *I. guanacaste* se encuentra entre los 1,900 y 2,000 msnm y por ende no se esperaría en el área de influencia de los Proyectos. Es clasificada con DD (datos insuficientes) por la UICN, sin embargo, debido a que la totalidad de su distribución se encuentra dentro de áreas protegidas, la UICN considera que no es especie amenazada.

### 3.5.4 *Quelonios y Cocodrilos*

No hay cocodrilos en el área de influencia de los Proyectos debido a la ausencia de hábitats adecuados. En los ambientes acuáticos, se han registrado tortugas pequeñas del género *Kinosternon* sin mayor importancia para la conservación en área de los Proyectos. No se espera la presencia de especies amenazadas de quelonios o cocodrilos.

### 3.5.5 *Squamata*

Este grupo comprenden los reptiles conocidos comúnmente como lagartijas, culebras y víboras. No existen especies de Squamata categorizadas como globalmente amenazadas por la UICN ni de distribución restringida en el área de los Proyectos. Los garrobo (*Ctenosaura similis*, Figura 3-8) y *Sceloporus variabilis* (Figura 3-9) son abundantes en los ambientes soleados del área de Borinquen.



Fuente: ERM, 02 de junio del 2015.

**Figura 3-8: Garrobo (*Ctenosaura similis*), Borinquen I y II**



Fuente: ERM, 02 de junio del 2015.

### **Figura 3-9: *Sceloporus variabilis*, Borinquen I y II**

#### **3.5.6 Aves**

##### **3.5.6.1 Generalidades**

Los bosques, charrales y potreros del predio Borinquen soportan una gran diversidad de aves de distintos pisos altitudinales y microhábitats. En los bosques existen muchas especies frugívoras como el tucán pico arco iris (*Ramphatos sulfuratus*, Figura 3-10) e insectívoras como los jacamares (*Galbula ruficauda*, Figura 3-11). En los potreros y charrales dominan especies típicas de ambientes abiertos como el alcaraván (*Burhinus bistriatus*, Figura 3-12).

El EsIA (ICE 2013a) reportó un total de 147 especies observadas, los monitoreos de ICE han registrado 110 especies y la visita de campo de ERM registró un total de 49 especies (ver Tabla 3-6), ninguna de las cuales con una categoría de en peligro o peligro crítico según la UICN. Sin embargo, el número total de especies probablemente crecería con mayor esfuerzo de muestreo.



Fuente: ERM, 02 de junio del 2015.

*Figura 3-10: Ramphastos sulfuratus, Área de Pozo 7, Borinquen I y II*



Fuente: ERM, 02 de junio del 2015.

*Figura 3-11: Galbula ruficauda, Sendero hacia Pozo 7, Borinquen I y II*

**Tabla 3-6: Aves Observadas en el Predio Borinquen, 02 de junio del 2015**

<b>Familia</b>	<b>Especie</b>	<b>Individuos</b>
Tinamidae	<i>Crypturellus cinnamomeus</i>	15
Podicipedidae	<i>Tachybaptus dominicus</i>	3
Burhinidae	<i>Burhinus bistriatus</i>	6
Columbidae	<i>Patagioenas flavirostris</i>	30
	<i>Zenaida asiatica</i>	30
	<i>Claravis pretiosa</i>	1
	<i>Leptotila verreauxi</i>	10
Psittacidae	<i>Eupsittula canicularis</i>	24
	<i>Brotogeris jugularis</i>	20
	<i>Amazona albifrons</i>	4
Cuculidae	<i>Piaya cayana</i>	1
	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	10
Strigidae	<i>Megascops choliba</i>	1
Apodidae	<i>Streptoprocne zonaris</i>	10
	<i>Chaetura vauxi</i>	20
Trochilidae	<i>Chlorostilbon canivetii</i>	2
	<i>Amazilia saucerrottei</i>	3
	<i>Amazilia tzacatl</i>	3
Trogonidae	<i>Trogon rufus</i>	1
Momotidae	<i>Momotus momota</i>	10
	<i>Eumomota superciliosa</i>	2
Ramphastidae	<i>Ramphastos sulfuratus</i>	18
Picidae	<i>Melanerpes hoffmannii</i>	3
Galbulidae	<i>Galbula ruficauda</i>	1
Tyrannidae	<i>Attila spadiceus</i>	2
	<i>Myiarchus tuberculifer</i>	2
	<i>Pitangus sulphuratus</i>	25
	<i>Megarynchus pitangua</i>	1
	<i>Myiodynastes luteiventris</i>	2
	<i>Tyrannus melancholicus</i>	4
Pipridae	<i>Chiroxiphia linearis</i>	40
Vireonidae	<i>Hylophilus decurtatus</i>	5
Corvidae	<i>Calocitta formosa</i>	5
	<i>Psilorhinus morio</i>	5
Hirundinidae	<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	2
Troglodytidae	<i>Microcerculus philomela</i>	2
	<i>Troglodytes aedon</i>	1
	<i>Thryophilus rufalbus</i>	6
	<i>Cantorchilus modestus</i>	4
	<i>Henicorhina leucosticta</i>	10

Familia	Especie	Individuos
Parulidae	<i>Geothlypis trichas</i>	2
	<i>Myioborus miniatus</i>	1
	<i>Cyanerpes cyaneus</i>	2
Emberizidae	<i>Arremonops conirostris</i>	2
Cardinalidae	<i>Piranga flava</i>	2
	<i>Cyanocopsa cyanooides</i>	1
Icteridae	<i>Sturnella magna</i>	2
	<i>Quiscalus mexicanus</i>	4
Fringillidae	<i>Euphonia hirundinacea</i>	15

Fuente: ERM/D. Ocampo.



Fuente: ERM, 02 de junio del 2015.

**Figura 3-12: *Burhinus bistriatus*, Borinquen I y II**

### 3.5.6.2 *Especies Amenazadas Potenciales*

*Cephalopterus glabricollis*. El paragüero cuellicalvo (*Cephalopterus glabricollis*) es una ave en categoría EN según la UICN y se conoce solamente la zona entre el río San Juan en Nicaragua, Costa Rica y el oeste del Panamá. No hay registros reportados por los estudios de los Proyectos hasta la fecha. Existen registros para el PNRV del año 1989, presumiblemente aves reproductivas, a las alturas

de 1,500 msnm (BirdLife International, 1992). Según la evaluación del AICA-TAT de 2006, existirían unos 30 a 50 individuos en todo el AICA. Durante la época reproductiva, se encuentran en las montañas altas pero bajan a tierras bajas el resto del año (Chaves-Campos *et al.*, 2003). Parecen ser más comunes en la vertiente del Caribe o quizás ya ausentes en el Pacífico. La literatura disponible no indica gran importancia del PNRV o el ACG para esta ave y según el mapa actual de BirdLife International, el PNRV estaría fuera de su área de distribución, la cual termina en el Volcán Miravalles. Sin embargo, hay registros recientes del Sector Pitilla y del Sector Santa María del PNRV. Existe una conectividad biogeográfica entre el Sector Santa María y la vertiente del Caribe (R. Blanco, ACG, comunicación personal, 01 junio 2015).

### 3.5.6.3 *Especies de Distribución Restringida*

*Hylomanes momotula*. A pesar de tener una amplia distribución global entre México y Colombia, el momoto enano (*Hylomanes momotula*) es una especie de distribución muy restringida para Costa Rica. La única población conocida está en la cordilleras volcánicas de Guanacaste y Tilarán (Stevens, 2012). Esta especie ha sido documentada para Las Pailas II por ICE y es también frecuente en el Sector Pailas del PNRV donde es un atractivo turístico (José Ramón Aguilar Calvo, comunicación personal, 04 junio 2015). Se espera su presencia en el área de los Proyectos. A pesar de su distribución restringida en Costa Rica, no es especie “trigger” del AICA-TAT.

## 3.5.7 *Mamíferos*

### 3.5.7.1 *Especies de Distribución Restringida*

De las cinco a siete especies de mamíferos endémicos de Costa Rica, la taltuza *Orthogeomys cherriei* es la única que ha sido reportado (por evidencia indirecta) del área de los Proyectos (EsIA Borinquen). Por la ausencia de amenazas, esta especie es de Preocupación Menor según la UICN, a pesar de tener un área de ocupación probablemente menor a 10,000 km<sup>2</sup>. El área de los Proyectos se encuentra fuera del área de distribución de la especie según la UICN y la taltuza se encuentra en hábitats abiertos tanto como en bosques.

El ratón espinudo *Heteromys nubicolens* es especie endémica para Costa Rica y conocida de los volcanes Cerro Cacao, Rincón de la Vieja y la Cordillera de Tilarán (Anderson & Timm, 2006). En el Volcán Rincón de la Vieja se conoce a partir de los 800 msnm (Sendero Pailas, cerca del Río Colorado). Por debajo de 1,000-1,100, es remplazado por el congénere *H. desmarestianus* (Hacienda Santa María, Quebrada Provisión), una especie de distribución amplia. *Heteromys nubicolens* no ha sido evaluado por la UICN. La mayor parte de su distribución se encuentra dentro de áreas protegidas. Ninguna especie de *Heteromys* fue reportado por el EsIA Borinquen y se observa que el EsIA Borinquen no registró evidencia directa de ninguna especie de roedor pequeño.

### 3.5.7.2

#### *Especies Amenazadas*

*Ateles geoffroyi ornatus*. El mono araña o mono colorado (*Ateles geoffroyi*) es una especie En Peligro a nivel global según UICN pero es común en la región y habita, por lo menos históricamente, toda Mesoamérica desde el extremo noroeste de Colombia hasta el sur de Tamaulipas, México. Las poblaciones de la Cordillera Volcánica serían la subespecie *A. g. ornatus* según el mapa de la UICN (basado en Rylands *et al.*, 2006). Es especie En Peligro de Extinción según la Ley de Conservación y de Vida Silvestre, sin embargo es localmente abundante en Guanacaste. Ha sido documentado por los estudios de EsIA Borinquen y en la visita de campo de ERM por el sendero entre Pozos 9 y 10 (Figura 3-12).



Fuente: ERM, 02 de junio del 2015.

**Figura 3-12: *Ateles geoffroyi*, Sendero entre Pozos 9 y 10, Borinquen I y II**

*Tapirus bairdii*. La danta o tapir centroamericano (*Tapirus bairdii*) es una especie En Peligro a nivel global según UICN pero es común en la región y habita, por lo menos históricamente, toda Mesoamérica desde el noroeste de Colombia hasta el sur de México. En Costa Rica, suelen ser más abundantes en zonas de mayor elevación. Es una especie En Peligro de Extinción según de Ley de Conservación y de Vida Silvestre. Ha sido documentado por los estudios de EsIA de los Proyectos. Durante la visita de campo, ERM encontró un individuo recientemente fallecido cerca de quebrada Yugo en Las Pailas II. Las cámaras



trampas instaladas en Las Pailas I también presentan registros recientes de la danta cerca del corredor del río Colorado.

### 3.6 **ÁREAS PROTEGIDAS Y/O RECONOCIDAS INTERNACIONALMENTE POR IMPORTANCIA PARA LA BIODIVERSIDAD**

#### 3.6.1 *Área de Conservación Guanacaste*

El ACG es un conjunto de áreas protegidas que forman un “bloque biogeográfico” de unos 1,630 km<sup>2</sup> (Área de Conservación Guanacaste, 2015), correspondiente a una división administrativa para atender la conservación del ambiente. Protege un transecto único de ecosistemas desde la interfase marina-costera-bosque seco sobre el Pacífico hasta bosque nuboso en las cimas de los volcanes y bosques lluviosos de la vertiente del Caribe. En 1986, se propuso la Misión del ACG: *“Restaurar y conservar a perpetuidad un ecosistema completo de bosque tropical seco y sus ecosistemas asociados de bosque lluvioso, bosque nuboso y marino-costero. Por medio de integrar la sociedad local, nacional e internacional en su biodesarrollo.”*

Los Proyectos se ubican dentro del área de la ACG conocida como el “Agropaisaje” pero fuera del “Área Silvestre Protegida” (ASP) o los tres Corredores Biológicos reconocidos por la ACG [ver mapa “Corredores Biológicos” (MINAE, 2002a)].

El ACG fue reconocido por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) como Sitio Patrimonio de la Humanidad en 1999 por cumplir con los Criterios IX y X definidos para Sitios Naturales (World Heritage Committee, 2000):

**Criterio IX:** ser ejemplos eminentemente representativos de procesos ecológicos y biológicos en curso, en la evolución y el desarrollo de los ecosistemas terrestres, acuáticos, costeros y marinos y las comunidades de vegetales y animales terrestres, acuáticos, costeros y marinos;

**Criterio X:** contener los hábitats naturales más representativos y más importantes para la conservación in situ de la diversidad biológica, comprendidos aquellos en los que sobreviven especies amenazadas que tienen un Valor Universal Excepcional desde el punto de vista de la ciencia o de la conservación.

Los Proyectos quedan fuera del conjunto de áreas protegidas que conforman el ACG, ocupando únicamente áreas designadas como Agropaisaje. El Mapa del Sitio de Patrimonio Mundial (MINAE, 2002b) no incluye el Agropaisaje sino solamente las áreas protegidas, excluyendo también el Sector Nuevo Mundo, localizado justo al sur de los Proyectos. En 2002, el Comité de Patrimonio

Mundial aprobó la ampliación del Sitio para incluir el Sector Santa Elena, sin mención del Sector Mundo Nuevo (World Heritage Committee, 2004).

### 3.6.1.1 *Valor Universal Excepcional*

El Valor Universal Excepcional de un Sitio de Patrimonio Mundial tiene tres componentes:

- Valores naturales y/culturales
- Integridad
- Protección y gestión

El Valor Universal Excepcional de un sitio se especifica en su *Declaración de Valor Universal Excepcional* en la página web del Centro de Patrimonio Mundial de la UNESCO, la cual se presenta en Sección 5.2 del presente PAB.

El Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) publicó el *Plan General de Manejo 2014-2024* del ACG en 2013. Este plan tiene como único objetivo “dirigir el manejo del ACG en función de un conjunto de elementos focales de manejo, sus principales amenazas y las estrategias adecuadas dirigidas a mejorar o mantener la integridad de esos elementos.”

Los elementos focales de manejo enumerados por el plan son los siguientes:

- bosque lluvioso;
- aves;
- bosque seco;
- bosque nuboso;
- ecosistema marino costero y
- recursos histórico culturales.

No hace referencia al Valor Universal Excepcional del Sitio de Patrimonio Mundial.

Según el Plan General de Manejo del AGC, la identificación de amenazas a los elementos focales incluye un “potencial proyecto de geotermia”, el cual se considera una amenaza del alto riesgo para bosque lluvioso y de riesgo medio en general. No se considera como amenaza para bosque seco, aves, bosque nuboso o ecosistema marino-costero.

Este “potencial proyecto de geotermia” no se define con claridad pero es evidente que sería un proyecto ubicado dentro del PNRV con un permiso de uso, en lugar de una segregación de los límites del parque. Durante la consulta realizada por ERM con el ACG, el representante del ACG explicó que el ACG entiende que ICE contemplaría ubicar pozos adicionales a 800 m al norte de los pozos de Las Pailas II (R. Blanco, ACG, comunicación personal, 01 junio 2015).

El *Plan General de Manejo* incluye un mapa de zonificación del ACG. La gran mayoría (89.6%) del ACG está zonificada como “Protección Absoluta” sin embargo, existe un corredor de “Uso Sostenible” en el Sector Mundo Nuevo para permitir el paso de la línea de transmisión del PE Orosí y un área pequeña en el Sector Pailas para permitir el uso turístico. La zonificación no incluye el Agropaisaje del ACG.

### 3.6.2 *Parque Nacional Rincón de la Vieja*

El PNRV tiene un área de 143.45 km<sup>2</sup> y fue creado por ley en 1973. Protege elementos importantes del paisaje volcánico, incluyendo las “pailas” de aguas y lodos en el “Sector Pailas” que colinda con el Proyecto Geotérmico Las Pailas II. No existe un Plan de Manejo disponible en línea pero el ACG incluye el PNRV dentro de su Plan General de Manejo. Las partes altas del PNRV exceden los 1,900 msnm y baja hasta los 1,100-1,200 msnm en el límite con el predio Borinquen. No hay acceso vehicular al PNRV por la zona de los Proyectos y tampoco existen áreas de uso público en la zona. Los bosques nubosos de las partes más altas de los volcanes albergan especies de distribución muy restringida como los sapos *Incilius guanacaste* pero no se conocen endemismos estrictos. En cuanto a especies en peligro, la presencia del paraguero *Cephalopterus glabricollis* en el Sector Santa María del PNRV es notable por ser la única población conocida en la vertiente del Pacífico de Guanacaste y refleja una influencia del Caribe en este sector.

### 3.6.3 *Área de Importancia para la Conservación de Aves*

El Área de Importancia para la Conservación de Aves Tierras Altas de Tilarán (AICA-TAT) ocupa 1,766 km<sup>2</sup> en la Cordillera Volcánica de Guanacaste en los departamentos de Guanacaste y Alajuela, generalmente zonas arriba de los 500 msnm (BirdLife International, 2015). Fue evaluada en 2007 y cumple con los criterios A1, A2 y A3 para AICAs: especies globalmente amenazadas, especies de distribución restringida y especies restringidas a biomas, respectivamente. La única especie En Peligro a nivel global es el paraguero (*Cephalopterus glabricollis*), especie del Caribe con presencia limitada en el Pacífico. En cuanto a aves Vulnerables a nivel global, el AICA-TAT alberga poblaciones del pavón (*Crax rubra*), el momoto pico quilla (*Electron carinatum*) y el mosquerito pechileonado (*Aphanotriccus capitalis*), las últimas dos siendo especies del Caribe. Más allá de especies amenazas, los bosques de las cordilleras albergan muchas especies endémicas de Mesoamérica. *Crax rubra* es común en el PNRV (Figura 3-13) y el área del Proyecto.



Fuente: ERM, 02 de junio del 2015.

**Figura 3-13: *Crax rubra*, Parque Nacional Rincón de la Vieja (Sector Pailas)**

La mayor parte del predio Borinquen, a saber, todas las áreas encima de la curva de nivel de 500 msnm, están dentro del AICA-TAT; sin embargo no se evidencia alguna importancia singular de los hábitats del predio Borinquen para las especies focales del AICA-TAT.

Las nuevas líneas de transmisión no tendrán impactos distintos a los impactos generados por la línea existente entre la SE PE Orosí y la SE Pailas. No existe evidencia de que estos hábitats tengan valores especiales para la avifauna de interés para la conservación.

#### **3.6.4 *Unidad de Conservación del Jaguar Guanacaste***

La Unidad de Conservación del Jaguar “Guanacaste-Costa Rica” (UCJG), con un área de 5,323 km<sup>2</sup>, fue identificada en 1999 (Sanderson *et al.*, 2002). Amit (2006) estudió los jaguares en el Sector San Cristóbal de la ACG y estimó una densidad de 6.7 jaguares/100 km<sup>2</sup>, la cual es entre las más altas de América Latina. Aunque el jaguar no es especie amenazada según la Lista Roja de la UICN (categoría Casi Amenazada), la especie es reconocida como indicador de la integridad del ecosistema y paisaje. Según la Wildlife Conservation Society, una “Unidad de Conservación del Jaguar” es “un área que tiene por lo menos 50 jaguares de edad reproductiva, una base estable y diversa de presas y un hábitat

adecuado para sustentar una población viable de jaguares hacia el futuro". Fue expandida y renombrada "Northwestern Costa Rica" en 2006 e incluye un área de 5,922 km<sup>2</sup> que extiende desde la frontera con Nicaragua en el noroeste de Guanacaste hasta el Volcán Poás en Alajuela (Zeller, 2007; Figura 3-14).



Fuente: Wildlife Conservation Society (2007) y ERM.

**Figura 3-14: Unidades de Conservación del Jaguar en la región norte de Costa Rica**

Durante la visita de campo de ERM, se observó un jaguar en el sendero entre los Pozos 9 y 10 en el corredor de bosque maduro. Este sector tiene bosques extensivos que albergan abundantes mamíferos y aves grandes y que también colindan con potreros para ganado vacuno.

### 3.7 *SERVICIOS Y VALORES ECOLÓGICOS*

Bajo un concepto de “servicios ecosistémicos” como bienes y servicios generados por los procesos físicos y bióticos de los ecosistemas y aprovechados por los seres humanos, la presente discusión se limita a los servicios aprovechados por las comunidades locales del área de influencia de los Proyectos. Las comunidades humanas del área de influencia de los Proyectos tienen una economía basada principalmente en la producción pecuaria en potreros artificiales y la provisión de servicios turísticos. No existen comunidades con formas tradicionales de vida con dependencia importante sobre la cacería, pesca y recolección de productos vegetales naturales.

Aunque la biodiversidad y los ecosistemas naturales y seminaturales brindan un gran número de servicios y valores ecológicos a la humanidad en general, los principales servicios y valores de relevancia directa a los residentes del área de influencia de los Proyectos son:

- Provisión de forraje y agua para la ganadería;
- Provisión de hábitats y recursos para fauna de valor turístico (mamíferos medianos y grandes, aves);
- Provisión de vegetación y flora de valor turístico y
- Provisión de fenómenos geológicos, geotérmicos e hidrológicos de valor turístico (las pailas, los volcanes, las cataratas).

## 4.0 *EVALUACIÓN DE IMPACTOS SOBRE LA BIODIVERSIDAD*

### 4.1 *INTRODUCCIÓN*

En esta sección se analizan los impactos potenciales, tanto positivos como negativos de la construcción y operación de los Proyectos propuestos. Las discusiones de los impactos sobre la biodiversidad incluyen las fases los Proyectos de construcción y operación, así como los impactos potenciales durante las etapas de transición, los eventos no rutinarios y aquellos que pueden ocurrir debido a las incertidumbres de los Proyectos.

### 4.2 *ALCANCE Y METODOLOGÍA*

La presente evaluación de impactos se enfoca en los impactos potenciales sobre los valores claves de biodiversidad, en particular el Valor Universal Excepcional del Patrimonio Mundial Natural del ACG. Los valores clave de biodiversidad incluyen los siguientes elementos:

- **Especies de interés para la conservación**, específicamente especies categorizadas como EN y CR por la Lista Roja de la UICN y especies endémica de distribución geográficamente restringida, incluyendo impactos acumulativos de los Proyectos y el Proyecto Geotérmico Las Pailas I y II y
- **La conectividad de los ecosistemas y flujos biológicos** de relevancia para las áreas protegidas (el PNRV y el ACG) y las áreas reconocidas internacionalmente por valor alto para la conservación de la biodiversidad (el AICA-TAT y la UCJG).

Estos impactos se evalúan con la finalidad de identificar mitigaciones apropiadas según la Jerarquía de Mitigación y asegurar que los Proyectos cumplan con los requisitos de la Directriz B.9 de BID en cuanto a la conversión y/o degradación significativa de hábitats críticos naturales.

## 4.3 *IMPACTOS GENERALES A LOS ECOSISTEMAS Y HÁBITATS NATURALES*

### 4.3.1 *Conversión de Hábitat Natural y Modificado*

La construcción de los Proyectos afectará mayormente hábitats modificados históricamente por la actividad pecuaria basada en la producción de ganado de corte en potreros antrópicos en tierras desforestadas.

El EsIA no detalla el área total de áreas a ser construidas o convertidas por los Proyectos. De acuerdo a la información disponible en los EsIA de los proyectos



Borinquen I y II y Las Pailas II, se estima un total de 85.3 ha para el área de la huella de los Proyectos, de acuerdo al siguiente desglose (ver Tabla 4-1).

**Tabla 4-1: Área de los Componentes de los Proyectos**

<b>Componente del Proyecto</b>	<b>Metros Cuadrados (m<sup>2</sup>)</b>
Casas de máquinas	1,952
Torres de enfriamiento	2,250
Tuberías bifásicas - monobásicas	216,000
Estaciones separadoras	9,000
Lagunas de reinyección	12,000
Plataformas de perforación	72,000
Red accesos	80,000
Subestación	10,000
Escombreras	450,000
<b>Total</b>	<b>853,202</b>

Esta estimación presume un ancho de 10 m en promedio para los caminos de acceso. Sin embargo, la mayoría de los accesos se desarrollarán por la mejora de caminos o senderos existentes. Además, se presume un ancho de 18 m para la servidumbre de las tuberías. Se entiende que el ICE buscará minimizar el área de hábitats afectados mediante la combinación de las servidumbres de los accesos y las tuberías. Por lo tanto, el área a ser afectada estimado arriba es un cálculo conservador.

Todas las plataformas de pozos, estaciones separadoras, lagunas de reinyección, casas de máquinas, torres de enfriamiento, casas de máquinas y la subestación se construirán en potreros o charrales.

El mayor impacto directo a hábitats boscosos será por la construcción de tuberías y accesos relacionados a los Pozos 7 y 10. Se estima una afectación máxima de 3.15 ha (1,500 m x 21 m) para uno de los dos pozos, utilizando una servidumbre combinada para los accesos y tuberías. La servidumbre para el Pozo 6 también pasará por una zona de bosques secundarios y charrales arbóreos de menor valor ecológico. Además, se planifica la abertura de un nuevo camino de 0.5 km para conectar Mundo Nuevo con Borinquen y la construcción de un puente para cruzar una quebrada en el sector.

La construcción de la línea de transmisión a la SE Orosí se realizaría dentro de la servidumbre existente de la LT SE Orosí hacia Las Pailas, sin resultar en impactos nuevos significativos.

La conversión de hábitats se minimizará a través del diseño de los Proyectos y de la implementación de las medidas de los programas de protección y mitigación de impactos a bosques, de reducción de impactos de accesos y tuberías y de restauración ecológica descritas en la Sección 6.4.6, aplicando la jerarquía de mitigaciones para evitar y minimizar la conversión de hábitats boscosos en lo factible.

#### 4.3.2 *Especies Invasivas*

La introducción y fomento de especies invasivas de plantas y animales es un riesgo de proyectos que causan la conversión de hábitats naturales, transportan materiales con pueden tener semillas de plantas exóticas o invasivas, que siembran especies invasivas, que atraigan animales nocivos por el mal manejo de residuos domésticos o la introducción de elementos estructurales nuevos en el hábitat. Los Proyectos se emplazan generalmente en hábitats alterados por la ganadería donde ya existen muchas especies invasivas de pastos africanos, entre otras. Hay un riesgo de invasión de especies invasivas a lo largo de servidumbres abiertas en áreas de bosque denso donde la luz del sol y otros cambios microclimáticos pueden favorecer especies invasivas, especialmente si hay incendios frecuentes. El ICE utiliza cortafuegos en sus predios para disminuir el riesgo de incendios (Figura 4-1). La experiencia de ICE con Miravalles y Las Pailas I no indican un riesgo significativo del establecimiento de especies invasivas, sino a mediano y largo plazo, la posibilidad de recuperar áreas de potreros con bosques nativos.

Las especies invasivas serán vigiladas por el Plan de Monitoreo de Biodiversidad presentado en la Sección 6.5. En caso de la detección de alguna especie invasiva, se implementarán medidas necesarias de control de acuerdo al concepto de manejo adaptativo.



Fuente: ERM, 03 de junio del 2015.

**Figura 4-1: Cortafuego en Área de Charral en Las Pailas II**

### 4.3.3 *Impactos al Ecosistema Acuático*

El área de los Proyectos es atravesada y drenada por varios ríos menores y quebradas que albergan elementos típicos de los ecosistemas dulceacuícolas del Pacífico mesoamericano, además de importancia como corredores de bosque ripario y fuentes de agua para la fauna terrestre.

Las obras de construcción y las operaciones de los Proyectos generan fuentes de contaminación y alteración de patrones de drenaje y cauces. La sedimentación de hábitats acuáticos y el incremento en turbidez y sólidos suspendidos es un impacto muy probable sin controles adecuados de erosión, sedimentos, y cruces de cuerpos de agua adecuados, elementos que son fundamentales para las buenas prácticas de la construcción.

Los derrames de contaminantes como combustibles, aceites, aditivos y lodos perforación, aguas de purgas, salmueras y efluentes sin tratamiento adecuado también son riesgos típicos de obras de construcción, de la perforación de pozos y la operación de proyectos de generación geotérmica. Sin embargo, son riesgos

controlables con una gestión adecuada de las obras y operaciones y no representan impactos esperados de este tipo de proyectos.

Los impactos potenciales al ecosistema acuático se controlarán a través de las medidas del Plan de Manejo de Suelos, del Plan de Control de Erosión, Escurrimiento y Revegetación y del Plan de Manejo de Agua Superficial y Cauces y Plan de Manejo de Aguas Residuales y Residuos Líquidos descritos en las Secciones 7.1.3.4, 7.1.3.5, 7.1.3.6 y 7.1.3.7 del EIA Complementario de los Proyectos, ver documento acompañante.

#### 4.4 *IMPACTOS SOBRE ESPECIES DE INTERÉS*

##### 4.4.1 *Especies Amenazadas y Endémicas de Flora*

Los impactos adversos a vegetación y flora son limitados a los impactos directos de la eliminación de la cobertura vegetal en las áreas de obras e infraestructura durante la construcción y el mantenimiento de estas áreas durante la vida útil de los Proyectos. ICE realiza inventarios forestales de todas las áreas de bosque a ser convertidas para los Proyectos. La visita de campo a los proyectos Las Pailas I y II y Miravalles permiten las siguientes observaciones:

- No se observaron impactos significativos en la vegetación por exposición a polvo generado por el uso de acceso no pavimentados o movimientos de tierra.
- No se han documentado impactos sobre la vegetación por la exposición al gas H<sub>2</sub>S en áreas adyacentes a las plazoletas existentes.
- No se detectó invasiones de especies exóticas de plantas o de plagas en relación a los proyectos geotérmicos.

Se implementarán medidas para evitar y minimizar impactos directos e indirectos a la flora a través de los programas de protección y mitigación de impactos a bosques, de rescate y reubicación de flora, de reducción de impactos de accesos y tuberías y de restauración ecológica, ver Sección 6.4, con un enfoque en minimizar la huella de los Proyectos y de restaurar la cobertura de especies nativas de bosque.

Los programas de restauración de potreros y charrales resultan en impactos positivos a la vegetación y flora. La exclusión del ganado dentro del predio de los Proyectos y la protección contra el fuego (brechas cortafuegos y supresión de incendios) resultarán en la recuperación natural de los bosques a través del tiempo, como se puede observar en el caso del Campo Geotérmico Miravalles dónde se han regenerado más de 650 ha de bosques en predios que antes del proyecto Miravalles eran potreros abiertos y campos de cultivos (Figura 4-2).



Fuente: ERM, 04 de junio del 2015.

*Figura 4-2: Áreas Reforestadas en el Campo Geotérmico Miravalles*

#### 4.4.2 *Especies de Fauna en Peligro*

La danta de Baird y el mono colorado son especies categorizadas por la UICN como en peligro (EN) a nivel global. Estas especies son ampliamente distribuidas en Mesoamérica y parte del extremo noroeste de Sudamérica. Debido a las actividades de la ACG en general, estas especies son todavía abundantes en las áreas rurales de Guanacaste y por el control de las actividades de cacería, son comunes en los predios de los proyectos de ICE, incluyendo Borinquen, a pesar del nivel de actividad humana e infraestructura construida en estas áreas.

**Pérdida de hábitat.** La pérdida de hábitats naturales de uso de fauna de bosques ocasionada por los Proyectos y en combinación con los proyectos Las Pailas I y II representan áreas insignificantes para las poblaciones locales y regionales de estas especies.

**Efecto barrera de la tubería y la servidumbre.** No existen datos sobre la afectación potencial al paso de dantas causada por las tuberías. Las dantas miden hasta aproximadamente 73-120 cm de estatura. Además, la presencia

visual de la tubería y el ruido que genere puede molestar las dantas y bloquear sus rutas de movimiento. Sin embargo, las dantas utilizan hábitats atravesados por tuberías en los proyectos geotérmicos Las Pailas I y Miravalles. Los monos colorados, congos y cariblanco cruzan sobre caminos y senderos utilizando las copas de los árboles.

**Perturbación y/o desplazamiento por ruido, vibraciones y movimiento.** Se realizarán pruebas de caudal de los pozos que generan ruido por el escape del vapor a la atmósfera. Los ruidos generados por los proyectos geotérmicos pueden exceder ocasionalmente límites; sin embargo, se observa que muchas especies de fauna se acostumbran al ruido y regresan a utilizar hábitats en zonas industriales. Por ejemplo, hay uso frecuente de hábitats a 200 m de pozos activos en Las Pailas I (evidenciado por monitoreo con cámaras trampa) y en Las Pailas II ERM pudo observar una tropa de monos cariblanco forrajeando en las orillas de una plazoleta con perforación activa (Figura 4-3).



Fuente: ERM, 03 de junio del 2015.

**Figura 4-3: Mono cariblanco (*Cebus capuchinus*) Forrajeando en las Orillas de una Plazoleta con Perforación Activa en Las Pailas II**

**Control de la cacería furtiva.** Aunque no se evidenció presión de cacería furtiva dentro del predio de Borinquen I y II, el PGA Modificado para Las Pailas II (ICE 2012) documentó la presencia de un campamento de cazadores furtivos en junio de 2013, junto con evidencia de cacería con escopeta. La presencia de puestos de

control en las entradas a los predios del ICE y la presencia de personal de seguridad y vigilancia de los Proyectos podrán tener un impacto positivo por establecer mayor control sobre el ingreso de personas ajenas a los Proyectos que realicen actividades eventuales de cacería furtiva. Además la Hacienda Guachipelín tiene su propia seguridad que cierra el acceso al Hotel y el PNRV a cualquier persona después de las 21:00 horas.

Se implementarán medidas para evitar y minimizar impactos directos e indirectos a la fauna a través de los programas de protección y mitigación de impactos a bosques, de rescate y reubicación de fauna, de reducción de impactos de accesos y tuberías, de implementación de dispositivos para la fauna en obras y de restauración ecológica, ver Sección 6.4. Además, los planes complementarios relacionados al Control de Ruido, Emisiones y Residuos evitarán y minimizarán potenciales impactos a la fauna descritos en las Secciones 7.1.3.2, 7.1.3.3 y 7.1.3.9 del EIA Complementario de los Proyectos, ver documento acompañante.

#### **4.5 *IMPACTOS EN SERVICIOS Y VALORES ECOLÓGICOS***

La conversión de hábitats naturales y modificados y la alteración del paisaje visual impactarán estos servicios y valores ecológicos durante la vida los Proyectos. Sin embargo, no se prevén cambios irreversibles significativos sobre servicios y valores ecológicos de importancia para las comunidades locales. Los impactos socioeconómicos y culturales de los Proyectos Borinquen se evalúan a detalle en los documentos EIA Complementario de los Proyectos y la Evaluación de Efectos Acumulativos preparados por ERM (documentos acompañantes).

#### **4.6 *IMPACTOS EN LA CONECTIVIDAD DEL PAISAJE***

Un impacto potencial de proyectos de infraestructura linear como carreteras, ferrocarriles, líneas de transmisión y ductos de transporte de hidrocarburos o, en este caso, líquidos geotermales, es la fragmentación de hábitats y la interrupción de la conectividad ecológica del paisaje para el movimiento de fauna, la dispersión de semillas y polinizadores y el flujo de genes, energía y nutrientes en ecosistemas. La magnitud y probabilidad de estos impactos depende en parte de la magnitud de la obra, la estructura del hábitat y paisaje y las características de las especies en cuestión.

En el caso de los Proyectos, la condición línea base del paisaje natural de bosques es una condición donde la cobertura natural de diferentes tipos de bosques ha sido disminuida y fragmentada por el establecimiento de haciendas ganaderas en potreros artificiales. Sin embargo, existen importantes corredores de bosques que permiten la supervivencia de especies de importancia para la conservación y de valor ecoturístico como las tres especies de primates, los

felinos grandes y la danta. Los caminos de acceso existentes y las plazoletas de pozos construidos en el predio no han resultado en una fragmentación apreciable.

Donde el ancho de la servidumbre es minimizado para permitir que las copas de los árboles estén en contacto o con una separación de 2-3 metros, muchas especies de fauna arbórea puede cruzar los caminos o servidumbres de ductos. En estas condiciones, también hay poca influencia de luz y la fauna terrestre no sufre un efecto barrera. Sin embargo, cuando existen brechas anchas donde hay un espacio entre los árboles que ya no permite el salto y cuando el sol puede llegar a iluminar, calentar y secar el microclima de la servidumbre, se puede generar una barrera para el paso de muchas especies adaptadas a ambientes de bosque, incluyendo las aves de sotobosque que no entran en áreas abiertas.

En el caso de las servidumbres entre los Pozos 9 y 10 y los Pozos 12 y 7 de los Proyectos, donde se atravesarán zonas de bosque maduro, el impacto dependerá del diseño final de los Proyectos. Se debe buscar la minimización del ancho de las servidumbres y considerar alternativas de servidumbres combinadas y separadas para los accesos para encontrar la solución que evite la creación de barreras.

Otro tema a considerar es el impacto de las tuberías aéreas para los mamíferos grandes. La distancia entre la tubería y el suelo es nominalmente de 1.5 m pero es variable en el campo. ERM observó huellas de venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) debajo de una tubería en Las Pailas II. En el Campo Geotérmico Miravalles, ERM pudo observar condiciones favorables para el paso de fauna en donde hubo contacto entre las copas de los árboles (en este caso, en bosque secundarios de aproximadamente 30 años de edad) y espacio adecuado debajo de las tuberías (ver Figura 4-4). Tal situación podrá ser un escenario deseable a futuro para los potreros en Borinquen.





*Figura 4-4: Tubería Bifásica en el Campo Geotérmico Miravalles en Bosque Secundario en un Potrero Histórico*

La Sección 5.3.5 del presente PAB discute a mayor detalle los potenciales impactos de los Proyectos sobre la conectividad ecológica del PNRV.

Para evitar, minimizar y restaurar impactos a la conectividad ecológica, se implementarán las medidas de los programas de protección y mitigación de impactos a bosques, de reducción de impactos de accesos y tuberías y de restauración ecológica del Plan de Manejo de la Biodiversidad del PAB, ver Sección 6.4, aplicando la jerarquía de mitigación para evitar y minimizar la fragmentación de bosques en lo factible y restaurando la cobertura boscosa para fomentar la expansión de corredores y la mejora de la conectividad.

Los impactos probables de los Proyectos sobre la UCJG serán muy limitados respecto al área y conectividad de la UCJG. El movimiento de jaguares por el corredor de hábitats de bosque a lo largo de la Cordillera Volcánica de Guanacaste no se verá afectado por perturbaciones o barreras generadas por los Proyectos.

#### ***RELACIÓN DE LA HUELLA DE LOS PROYECTOS CON ÁREAS PROTEGIDAS***

Las obras e instalaciones de los Proyectos se encuentran completamente fuera de los límites de áreas protegidas nacionales y también fuera del Sitio del Patrimonio Mundial de la ACG. Sin embargo, es importante considerar los impactos indirectos potenciales de los Proyectos sobre estas áreas y los procesos ecológicos que sustentan los valores clave (Valor Universal Excepcional en el caso del Sitio de Patrimonio Mundial) de estas áreas, lo cual se discute en la siguiente sección.

## 5.0 *EVALUACIÓN DE IMPACTOS SOBRE EL VALOR UNIVERSAL EXCEPCIONAL DEL ACG*

### 5.1 *PRINCIPIOS PARA LA EVALUACIÓN DEL IMPACTO SOBRE EL PATRIMONIO MUNDIAL NATURAL*

De acuerdo a la Lista de Recomendaciones de la UICN sobre Patrimonio Mundial: Evaluaciones Ambientales (UICN 2013), se deberá aplicar cada uno de los siguientes principios en el proceso de evaluación del impacto sobre el Patrimonio Mundial Natural:

**“Principio 1:** Todas las propuestas que puedan afectar negativamente a un sitio de Patrimonio Mundial Natural deben someterse a una rigurosa evaluación ambiental en las primeras fases del proceso de toma de decisiones, independientemente de que se encuentren dentro o fuera de sus límites.

**Principio 2:** Los expertos con conocimientos sobre Patrimonio Mundial, áreas protegidas y biodiversidad deben participar activamente en el proceso de evaluación con el fin de identificar los asuntos que deberán someterse a evaluación.

**Principio 3:** Cualquier posible impacto ambiental y social de la propuesta de desarrollo sobre el Valor Universal Excepcional del sitio deberá ser evaluado, incluidos los efectos directos, indirectos y acumulativos.

**Principio 4:** Deben identificarse y evaluarse alternativas razonables a la propuesta con el objeto de recomendar la opción más sostenible a los encargados de la toma de decisiones.

**Principio 5:** Deben identificarse medidas de mitigación coherentes con la jerarquía de mitigación, según la cual en primer lugar deben evitarse los posibles impactos negativos y, en segundo lugar, reducirse los impactos residuales inevitables recurriendo a medidas de mitigación.

**Principio 6:** Dentro de la evaluación ambiental, debe incluirse un apartado dedicado al Patrimonio Mundial.

**Principio 7:** La evaluación debe difundirse públicamente y someterse a consulta pública en las diferentes etapas.

**Principio 8:** El Plan de Gestión Ambiental debe ser objeto de propuesta, aplicación y auditoría independiente.” (UICN 2013)

El Valor Universal Excepcional de un bien del Patrimonio Mundial tiene tres componentes: i) los valores naturales y/o culturales del bien, ii) la integridad del bien y iii) la protección y gestión del bien. Una evaluación de un proyecto debe considerar la afectación potencial sobre cada uno de estos componentes.

A continuación, se reproduce textualmente el borrador de la Declaración del Valor Universal Excepcional del ACG basado en información del año 2004, cuando se dio la extensión de la propiedad incorporando la finca Santa Elena como parte del ACG (ID: 928 bis), según la decisión 28 COM 14B.18<sup>1</sup>:

#### **“Breve Síntesis**

El Área de Conservación Guanacaste se ubica en Centroamérica, en la región del Pacífico norte de Costa Rica y comprende un área de 1,040 km<sup>2</sup> terrestres y 430 km<sup>2</sup> marinos. Reúne un mosaico de ecosistemas protegidos que forman un bloque continuo a lo largo de 105 km y se extienden desde 19 km mar adentro, en el Océano Pacífico, hasta el bosque lluvioso de tierras bajas en la vertiente del Caribe. Cubre, por lo tanto, un transecto climático (seco, húmedo) y altitudinal (0 - 2,000 metros de elevación) único en su tipo dentro del Neotrópico, que incluye ocho zonas de vida (sensu Holdridge) en una faja continua de manglar, bosque seco, bosque húmedo montano, bosque nuboso y bosque lluvioso.

Así mismo protege la mayor, mejor preservada y más representativa muestra de bosque tropical seco mesoamericano, un ecosistema altamente vulnerable y en riesgo de desaparecer. Además, contiene el más intacto ecosistema marino-costero del Pacífico entre la zona del canal de Panamá y México, con importantes corrientes de surgencia extremadamente ricas en nutrientes.

El Sitio es administrado mediante una estrategia para la gestión integral de los ecosistemas, con el expreso propósito de restaurar y conservar in situ y a perpetuidad los ecosistemas que alberga y sus procesos ecológicos, así como su extraordinaria biodiversidad, que incluye 335,000 especies terrestres, equivalentes al 2.6% de la diversidad biológica global, y una sobresaliente diversidad de especies marinas. Esta notable riqueza de especies es el resultado de un proceso de convergencia intercontinental de organismos, cuyos orígenes se encuentran en el Neártico y en el Neotrópico.

---

<sup>1</sup> Esta Declaración es la versión que está disponible en la página oficial del ACG:

<http://www.acguanacaste.ac.cr/acg/designaciones-internacionales/acg-sitio-patrimonio-mundial>

### *Criterio (ix)*

El Sitio contiene y preserva significativos procesos biológicos y ecológicos en todos los niveles de la biodiversidad, tanto en medios terrestres y dulceacuícolas como en ambientes marino-costeros, de gran relevancia dentro del Neotrópico. Ejemplos destacados de tales procesos incluyen: la restauración natural de un ecosistema completo de Bosque Tropical Seco creciendo en suelos serpentinos de 80 millones de años y en suelos volcánicos recientes, y su conexión e interrelación ecológica con otros ecosistemas vecinos, terrestres y marinos; la presencia de rutas de migración y miles de otras interacciones biogeográficas y ecológicas a lo largo de un transecto que une cuatro ecosistemas excepcionalmente diversos, conservados como un solo bloque protegido (bosque seco del Pacífico, bosque húmedo montano del Pacífico, bosque nuboso y bosque lluvioso de las tierras bajas del Caribe); y el más importante evento de surgencia (upwelling) en el Pacífico de Centroamérica, que a su vez ha favorecido la existencia de un rico y diverso ecosistema marino-costero, el cual contiene, entre otros muchos recursos, importantes colonias de coral y arrecifes coralinos ubicados en una región donde por largo tiempo se consideró que no existían, los que interactúan con el bosque seco, los esteros, manglares, dunas costeras y con el único humedal de agua dulce en la costa Pacífica de Centroamérica.

### *Criterio (x)*

El Sitio es globalmente importante para la conservación *in situ* de la diversidad biológica tropical, por constituir el único ejemplo en el Neotrópico de un transecto climático y altitudinal, continuo y bien protegido, a través de una serie de ecosistemas marinos y terrestres que incluyen los bosques seco, nuboso y lluvioso. Además, permite la restauración y conservación de la mayor, mejor preservada y más representativa muestra de ensambles de especies características del bosque seco neotropical, un ecosistema altamente vulnerable y actualmente en peligro de desaparición.

Las variaciones en la elevación, los suelos y las condiciones climáticas presentes favorecen la existencia de una alta diversidad de hábitats con aproximadamente 335,000 especies terrestres, que representan un 67% de las especies descritas para Costa Rica y un 2.6% de la biodiversidad mundial, en tan sólo un área de 1.000 km<sup>2</sup>. Esta sobresaliente variedad de especies marino-costeras y terrestres, tanto residentes como migratorias, incluye algunas que son raras, endémicas o se hallan en peligro de extinción. Así, conviven en el Sitio más de 6,000 especies de plantas, entre las que sobresalen la caoba (*Swietenia macrophylla*), el guayacán real (*Guaiacum sanctum*), varias especies de agaves y cactus con las poblaciones mejor conservadas de Centroamérica. De igual modo, una

notable diversidad de lepidópteros (más de 10,000 especies) y 942 especies de vertebrados, muchas de estas últimas amenazadas y en peligro de extinción como el jaguar (*Panthera onca*), el chanco de monte (*Tayassu pecari*), la lora de copete amarillo (*Amazona auropalliata*), el mono araña (*Ateles geoffroyi*) y la tortuga lora (*Lepidochelys olivacea*), encuentran en el Sitio hábitats adecuados y viables para su conservación a perpetuidad.

### **Declaración de Integridad**

El conjunto de cuatro ecosistemas protegidos e interconectados en una gradiente climática (seco, húmedo) y altitudinal (0 - 2,000 metros), hace del Área de Conservación Guanacaste un lugar ideal para asegurar los procesos ecológicos y biológicos terrestres y marinos, en sus diferentes niveles, de los cuales depende la conservación a perpetuidad de al menos un 2.6% de la biodiversidad mundial. De hecho, el tamaño del Sitio (1,040 km<sup>2</sup> terrestres y 430 km<sup>2</sup> marinos) es suficiente para contener y garantizar la restauración natural y la conservación de un ecosistema completo de bosque tropical seco (740 km<sup>2</sup>), totalmente integrado a sus ecosistemas vecinos. Por otra parte, la diversidad de ambientes marinos y costeros, su conectividad con el área protegida terrestre y la presencia de interfases ecológicas entre los diferentes hábitats (manglares, esteros, ríos), aunado al tamaño del área marina protegida, garantizan la conservación de la biodiversidad marina y de los procesos biológicos y ecológicos asociados.

El estatus de protección y conservación a perpetuidad en varias áreas protegidas adyacentes, la gran diversidad de especies y hábitats y la conectividad de los ecosistemas presentes, contribuyen a que aquellos lugares alterados en el pasado por la acción humana se encuentren hoy en diferentes estadios de restauración natural. Asimismo, los factores de riesgo como incendios forestales están siendo minimizados y controlados y el Sitio continúa expandiéndose para reducir la insularidad e incrementar su territorio protegido hacia los bosques lluviosos, a fin de favorecer el desplazamiento natural de las especies, atenuar los impactos del cambio climático y consolidar su integridad.

### **Requerimientos de Protección y Manejo**

La totalidad del Sitio está sujeto a un régimen de protección legal efectiva y sus terrenos han sido adquiridos con el expreso propósito de restaurar y conservar in situ la biodiversidad de cuatro ecosistemas y sus relaciones ecológicas, por medio de un modelo de gestión integral centrado en la consecución de objetivos y metas en el largo plazo. Para ello, cuenta con apoyo financiero del Estado costarricense y de organizaciones no gubernamentales; sin embargo, aunque posee un fondo patrimonial

propio, es necesario fortalecerlo para mejorar la inversión en recursos humanos y aumentar la capacidad operativa en el Sitio.

Es necesario redireccionar los esfuerzos hacia el entorno marino, con el fin de eliminar los impactos generados por actividades ilícitas como la pesca y algunos usos turísticos no regulados. Además, los efectos del calentamiento global deben ser minimizados a través de la adquisición e incorporación de más terrenos de bosque húmedo, especialmente en las faldas de los volcanes.

Otras amenazas provenientes del entorno, tales como la expansión turística y agroindustrial o los proyectos de generación energética, entre otros, deben ser consideradas con atención y manejadas en el contexto de los posibles impactos negativos o positivos que pueden generar en el Sitio.”

### 5.2.1 *Valores*

La Declaración del Valor Universal Excepcional menciona “la presencia de rutas de migración y miles de otras interacciones biogeográficas y ecológicas a lo largo de un transecto que une cuatro ecosistemas excepcionalmente diversos, conservados como un solo bloque protegido”. La construcción y operación de los Proyectos podría interrumpir los movimientos de organismos y genes si generarán barreras significativas. Sin embargo, la escala de los impactos de fragmentación de bosque por los derechos de vía de obras lineales es pequeña y los Proyectos no ocasionarán barreras ecológicas o biogeográficas significativas.

Los criterios cumplidos por el ACG que permiten su inclusión como Patrimonio Mundial Natural son los siguientes:

**Criterio IX:** Ser ejemplos eminentemente representativos de procesos ecológicos y biológicos en curso en la evolución y el desarrollo de los ecosistemas terrestres, acuáticos, costeros y marinos y las comunidades de vegetales y animales terrestres, acuáticos, costeros y marinos; y

**Criterio X:** Contener los hábitats naturales más representativos y más importantes para la conservación in situ de la diversidad biológica, comprendidos aquellos en los que sobreviven especies amenazadas que tienen un valor universal excepcional desde el punto de vista de la ciencia o de la conservación.

Como ejemplo del Criterio IX, la Declaración Valor Universal Excepcional destaca “la restauración natural de un ecosistema completo de Bosque Tropical Seco”. Los Proyectos podrán contribuir a la aceleración de este proceso y la restauración de la conectividad de los bosques en su área de influencia.

En cuanto al Criterio X, el ACG alberga varias especies amenazadas según la legislación nacional y la UICN. La mayoría de estas especies, como el mono colorado y la danta, son de distribución amplia Mesoamericana. Existen especies de anfibios de distribución muy restringida pero ninguna de estas se conoce del PNRV o los predios de los Proyectos.

En el caso particular del PNRV, dos especies de Valor Universal Excepcional podrían ser *Euglena pailasensis* e *Incilius (Crepidophryne) guanacaste*. *Euglena pailasensis* es un microorganismo que se conoce únicamente de las pailas geotérmicas del Sector Pailas del PNRV. *Incilius guanacaste* es un sapo diminuto que se conoce solamente de bosque nuboso de los volcanes Rincón de la Vieja y Miravalles. La orquídea conocida como “guaria morada” (*Guarianthe skinneri*) presenta poblaciones importantes en el PNRV y es la flor nacional de Costa Rica; la especie es de amplia distribución mesoamericana desde Oaxaca y Chiapas (México) hasta Panamá. El momoto enano (*Hylomanes momotula*) es una ave de interés en Costa Rica por su distribución restringida pero también tiene una distribución amplia fuera del país desde México hasta Colombia (especie de Preocupación Menor según la UICN).

### 5.2.2 *Integridad*

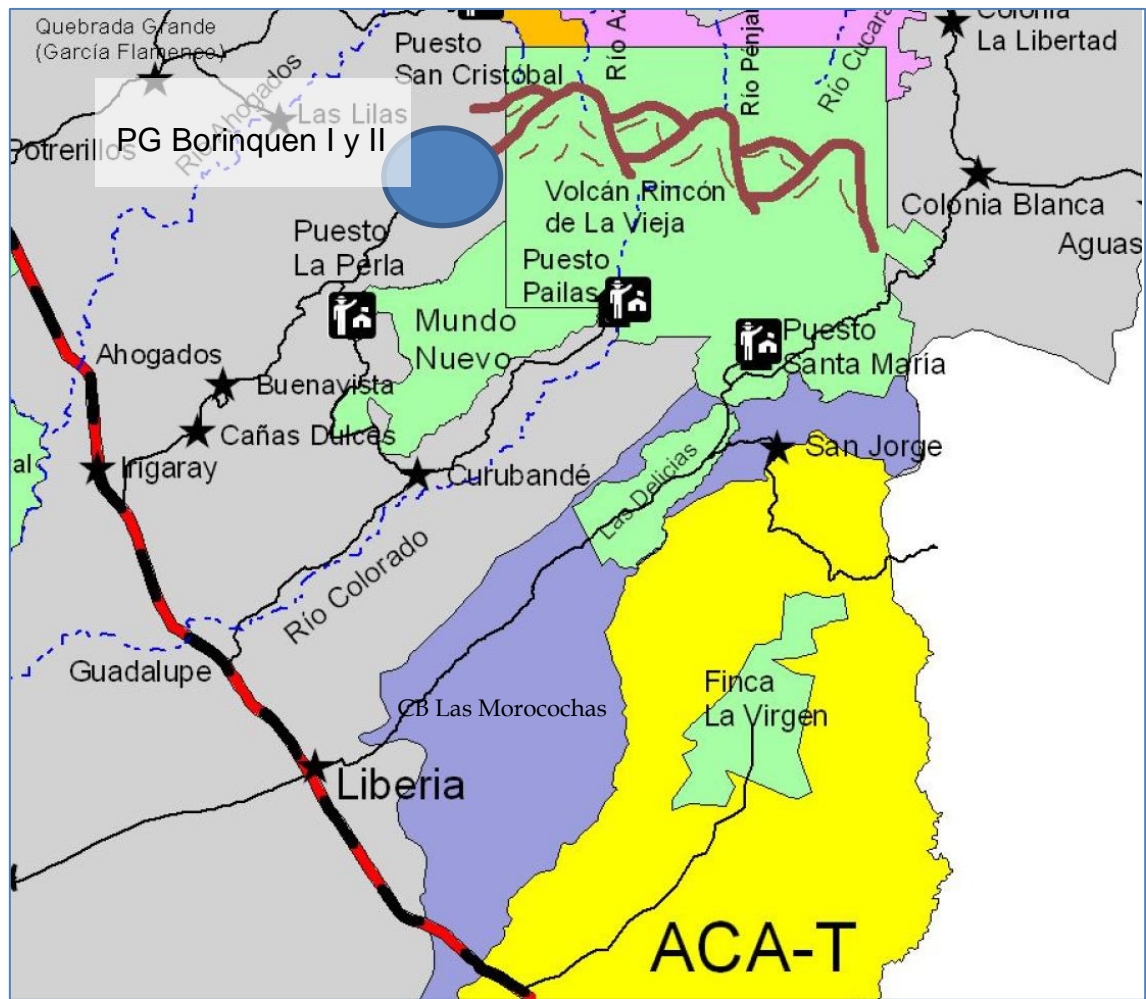
En cuanto a la integridad del ACG, la Declaración del Valor Universal Excepcional destaca el continuum de más de 100 km desde las aguas del Pacífico hasta las cumbres de los volcanes y las laderas de la vertiente del Caribe. La construcción y operación de los Proyectos no interfiere con la continuidad este corredor biogeográfico, ya que el predio se encuentra fuera de este continuum de áreas protegidas.

La interfase costera-marina con los ecosistemas terrestres en áreas de poca intervención humana es otro aspecto destacado de la integridad del ACG. Los Proyectos no tienen interacción alguna con esta interfase.

La regeneración natural del ecosistema de bosque seco tropical en potreros y áreas cultivados abandonados es otro indicador de la integridad ecológica del ACG destacado por la Declaración del Valor Universal Excepcional.

Áreas protegidas interconectadas que evitan el aislamiento genético, amortiguan las perturbaciones y facilitan la conservación y la regeneración natural. Los Proyectos no afectan ni las interconexiones entre las áreas protegidas de la ACG ni los corredores biológicos identificados por el Programa Nacional de Corredores Biológicos (SINAC 2009; ver Figura 5-1).





Fuente: SINAC 2009.

**Figura 5-1: Corredor Biológico Las Morochas y Ubicación Aproximada de los Proyectos Borinquen I y II (área azul)**

### 5.2.3 *Protección y Gestión*

#### 5.2.3.1 *Declaración del Valor Universal Excepcional*

La Declaración menciona los proyectos de generación energética como amenazas provenientes del entorno que deben ser consideradas con atención y manejadas en el contexto de los posibles impactos negativos o positivos que pueden generar en el Sitio. El ICE coordina con el SINAC y el ACG para analizar estos impactos y compatibilizar las misiones del ICE y el ACG.

#### 5.2.3.2 *Elementos Focales del Plan de Manejo del ACG*

El SINAC publicó el Plan General de Manejo 2014-2024 del ACG en 2013, cuyo único objetivo es “dirigir el manejo del ACG en función de un conjunto de

elementos focales de manejo, sus principales amenazas y las estrategias adecuadas dirigidas a mejorar o mantener la integridad de esos elementos.”

Los elementos focales de manejo enumerados por el Plan son los siguientes:

- bosque lluvioso;
- aves;
- bosque seco;
- bosque nuboso;
- ecosistema marino costero y
- recursos históricos culturales.

#### 5.2.3.3 *Zonificación del ACG*

El área de los Proyectos colinda con los límites del ASP del ACG. El mapa de zonificación del Plan General de Manejo no incluye un área de amortiguamiento y solamente es aplicable a las áreas protegidas. Asimismo, los Proyectos no son afectados por la zonificación de usos del ACG.

#### 5.2.3.4 *Programas y Estrategias del ACG*

El Plan General de Manejo de la ACG incluye los siguientes programas:

- Programa Sectores
- Programa Investigación
- Programa Ecoturismo
- Programa Restauración y Silvicultura
- Programa Educación Biológica y
- Programa Protección e Incendios.

Los planes y programas del ICE descritos en la Sección 6.0 del PAB están alineados con los programas del ACG y el ICE ha desarrollado sinergias entre sus programas y los programas del ACG, particularmente con los programas de Investigación, Restauración y Silvicultura, Protección e Incendios.

Los planes y programas del ICE están alineados con los programas del Plan General de Manejo de la ACG. El ICE ha desarrollado sinergias entre sus programas y los programas del ACG, particularmente con los programas de Investigación, Restauración y Silvicultura, Protección e Incendios del ACG. Por ejemplo, el ICE realiza inventarios de flora y monitoreo de fauna que contribuyen al conocimiento de biodiversidad del área del ACG. En cuanto a restauración y silvicultura, el ICE tiene programas dedicados a la recuperación del bosque en área desforestadas históricamente dentro de sus instalaciones y planes de reforestación para áreas afectadas por las obras. En cuanto a protección en incendios, el ICE construye cortafuegos en sus instalaciones para

prevenir incendios forestales y sus programas de seguridad y vigilancia física contribuyen a proteger la biodiversidad contra usos furtivos.

El Plan General de Manejo del ACG identifica al ICE como socio en las siguientes estrategias:

- Documentar los impactos generados por las luces e incidencia institucional para mitigarlos y
- Mitigar los impactos por infraestructura en los objetos de conservación dentro y fuera del ACG.

La medida U2P #31 del PGAM Las Pailas II incluye como indicador de desempeño un informe final del estudio de las repercusiones de las luminarias sobre insectos y fauna con conclusiones y recomendaciones.

El presupuesto de la estrategia “incidencia política para la mitigación de impactos en los objetos de conservación” tiene como cadena de resultados “potenciales proyectos hidroeléctricos son desestimados y proyecto geotérmico con nuevo diseño que disminuyen/eliminan los impactos sobre la ACG”. Esta cadena parece ser basada en “el potencial proyecto de geotermia” discutida en la p. 30 del Plan. Este “proyecto” ha sido modificado desde los planteamientos del año 2013 cuando hubo discusiones sobre modificaciones de los límites del PNRV y en el momento no hay propuestas para modificar los límites del PNRV ni propuesta para permitir proyectos geotérmicos dentro de parques nacionales en Costa Rica.

Los programas de monitoreo de flora y fauna realizados en Borinquen I y II y Las Pailas I y II por el ICE también contribuyen información valiosa para el ACG y el PNRV y a través del *Plan de Monitoreo y Difusión* del PAB (Sección 6.5) se buscará apoyar el monitoreo de biodiversidad dentro del PNRV.

### 5.3 **IMPACTOS SOBRE EL PARQUE NACIONAL RINCÓN DE LA VIEJA**

#### 5.3.1 **Relación Espacial entre las Instalaciones y el PNRV**

Las instalaciones de los Proyectos más cercanas al PNRV serían los Pozos 6 y 7 en las partes más altas del predio en los flancos occidentales del Volcán Rincón de la Vieja. El Pozo 6 se encuentra a unos 1,190 m de límite del PNRV. Las alternativas del Pozo 7 se encuentran a unos 710 m y 1,270 m del límite del PNRV. Las casas de máquinas norte y sur se encuentran a unos 4.54 km y 4.43 km, respectivamente, del límite del PNRV.

### 5.3.2 *Impacto Visual*

La infraestructura de los Proyectos no sería visible desde las zonas de uso público del PNRV. Sin embargo, son visibles desde las laderas del volcán arriba del área de los Proyectos aunque no existen usos por turistas.

### 5.3.3 *Impacto Auditivo*

El ruido generado por las actividades de construcción y operación de los Proyectos no afectaría a zonas de uso público del PNRV. El Pozo 7 tiene una separación de unos 700 m horizontales entre el límite del PNRV y el ruido sería minimizada por atenuación debido a la presencia de bosque maduro intacto.

### 5.3.4 *Conectividad Ecológica*

El predio Borinquen presenta un mosaico de áreas de potrero y charral antrópico y remanentes de bosques maduros, bosques secundarios y bosques riparios. Estos bosques conforman corredores para especies nativas de hábitats de bosque que permiten su movimiento a través del paisaje, conectando los bosques premontanos lluviosos del PNRV con los remanentes de bosques más estacionales del valle del río Tempisque. Los corredores riparios también interconectan los ecosistemas acuáticos entre las partes bajas de la cuenca, como el río Los Ahogados y las cabeceras en las laderas del Volcán Rincón de la Vieja. Los corredores más importantes existentes en el área son:

- Bosques maduros de la divisoria de cuencas Ahogados-Gata – Este es el corredor más amplio y con mayor desarrollo de bosque maduro. Alberga especies de interés para conservación como monos colorados, dantas de Baird y jaguares y especies forestales como el bálsamo. La casa de máquinas norte de los Proyectos se construirá al sur del Pozo 9, a unos 150 m de la margen del corredor de bosque maduro. El ruido y la luz generados por la operación de la casa de máquinas podría perturbar la fauna que utiliza el corredor. Sin embargo, la presencia del bosque maduro atenuaría el ruido dentro del corredor. La servidumbre de paso del acceso y tuberías del Pozo 10 atravesarían este corredor, siguiendo un camino existente que tendría que ser ampliado. En la parte alta del corredor, la servidumbre de paso del acceso y tuberías del Pozo 7, siguiendo un sendero existente que tendría que ser ampliado, involucrando cortes y rellenos significativos debido a la fuerte pendiente e inestabilidad del terreno.
- Bosques riparios de la quebrada Gata – Bosques riparios de quebradas y sus valles incisos que conectan áreas de cabecera con el río Salitral. La conectividad es precaria en los alrededores del camino principal de acceso existente en las cercanías del complejo Borinquen Lodge por la

conversión del valle a potreros extensivos, quedando un tipo de embudo de unos 100 m de ancho por el paso del camino sobre la zona riparia.

- Bosques riparios del río Salitral - Este corredor conecta el río Ahogados en el valle de Tempisque con las cabeceras del Salitral en el PNRV. Este corredor también está casi fragmentado cerca del Borinquen Lodge por los potreros y también por el acceso nuevo entre el Pozo 3 y el acceso principal. La casa de máquinas sur de los Proyectos se construirá a lado del Pozo 3 en las cercanías del río Salitral y su corredor ripario. El ruido, luz y eventuales descargas de aguas contaminadas generado por la operación de la casa de máquinas podría impactar al corredor ripario-acuático.

Se destaca que los tres corredores mencionados también se interconectan en sus extremos, formando un tipo de circuito ecológico importante que ICE buscará fortalecer a través del Programa de Restauración Ecológica (ver Sección 6.4.6).

Las tuberías y accesos a los pozos corren generalmente este-oeste, paralelamente al gradiente vertical. De esta manera, no se generarán barreras al movimiento altitudinal de fauna terrestre o acuática. De todas maneras, no se esperaría impactos significativos en la conectividad por efecto barrera de las servidumbres de paso de los accesos y tuberías a mediano o largo plazo porque se plantea minimizar las dimensiones de las mismas. El EsIA (p. 701; Medida MBPGB 07) plantea también el uso de puentes aéreos y túneles/alcantarillas para facilitar el paso de fauna en puntos críticos (ICE 2013a).

Un programa importante del Plan de Manejo de Biodiversidad es Restauración Ecológica con un enfoque en la reforestación de potreros, zonas de protección de ríos y quebradas y la restauración de la conectividad de hábitats boscosos (véase también Medida MBPGB 02 del EsIA: 697). Medida MBPGB 02 del EsIA también requiere el establecimiento de pantallas vegetales de al menos 50 m de ancho alrededor de las casas máquinas, medida que atenuará el ruido (ICE 2013a). Se deberá buscar mitigar los impactos potenciales de las casas de máquinas sobre los corredores biológicos.

### 5.3.5 *Impacto en el Valor Ecoturístico*

Dada la ubicación de los Proyectos en relación a la zona de uso público del Sector Pailas y del Sector Santa María del PNRV, los Proyectos no tienen impactos probables sobre el valor ecoturístico del PNRV.

## 5.4 **EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS**

Las alternativas más relevantes incluyen el número y ubicación de las plazoletas de pozos, la ubicación de los caminos de acceso y las rutas de las tuberías y la

ubicación de las casas de máquinas. Para minimizar el área afectada por plazoletas, ICE optó por la alternativa de perforar múltiples pozos por plazoleta utilizando la tecnología de perforación direccional, en vez de pozos verticales en un número mayor de plazoletas. Las casas de máquinas y subestaciones se ubican en tierras con cobertura de potrero o charral, no en bosque secundario o maduro.

## 5.5 **MITIGACIÓN Y MONITOREO DE IMPACTOS RESIDUALES**

No se anticipan impactos residuales sobre el Valor Universal Excepcional de la ACG en general o el PNRV en específico. Las medidas de mitigación y monitoreo que se aplicarán para los Proyectos se detallan en la Sección 6.0, Plan de Manejo de la Biodiversidad.

## 5.6 **CONSULTA CON GRUPOS DE INTERÉS**

ERM se reunió con representantes de la ACG (Ing. Roger Blanco) y *Guanacaste Dry Forest Conservation Fund* (Dr. Daniel Janzen) en el Parque Nacional de Santa Rosa el 01 junio 2015 y con un representante del SINAC (Sr. José Ramón Aguilar Calvo) en el PNRV el 04 junio 2015. Estos grupos de interés no expresaron preocupación en cuanto a los Proyectos por su separación física de las instalaciones existentes y planificadas con el PNRV y su distancia en relación al área turística del Sector Pailas.

## 5.7 **CONCLUSIÓN GENERAL**

El desarrollo de los Proyectos no tiene una probabilidad razonable de generar impactos directos, indirectos o acumulativos que ocasionen el deterioro del bien reconocido como Patrimonio Mundial Natural o que pongan en riesgo el Valor Universal Excepcional del ACG en general o el PNRV en específico. Los elementos más sensibles del PNRV no estarían expuestos a impactos directos o indirectos.

Los impactos más relevantes a ser generados por los Proyectos son ruido, emisiones de gases y apertura de vías de acceso de caminos y tuberías. Sin embargo, estos impactos tienen una afectación espacial limitada y no han resultado en impactos significativos para la vegetación y fauna en el área de influencia de los Proyectos durante la exploración realizada hasta la fecha (Pozos 1, 3, 4, 5 y 9).

La protección y gestión del PNRV se verá beneficiada por la presencia de los Proyectos ya que presenta cierta barrera a otros usos de la tierra como la conversión para potreros y a largo plazo. Los programas de mitigación

realizados por el ICE asegurarían la restauración de la cobertura boscosa natural en los potreros y charrales en sus predios, como se ha demostrado en los predios del Campo Geotérmico Miravalles. Además la cacería furtiva será más difícil con la presencia de puestos de control en los puntos de entrada y el patrullaje por personal de seguridad en el predio Borinquen.

Los programas de monitoreo de flora y fauna realizados por el ICE también contribuyen información valiosa para el ACG y el PNRV.

## **6.0 PLAN DE MANEJO DE BIODIVERSIDAD**

### **6.1 ALCANCE**

El Plan de Manejo de Biodiversidad engloba las acciones de mitigación, gestión y monitoreo necesarias para lograr los objetivos de biodiversidad durante las fases preinversión, constructivas, operacionales y de cierre y abandono del Proyecto. El presente Plan se basa en protocolos existentes del ICE para proyectos geotérmicos, las medidas de mitigación estipuladas en el EsIA de los Proyectos y recomendaciones adicionales de ERM que complementan los primeros dos elementos.

### **6.2 OBJETIVOS**

El objetivo principal del Plan de Manejo de Biodiversidad es la aplicación adecuada de jerarquía de mitigaciones de manera que los Proyectos Geotérmicos Borinquen i) se desarrollen sin conversión o degradación significativa de hábitats naturales críticos y ii) que se aumente la cobertura de bosques nativos y la conectividad del paisaje.

### **6.3 ESQUEMA INSTITUCIONAL**

#### **6.3.1 Metas**

Las metas del Plan de Manejo de Biodiversidad son las siguientes:

1. Restaurar la conectividad de los hábitats de bosque para obtener un circuito continuo de bosque dentro del predio Borinquen que permita el desplazamiento altitudinal de los organismos;
2. Proteger la calidad y cantidad del agua y los hábitats acuáticos y riparios de los ríos y quebradas del predio Borinquen y
3. Minimizar impactos adversos sobre al Valor Universal Excepcional del sitio de Patrimonio Mundial Natural del ACG.

#### **6.3.2 Marco Legal**

En lo relativo a áreas protegidas el país tiene una extensa legislación distribuida en diferentes normativas. Entre éstas, las siguientes:



**Tabla 6-1: Normativa Nacional relacionada a las Áreas Protegidas**

Normativa	Publicación	Relevancia
Ley de Biodiversidad No. 7788	30 de abril, 1998	Favorecer el uso y conservación de los elementos de la diversidad biológica
Ley de Conservación de la Vida Silvestre. Ley No. 7317	Gaceta N° 235. Publicado: 7/12/92	Artículo 8. Define los Refugios de propiedad estatal, mixta, privada.
Reglamento a Ley de Conservación de la Vida Silvestre. Decreto Ejecutivo No. 22545-MIRENEM	Publicado en La Gaceta N° 195 del Miércoles 13 de octubre de 1993	Artículos 84-87. Define los usos posibles en los refugios y los procedimientos para su creación.
Ley Orgánica del Ambiente. Ley No. 7554	Setiembre, 1995	Capítulo VI. Áreas Silvestres Protegidas. Artículos 32-42
Ley Forestal. No. 7575.	Abril, 1996	Capítulo IV. Protección forestal. Artículos 33-34. Define las áreas de protección de nacientes, ríos y acuíferos y la prohibición
Creación del Servicio de Parques Nacionales. Ley No. 6084	Agosto 17, 1977	Define las actividades no permitidas dentro de los parques nacionales. Entre otras cosas establece la imposibilidad de desarrollo de obras de infraestructura comercial en Parques Nacionales y Reservas Biológicas, entre otras, para proyectos de desarrollo eléctrico.

### **Ley Orgánica del Ambiente**

En el año 1995 bajo el amparo constitucional del artículo 50, Costa Rica publica la Ley Orgánica del Ambiente (LOA), Ley N° 7554<sup>2</sup>, la cual dicta su primer artículo “*procurará dotar, a los costarricenses y al Estado, de los instrumentos necesarios para conseguir un ambiente sano y ecológicamente equilibrado*”. El Estado, mediante la aplicación de esta ley, defenderá y preservará ese derecho, en busca de un mayor bienestar para todos los habitantes. Esta ley parte del concepto de ambiente como el sistema constituido por los diferentes elementos naturales que lo integran y sus interacciones e interrelaciones con el ser humano. La LOA crea además una serie de instancias públicas relacionadas con los diferentes tópicos que aborda, así se crea la Secretaría Técnica Nacional Ambiental (SETENA), como órgano rector y encargado de armonizar el desarrollo con el medio ambiente, publicando en el año 1996 el Primer Reglamento de Procedimientos

<sup>2</sup> Esta ley fue promulgada en Gaceta N° 215 del lunes 13 de noviembre de 1995

de Evaluación de Impacto Ambiental para Costa Rica. Este reglamento funcionó de manera continua hasta el 2004, cuando se publicó un nuevo Decreto que deroga parcialmente al anterior decreto. Luego de forma progresiva fueron emitiéndose otros decretos que regulan todos los procesos administrativos y técnicos en materia de Evaluación Ambiental para Costa Rica.

### **Ley Forestal**

Ley No. 7575 del 05 de febrero de 1996 regula lo correspondiente al patrimonio forestal del Estado y a las actividades privadas y públicas que puedan afectarlo, declara áreas de protección en los cauces de agua y prohíbe en ellas el corte o eliminación de árboles, a excepción de que el proyecto, obra o actividad sea declarado de interés nacional por el Poder Ejecutivo. El Reglamento a la Ley Forestal, Decreto Ejecutivo No. 25721-MINAE, establece como ente para ejecutarlo al Ministerio de Ambiente y Energía, a través del SINAC. La ley provee la definición de bosque y establece los procedimientos para la tala de árboles. En caso de necesitar cortar algún árbol para el desarrollo del proyecto se deberá seguir los procedimientos que dictan la ley y el SINAC.

### **Ley de Biodiversidad**

A través de la Ley No. 7788 promulgada el 30 de abril de 1998 se pretende favorecer el uso y conservación de los elementos de la diversidad biológica. Esta Ley posee como principios el respeto a la vida en todas sus formas, garantizar el acceso y la distribución de los beneficios en el uso de los elementos de la biodiversidad, el respeto a los derechos humanos, el uso sostenible de los elementos de la biodiversidad, respetando las opciones de desarrollo de las futuras generaciones y la democracia que garantice una mayor participación de todos los ciudadanos en la toma de decisiones.

### **Ley de Conservación de la Vida Silvestre**

La Ley No. 7317 de 21 de octubre de 1992 fue reformada por las Leyes No. 7495 de 3 de mayo de 1995, 7497 de 2 de mayo de 1995 y 7788 de 30 de abril de 1998. Esta Ley tiene como finalidad establecer regulaciones sobre la vida silvestre, la cual está conformada por la fauna continental e insular que vive en condiciones naturales temporales o permanentes, en el territorio nacional y la flora que vive en condiciones naturales en el país.

### **Reglamento a la Ley de Conservación de Vida Silvestre**

El Reglamento N° 32633-MINAE incluye las listas de especies declaradas por el país como amenazadas y en peligro de extinción. Proyectos deberán velar por que no afecten las especies o los hábitats de las especies declaradas en este reglamento como especies amenazadas, con poblaciones reducidas o en peligro de extinción. Los responsables ambientales deberán revisar estas listas junto con las de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas

de Fauna y Flora Silvestre (CITES, por sus siglas en inglés) para asegurar que las obras del proyecto no afecten ninguna de estas especies.

### **Creación del Servicio de Parque Nacionales**

La Ley No. 6084 define las actividades no permitidas dentro de los parques nacionales. Entre otras cosas establece la imposibilidad de desarrollo de obras de infraestructura comercial en Parques Nacionales y Reservas Biológicas, entre otras, para proyectos de desarrollo eléctrico.

## **6.4 MEDIDAS DE MITIGACIÓN**

### **6.4.1 Aplicación de la Jerarquía de Mitigación**

La Jerarquía de Mitigación tiene como primer objetivo evitar o prevenir impactos. Luego, se busca minimizar los impactos inevitables. Los impactos resultantes deben ser remediados y las condiciones originales restauradas. Cuando existan impactos residuales significativos después de haber implementado las acciones para evitar, minimizar y restaurar, estos deben ser compensados de manera que se logre balancear los impactos negativos del proyecto con beneficios ambientales y sociales adicionales.

En el caso particular de los Proyectos, el ICE ha buscado evitar impactos a los bosques maduros y secundarios al ubicar las instalaciones de los Proyectos en áreas históricamente desforestadas como los potreros y charrales. Todos los pozos, estaciones de separación, lagunas y casas de máquinas están localizados fuera de bosques. En el caso de los caminos de acceso y las tuberías, se ha buscado minimizar la afectación al bosque a través de la reducción del ancho y longitud de las servidumbres, utilizando una sola servidumbre para ambos elementos. En caso de la línea de transmisión, se utilizará la servidumbre existente de la línea de transmisión Orosí-Las Pailas I.

En las áreas a ser desarrolladas para las instalaciones de los Proyectos, el ICE minimizará impactos a través de programas de inventario forestal y de rescate y reubicación de flora y fauna previa a la construcción, además de la delimitación y control estricto de áreas de trabajo y la tala de árboles (ICE 2013a).

A través del Protocolo de Restauración Ecológica del ICE (Protocolo No. 70.00.017.2014 V1; ICE 2014a), el ICE aumentará la cobertura forestal del predio Borinquen y restaurará la conectividad del paisaje para las especies que habitan los bosques, por ejemplo, los jaguares, las dantas y los monos colorados.

El Plan de Monitoreo de Biodiversidad contribuirá a la conservación de la biodiversidad a través de la generación y difusión de información sobre la

respuesta ecológica de la flora y fauna a los Proyectos y la efectividad de las mitigaciones aplicadas.

#### **6.4.2 *Protección y Reducción de Impactos a Bosques***

De acuerdo al Plan de Gestión Ambiental (PGA) del EsIA de Borinquen I y II, se establecen las siguientes medidas para evitar y minimizar impactos a los bosques (Medida MBPGB 01). ERM considera que estas medidas aplicadas adecuadamente y en su totalidad son adecuadas para mitigar los impactos previstos a los bosques.

1. Trazado de rutas de tuberías y trochas de acceso para excavación y montaje, hasta donde sea posible no cortar árboles gruesos de diámetro a la altura del pecho (DAP) mayor o igual a 40 cm, particularmente de especies de mayor importancia ecológica.
2. Brindar capacitación y emplear personal calificado y técnicas de tala dirigida, además realizar el arrastre de trozas con cable o aserrar in situ para reducir daños al ecosistema.
3. Con el objeto 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 excavación, movimientos de escombros, materiales y estructuras y montaje de la tubería y alcantarillado.
4. Elaboración y ejecución de plan de manejo de flora del área boscosa a intervenir y programa de seguimiento y auditoría para cada obra, con el objeto de comprobar el cumplimiento y desempeño de las medidas ambientales.
5. Delimitar en el campo las áreas a intervenir y marcar los árboles a cortar (enumerados en el tronco y tocón).
6. Realizar en las áreas de obras inventarios de flora, particularmente flora menor y arbórea con poblaciones reducidas, amenazada y en peligro de extinción del área boscosa del área a intervenir, detallando abundancia y preferencia de hábitat por especie.
7. Elaboración en las áreas de obras de 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 (ICE 2013a).

#### **6.4.3 *Rescate y Reubicación de Flora y Fauna***

Actualmente ICE cuenta con un Protocolo de Rescate y Translocación de Fauna en Obras del ICE, Protocolo No. 70.00.016.2014 (ICE 2014b). ERM considera que

las medidas incluidas en el protocolo, aplicadas adecuadamente y en su totalidad, son adecuadas para mitigar los impactos previstos a la flora y fauna dentro del área de los Proyectos. A continuación un resumen del protocolo.

El protocolo estipula una lista de métodos y procedimientos para la implementación de planes de rescate para la flora y fauna dentro del área de influencia de un proyecto cuando este se ejecuta dentro de un bosque o ecosistema frágil. La idea es de mantener consistencia entre las prácticas y la intención de los planes de gestión ambiental ya establecidos para proyectos de generación eléctrica. Incluye la coordinación con instituciones nacionales correspondientes y articula acciones que han de llevarse en conjunto con organizaciones que tienen como compromiso explícito el enfoque sobre la conservación.

El punto de partida establecido en el protocolo es un estudio topográfico detallado del área de interés para planificar acciones y coordinación, que deben de tener un tiempo prudencial para el rescate de flora y fauna, incluyendo el rediseño y ejecución de la obra para disminuir el impacto sobre los hábitats y especies. Además, se considera contar con compromisos vinculantes con centros de rescate y/o reservas privadas donde se re-ubicaría la flora y fauna rescatada, quienes también han de llevar boletas de entrega, con sello y firma de recibido. El monitoreo es un aspecto esencial del proceso y seguimiento de la implementación.

En el documento se define lo que constituye el área de influencia y los procedimientos logísticos y administrativos acordados. Se establecen técnicas adecuadas para la recolección y manejo de especies de flora, indicando que esto debe de ocurrir por lo menos un año previo al desbroce para recolectar semillas y las plantas con mejores prospectos de supervivencia después de la translocación (raíces, tamaño, vitalidad) y la creación de un vivero. Las epifitas deben incluir las cortezas de árboles en las que se encuentran para llevar con ellas otros organismos asociados simbióticamente. Se especifica el apropiado transporte y tipo de contenedor en que se deben de transportar y la forma que el vivero debe de funcionar y su ubicación. Después de la translocación y registro, se debe realizar un monitoreo, reportando los resultados relativos al PGA presentado a SETENA, en este caso del EsIA de los Proyectos.

Para la fauna, el protocolo se enfoca en las especies consideradas susceptibles, como anfibios, reptiles, pichones de aves y mamíferos terrestres y voladores.

El proceso de liberación después de la captura de rescate 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, después de ser marcados y registrados para el futuro seguimiento. Se hace una nota especial sobre las serpientes venenosas, que deben de ser rescatadas por un centro

autorizado por MINAE por el riesgo que podrían presentar a los trabajadores como a los pobladores aledaños.

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.

#### **6.4.4 *Reducción de Impactos de Accesos y Tuberías***

De acuerdo al PGA del EsIA, se establecen las siguientes medidas para evitar y minimizar impactos de los caminos de acceso y las tuberías del sistema de acarreo (Medida MBPGB 07). ERM considera que estas medidas aplicadas adecuadamente y en su totalidad son adecuadas para mitigar los impactos generados por los accesos y tuberías.

1. Determinar las rutas de paso de fauna en los caminos y tuberías dentro del área de los Proyectos. El diseño y ubicación de los puentes de pasos aéreos y terrestres se colocarán en los sitios que se consideren adecuados y necesarios por el biólogo de planta. En general se recomienda la construcción de pasos para la fauna terrestre tipo zanja o paso de desnivel por debajo de las tuberías distanciados cada 40 o 50 m, con una altura del suelo al tubo mínima de 1.20 m. Si las condiciones topográficas en algunos sitios permiten alturas similares de manera natural se puede obviar construir estos pasos.
2. Regular la velocidad de tránsito vehicular, colocando señalización vial y avisos de precaución que indican presencia de animales en la vía.
3. Considerar las diferentes especies de fauna presentes en el área de los Proyectos para el diseño y establecimiento de puentes y túneles de paso para la fauna (pasos aéreos y terrestres).
4. El biólogo de planta deberá coordinar las acciones necesarias para la atención y tratamiento clínico básico a individuos rescatados que presenten algún signo o síntoma de enfermedad, herida o que sean pichones, neonatos o crías. Aplicar protocolo de aspectos clínicos y protocolo de rescate de fauna (ICE 2013a).

#### **6.4.5 *Implementación de Dispositivos de Protección para la Fauna en Obras***

Actualmente ICE cuenta con un Protocolo para la Implementación de Dispositivos de Protección para la Fauna Silvestre en Obras del ICE, Protocolo No. 70.00.012.2014 (ICE 2014c). ERM considera que las medidas incluidas en el protocolo, aplicadas adecuadamente y en su totalidad, son adecuadas para mitigar los impactos previstos a la fauna dentro del área de los Proyectos. A continuación un resumen del protocolo.

El protocolo especifica los diferentes tipos de procedimientos y dispositivos que se instalan para la protección de la fauna silvestre en y alrededor de las instalaciones y trabajo del ICE. El propósito principal es disminuir la mortalidad de fauna silvestre por causa de actividades constructivas y operativas, reducir los costos de mantenimiento y reducir el número de incidentes que resultan en daño a la infraestructura de los Proyectos.

Estos lineamientos son la responsabilidad del Encargado Ambiental y de los que trabajan en el área biótica de área de los Proyectos, Centro de Servicio, Proceso División y otras dependencias. Recae sobre ellos el implementar las medidas adecuadas en base a estudios pertinentes, responsabilidad de los mismos. El encargado o responsables han de coordinar la aplicación de los dispositivos apropiados con el encargado de la obra y las jefaturas pertinentes. El monitoreo de la efectividad y estado de los dispositivos y medidas es revisado y las acciones correspondientes de mantenimiento son coordinadas.

Así mismo, se espera que el personal encargado de las obras u operación informe al encargado Ambiental al surgir actividades o situaciones que pudiesen afectar a la vida silvestre y que colaboren en la instalación, cuidado y mantenimiento de los dispositivos y medidas.

Infraestructura de diferentes tipos causa diferentes impactos y requiere diferentes tipos de mitigación para las taxa y lugares. En particular, se subraya la fragmentación de ecosistemas y su impacto en la dispersión de especies, la separación de poblaciones de flora y fauna, alteraciones al ciclo hidrológico, microclimas y contaminación de las aguas y el suelo. Se delinearán diferentes ejemplos de efectos sobre los grupos taxonómicos y se incluye un listado sobre los diferentes dispositivos y consideraciones correspondientes, entre los cuales se incluyen:

- Espirales salva pájaros y dispersores de aves en líneas de transmisión,
- Puentes para paso de animales arborícolas sobre caminos o servidumbres,
- Pasos subterráneos para fauna silvestre debajo de caminos,
- Dispositivos anti-escalamientos para ataguías de líneas de distribución,
- Dispositivos anti-electrocución para líneas de distribución y subestaciones,
- Dispositivos alternativos de anidación para líneas de distribución,
- Dispositivos anti-colisiones para ventanas y
- Rótulos para prevenir atropellos de fauna en caminos.

#### 6.4.6 *Restauración Ecológica*

Actualmente ICE cuenta con un Protocolo la Restauración Ecológica, Protocolo No. 70.00.017.2014 (ICE 2014a). ERM considera que las medidas incluidas en el protocolo, aplicadas adecuadamente y en su totalidad, son adecuadas para

promover y generar la restauración ecológica. A continuación un resumen del protocolo.

El protocolo ilustra técnicas y procedimientos que pueden ser utilizados para restaurar ecosistemas, especialmente para mitigar el impacto de actividades constructivas. La restauración toma lugar en ecosistemas degradados, dañados o destruidos en tierras del ICE y las zonas a restaurar han de ser definidas por el personal del área de Biología o el Departamento de Gestión Ambiental después de una evaluación previa. Además, incluye la gestión de los permisos pertinentes ante el MINAET, SETENA o SINAC. El protocolo establece la elaboración de planes de restauración de áreas afectadas por obras temporales, los cuales deben incluir la descompactación del terreno, la colocación de una capa de suelo orgánico de 3 a 5 cm de grosor y la revegetación del sitio. Adicionalmente, incluye la elaboración y operación de un programa de seguimiento para corroborar el cumplimiento y la efectividad de las medidas de control ambiental.

De manera complementaria, a continuación se presentan las medidas de restauración ecológica para escombreras (área aproximada de 45.0 ha), corredores biológicos (zonas de protección de ríos y quebradas) y pantallas vegetales, descritas en el PGA del EsIA Borinquen I y II (Medida MBPGB 02).

1. Elaboración de planes del acondicionamiento final de las escombreras, contemplando conformación, confección de obras de manejo de escorrentía y control de erosión, descompactación del terreno, colocación de capa superior de suelo orgánico de al menos 30 cm de grosor y reforestación.
2. Elaboración de planes de reforestación de las escombreras asegurando la conectividad de los sectores aledaños de bosque maduro y secundario, el diseño de plantación deberá ser una mezcla de al menos 8 especies arbóreas nativas y del medio ambiente circundante de rápido crecimiento.
3. Elaboración de planes y mapas de reforestación en zonas de protección de ríos y quebradas, mediante plantaciones mixtas y/o enriquecimiento.
4. Elaboración de plan de selección de plantas y árboles padre para recolección de semillas y/o plántulas de las especies arbóreas y arbustivas de la zona a utilizar en las plantaciones y pantallas vegetales.
5. Establecimiento de un vivero de rescate de plantas para la reforestación durante la fase de Construcción. En la fase de Producción se utilizarán los viveros existentes del ICE en la zona
6. Elaboración de planes de establecimiento y manejo de pantallas vegetales para enmascaramiento de obras, en las de mayor altura como casas de

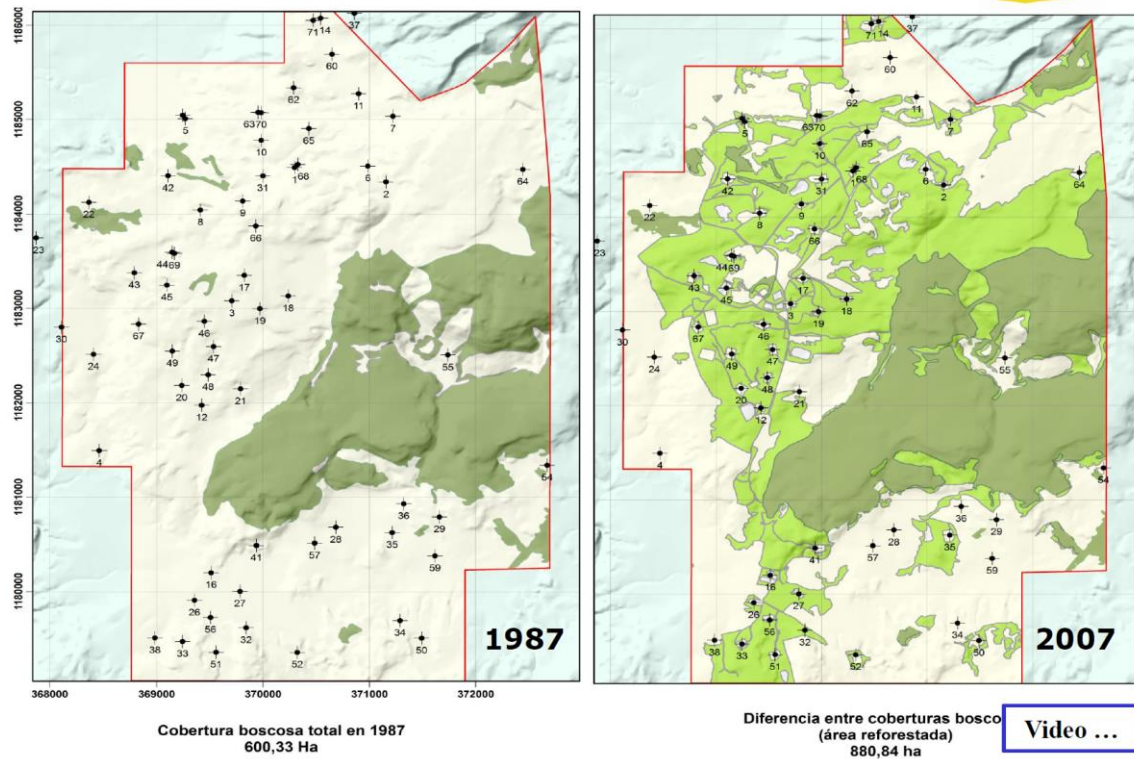


máquinas y subestación se deberán utilizar franjas perimetrales de al menos 50 m de ancho, con un diseño de plantación mixta de 6 o más especies rápidas, no caducifolias de varias alturas. Para tuberías, plataformas de perforación y estaciones separadoras, las pantallas deberán tener un ancho mínimo de 12 m con al menos 4 especies rápidas, no caducifolias, con copas anchas de follaje denso.

7. Elaboración y ejecución de planes de manejo silvicultura de la reforestación en las escombreras, corredores biológicos y pantallas vegetales, detallando control de malezas, plagas y enfermedades, fertilización, podas y raleos.
8. Elaboración de programas de seguimiento de la reforestación en las escombreras, corredores biológicos y pantallas vegetales, para corroborar el cumplimiento y la efectividad de estas medidas (ICE 2013a).

Como experiencia, el ICE opera el Campo Geotérmico Miravalles desde 1984 y ha logrado la restauración de unos 880 ha de bosques entre 1987 y 2007 (ICE 2015; ver Figura 6-1). Se plantea aplicar los métodos y las lecciones aprendidas en Miravalles para el caso de los Proyectos para recuperar la cobertura de bosques y la conectividad ecológica del paisaje como eslabón vital entre el PNRV y los ecosistemas del valle del Tempisque.

## Recuperación del bosque en Miravalles



Fuente: ICE 2013b.

Figura 6-1: Recuperación del bosque en el Campo Geotérmico Miravalles, 1987-2007

### 6.5 PLAN DE MONITOREO Y DIFUSIÓN

#### 6.5.1 Objetivo

El objeto del Plan de Monitoreo de la Biodiversidad es obtener datos prácticos para asegurar que los parámetros de diseño de los Proyectos y las medidas de mitigación están siendo debidamente implementados y las metas del Plan de Manejo de Biodiversidad obtenidas.

#### 6.5.2 Lineamientos Generales

Actualmente ICE cuenta con un Protocolo de Monitoreo e Investigación de Vida Silvestre, Protocolo No. 70.00.010.2014 (ICE 2014d). ERM considera que las medidas incluidas en el protocolo, aplicadas adecuadamente y en su totalidad, son adecuadas para el monitoreo, seguimiento y difusión. A continuación se resume el protocolo.

El protocolo presenta recomendaciones para el proceso de monitoreo y evaluación de fauna y flora, ya sea dentro del área de influencia de los Proyectos, o en actividades de liberación de fauna. El propósito del protocolo es de documentar de manera adecuada la respuesta de la fauna a los cambios en el uso de los suelos y en donde se ha hecho introducción de animales rescatados. En ese sentido, enmarca mejores prácticas de manera consistente con los Planes de Manejo Ambiental para proyectos del ICE. Explica como las responsabilidades se definen desde Director del Proyecto hasta los Asistentes Técnicos y Cuadrillas de Campo, incluyendo al Encargado Ambiental y al del Área de Biología. Se destaca la necesidad de hacer estudios topográficos para definir el área previo el comienzo de los Proyectos en sí. Especifica como involucrar a la SETENA y al MINAE en términos de informes y permisos.

Dependiendo de las especies indicadoras, el muestreo puede ser aleatorio pero representativo de la heterogeneidad y variabilidad espacial dentro del área definida, en base a propósitos específicos establecidos por el encargado del Área de Biología en conjunto con los biólogos asociados y revisados y aprobados por el Encargado Ambiental (y cuando lo amerite, la Jefatura de Construcción).

Algunos de las indicaciones más relevantes en términos del muestreo sugieren diversos sitios de monitoreos o investigaciones simultáneas por posibles afectaciones en la detectabilidad de especies; la utilización de métodos que arrojen resultados útiles y aplicables en un plazo corto de investigación, consistente con el grupo taxonómico específico; representatividad en términos de tamaño y número de acuerdo a los objetivos establecidos y el acceso a los sitios de muestreo deben de ser por rutas o trochas ya establecidas (de existir) velando que se tenga el menor impacto posible.

Las investigaciones deben de contar con la formalidad estipulada, incluyendo contar con pasaportes científicos, entregando informes semestrales y finales a la oficina subregional del MINAE, así como compartiendo la información específica de las actividades de monitoreo y su relación al Plan de Gestión Ambiental.

En todos los casos se ha de mantener un registro de las técnicas, sitios, fechas, ubicaciones (GPS), condiciones, horas, observaciones, técnica utilizada, nombre de los investigadores, particulares de la red/trampa, cuadrícula, orden, familia y especie.

Se estipula, además que la información debe ser digitalizada, divulgada ampliamente, analizada e incorporada a información relevante adicional que la haga más confiable

### 6.5.3 *Indicadores*

ERM recomienda utilizar los siguientes indicadores en el Plan de Monitoreo de los Proyectos:

- **Abundancia de la Fauna.** La abundancia de las especies de fauna del área de los Proyectos no debe ser disminuida a mediano y largo plazo. El ICE realizó muestreo de fauna de línea base pre-constructiva para establecer las condiciones sin el proyecto como criterio para la evaluación de los resultados del monitoreo durante la construcción y operación del proyecto.
- **Conectividad Ecológica.** La conectividad puede ser medida con el uso de imágenes satelitales de la línea base pre-constructiva. Utilizando herramientas de SIG, se medirá el área y la geometría de los parches y corredores de bosque. Además, se monitoreará el uso de corredores por fauna mayor a través de cámaras trampa que registran por fotografías y videos el paso de fauna en puntos clave.
- **Restauración Natural de Bosque.** El área de hábitats boscosos y la composición botánica y estructura vegetal de los mismos se establecerá como línea de base mediante el estudio de parcelas permanentes de muestreo.
- **Protección contra Cacería Furtiva.** Como indicadores del éxito, se medirá el número de eventos registrados por evidencia directa e indirecta y también el número de personas que hayan recibido comunicaciones (señalética, cuñas radiales, panfletos, etc.) y capacitaciones (charlas, entrenamientos, etc.) sobre los riegos, restricciones y consecuencias de la cacería furtiva. Además se documentará el esfuerzo realizado por patrullajes de seguridad (por ejemplo, horas-persona por mes).

### 6.5.4 *Acciones*

#### 6.5.4.1 *Monitoreo Mensual de Mamíferos Mayores*

Se recomienda realizar un monitoreo mensual de mamíferos en las áreas intervenidas para determinar tanto el impacto real, como la efectividad de la medida propuesta e implementar correcciones de ser necesario. Se debe continuar el monitoreo mensual durante un año, al menos al año y cinco años después del inicio de la fase operativa de los Proyectos, cuando las áreas reforestadas hayan alcanzado cierta madurez.

#### 6.5.4.2 *Monitoreo de Fauna con Cámaras Trampa*

Hasta junio del 2015, el ICE había obtenido 11 meses de datos de un total de seis cámaras trampa repartidas entre el Campo Geotérmico Miravalles, Las Pailas II y Las Pailas I, las cuales han documentado la presencia de pumas, dantas y otros mamíferos grandes. ERM recomienda continuar y expandir el programa de

monitoreo con cámaras trampa para incluir puntos dentro del área de los Proyectos, particularmente en potenciales corredores y puntos de paso de mamíferos grandes como el camino existente entre el Pozo 9 y el sitio planificado del Pozo 10, el sendero hacia el sitio planificado para el Pozo 7 y en el cruce del camino y el corredor de bosque ripario Salitral cerca del Pozo 3.

#### 6.5.4.3 *Muestreo de Aves*

Para el monitoreo de aves se pueden usar transectos de 500 a 1,000 m de separación, puntos de conteo (75 - 200 m de separación), búsqueda intensiva complementaria a las dos técnicas previas, y redes de niebla utilizadas con una mortalidad de menos del 1%.

#### 6.5.4.4 *Muestreo de Herpetofauna*

Para herpetofauna se recomienda utilizar transectos de 500 m de largo a por lo menos 5 m el uno del otro. Se sugiere realizar el muestreo durante la noche para más efectividad; utilizar parcelas de 8 m x 8 m en áreas disponibles; implementar puntos auditivos para percibir cantos de especies; realizar búsqueda intensiva en cualquier hábitat y utilizar trampas de caída, que dependerán en tamaño de la especie específica a muestrear.

#### 6.5.4.5 *Muestreo de Insectos*

Para insectos, dependiendo de las especies o grupos se pueden hacer muestreo de transectos utilizando trampas de Malaise, trampas amarillas con agua jabonosa, trampas de frutas, redes, trampas de foso cada 50 m y embudos Berlese, en sitios establecidos aleatoriamente. Igualmente, se sugiere utilizar puntos de captura usando trampas de luz y búsquedas intensivas en micro ambientes designados. El montaje de insectos se especifica usando frascos de cristal de boca ancha con soluciones letales para sacrificarlos y luego poder estudiarlos montados con alfiler o goma o esmalte dependiendo del tamaño del espécimen. El etiquetado de los especímenes entomológicos requiere dos etiquetas, las de procedencia y la taxonómica. Las buenas prácticas incluyen la conservación de los especímenes en seco en cajas Wards dentro de cajas entomológicas Cornell, herméticas, o, alternativamente en líquido en tubos Ependorff.

#### 6.5.4.6 *Muestreo Hidrobiológico*

Para peces, se recomiendan transectos de 50 m de largo utilizando electro pesca, atarraya, chinchorro, conteos visuales o trasmallo. La búsqueda intensiva se debe utilizar solamente para grandes cuencas. Las secas se usan para comunidades bentónicas, decápodos dulceacuícolas en quebradas de bajo caudal o para hacer muestreo de peces que se refugian bajo piedras

#### 6.5.4.7 *Monitoreo de Vegetación*

Se recomienda las parcelas de bosque de 50 m x 20 m, delimitadas de forma permanente en campo con postes en las esquinas u otros puntos cuando no es posible en las esquinas. Cada cinco años se inventariarían todas plantas leñosas de DAP (1.3 m) mayor a 30 cm dentro de las parcelas. Se debe generar un mapa de la posición de todos los árboles inventariados con uso de GPS de alta precisión.

Para áreas de potrero y charral, se recomienda utilizar transectos permanentes para monitorear cada tres años el área basal y composición florística de la cobertura leñosa y herbácea, con el objetivo de detectar cambios en la cobertura de plantas leñosas.

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

#### 6.5.4.8 *Análisis de Imágenes Satelitales*

Cada tres años, el ICE deberá analizar imágenes satelitales del área de los Proyectos para documentar cambios en el área de cobertura forestal y su geometría (por ejemplo, relaciones área/perímetro, distancias entre parches, número de parches,). Como línea de base, se utilizarán las imágenes de alta resolución de marzo del 2015 disponibles en Google Earth (CNES/Astrium).

#### 6.5.5 *Difusión*

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

El presente PAB de los Proyectos tiene el objetivo general de actualizar y complementar el EsIA para que cumpla con el contenido, nivel de detalle y análisis requerido por el BID para un proyecto Categoría A. Esta clasificación se basa en la ubicación de los Proyectos dentro de áreas consideradas hábitats naturales críticos según la Directriz B.9 Hábitats naturales y sitios culturales de la Política de Medio Ambiente y Salvaguardias (OP-703) del BID.

Los objetivos específicos del PAB son:

1. Determinar los efectos sobre la biodiversidad inducidos por los Proyectos y aportar información detallada al respecto como insumo al EIA Complementario y la EEA para los proyectos Borinquen I y II y el Proyecto Geotérmico Las Pailas II.
2. Desarrollar un plan manejo, el cual incorpore un plan de monitoreo, para los efectos sobre la biodiversidad inducidos por los Proyectos.

ERM revisó el EsIA de los Proyectos, su PGA, informes de inventarios forestales, protocolos del ICE y la literatura científica relevante. Se realizó una visita de campo al área del Proyecto y entrevistas con grupos clave de interesados, a saber, representantes del ACG, *Guanacaste Dry Forest Conservation Fund* y el SINAC.

Los Proyectos se desarrollarán en el agropaisaje del ACG donde existe un mosaico de potreros antrópicos utilizados para la ganadería y corredores de bosque, los cuales albergan especies de interés para la conservación y de valor ecoturístico como el mono colorado, la danta y el jaguar. Con la excepción de las servidumbres de paso de los accesos y tuberías para los Pozos 7 y 10, toda la infraestructura se construirá en potreros o charrales, sin impactar los bosques maduros y riparios.

En cuanto a los impactos potenciales sobre el Valor Universal Excepcional del ACG, los Proyectos no presenta riesgos significativos sobre los valores de biodiversidad, la integridad ecológica y paisajística del ACG o las acciones de protección y gestión del mismo. Los Proyectos no afectarán directamente al PNRV, que se encuentra aguas arriba sobre el volcán del mismo nombre.

El PAB incluye un Plan de Manejo de la Biodiversidad que se basa en la aplicación de la jerarquía de mitigaciones y en los protocolos del ICE para proyectos geotérmicos, medidas de mitigación incluidos en el EsIA de los Proyectos y recomendaciones adicionales de ERM que complementan a los primeros dos elementos.

Las recomendaciones principales al ICE son:

- Monitorear la abundancia de especies de fauna nativa, la conectividad del paisaje (corredores de bosque), la restauración natural de bosque y la incidencia de cacería furtiva;
- Implementar un programa de monitoreo con cámaras trampa en puntos clave del área de los Proyectos para documentar el uso de corredores de paso o migración para identificar puntos clave que deberán ser protegidos y restaurados;
- Buscar sinergias con los programas y estrategias del Plan de Manejo General del ACG, incluyendo el monitoreo dentro de áreas adyacentes del PNRV;
- Difundir los resultados y lecciones aprendidas de sus programas de monitoreo y restauración ecológica a través de informes, talleres y otros mecanismos e
- Incorporar este PAB como parte de su Sistema de Gestión Ambiental y Social, incorporando las recomendaciones a los protocolos y medidas de mitigación del PGA.



- Aguilar, José Ramon. 2015. Entrevista personal. Liberia, Costa Rica. 4 junio 2015.
- Amit, R. 2006. El jaguar en el Sector San Cristóbal del Área de Conservación Guanacaste-Costa Rica: densidad, abundancia de presas y depredación de ganado Tesis de Maestría. Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica. 48 pp.
- Anderson, RP & RM Timm. 2006. A new montane species of spiny pocket mouse (Rodentia: Heteromyidae: *Heteromys*) from northwestern Costa Rica *American Museum Novitates* 3509:1-38.
- Área de Conservación Guanacaste. 2015. <http://www.acguanacaste.ac.cr/>
- Banco Interamericano de Desarrollo (BID). 2013. *Evaluación de Impacto Ambiental y Social Proyecto Geotérmico de Ampliación Las Pailas Guanacaste Costa Rica. Diciembre 2013.*
- BirdLife International. 1992. *Aves Amenazadas de las Américas (Libro rojo IUCN)*. Cambridge, UK: BirdLife International.
- BirdLife International. 2015. *Important Bird Areas factsheet: Tilarán Highlands*. Accedido 12 mayo 2015 en <http://www.birdlife.org/datazone/sitefactsheet.php?id=20406>
- Bolaños F & G Chaves. 2008. *Incilius guanacaste*. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2015.2. Accedido 25 junio 2015 en <http://www.iucnredlist.org>.
- Bussing, WA. 2002. *Peces de las aguas continentales de Costa Rica - Freshwater fishes of Costa Rica*, 2. ed., 1. reimpr. San José, C. R. : Editorial de la Universidad de Costa Rica. 504 pp.
- Instituto Costarricense de Electricidad (ICE). 2005. Estudio de Impacto Ambiental. Proyecto Geotérmico Las Pailas. Declaratoria de Impacto Ambiental (DIA). Expediente de la Setena No. 788-04. Instituto Costarricense de Electricidad. Unidad Estratégica de Negocios Proyectos y Servicios Asociados.
- ICE. 2012. *Informe Técnico Ambiental de la Capacidad de Generación Planta Geotérmica Las Pailas*. Julio 2012.
- ICE. 2013a. *Estudio de Impacto Ambiental Proyecto Geotérmico Borinquen. Expediente Administrativo D1 -8715-2012 SETENA*. 771 pp.

- ICE. 2013b. *Evaluación y conservación de bosque, relacionada al desarrollo de los proyectos geotérmicos, aplicando fotogrametría digital: El caso del Campo Geotérmico Miravalles y el Proyecto Geotérmico Pailas, Unidad II.* 35 pp.
- ICE. 2014a. *Protocolo de Restauración Ecológica, Código 70.00.017.2014 V1.*
- ICE. 2014b. *Protocolo de Rescate y Translocación de Fauna en Obras del ICE, 70.00.016.2014 V1.*
- ICE. 2014c. *Protocolo para la Implementación de Dispositivos de Protección para la Fauna Silvestre en Obras del ICE, 70.00.012.2014 V1.*
- ICE. 2014d. *Protocolo de Monitoreo e Investigación de Vida Silvestre, 70.00.010.2014 V1.*
- MINAE. 2002a. *Área de Conservación Guanacaste. Mapa de Corredores Biológicos [Mapa]* Accedido 14 mayo 2015 en <http://www.acguanacaste.ac.cr/biodesarrollo/sistemas-de-informacion-geografica/mapas-del-acg/28-mapas-del-acg/detail/598-mapas-del-acg?tmpl=component&phocadownload=2>
- MINAE. 2002b. *Área de Conservación Guanacaste Sitio de Patrimonio Mundial [Mapa]* Accedido 14 mayo 2015 en [http://www.investigadoresacg.org/IMAGES/MAPFILES/maps/general\\_ACG/acg\\_patrimonio.jpg](http://www.investigadoresacg.org/IMAGES/MAPFILES/maps/general_ACG/acg_patrimonio.jpg)
- MINAET. 2010. *Zonas de Vida – Sectores Mundo Nuevo y Pailas, Área de Conservación Guanacaste. [Mapa]* Accedido 14 mayo 2015 en <http://www.acguanacaste.ac.cr/biodesarrollo/sistemas-de-informacion-geografica/mapas-del-acg/28-mapas-del-acg/detail/631-mapa-zonas-de-vida-acg?tmpl=component&phocadownload=2>
- MINAET. 2011. *VI Plan Nacional de Energía 2012 – 2030.*
- Powell, George, Barborak, James y Rodriguez, Mario. 2000. *Assessing representativeness of protected natural areas in Costa Rica for conserving biodiversity: a preliminary gap analysis.* *Biological Conservation* 93 (2000) 35-41.
- Sanderson, EW, KH Redford, C-LB Chetkiewicz, RA Medellin, AR Rabinowitz, JG Robinson & AB Taber. 2002. *Planning to save a species: the jaguar as a model.* *Conservation Biology* 16(1):58-72.
- Savage, JM. 1974. *On the leptodactylid frog called *Eleutherodactylus palmatus* (Boulenger) and the status of *Hylodes fitzingeri* O. Schmidt.* *Herpetologica* 30(3): 289-299.

- Savage, JM. 1975. Systematics and distribution of the Mexican and Central American stream frogs related to *Eleutherodactylus rugulosus*. *Copeia* 1975(2):254-306.
- Savage, JM. 2002. *The Amphibians and Reptiles of Costa Rica: a Herpetofauna between two Continents, between two Seas*. Chicago: The University of Chicago Press. 954 pp.
- Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC). 2009. *Ficha Técnica de los Corredores Biológicos Morocochas, Rincón – Cacao y Rincón - Rainfores*. San José, Costa Rica.
- Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). 2013. *Lista de Recomendaciones de la UICN sobre Patrimonio Mundial: Evaluaciones Ambientales*. 18 de Noviembre de 2013.
- Vaughan, A & JR Mendelson, III. 2007. Taxonomy and ecology of the Central American toads of the genus *Crepidophryne* (Anura: Bufonidae). *Copeia* 2007(2): 304-314.
- Vial, JL. 1968. The ecology of the tropical salamander, *Bolitoglossa subpalmata*, in Costa Rica. *Revista de Biología Tropical* 15(1):13-115.
- World Heritage Committee. 2004. 28 COM 14B.18. *Extension of Properties Inscribed on the World Heritage List (Area de Conservación Guancaste)*. Accedido 12 mayo 2015 en <http://whc.unesco.org/en/decisions/101>
- World Wildlife Federation (WWF). 2015. *Central America: Costa Rica and Western Panama*. Accedido: 3 de Agosto, 2015 en: <https://www.worldwildlife.org/ecoregions/nt0167>
- Zeller, K. 2007. *Jaguars in the New Millennium Data Set Update: the State of the Jaguar in 2006*. Wildlife Conservation Society. 77 pp.
- Zumbado-Ulate, H, F Bolaños, B Willink & F Soley-Guardia. 2011. Population status and natural history notes on the Critically Endangered stream-dwelling frog *Craugastor ranoides* (Craugastoridae) in a Costa Rican tropical dry forest. *Herpetological Conservation and Biology* 6(3):455-464.