

**Universidad Nacional de Costa Rica
Facultad de Ciencias de la Tierra y el Mar
Escuela de Ciencias Ambientales
Ingeniería en Ciencias Forestales**

**Estrategia de compensación ambiental por la corta de los árboles requeridos
para las obras de ampliación de carretera nacional N°1 sección Cañas -
Barranca**

**Proyecto de graduación sometido a consideración del Tribunal Examinador de la Escuela
de Ciencias Ambientales de la Universidad Nacional para optar al grado de Licenciatura en
Ingeniería en Ciencias Forestales con énfasis en Manejo Forestal.**

Postulantes

**Katherine Chaves Casares
Paolo Di Leoni Jiménez**

**Heredia, Costa Rica.
2018**

Trabajo de graduación aprobado por el Tribunal Examinador de la Escuela de Ciencias Ambientales de la Universidad Nacional, para optar al grado de Licenciatura en Manejo Forestal.

MIEMBROS DEL TRIBUNAL EXAMINADOR

M. Sc. Tomás Marino Herrera

Decano de la Facultad de Ciencias de la Tierra y el Mar

M. Sc. Marielos Alfaro Murillo

Director de la Escuela de Ciencias Ambientales

Hiram Montiel Calderón

Tutor

Mario Campos Ugalde

Lector

Igor Zúñiga Garita

Lector

Katherine Chaves Casares

Postulante

Paolo Di Leoni Jiménez

Postulante

Resumen

Esta investigación consistió en la determinación de sitios y acciones idóneas para lograr una compensación forestal óptima. Por medio de fotointerpretación se identificaron parches de bosque mayores de 2 hectáreas y zonas de protección de cuerpos de agua en un área de 5 kilómetros a ambos lados de la carretera, con el fin de determinar cuáles de estos ríos/quebradas funcionan como pasos de fauna naturales y estratégicos en cuanto a la conexión de los bosques de la parte superior de la carretera con los de la parte inferior de esta. En este análisis, se evaluó, además, otras variables como la cobertura real de las zonas de protección, los pasos de fauna, el porcentaje de cobertura a ambos lados de la carretera y el uso del suelo. Dicho análisis se realizó dividiendo la carretera en 7 tramos iguales para determinar en cada tramo la red de drenaje que por su cobertura y recorrido, relacionado a los parches de bosque, resultan ser sitios estratégicos que favorecen la interconexión altitudinal de la fauna. Como resultado, se obtuvieron 10 zonas prioritarias a trabajar, que representan un total de 447,44 hectáreas, las cuales serán mejoradas con reforestación y restauración. Dichas zonas crearán cordones de interconexión altitudinal transversal a la carretera que funcionarán como “corredores biológicos” para la fauna, protección del recurso hídrico, protección al suelo, captura de CO₂, entre otros beneficios ecosistémicos.

Tabla de Contenidos

| | |
|---|----|
| 1. Introducción | 1 |
| 2. Objetivos | 4 |
| 2.1 Objetivo General | 4 |
| 2.2 Objetivos Específicos | 4 |
| 3. Marco Teórico | 5 |
| 3.1 Impactos de las obras viales en los ecosistemas | 5 |
| 3.2 Gestión ambiental..... | 6 |
| 3.2.1 Restauración de ecosistemas alterados por infraestructura vial | 7 |
| 3.2.2 Normativa Nacional | 8 |
| 3.3 Compensaciones ambientales..... | 10 |
| 3.3.1 Compensación Viaducto APM Terminals..... | 11 |
| 3.3.2 Compensación Cañas - Liberia | 11 |
| 3.4 Compensaciones a nivel internacional | 12 |
| 3.5 Iniciativas o programas país referentes a temas de protección y conservación del medio ambiente. | 14 |
| 3.5.1 Carbono Neutralidad | 15 |
| 3.5.1.1 Acciones de Mitigación Nacionalmente Apropriadas (NAMA) | 16 |
| 3.5.2 Pago de Servicios Ambientales (PSA)..... | 16 |
| 3.5.3 Corredores Biológicos..... | 17 |
| 3.5.4 Programa Integral de Abastecimiento de Agua para Guanacaste (PIAAG) | 17 |
| 3.5.5 Campaña Ayudemos a sembrar agua en Guanacaste | 18 |
| 3.6 Viabilidad ambiental del proyecto | 19 |
| 4. Metodología | 20 |
| 4.1 Descripción del proyecto..... | 20 |
| 4.2 Objeto de estudio..... | 22 |
| 4.3 Tipo de Investigación | 22 |
| 4.4 Enfoque del proyecto | 23 |

| | |
|--|----|
| 4.5 Fases metodológicas..... | 23 |
| 4.5.1 Fase I: Recopilación de información y descripción del área de estudio. | 23 |
| 4.5.2 Fase II: Identificación de los sitios y acciones óptimas para la compensación..... | 24 |
| 4.5.2.1 Criterios para la selección de los sitios | 26 |
| 4.5.3 Fase III: Diseño de la estrategia de compensación ambiental..... | 28 |
| 5. Resultados | 29 |
| 5.1 Descripción del componente físico y ambiental del proyecto..... | 29 |
| Ambiente físico: | 29 |
| Geomorfología | 29 |
| Geología | 30 |
| Hidrogeología..... | 30 |
| Ambiente biológico: | 31 |
| Descripción general de ecosistemas en el AP y áreas de influencia | 31 |
| Influencia del proyecto sobre ASP..... | 31 |
| Corredores Biológicos:..... | 33 |
| • Corredor Biológico Paso del Mono Aullador (CBPMA) | 33 |
| • Pájaro Campana (CBPC) | 33 |
| Zonas de vida | 34 |
| Bosque Húmedo Tropical transición a prehúmedo: | 35 |
| Bosque Húmedo Tropical, transición a seco..... | 35 |
| Bosque Húmedo Premontano, transición basal..... | 35 |
| Características de la cobertura vegetal que se encuentra dentro del AP. | 36 |
| Inventario Forestal..... | 37 |
| • Cañas- Limonal | 37 |
| • Limal- Chomes | 38 |
| • Chomes- Barranca | 38 |
| Análisis general | 39 |
| Características de la cobertura vegetal que se encuentra fuera del AP. | 46 |
| Fauna Silvestre | 46 |
| Áreas Ambientalmente Frágiles (AAF) y Áreas de Conectividad | 47 |

| | |
|---|----|
| Cañas – Limonal: Cinco áreas ambientalmente frágiles y seis áreas de conectividad. Dentro de esta sección de la carretera se es establecerán un total de 14 pasos de fauna. | 47 |
| Limonal - Chomes: Se identificaron cinco áreas ambientalmente frágiles y seis áreas de conectividad. Para esta sección se determinaron 21 pasos de fauna, 11 aéreos y 10 subterráneos..... | 48 |
| 5.2 Iniciativas o programas nacionales y cantonales evaluados..... | 51 |
| Iniciativas o programas nacionales y cantonales evaluados..... | 51 |
| SINAC | 51 |
| Oficina Subregional MINAE - ACOPAC (Puriscal) | 51 |
| Oficina Regional MINAE- ACAT | 52 |
| Oficina Regional MINAE- ACG | 52 |
| Municipalidades | 54 |
| Municipalidad de Cañas | 54 |
| Municipalidad de Abangares | 54 |
| Municipalidad de Montes de Oro | 55 |
| Municipalidad de Puntarenas | 55 |
| Oficinas AyA..... | 56 |
| Oficina AyA Cañas | 56 |
| Oficina AyA Liberia | 56 |
| Comisión de Implementación y Desarrollo de la Cuenca Arenal Tempisque (CIDECAT) | 57 |
| Oficina Acueductos Rurales Región Chorotega (AyA) | 57 |
| ASADAS | 58 |
| ASADA Matapalo | 58 |
| ASADA La Gotera/Buenos Aires | 59 |
| ASADA Barrio Jesús | 59 |
| ASADA Lourdes/Guaitilar | 60 |
| Centros de Rescate | 61 |
| Centro de rescate Las Pumas | 61 |
| NATUWA Santuario de Lapas | 61 |

| | |
|--|----|
| Iniciativas corredores biológicos..... | 63 |
| Corredor Biológico Pájaro Campana | 63 |
| NAMA..... | 66 |
| Oficina MAG Región Chorotega | 66 |
| Oficina MAG Región Pacífico Central | 68 |
| 5.3 Propuesta de compensación | 68 |
| 5.3.1 Plan de reforestación y restauración..... | 69 |
| Identificación de zonas prioritarias | 69 |
| Zonas prioritarias..... | 71 |
| 5.3.1.1 Estrategia para la implementación | 84 |
| Modelo de reforestación propuesto | 85 |
| Modelo de implementación..... | 86 |
| Metodología de reforestación..... | 87 |
| 5.3.2 Colaboración centros de rescate..... | 92 |
| 6. Conclusiones | 93 |
| 7. Recomendaciones..... | 95 |
| 8. Bibliografía..... | 96 |

Lista de Cuadros

| | |
|--|----|
| <i>Cuadro 1.</i> Secciones en las que se divide el área total del proyecto y su longitud (km). | 20 |
| <i>Cuadro 2.</i> Resumen del inventario Forestal realizado a lo largo de 71 kilómetros, en el derecho de vía de la carretera Interamericana Norte, Cañas - Barranca, 2016..... | 40 |
| <i>Cuadro 3.</i> Resumen de la densidad de árboles por kilómetro realizado a lo largo del derecho de vía de la carretera Interamericana Norte, Cañas - Barranca, 2016..... | 43 |
| <i>Cuadro 4.</i> Especies de fauna representativas del área del proyecto..... | 46 |
| <i>Cuadro 5.</i> Áreas ambientalmente frágiles en la sección Cañas – Limonal..... | 47 |
| <i>Cuadro 6.</i> Áreas ambientalmente frágiles en la sección Limonal- Chomes. | 48 |
| <i>Cuadro 7.</i> Áreas ambientalmente frágiles en la sección Chomes - Barranca. | 49 |
| <i>Cuadro 8.</i> Especies recomendadas a utilizar en los sectores 1 y 2 como fuentes principales de alimento para diferentes especies de monos. | 88 |
| <i>Cuadro 9.</i> Especies recomendadas a utilizar en la reforestación de los sectores 1 y 2 para la | |

| | |
|--|----|
| estabilización de cauces fluviales y recuperación de suelos degradados. | 89 |
| <i>Cuadro 10.</i> Especies forestales recomendadas para la utilización en la reforestación de los sectores 1 y 2 de las zonas prioritarias. | 90 |
| <i>Cuadro 11.</i> Especies forrajeras recomendadas para ser utilizadas en combinación con la plantación forestal del sector 3 de la zona prioritaria. | 91 |

Lista de figuras

| | |
|--|----|
| <i>Figura 1.</i> Ubicación de las secciones (tramos) que constituyen el área total del proyecto. Fuente: Elaboración propia. | 21 |
| <i>Figura 2.</i> Áreas silvestres protegidas aledañas al área del proyecto. Fuente: Elaboración propia. | 32 |
| <i>Figura 3.</i> Ubicación de los corredores biológicos Mono Aullador y Pájaro Campana. Fuente: Elaboración propia. | 34 |
| <i>Figura 4.</i> Zonas de vida presentes en el área del proyecto. Fuente: Elaboración propia. | 36 |
| <i>Figura 5.</i> Resumen de datos generales del inventario forestal realizado en el derecho de vía de la carretera Interamericana Norte, Cañas - Barranca, 2016. | 39 |
| <i>Figura 6.</i> Resumen de datos generales del inventario forestal realizado en el derecho de vía de la carretera Interamericana Norte, Cañas - Barranca, 2016. | 39 |
| <i>Figura 7.</i> Árboles censados, longitud, densidad y porcentaje de cobertura del área intervenida de los corredores biológicos Mono Aullador y Pájaro Campana. | 41 |
| <i>Figura 8.</i> Densidad de árboles por kilómetro en los corredores biológicos Mono Aullador y Pájaro campana y área restante del proyecto del proyecto. | 41 |
| <i>Figura 9.</i> Densidad árbol por kilómetro en 5 cinco secciones evaluadas en el área del proyecto. Fuente: Elaboración propia. | 43 |
| <i>Figura 10.</i> Densidad de árboles en diez de los kilómetros con mayor afectación y cobertura forestal en el área del proyecto. Fuente: Elaboración propia. | 45 |
| <i>Figura 11.</i> Áreas ambientalmente frágiles identificadas en el tramo Cañas- Limonal. Fuente: Rojas (2016). | 48 |
| <i>Figura 12.</i> Áreas ambientalmente frágiles y áreas de conectividad para la fauna identificadas en el tramo Limonal – Chomes. Fuente: Leiva, G; Rivera, A; Zúñiga, I. (2016). | 49 |
| <i>Figura 13.</i> Áreas ambientalmente frágiles y áreas de conectividad identificadas en el tramo Chomes – Barranca. Fuente: Leiva, G; Rivera, A; Zúñiga, I. (2016). | 50 |
| <i>Figura 14.</i> Fincas otorgadas por el INDER potencialmente aptas para la implementación de restauración. Fuente: Elaboración propia. | 52 |
| <i>Figura 15.</i> Áreas prioritarias para crear conectividad en el CBPC. Fuente: CBPC. | 65 |

| | |
|---|----|
| <i>Figura 16.</i> Áreas prioritarias para la restauración del CBPC y CBMA. Fuente: CBPC. | 66 |
| <i>Figura 17.</i> Distribución de los tramos en los que fue dividida la carretera para la determinación de las zonas prioritarias. Fuente: Elaboración propia. | 72 |
| <i>Figura 18.</i> Ubicación de las zonas prioritarias identificadas en el tramo 1. Fuente: Elaboración propia..... | 74 |
| <i>Figura 19.</i> Ubicación de las zonas prioritarias identificadas en el tramo 2. Fuente: Elaboración propia..... | 75 |
| <i>Figura 20.</i> Ubicación de las zonas prioritarias identificadas en el tramo 3. Fuente: Elaboración propia..... | 77 |
| <i>Figura 21.</i> Ubicación de las zonas prioritarias identificadas en el tramo 4. Fuente: Elaboración propia..... | 78 |
| <i>Figura 22.</i> Ubicación de las zonas prioritarias identificadas en el tramo 5. Fuente: Elaboración propia..... | 80 |
| <i>Figura 23.</i> Ubicación de las zonas prioritarias identificadas en el tramo 6. Fuente: Elaboración propia..... | 82 |
| <i>Figura 24.</i> Ubicación de las zonas prioritarias identificadas en el tramo 7. Fuente: Elaboración propia..... | 84 |
| <i>Figura 25.</i> Modelo de reforestación a ejecutar en las zonas prioritarias identificadas. | 85 |
| <i>Figura 26.</i> Modelo de implementación por sectores del convenio FONAFIFO – MOPT. | 86 |

1. Introducción

La infraestructura vial y los servicios que esta presta influye significativamente en las economías nacionales y en la calidad de vida de los habitantes. Las carreteras son líneas de vida esenciales de un país, ya que proporcionan conectividad y acceso a bienes y servicios (Quintero, 2016).

A su vez, el desarrollo vial puede afectar a los ecosistemas terrestres y acuáticos de diversas maneras e intensidades, refiriéndose este último punto a la apertura de una carretera nueva o a la rehabilitación de una ya existente de dos a cuatro carriles. Los impactos sobre la vida silvestre y el medio ambiente circundante, que se esperan con la creación de carreteras, incluyen la fragmentación de los hábitats remanentes en el derecho de vía, la modificación y restricción de los movimientos de los animales, las lesiones y la mortalidad de las especies de la fauna silvestre, la erosión del suelo y las alteraciones hidrológicas, la contaminación ambiental y las perturbaciones inducidas por la colonización humana, entre otras (Arroyabe, Gómez, Gutiérrez, Zapata, Vergara, Andrade, y Ramos, 2006).

En el caso de los proyectos de rehabilitación de carreteras, los impactos que se generan son menores que los que se producen cuando se crea una carretera nueva, ya que los impactos se presentaran al momento de construcción de la obra a realizar son a una escala menor y, por ende, de menor impacto al ecosistema general, no obstante, no por ello estos impactos deben ser desatendidos.

La creciente demanda de carreteras y la necesidad de la rehabilitación de las mismas hace necesario que se creen estrategias de compensación que ayuden a mitigar los efectos negativos en el ambiente y que conduzcan al país a un “desarrollo sostenible”.

Además, las compensaciones ambientales son un instrumento fundamental de la gestión ambiental. Su propósito principal es asegurar que los impactos ambientales relacionados con proyectos de desarrollo sean compensados mediante acciones de restauración, mejora, o preservación de un ecosistema equivalente en lugares diferentes a donde se desarrolla el proyecto (Sarmiento, Buitrago y Cardona, 2015).

En nuestro país, la normativa exige una Evaluación Ambiental para la construcción de obras de infraestructura y en el caso de construcción de carreteras se utiliza la metodología indicada en el Decreto Ejecutivo 32966 MINAE, “Instructivo para la Valoración de Impactos Ambientales”, la cual identifica y valora los impactos ambientales del proyecto (Ministerio de Planificación y Políticas Económicas [MIDEPLAN], 2012). Sin embargo no es un requisito legal establecido en la Ley Forestal o por la Secretaria Técnica Nacional Ambiental (SETENA) compensar el componente arbóreo removido. Por tanto, no es obligación de la institución encargada de la obra y queda a discreción de esta si desea aplicar alguna medida compensatoria.

La búsqueda del desarrollo sostenible y la lucha contra el cambio climático justifican que en el diseño, la contratación, la construcción y la conservación de las obras públicas no sea suficiente el cumplir con los requisitos exigidos por la normativa medioambiental, sino que es imprescindible que se dé un paso más, de tal modo que las administraciones públicas fomenten e impulsen la aplicación de buenas prácticas para conseguir la minimización de las afecciones al entorno natural y la eficiencia en el uso de los recursos (Departamento de Obras Públicas, Urbanismo y Transportes, s.f).

El Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT) ha desarrollado alguna experiencia en el tema de las compensaciones ambientales por los árboles removidos producto las obras ya desarrolladas en el país, entre ellas se pueden señalar la compensación por la ampliación de la carretera nacional °1 tramo Cañas – Liberia y la creación de la ruta 257.

En esta misma línea de desarrollo sostenible, el MOPT quiere realizar una compensación ambiental por los impactos que resultarán de la ampliación de esta carretera en el tramo Cañas-Barranca, la cual pretende contribuir con los objetivos de carbono neutralidad del país y con las políticas y salvaguardas del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), institución que financiará el proyecto.

Con la realización de esta ampliación de la carretera se realizarán una serie de actividades que impactarán de diferente manera al ecosistema en general, se deberán remover casi 24 000 árboles de 114 especies distintas, se “afectarán” dos corredores biológicos y se harán movimientos de tierra en varias secciones de la carretera, entre otras acciones que generarán cierto impacto en el

medio natural dentro del derecho de vía existente de la carretera.

Nuestro trabajo pretende orientar al MOPT a elaborar una estrategia de compensación ambiental técnica y legal viable procurando la optimización de beneficios socio- ambientales y los recursos públicos que se invertirán en ellos, para los cuales se tomarán en cuenta al menos cinco ámbitos: consolidación de corredores biológicos, interconexión de hábitats, manejo de cuencas, captura de carbono y adaptación al cambio climático.

2. Objetivos

2.1 Objetivo General

Elaborar una estrategia de gestión ambiental que sea social, legal y financieramente viable, con el fin de compensar los efectos de la remoción de árboles producto de la ampliación de la Carretera Interamericana tramo Cañas - Barranca.

2.2 Objetivos Específicos

- Realizar la conceptualización del proyecto a través de un análisis de los documentos del mismo y los estudios complementarios.
- Identificar los potenciales sitios y acciones idóneas para implementar la compensación ambiental del proyecto dentro de su Área de Influencia.
- Involucrar a los actores en el proceso de identificación de los sitios y acciones que integrarán la estrategia de reforestación.
- Diseñar una estrategia de reforestación técnica y financieramente viable como alternativa de compensación.

3. Marco Teórico

3.1 Impactos de las obras viales en los ecosistemas

El desarrollo de infraestructura vial se ha planteado como una necesidad a nivel del país y alrededor del mundo como parte importante de sus componentes económicos y sociales. Este es un indicador de crecimiento, pues permite trasladar productos, insumos y personas de un lugar a otro, lo cual cumple con las exigencias de ahorro de tiempo y en transporte de la vida actual de las personas (Pomadere, et al. 2014). Además, uno de los problemas más interesantes, pero a la vez más desafiantes de la conservación biológica, es hacer compatibles las acciones que generan desarrollo económico con las acciones enfocadas en la preservación de los ecosistemas naturales y las especies que los habitan (Sánchez, Delgado, Mendoza y Sauzo, 2013).

La construcción y conservación de la infraestructura de transporte por carretera comprende actividades y obras que necesariamente modifican el territorio y el paisaje, lo que causa impactos ambientales que, como en cualquier otra actividad, aparentan “condiciones normales”. La ubicación geográfica, el tipo, frecuencia e intensidad de la actividad, el área de afectación, el uso de suelo y la cubierta del mismo anterior a la construcción, son los factores determinantes del impacto ambiental generado (Secretaría de Comunicaciones y Transportes [SCT], 2016).

A nivel del ecosistema, los efectos en los hábitats incluyen la alteración de la dinámica hidrológica y el microclima, así como el incremento en la entrada de contaminación acústica y de partículas generadas por los automotores. En términos de las secuelas directas en la biodiversidad, las carreteras favorecen la expansión del área de distribución de especies de plantas y animales invasores, pero también actúan como barreras para el movimiento de animales, lo cual reduce la conectividad de sus poblaciones y aumentan la fragmentación de su hábitat (Sánchez, et al. 2013).

Cabe resaltar que la riqueza y variabilidad en factores tan diversos como son el clima, la topografía, la geología, los usos tradicionales del suelo, la biodiversidad de flora y fauna, el sistema paisajístico, las áreas naturales protegidas y el patrimonio social y cultural, requieren la

aplicación cotidiana de instrumentos y criterios ambientales que adquieren un significado y magnitud especial (SCT, 2016).

3.2 Gestión ambiental

El ser humano se relaciona con todo lo que le rodea, por lo tanto, también con el medio ambiente. Es así como el cambio climático, la extinción de distintas especies de la flora y fauna, la contaminación, entre otros fenómenos, han hecho tomar conciencia de que se debe regular la relación hombre-medio ambiente (Maldonado, 2015).

Es cierto que el medio ambiente tiene un ciclo natural, muchas veces inalterable para el hombre, pero no podemos desconocer que en otra gran parte de sus cambios incide la conducta humana. Es por esto que la comunidad científica ha confirmado que la disminución en la capa de ozono, las alteraciones en la temperatura y la humedad, las inundaciones, las sequías, el crecimiento del nivel del mar, la extinción de especies de la flora y fauna, entre otros fenómenos son consecuencia de una actividad depredadora e irresponsable del hombre (Maldonado, 2015). Lo anterior ha generado un escenario de nuevas preocupaciones y , con ello, han surgido nuevos conceptos, los cuales han sido incorporados por varios países desde una perspectiva social, política, económica y jurídica.

La gestión ambiental tiene como objetivo la administración y el manejo de todas las actividades humanas que influyen sobre el medio ambiente, por medio de un conjunto de pautas, técnicas y mecanismos que aseguren la puesta en práctica de una política ambiental racional y sostenida. En términos simples, la gestión ambiental es el conjunto de actividades humanas que tienen por objeto el ordenamiento racional del ambiente (Gestión de Recursos Naturales, 2016). Esta es entonces, la estrategia mediante la cual se organizan las actividades antrópicas que afectan al ambiente, con el fin de lograr una adecuada calidad de vida que previene o mitiga los problemas ambientales (Universidad Autónoma de Madrid, s.f).

Para que un país realice una efectiva gestión ambiental, deben tomarse en cuenta las siguientes consideraciones (Maldonado, 2015):

1. Patrimonio ambiental: La responsabilidad por la conservación del patrimonio ambiental del país corresponde a la nación en su conjunto y constituye una obligación para todos los actores y componentes de ella. La integridad de este patrimonio forma parte de la integridad territorial del Estado. La política nacional al respecto debe contar, por lo tanto, con la participación activa y permanente de estos, tanto en su definición como en un proceso de desarrollo sustentable.

2. Rol del Estado: Le corresponde al Estado cumplir un rol insustituible en la formulación, definición y materialización de esta política con el fin de resguardar el correcto uso y conservación del patrimonio ambiental nacional.

3. Legislación: A los legisladores les corresponde establecer las normas de carácter general, que nos entreguen los instrumentos adecuados, no solo para proteger y resguardar nuestro medio ambiente, sino que, además, nos sirvan para crear una nueva cultura, donde pasemos de ser una nación con alguna conciencia ecológica, a una nación con conducta ecológica. Esta es una tarea permanente, por lo que no basta una legislación específica al respecto.

Para realizar de una manera lógica la planificación y el manejo ambiental de un proyecto o empresa, se requiere fundamentalmente tener claridad y conocimiento con respecto a la naturaleza y a las implicaciones de las actividades propias del proyecto; y sobre las obligaciones y responsabilidades de carácter ambiental que se derivan de su ejecución. Cuando hablamos de implicaciones, nos referimos a lo que comúnmente se denomina como impacto ambiental, mientras que las responsabilidades, hacen alusión a los compromisos tanto de carácter legal y normativo, como aquellos que voluntariamente los sectores productivos han asumido (Unidad de Planeación Minero Energética [UPME], 2017).

3.2.1 Restauración de ecosistemas alterados por infraestructura vial

Todas las obras civiles denominadas infraestructuras lineales, entre las que destacan la infraestructura vial, comparten el hecho de que implican grandes dimensiones ambientales sociales y económicas. Estas obras generan corredores, con una doble acción como conectores y barreras. De igual modo atraviesan una elevada variedad de medios, lo que, a su vez, conlleva

(Alfaya, Balaguer, Escudero, Mola y Valladares, 2011):

- Gran diversidad de normas aplicables (leyes de aguas, conservación de la naturaleza y biodiversidad etc.).
- Numerosas expropiaciones con los consiguientes cambios de uso.
- Diseños complejos dado que deben responder a una importante variación del entorno.

El resultado de estas obras genera un nuevo escenario en el que las técnicas de restauración ecológica, en general, y la revegetación, en particular, deben contribuir a resolver cuestiones relacionadas con la gestión ambiental en función de la infraestructura vial y su entorno. En el caso de carreteras se trata de evitar los deslumbramientos y la hipnosis del conductor, el atropellamiento de vida silvestre y la reducción del peligro marginal. En el caso de las infraestructuras de transporte, los condicionantes tanto de la gestión ambiental al igual que la restauración obligan a realizar importantes acciones por las implicaciones realizadas (Alfaya, Balaguer, Escudero, Mola y Valladares, 2011).

En este contexto las obras civiles han generado diversos términos para describir el tratamiento de los espacios afectados por la construcción de infraestructuras viales. Estos tratamientos de restauración y rehabilitación de ecosistemas, constituyen una herramienta primordial dentro de los planes de conservación, gestión de especies y sitios afectados (Ministerio de Ambiente y desarrollo sostenible [MINAMBIENTE], 2015).

En términos generales las técnicas de restauración de ecosistemas afectados por infraestructura vial integra dos objetivos principales, orientar y acelerar procesos, de modo tal que el dinamismo natural de los sitios alterados vayan direccionados hacia un determinado mosaico de comunidades de organismos como acelerar los procesos naturales de regeneración de los sitios alterados (Alfaya, Balaguer, Escudero, Mola y Valladares, 2011).

3.2.2 Normativa Nacional

La Administración de la riqueza biológica costarricense le corresponde al Ministerio del

Ambiente y Energía (MINAE) y dentro de este, específicamente, al Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC), el cual es el responsable de la conservación y promoción sostenible de la biodiversidad del país, concentrado en gran medida en sus bosques primarios y secundarios, manglares, humedales y plantaciones forestales.

Con la creación de la Ley Orgánica del Ambiente nace la Secretaría Técnica Nacional Ambiental (SETENA) como órgano de desconcentración máxima del MINAE, cuyo propósito fundamental es, entre otros, armonizar el impacto ambiental con los procesos productivos, por lo que se establece en el artículo N° 17 lo siguiente:

“Las actividades humanas que alteren o destruyan elementos del ambiente o generen residuo de materiales tóxicos o peligrosos, requerirán una evaluación de impacto ambiental por parte de la Secretaría Técnica Nacional Ambiental creada en esta ley. Su aprobación previa, de parte de este organismo, será requisito indispensable para iniciar actividades, obras proyectos. Las leyes y los reglamentos indicarán cuáles son las actividades, obras o proyectos requerirán la evaluación de impacto ambiental”.

En el 2004 se elabora el Manual de Evaluación de Impacto Ambiental con la promulgación del Decreto 31849 y sucesivos donde se ve la necesidad de reglamentar con un procedimiento ágil, moderno y confiable la presentación de las Evaluaciones de Impacto Ambiental ante la SETENA. Se establecen los criterios de evaluación a las actividades, obras o proyectos a desarrollar así como la categorización de estas según su impacto ambiental potencial (IAP) (Martínez y Calle, 2010)

La Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) define los procedimientos generales por los cuales se determinará la viabilidad ambiental de las obras, actividades o proyectos que por ley o reglamento se han determinado que pueden alterar o destruir elementos del ambiente o que puedan generar residuos peligrosos. Además, define las medidas de prevención, mitigación y compensación que deben ser implementadas por el desarrollador (International Union for Conservation of Nature [IUCN], 2009).

En el caso de las obras de infraestructura, se utiliza la metodología indicada en el Decreto Ejecutivo 32966 MINAE, “Instructivo para la Valoración de Impactos Ambientales”, la cual identifica y valora los impactos ambientales del proyecto (MIDEPLAN, 2012), pero no es un

requisito legal de la Ley Forestal o SETENA, compensar el componente arbóreo removido producto de la realización de este tipo de proyectos, así no es obligación de la institución encargada de la obra hacerlo, y queda a elección de la institución, la aplicación de alguna medida compensatoria.

3.3 Compensaciones ambientales

Para el desarrollo económico de cualquier territorio es necesario la planeación e implementación de diversos proyectos que permitan satisfacer determinadas necesidades y mejorar la calidad de vida de la sociedad, pero es de vital importancia evaluar y tomar medidas que permitan minimizar, corregir, mitigar o compensar los diferentes impactos que pueden generar estos proyectos a los ecosistemas y su biodiversidad (Ariza y Moreno, 2017).

Las compensaciones ambientales son un instrumento fundamental de la gestión ambiental. Su propósito principal es asegurar que los impactos ambientales relacionados con proyectos de desarrollo sean compensados mediante acciones de restauración, mejora, o preservación de un ecosistema equivalente en lugares diferentes a donde se desarrolla el proyecto (Sarmiento, Buitrago y Cardona, 2015). Basados en la definición anterior, se puede decir que las compensaciones ambientales son un conjunto de medidas y acciones generadoras de beneficios ambientales proporcionales a los daños o perjuicios ambientales causados por el desarrollo de los proyectos, cuando no se pueden adoptar medidas de prevención, corrección, mitigación, recuperación y restauración eficaces (MINAM, 2015).

La jerarquía de la mitigación se define por la implementación de una serie de acciones sobre los impactos negativos potenciales o concretos de un proyecto de desarrollo: prevenir, minimizar, corregir y compensar. Su objetivo es lograr la no pérdida neta de la biodiversidad. Este estado se alcanza cuando a toda pérdida de biodiversidad, se contrapone una ganancia de biodiversidad que la compensa o la supera (Sarmiento, Buitrago y Cardona, 2015). Sin embargo, los países en vías de desarrollo no tienen la posibilidad de implementar en sus proyectos viales diseños de ingeniería de menor impacto ambiental, necesarios para poder realizarlos. Así, las compensaciones ambientales que se realizan son después de haber causado daños al ecosistema.

Entre las principales dificultades o limitaciones para la implementación de compensaciones ambientales de proyectos se encuentran: la baja coordinación entre autoridades ambientales regionales y nacionales en aspectos técnicos, normativos y procedimentales; la ausencia de portafolios u opciones de inversión aprobadas por la autoridad; la poca disponibilidad de áreas y ecosistemas para implementación de compensaciones en sitios de influencia del proyecto (Programa de las Naciones Unidas para el desarrollo [PNUD], 2017).

A nivel nacional la realización de compensaciones ambientales por parte del MOPT es un tema algo reciente dentro de los proyectos de infraestructura vial, para efectos de referencia se mencionan dos: la ruta 257 (APM Terminals) y la ampliación de la Interamericana en la sección Cañas – Liberia, proyectos en los cuales se ejecutaron distintas acciones de compensación que se describen a continuación:

3.3.1 Compensación Viaducto APM Terminals

En el caso de la ruta 257, proyecto que consiste en la creación un viaducto (de 1 kilómetro de longitud) para el acceso a la terminal de contenedores APM, la compensación realizada contempló reforestación y traslado de árboles de gran importancia ecológica (R. Gamboa, comunicación personal, 26 de mayo del 2017).

La reforestación se llevó a cabo en varios sitios, dentro de ellos se encuentran, una parte de la zona costera de la playa cerca de donde se encuentra el proyecto de APM Terminals. En esta zona de la playa se sembraron árboles de varias especies y se trasladaron aquellos árboles que fueron identificados con gran valor ecológico dentro del mismo bosque en el que se encontraban.

3.3.2 Compensación Cañas - Liberia

En el proyecto de ampliación de la Interamericana en la sección Cañas- Liberia se implementó la reforestación como método compensatorio de los impactos generados por la corta de los

árboles que fueron removidos. Esta reforestación se realizó con la iniciativa de formar corredores de Fauna entre el Parque Nacional Guanacaste y el Parque Nacional Santa Rosa.

Las áreas geográficas donde se ejecutó la reforestación, fueron las áreas aledañas a los doce kilómetros de la carretera Interamericana que transcurren a través del área silvestre protegida del Área de Conservación Guanacaste, específicamente entre lo que se conoce como Parque Nacional Santa Rosa y Parque Nacional Guanacaste (Gutiérrez, 2015).

El proyecto tuvo como objetivo establecer la siembra de 24.000 plantas de especies autóctonas siempreverdes en un área de 50 metros transversales al derecho de vía, dentro de los terrenos de ambos parques nacionales, en al menos cinco de los tramos con menor elevación en este sector de la carretera Interamericana (ampliando o extendiendo la cobertura en las depresiones existentes más viables para funcionar como corredor biológico transversal a la carretera) (Gutiérrez, 2015).

El proyecto de reforestación fue diseñado en cuatro etapas en las que se contemplaron actividades de preparación de sitios siembra, mantenimiento y resiembra de los individuos que no prosperaron, entre otras actividades, además, este proyecto tuvo un costo de 71.800.000 (Gutiérrez, 2015). Esta compensación se encuentra en su última etapa donde está por realizarse la última siembra.

3.4 Compensaciones a nivel internacional

A nivel internacional, países como Estados Unidos, Alemania, Australia, España, Brasil y Chile han realizado, exitosamente, compensaciones forestales por las obras de infraestructura vial, gracias a su conocimiento en la capacidad de ejecución de temas de desarrollo, de la mano con el ambiente. En la mayoría de estos países, los planes de compensación inician desde el planeamiento del diseño de las carreteras, con el fin de evitar al máximo los daños que se puedan generar. Luego se plantean medidas de mitigación de los impactos causados y posteriormente se restauran ecosistemas ecológicamente equivalentes a los que fueron intervenidos. (Ariza y Moreno, 2017).

En la mayoría de las compensaciones ambientales, aplicadas en gran cantidad de países, la

reforestación y el traslado de árboles son los métodos más utilizados, es decir, se realizan compensaciones forestales por los ecosistemas o árboles que fueron afectados, a pesar de ello, estos métodos tienen sus complicaciones si no se planifican adecuadamente (Quintero, 2016).

El traslado de árboles es una técnica que lleva mucho riesgo, ya que son muchos los cuidados y requerimientos que se necesitan para que el árbol pueda sobrevivir y, aún así, en muchos casos el éxito de esta operación no es muy alto. En esta influyen aspectos como la estación climática, el tamaño y la edad del árbol, las técnicas de extracción, la elección del sitio donde se reubicarán los árboles, entre otras (Londoño, 2011), en donde, hasta en proyectos de pequeña escala, los resultados llegan a ser negativos, como lo evidencia el estudio técnico del plan de compensación forestal en Santiago, Chile (COMSA, 2013). En este hubo una afectación de 36 individuos por la ampliación de 1 kilómetro de carretera, y como método compensatorio replantaron los individuos de mejor porte y los individuos totalmente afectados fueron sustituidos por las mismas especies afectadas en una relación de 5 a 1. Los sitios escogidos para la siembra fueron parques cercanos al sitio del proyecto como también arborización urbana de aceras de las comunidades vecinas afectadas. De los 36 árboles afectados 11 fueron trasladados y de estos sobrevivieron 7 (el periodo de monitoreo fue de 5 meses) (COMSA, 2013).

Como se mencionó, en la gran mayoría de las compensaciones ambientales, la cobertura vegetal es el elemento o aspecto en el que se basa la estrategia de compensación, aunque, existen otros elementos de gran importancia que también deberían contemplarse, como lo es el caso de la fauna o vida silvestre. En los planes de compensación ambiental, de proyectos de infraestructura vial que se encuentran disponibles en diferentes plataformas o sitios web, se muestra como la fauna silvestre solo es tomada en cuenta en el diseño de las carreteras, como, por ejemplo, cuando se realizan pasos elevados en sitios de gran valor ecológico y ambiental para evitar intervenirlos de manera significativa, o bien cuando se construyen pasos de fauna para permitir el flujo de animales de un lado a otro de la carretera.

Ambas técnicas son válidas y de gran importancia, el primer ejemplo está limitado a países desarrollados que cuentan con los recursos económicos necesarios para construir carreteras que produzcan el mínimo impacto ambiental. En el caso de países subdesarrollados, como Costa

Rica, pese a ser esta una medida costosa ya se implementa en los proyectos que el MOPT ha ejecutado con el BID, entre otros.

Siguiendo esta misma línea, países con fondos limitados, para la realización de proyectos de infraestructura vial, incorporan al diseño de las carreteras pasos de fauna elevados o subterráneos en áreas que fueron identificadas como pasos de fauna naturales, sin embargo, estos a veces no logran cumplir completamente su objetivo por la forma en que se construyeron, que por su apariencia o dimensiones no son atractivos para los animales y, por ende, no son usados por ellos, lo que lleva a los animales a cruzar por la carretera y, así, aumenta el riesgo de muerte de animales por atropello (E. Pomareda, comunicación personal, 5 de julio 2017). Dado este panorama, se hace necesario, tanto para países desarrollados como en vías de desarrollo, adoptar medidas que vayan más allá de evitar que los animales crucen por las carreteras (que a veces resultan poco útiles) y pensar de qué forma se puede ayudar a los animales que quedan heridos por arrollamiento.

En conclusión, la inversión realizada por los países en temas de compensación por el desarrollo de proyectos de infraestructura tiene gran importancia e impacto sobre el ecosistema y sociedad, no obstante, lo relevante no es solo el monto de recursos destinados a inversión, sino que también la eficiencia con la cual estos recursos son invertidos. Es por esto que al planearse una estrategia de compensación ambiental se debe tomar en consideración todos los elementos del ecosistema y, además, los beneficios sociales que se puedan generar. Para este último punto, es recomendable indagar sobre programas ambientales que se estén ejecutando distintas instituciones u organizaciones dentro del área de influencia del proyecto, con el fin de maximizar la eficiencia de la compensación al unirse esfuerzos entre los actores involucrados.

3.5 Iniciativas o programas país referentes a temas de protección y conservación del medio ambiente.

A continuación se describirán algunas instituciones, programas, iniciativas, entre otras que existen en Costa Rica, las cuales poseen funciones u objetivos que acercan al país a desarrollarse de manera más sostenible ambientalmente. Cabe resaltar que por la naturaleza de su función son

de gran importancia para la realización de este proyecto y, por ende, serán tomadas en cuenta en el análisis y diseño de la estrategia de compensación ambiental.

3.5.1 Carbono Neutralidad

Primeramente es importante da a conocer lo que implica C-neutralidad que en término generales se refiere al estado en el que las emisiones netas de gases efecto invernadero expedidas al ambiente equivalen a cero. El objetivo final es no afectar la concentración natural de gases efecto invernadero que existe en la atmósfera (Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), 2013).

Lograr alcanzar C-neutralidad significa que el resultado final de una actividad, un proceso o un proyecto no haya emitido más gases efecto invernadero a la atmósfera que los que hayan podido capturar o remover de esta.

Con el objetivo de Carbono Neutralidad, Costa Rica se ha propuesto como meta, dentro de su programa país, alcanzar la condición de “0” emisiones para el 2021. Por esto está planteando como estrategia de cambio climático un modelo eco competitivo, bajo en emisiones y resiliente al cambio climático.

El Programa País es la iniciativa gubernamental para la oficialización de los procesos relacionados con el reporte de inventarios de gases de efecto invernadero (GEIs) y la aplicación de la Norma Nacional de Carbono Neutralidad (Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE), 2016).

Sus objetivos son: desarrollar las capacidades en las organizaciones a nivel nacional, asegurar la consistencia y la calidad de los datos de los inventarios y proveer información real, verificable y reportable para los consumidores y usuarios en general. Ambientalmente, se estaría colaborando en forma sostenible a luchar contra el calentamiento global.

El Programa País está basado en la norma nacional: “Sistema de Gestión para Demostrar la Carbono Neutralidad”, la cual crea las Unidades Costarricenses de Compensación y donde la reducción es prioritaria ante la compensación (MINAE, 2016).

3.5.1.1 Acciones de Mitigación Nacionalmente Apropriadas (NAMA)

En Costa Rica una de las mayores fuentes productoras de emisiones de carbono es la ganadería. Por este motivo, nuestro país adoptó la iniciativa de Acciones de Mitigación Nacionalmente Apropriadas por sus siglas en inglés NAMA asumidas por parte del MINAE y MAG, la cual pretende hacer que el sector agrícola y el ganadero produzcan bajas emisiones, como método ante los gases de efecto invernadero y las iniciativas contra el cambio climático.

El concepto NAMA de Fincas Costarricenses representa una ruta hacia a un sector agrícola-ganadero más eco-competitivo, que promueve la implementación de tecnologías y medidas bajas en emisiones. Esto permite a los productores ver un incremento en sus niveles de productividad e ingresos que mejora su calidad de vida, y reduce o evita el riesgo de la eliminación de importantes sumideros de carbono situados en las fincas ganaderas.

NAMA de fincas productivas contribuye a varios objetivos y necesidades nacionales y sectoriales a través de acciones de tipo ganar-ganar. Los productores verán el valor económico de las medidas que hacen que sus fincas sean más eficientes mediante la adopción de prácticas bajas en emisiones. Por lo tanto, estas emisiones no restringirán su crecimiento y el desarrollo del país, en cambio contribuirán a su desacoplamiento. Este es el nivel de transformación dentro de un sector que un NAMA debería procurar, con el fin de aportar no solo a la mitigación, sino también a un camino de desarrollo bajo en emisiones (Ministerio de Ambiente y Energías, Ministerio de Agricultura y Ganadería, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2013).

3.5.2 Pago de Servicios Ambientales (PSA)

El programa de PSA consiste en un reconocimiento financiero por parte del Estado, a través del FONAFIFO (Fondo Nacional de Financiamiento Forestal), a los (las) propietarios y poseedores de tierras con bosques y plantaciones de recurso hídrico, por los servicios ambientales que proveen e inciden directamente en la protección y el mejoramiento del medio ambiente (Fondo de Financiamiento forestal [FONAFIFO], 2014).

De conformidad con la Ley Forestal No. 7575, Costa Rica reconoce los siguientes Servicios

Ambientales:

- Mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero (fijación, reducción, secuestro, almacenamiento y absorción).
- Protección del Agua para uso Urbano, rural o hidroeléctrico.
- Protección de la biodiversidad para su conservación y uso sostenible, científico y farmacéutico, de investigación y de mejoramiento genético, así como para la protección de ecosistemas y formas de vida.
- Belleza escénica natural para fines turísticos y científicos.

3.5.3 Corredores Biológicos

Los programas de corredor biológicos son una estrategia regional derivada de la estrategia nacional para la conservación de la biodiversidad. Su objetivo es la promoción de la conservación y uso sostenible de la biodiversidad en Costa Rica y, específicamente, en el Agropaisaje de las Áreas de Conservación del país, desde una perspectiva ecosistémica para el beneficio de la sociedad (Área de Conservación Guanacaste [ACG], 2014). Lo que se busca es el fortalecimiento del área y sus conectividades, lo cual promueve la conservación de la biodiversidad y el uso sostenible de los recursos naturales, y así se contribuye a mejorar la calidad de vida los habitantes de la región. Las áreas destinadas para estos programas son terrenos de índoles públicas y privadas, los cuales son destinados bajo una categoría de manejo por su importancia de conservación de la biodiversidad, que pueda poseer cada uno de estos sitios.

3.5.4 Programa Integral de Abastecimiento de Agua para Guanacaste (PIAAG)

El Programa Integral de Abastecimiento de Agua para Guanacaste fue creado con el objetivo de asegurar el aprovechamiento óptimo del recurso hídrico en la región del Pacífico Norte y para satisfacer las demandas de agua por parte de las comunidades y las distintas actividades

productivas, así como mejorar el acceso del agua en cantidad y calidad adecuada. Este integra una serie de proyectos y acciones estratégicas para el desarrollo de infraestructura hidráulica, gestión del recurso hídrico, implementación de tecnologías novedosas, así como actividades de conservación y uso eficiente del agua, con el fin de mejorar el acceso a esta.

El programa es ejecutado desde el sector Ambiente, Energía, Mares y Ordenamiento territorial, para la buena implementación, gestión, ejecución y seguimiento del recurso hídrico. Según lo establecido en el Decreto 38665-MP-MIDEPLAN-MINAE-MAG, el programa está integrado por las siguientes instituciones: Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE), Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica (MIDEPLAN), Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AYA), Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) y el Servicio Nacional de Agua Subterránea, Riego y Avenamiento (Senara). Para su ejecución se constituye la Comisión de Alto Nivel (CAN) y la Secretaría Técnica. La CAN es liderada por el ministro de Ambiente y Energía (Dirección de Aguas [DA], 2016).

3.5.5 Campaña Ayudemos a sembrar agua en Guanacaste

En la última década, la Región Chorotega sufrió una variación climática significativa que afecta a las zonas de recarga acuífera y, por ende, la disponibilidad de agua, tanto para los ecosistemas naturales como para los antropogénicos (Universidad Estatal a Distancia, 2016). La importancia de la Campaña "Sembramos agua en Guanacaste" radica en investigaciones previas de la UNED, donde se revela que la ausencia de identidad ambiental en muchas comunidades de Guanacaste afecta negativamente la motivación de restaurar y conservar los ecosistemas naturales de la zona, y el desarrollo de actividades productivas sostenibles y ambientalmente responsables (UNED, 2016).

Los objetivos de esta campaña van dirigidos a promover procesos de sensibilización ambiental sobre la problemática del agua en Guanacaste, ya que es una provincia con alta vulnerabilidad ante los efectos del cambio climático. También, la campaña pretende recaudar recursos para establecer viveros de árboles nativos, que serán empleados en la restauración ecológica de los

ecosistemas degradados en Guanacaste. Esto con el fin de procurar una mejor calidad ambiental y en particular mejorar las fuentes de agua en la Región Chorotega. Por último, se quiere conseguir la creación de una plataforma de identificación social con el Proyecto Huella Verde-UNED, que promueve la disminución de la huella ecológica individual y colectiva como estrategia de adaptación al cambio climático.

Esta campaña representa la etapa 0 de Huella Verde-UNED, en donde participan las siguientes Instituciones: Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE), el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) y la Cámara de Turismo de Guanacaste (CATURGUA).

3.6 Viabilidad ambiental del proyecto

Costa Rica por medio de su legislación, exige a los desarrolladores de obras y proyectos una evaluación ambiental para identificar los impactos que estos podrían provocar sobre el ambiente y así tomar una decisión sobre su aprobación. El proyecto de ampliación de la carretera interamericana Cañas– Barranca fue sometido de igual forma a este proceso de evaluación ambiental y, según el formulario de evaluación ambiental D1 aplicado, se obtuvo una calificación final de la SIA de 136, lo que corresponde a la ruta de decisión la presentación de la Declaración de Compromisos Ambientales. Sin embargo, a pesar que las obras se ejecutarán en una ruta ya impactada por desarrollo agrícola, ganadero, con presencia de cultivos como arroz, caña de azúcar, piña, entre otros, se determinó la presentación de un Pronóstico- Plan de Gestión, con la finalidad de presentar con más detalle los escenarios actuales de la ruta en operación. Para así determinar los impactos potenciales y medidas ambientales para cada uno los componentes (Físico, Biológico y social) (MOPT, 2016).

Mediante Decreto Ejecutivo N° 349838 de la Gaceta N° 243 del 16 de diciembre de 2008 se publica la Declaratoria de Conveniencia Nacional para las acciones de la Rehabilitación y ampliación de la carretera Interamericana Norte, sección Barranca-Cañas (MOPT, 2016).

4. Metodología

4.1 Descripción del proyecto

La ubicación geográfica del tramo Barranca- Cañas de la carretera Interamericana Norte se extiende desde el sector de Cañas hasta el Cruce a Caldera, coordenadas CRTM05: INICIO 1105281,90 N - 421971, 40 E y FINAL 1153055,18 N - 380225,64 E, para una longitud total 71,3 km. Las obras a ejecutar se harán en el derecho de vía (50 metros), actualmente se encuentran en operación mediante la contratación de tres carteles de licitación (3 etapas), en lo que corresponde a los siguientes tramos (MOPT, 2016):

Cuadro 1. Secciones en las que se divide el área total del proyecto y su longitud (km).

| <i>Sección</i> | <i>Extensión (Km)</i> |
|----------------------------------|-----------------------|
| Barranca – San Gerardo de Chomes | 26.57 |
| San Gerardo de Chomes – Limonal | 22.82 |
| Limalonal – Cañas | 20.84 |

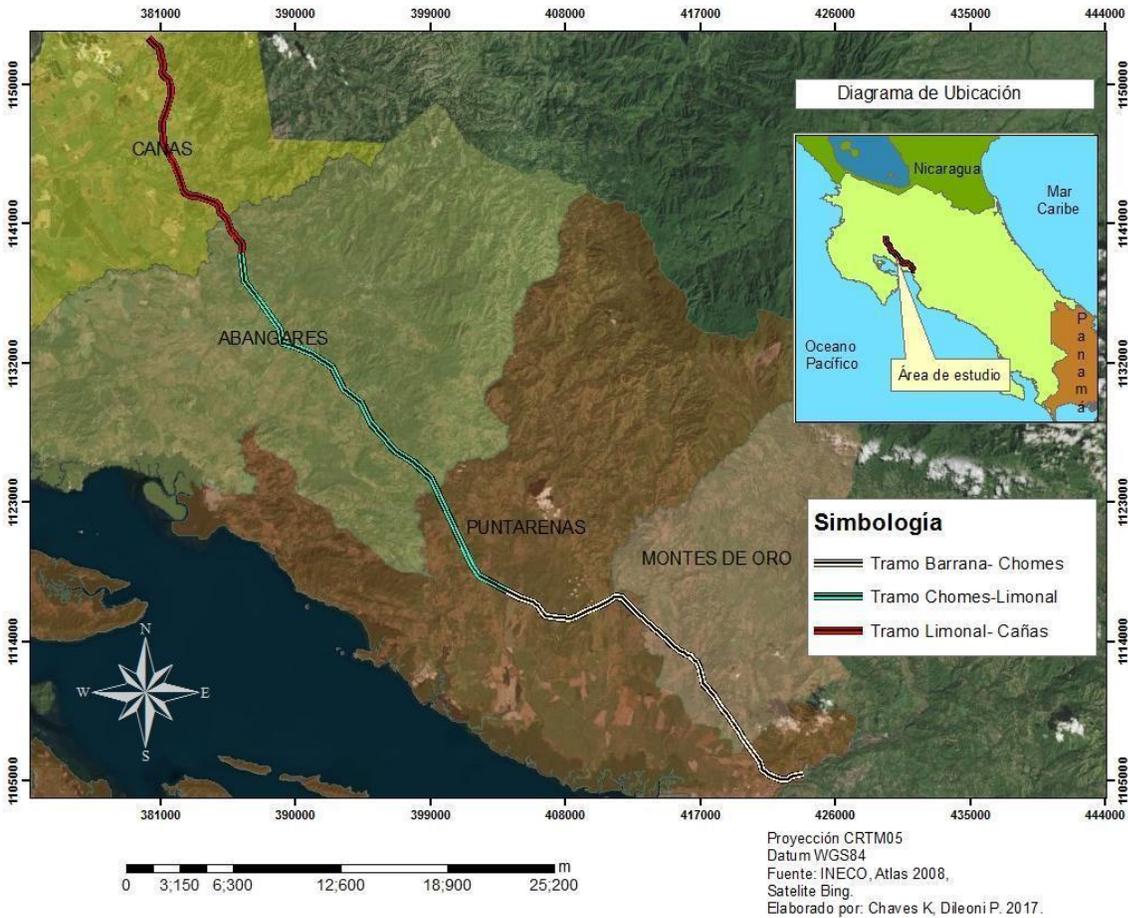


Figura 1. Ubicación de las secciones (tramos) que constituyen el área total del proyecto. Fuente: Elaboración propia.

El proyecto pretende rehabilitar y ampliar la ruta existente a cuatro vías (dos por sentido), la construcción de bahías para autobús, ubicadas en ambos sentidos de circulación, espaldones, pasarelas peatonales (puentes peatonales) en los principales centros de población, así como la construcción e instalación de pasos para animales arborícolas y terrestres y la colocación de barandas de seguridad central tipo New Jersey, como seguridad al usuario de la ruta. De esta manera se separa los sentidos de circulación con retornos, ciclovías, aceras en los centros urbanos y semi-urbanos de la vía, sistemas de drenaje, intercambios (intercambiadores, cruces principales de la ruta), en aquellos cruces con vías secundarias importantes, retornos vehiculares, y otras obras conexas (MOPT, 2016).

El proyecto se caracteriza por ser lineal, por lo que el área total del proyecto (Apt) se determinó en 14.06 km² (una franja de 50 metros de derecho de vía sumado con 75 metros a ambos lados o margen del derecho de vía) (MOPT, 2016). El área neta del proyecto (APn) es el derecho de vía y esta corresponde al área de ejecución de obras, definida en 3.151 km² (franja de 50 m, Ley General de Caminos Públicos N° 5060) (MOPT, 2016). Las áreas de influencia directa e indirecta se determinaron en 14.06 km² (200 m ambos lados de la carretera) para cada uno de los componentes (físico, biológico y social), de acuerdo a los impactos potenciales que se determinaron (MOPT, 2016).

4.2 Objeto de estudio

Estudiar y entender el entorno y aspectos técnicos de los proyectos viales, tanto en las implicaciones ambientales como sociales que estos conllevan, con el objetivo de generar propuestas direccionadas a compensar los impactos ambientales, en relación al recurso forestal, recurso hídrico y vida silvestre. Así como, dar un monitoreo y seguimiento de las acciones a ejecutar, que genera un documento de apoyo fundamentado, para la toma de decisiones en el aspecto ambiental de este proyecto vial.

4.3 Tipo de Investigación

El proyecto a realizar se considera como cualitativo, lo que significa que esta investigación está fundamentada más en un proceso inductivo (explorar, indagar, describir), para luego generar perspectivas teóricas fundamentadas para la toma de decisiones en relación a los métodos compensatorios a aplicar. Este proyecto se considera, además, una investigación- acción, ya que desglosa distintas variables a evaluar dónde se debe de dar un sentido crítico para interpretar la información.

4.4 Enfoque del proyecto

El enfoque para este proyecto pretende colaborar de forma pasiva en la implementación de acciones compensatorias como resultado del proyecto vial a ejecutarse. Esta estrategia de compensación ambiental tiene un enfoque no solo en el tema forestal, sino que también tomará en cuenta el recurso hídrico y la fauna silvestre, lo cual incluye los siguientes ejes estratégicos: consolidación de corredores biológicos, interconexión de ecosistemas, manejo de cuencas, captura de carbono y adaptación al cambio climático. Se habla de una colaboración pasiva, ya que el fin de este trabajo es recomendar acciones idóneas a ejecutar, empero, no se garantiza que los proyectos incluidos dentro de la estrategia se ejecuten en su totalidad.

4.5 Fases metodológicas

Para la realización de este proyecto de graduación, el trabajo se dividió en tres fases metodológicas las cuales se describen a continuación:

4.5.1 Fase I: Recopilación de información y descripción del área de estudio.

Para conocer el contexto en que se encuentra el proyecto se procedió a revisar y analizar el Inventario Forestal del proyecto, el P-PGA, los estudios e información complementaria. Para esto, se realizó una visita a INECO, que es la Unidad Ejecutora del proyecto, encargada de la parte ambiental, la cual nos facilitó los documentos de los inventarios forestales, estudios complementarios y el P-PGA. Además, se realizó una visita a la oficina del SINAC en Cañas, donde se encuentra el Ing. Henry Ramírez, jefe de la Subregión Bagaces – Miravalles en una reunión, en la cual se pudo acceder a los documentos oficiales (expediente administrativo) del proyecto.

Posterior a la revisión de los documentos del proyecto, se procedió a resumir e integrar toda la información pertinente para crear una base que permitiera conocer y describir el ambiente físico y biológico presente en el área del proyecto y las áreas de influencia, así como los impactos

ambientales y sociales que lleva consigo la construcción y operación del proyecto. En el caso del Inventario forestal, este permitió conocer la magnitud del material a remover, donde se tomó en cuenta todos los árboles por arriba de 15 cm de DAP, dentro del área del proyecto. Con el inventario se logró conocer, además, las especies dominantes, volúmenes de las especies comerciales y no comerciales y las especies vedadas según el decreto nacional N° 25700-MINAE.

Por medio del análisis del P-PGA se determinó la caracterización física, ambiental y social del área del proyecto y sus áreas de influencia, también se conoció los impactos potenciales que se pueden generar con la realización del proyecto, además la información que fue tomada en cuenta en el planeamiento de la elaboración de la propuesta de compensación ambiental. La determinación de los tipos de bosque, en el área del proyecto y en el área de estudio, se llevó a cabo por medio del análisis del mapa de cobertura FONAFIFO 2013. Cabe resaltar que los mapas se elaboraron por medio de los programas ArcMap 10.1, con la ayuda de datos de campo oficiales pertenecientes al MOPT y de algunas extensiones del Atlas 2008.

4.5.2 Fase II: Identificación de los sitios y acciones óptimas para la compensación.

Para la elaboración de la estrategia de compensación se necesitó determinar qué acciones se pueden ejecutar y cuáles son los lugares que representan los mejores sitios para realizarlas, según los objetivos deseados. Para ello, se llevó a cabo una serie de reuniones o entrevistas con representantes de instituciones y organizaciones, con el fin de conocer qué programas de conservación o recuperación realizan en temas forestales, recurso hídrico y vida silvestre para ser evaluados posteriormente y determinar cuáles de estos resultan ser mejor opción, o si existen programas o sitios para potenciar la compensación.

Dentro de estas reuniones, se contactó, primeramente, a los encargados de la Áreas de Conservación Arenal- Tempisque y Pacífico Central con el objetivo de conocer las iniciativas de conservación que realizan y qué iniciativas de interconexión de ecosistemas están promoviendo. Se investigó también si estas 2 oficinas poseen terrenos en los cuales se pueda

implementar algún tipo de compensación, ya sea reforestación, restauración, entre otras y cuál es la viabilidad de ejecutarlas en función de los objetivos deseados.

Además, se visitó a los Comités Ambientales de las Municipalidades del área de influencia del proyecto, a saber: Cañas, Abangares, Montes de Oro y Puntarenas, con el fin de conocer si se realizan iniciativas de conservación, medidas de mejoramiento de cuencas o conocer si existen comunidades críticas por falta de agua u otro factor ambiental. Igual como se realizó con las visitas a las oficinas del SINAC, se pretendió averiguar, también, si estas municipalidades cuentan con terrenos bajo su disposición para implementar algún tipo de compensación y valorar los beneficios que se generarían.

También se realizó una reunión con los encargados del AYA de los cantones impactados por el proyecto y con organizaciones de la misma índole, como los Acueductos Rurales de la Región Chorotega y la CIDECAT¹. Se visitaron estas instituciones para conocer cuáles de los acueductos, existentes en la zona de influencia del proyecto son administrados por ellos y las limitaciones o amenazas respecto al manejo de cuenca que se identifican, para cada uno de ellos, y tomarlos en cuenta en el planeamiento de la estrategia de compensación, según la gravedad de estas amenazas. Además, se indagó si estas oficinas ejecutan algún programa de conservación, o si participan en algún proyecto del PIAAG (Programa de Integración de Abastecimiento de Agua para Guanacaste).

De igual manera, se coordinaron reuniones con los representantes de las ASADAS de cada cantón, tanto las que se encuentran en las zonas aledañas al área de influencia directa como indirecta del proyecto, en especial con las que están identificadas como las más críticas del cantón (según los municipios), con el fin de conocer y analizar las debilidades que estas presentan en la sostenibilidad de sus sistemas y planear de manera conjunta, alguna forma de colaborar para mejorar la situación. Se procedió hacer un acercamiento con las Cámaras de Ganaderos para conocer si dentro del Área de Influencia hay fincas piloto en la implementación

¹ CIDECAT: Comisión de Implementación y Desarrollo de la Cuenca Arenal – Tempisque.

del NAMA² de su sector, la cual expone una ganadería baja en emisiones y conocer las medidas a las que se acopla esta actividad para cumplir con esta iniciativa.

4.5.2.1 Criterios para la selección de los sitios

Todas las opciones resultantes de las diferentes reuniones fueron estudiadas y analizadas para determinar el grado de importancia en cuanto a los beneficios sociales o ambientales que podrían generar cada una de las acciones compensatorias propuestas o identificadas. La conclusión de esta gestión permitió identificar que no existen sitios públicos para realizar la siembra por compensación que procura el proyecto.

Con base en esta realidad, se realizó un análisis de fotointerpretación satelital con el fin de identificar sitios claves para trabajar, los cuales favorecen tanto la vida silvestre como el recurso hídrico. Para ello, se procedió a digitalizar los parches de bosque presentes y las áreas de protección de los ríos (cobertura forestal presente en 25 metros a cada lado del río) por medio de imágenes satelitales de Google Earth de los años 2017 y 2018.

Por medio del programa ArcMap 10.1, se procedió a analizar estas capas obtenidas junto con la red de drenajes y los pasos de fauna. El análisis realizado se efectuó en un área de cinco kilómetros a ambos lados de la carretera, donde se tomaron en cuenta los siguientes aspectos:

- División de la calle en siete tramos iguales: esta división se realizó con el fin de elaborar el análisis por sectores y así determinar, por cada tramo, la zona prioritaria a trabajar. Debido a la variedad de las condiciones de cada uno de estos tramos, se obtuvieron una o más zonas prioritarias. Dentro de cada tramo se analizaron: parches de bosque, red de drenajes, uso del suelo y porcentaje de cobertura forestal en cada lado de la carretera, donde cada tramo consta de 10 kilómetros aproximadamente (Longitud de la calle 71,3 kilómetros).

² NAMA (Acción Nacionalmente Apropiada de Mitigación): Apoyo financiero que se le otorga a países en desarrollo y a las economías emergentes que demuestran liderazgo en la lucha contra el cambio climático. Aplica en actividades ganaderas y agrícolas que desarrollan esfuerzos por disminuir el impacto ambiental de sus actividades (NAMA Café, 2016).

- Identificación de los principales parches de bosque: con el fin de favorecer la conectividad altitudinal de la fauna (el cual es uno de los principales impactos por la ampliación de la carretera) se procedió a identificar los parches de bosque remanentes con área mayor o igual a dos hectáreas presentes en ambos lados de la carretera, para determinar cuál o cuáles son las “vías” óptimas que garanticen una efectiva conectividad para la fauna, entre un lado y el otro de la carretera.
- Análisis de red de drenaje: los ríos funcionan como pasos de fauna naturales, por lo que se aprovecharon estos para realizar la conectividad altitudinal y también favorecer a la protección del recurso hídrico, al recuperarse o fortalecer las zonas de protección de los ríos. En este aspecto se evaluó la cobertura forestal presente en un área de 25 metros a cada lado de los ríos, obtenida de la digitalización realizada en Google Earth. Dicha capa permitió observar la diferencia entre la cobertura ideal y la cobertura real presente en dicha área evaluada (50 metros).

Habiendo identificado los parches de bosques más importantes, se identificaron cuales drenajes son los que se deben de intervenir para favorecer el paso de fauna altitudinal a través de la carretera, se parte de los bosques remanentes seleccionados. Una vez identificado el o los ríos en los cuales se actuará, se procedió a ubicar los sectores (del río seleccionado) a trabajar, por medio de la restauración o reforestación, estos resultaron ser los sitios que carecen de cobertura forestal de forma total o parcial, por lo que se determinan como sitios prioritarios para garantizar el objetivo de conectividad.

Dentro de este análisis se descartaron los ríos temporales, ya que los permanentes garantizan un mayor uso por los diferentes tipos de animales además, de presentar mejores condiciones en cuanto a la cobertura forestal.

- Análisis de uso del suelo: este permitió identificar las acciones a implementar en los sectores seleccionados, así como los métodos y técnicas según el tipo de área presente (uso del suelo). También, este aspecto colaboró en la selección de los drenajes óptimos para lograr la conectividad.
- Análisis cobertura boscosa en ambos lados de la carretera: este brindó un panorama más claro en cuanto al porcentaje de cobertura presente en cada tramo, tanto en el lado superior como inferior de la carretera. Este dato ayudó en la toma de decisiones acerca de

la selección de sitios o tramos a intervenir (priorización) en la totalidad del área/longitud de la carretera.

4.5.3 Fase III: Diseño de la estrategia de compensación ambiental.

Para la elaboración de la propuesta de compensación se tomó en cuenta la reforestación y la restauración. Al no existir sitios públicos, y los identificados para cumplir el propósito de conectividad fueron sitios privados, se consideró al FONAFIFO como un aliado estratégico, dado que es la única entidad pública que se encarga de incentivar la producción de bienes y servicios ambientales del país y, por ende, la administración de los fondos estatales que se destinan para dicho objetivo.

Con base en lo anterior, se realizaron varios acercamientos a dicha institución, con el fin de identificar la viabilidad de implementar los esfuerzos de compensación, a través de la institucionalidad y experiencia de ellos. Producto de estos, se identificó que es viable crear un convenio para este propósito, donde FONAFIFO sea el encargado de administrar los fondos que se destinarán en la implementación de la propuesta de compensación y, de esta manera, efectuar la reforestación y restauración por medio de pagos por servicios ambientales. Cabe señalar que el diseño de esta propuesta se acogió a un monto de \$500 000³ .

Al ser el MOPT la institución que aporta el dinero, para la compensación se puede establecer los lineamientos particulares de ejecución para que la modalidad de PSA sea acorde con los objetivos deseados por el MOPT. Complementario a lo anterior, se visualizó la oportunidad de maximizar los fondos a invertir en esta estrategia de compensación, ya que FONAFIFO contribuirá con un aporte de PSA de fondos propios para abarcar mayor área, y establecer contratos que puedan ser renovados, para garantizar una madurez óptima de las plantaciones.

La elección de las especies a utilizar, en el caso de compensación forestal, se basó de acuerdo a las condiciones del sitio y a los objetivos que se quieren lograr en cada tipo de área (determinada por el uso del suelo de su alrededor). Las técnicas a implementar en cada actividad están acorde a

³ Este es un monto preliminar facilitado por la Unidad Ejecutora del Programa (INECO).

las características del sitio y a la actividad misma, no obstante, en cada una de las actividades a implementar, se estudiaron las posibles técnicas a utilizar, con el fin de identificar cuál o cuáles son las mejores para conseguir la mayor efectividad y eficiencia de cada actividad, y consecuentemente la obtención de los objetivos deseados.

El plan de mantenimiento para los sitios manejados deberá ser realizable y económicamente viable, esto quiere decir que deberá estar acorde las características del sitio y mantenerse dentro de un costo aceptable que asegure su ejecución. Así, de acuerdo a los resultados obtenidos de todos los puntos anteriormente expuestos, se elaboró la propuesta técnica para la implementación de la compensación ambiental por la corta de árboles que se generará, producto de la ampliación de la carretera nacional N°1 Interamericana Norte tramo Cañas- Barranca.

5. Resultados

5.1 Descripción del componente físico y ambiental del proyecto.

Ambiente físico:

En general, la topografía del terreno que atraviesa la carretera se considera entre ondulado suave y ondulado fuerte en el 80% del recorrido, alternándose algunos tramos planos entre estas dos condiciones (MOPT 2014).

De acuerdo a los mapas geomorfológicos de Costa Rica, el área del proyecto se encuentra en su mayoría en formas de origen volcánico y formas de sedimentación aluvial, y un área relativamente pequeña de formas de origen estructural.

El área del proyecto atraviesa un total de 17 cauces.

Geomorfología

La morfología del área del proyecto es proveniente de procesos erosivos de origen tanto fluvial como denudacional, ya que importantes ríos moldean y depositan material en las zonas donde se producen cambios de la energía erosiva de estos. Las laderas presentes cuentan con una variedad de pendientes, desde bajas hasta altas, por donde la transición de montañas a zonas planas producen la formación de llanuras aluviales importantes moldeadas de los ríos de mayor caudal de la zona (MOPT 2014).

Unidades geomorfológicas:

Laderas denudacionales con pendientes bajas: Se caracteriza por presentar laderas de pendientes bajas ($< 8^\circ$) de topografía ondulada, esto debido a que se tratan de depósitos aluviales y coluviales de frente de montaña, que son erosionados por los principales ríos.

Ladera denudacionales con pendientes media a altas: Presentan laderas media (8° - 16°) a alta (16° - 35°) topografía escarpada, donde las pendientes de mayores valores se presentan en las partes donde la disección fluvial es mayor.

Llanuras aluviales: Corresponden a las llanuras de inundación formadas por diferentes ríos de las zonas, donde tienen una forma más rectilínea, erosionada y depositada de los sedimentos hacia sus márgenes lo que forma terrazas (MOPT 2014).

Geología

La geología del área del proyecto está constituida por depósitos volcánicos sedimentarios, productos volcánicos y depósitos fluviales cuaternarios zona, donde se caracteriza por presentar pendientes de bajas a altas con actividad sísmica importante (MOPT 2014).

Hidrogeología

La distribución de las unidades litológicas está predominada de rocas asociadas al grupo aguacate y de depósitos de abanicos fluvio-continental, donde los niveles freáticos se presentan a menos de 15 metros de profundidad, con formaciones geológicas caracterizadas por fracturas de rellenas de

minerales de alteración, muchos de los cuales son responsables de la formación de yacimientos de oro (MOPT 2014).

La red de drenajes presenta una disposición subdendríticas, como su nombre lo dice es una variación del patrón de drenaje dendrítico, el cual se desarrolla en aquellas áreas donde el curso principal fluye en una zona en la que la pendiente y el control estructural son distintos a los de la zona por la que se desarrollan los tributarios. El área drenada por los tributarios estará cubierta, probablemente, con sedimentos relativamente resistentes, los cuales ofrecen un control más fuerte que aquel de la zona donde corre el curso principal (MOPT 2014).

Ambiente biológico:

Descripción general de ecosistemas en el AP y áreas de influencia

El área de proyecto se identifica con la operación de la ruta y derecho de vía con presencia de vegetación charral, herbazal y arbórea aislados en algunos sectores y en otras áreas desprovistas de vegetación, así como la invasión de derecho de vía por parte de pobladores.

Ecosistemas del área de influencia directa e indirecta:

- Natural: bosque ripario y cuerpos de agua (ríos y quebradas)
- Antropogénico: sistemas agroforestales (cercas vivas) y silvícolas (plantaciones forestales), charrales, árboles aislados, desarrollo agrícola y ganadero en crecimiento con cultivos de arroz, caña de azúcar y piña, entre otros.

Además, se localizan comunidades como Cuatro cruces, Chapernal, Chomes/Punta Morales, Guacimal, Pozo Azul, Las Juntas de Abangares y la intersección Limonal Tempisque, Cañas (MOPT 2016).

Influencia del proyecto sobre ASP

El proyecto no interviene áreas silvestres protegidas. En cuanto a la jurisdicción de las Áreas de Conservación (SINAC- MINAE) el proyecto está dentro de 2:

- ACA-T: Área de Conservación Arenal- Tempisque
- ACOPAC: Área de Conservación Pacífico Central

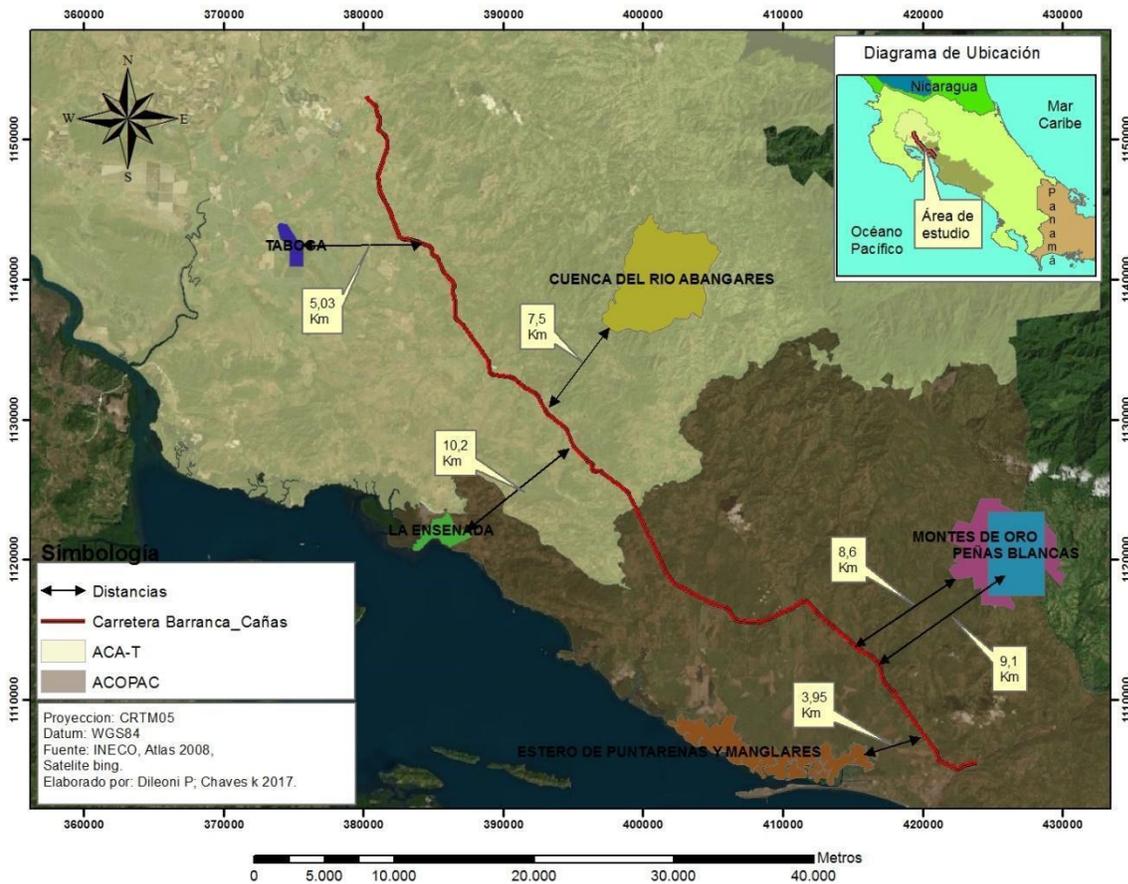


Figura 2. Áreas silvestres protegidas aledañas al área del proyecto. Fuente: Elaboración propia.

Corredores Biológicos:

- **Corredor Biológico Paso del Mono Aullador (CBPMA)**

El CBPMA es un sitio muy importante para la conservación y el desarrollo de la provincia de Guanacaste. Su especie bandera es el mono aullador o mono congo (*Alouatta palliata*) y su objetivo principal es restablecer la conectividad biológica entre el Parque Nacional Volcán Tenorio, la Zona Protectora Miravalles, la Zona Protectora Abangares, Parque Nacional Palo Verde, Refugio de Vida Silvestre Cipacé y los manglares del Golfo de Nicoya. Este corredor biológico cruza la carretera en la sección entre el río Lajas y hasta el cruce del Restaurante Tres Hermanas rumbo al Puente La Amistad (Rojas, 2016).

- **Pájaro Campana (CBPC)**

Se ubica en la provincia de Puntarenas, Cantón Central y en la provincia de Guanacaste abarcando parte de los cantones Abangares y Tilarán. Se extiende desde la parte alta en Monteverde hasta la zona baja en el Golfo de Nicoya y abarca las cuencas de los ríos Lagartos, Guacimal y Aranjuez. Biofísicamente el CBPC se extiende desde el nivel del mar en el Golfo de Nicoya hacia los 1800 msnm en Monteverde. El año se divide en temporada húmeda (mayo a diciembre) y en temporada seca (enero a abril) y el rango de precipitación pluvial puede variar entre 1500-3500 mm como promedio anual y se producen más abundantes lluvias en las zonas montañosas que en las llanuras.

Como consecuencia de la variación de precipitación, se ha originado una diversidad de hábitat y de zonas de vida, donde se identifican 11 zonas de vida definidas por Holdridge a lo largo del corredor: Bosque Seco Tropical, Bosque Muy Húmedo Tropical transición a Seco, Bosque Húmedo Tropical, Bosque Húmedo Tropical transición a Húmedo, Bosque Húmedo Tropical transición a Premontano, Bosque Húmedo Tropical transición a Basal, Bosque Húmedo Premontano, Bosque Muy Húmedo Premontano, Bosque Pluvial Premontano, Bosque Muy Húmedo Montano Bajo y Bosque Pluvial Montano Bajo (Rojas, 2016).

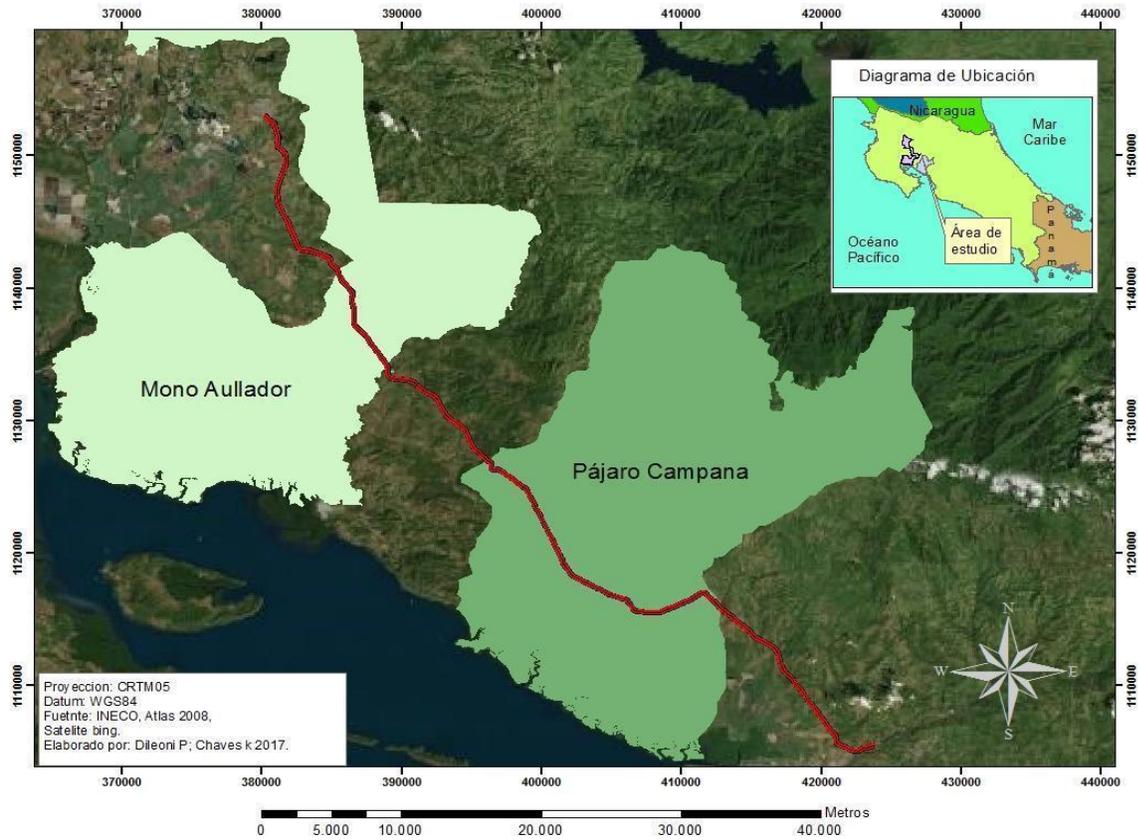


Figura 3. Ubicación de los corredores biológicos Mono Aullador y Pájaro Campana. Fuente: Elaboración propia.

Zonas de vida

En el área que comprende el presente proyecto se presentan 3 zonas de vida (Roughthon International, 2009)

- Bosque Húmedo Tropical transición a prehúmedo
- Bosque Húmedo Tropical, transición a seco
- Bosque Húmedo Premontano, transición basal

Bosque Húmedo Tropical transición a prehúmedo:

Son tierras susceptibles a erosión debido al exceso de precipitaciones durante la mayor parte del año. Sin embargo, son muy productivos en actividades forestales debido a la alta productividad de biomasa. Los bosques tropicales más exuberantes y los más altos de Costa Rica se desarrollan en este bioclima. y presentan un rango de precipitación oscila entre 4000 y 6000 mm anuales con una biotemperatura que varía entre 24°C y 25°C y una temperatura media de 24 a 27 °C.

Bosque Húmedo Tropical, transición a seco

Esta zona de vida ha generado una controversia porque se identifica el Bosque Húmedo Tropical del Pacífico Seco, pues bioclimáticamente no toda esta región es seca. Así causa extrañeza mencionar el bosque húmedo tropical de Esparza, de Abangares, lo que se tiende a confundir es que estas zonas poseen un largo período seco y, por estar mayormente deforestadas, su condición actual tiende a parecerse un poco con el bosque seco. En estos casos se trata, entonces, del bosque húmedo Tropical con asociación atmosférica seca.

Esta zona presenta una precipitación que oscila entre los 1950 a los 3000 mm anuales, la biotemperatura media anual oscila entre los 24 – 27 °C. Además, esta zona de vida presenta condiciones favorables para el establecimiento y desarrollo de diferentes actividades del uso de suelo.

Bosque Húmedo Premontano, transición basal

Esta zona de vida presenta un bioclima muy atractivo para el asentamiento humano y es probablemente la zona más apreciada del país debido a su clima. Es también un excelente bioclima para el desarrollo de las actividades de uso de la tierra.

El rango de precipitación oscila entre los 1500 – 1950 mm anuales y su biotemperatura media anual oscila entre los 24 y 24.50 °C, presenta un periodo seco entre los 3.5 – 5 meses.

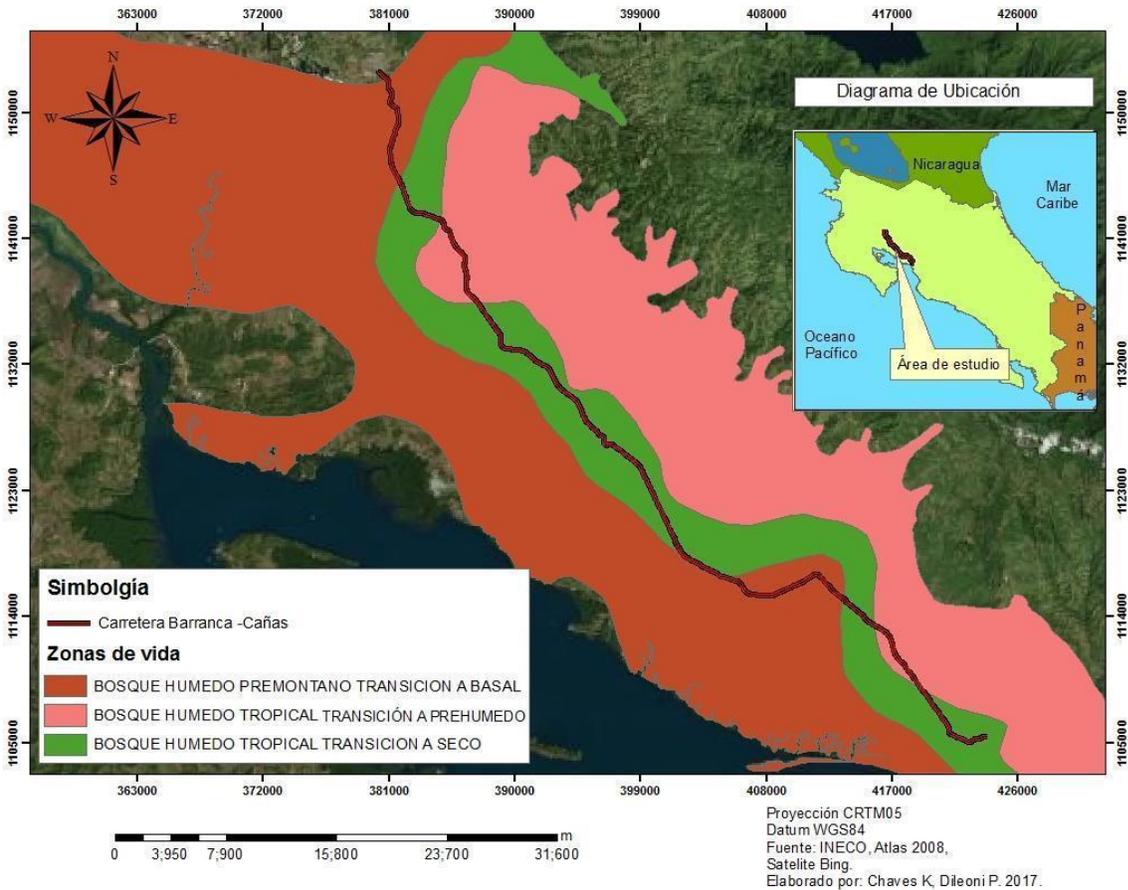


Figura 4. Zonas de vida presentes en el área del proyecto. Fuente: Elaboración propia.

Características de la cobertura vegetal que se encuentra dentro del AP.

La vegetación presenta diferentes estados sucesionales, desde vegetación herbácea con predominancia de poáceas, hasta arbórea. La vegetación en el área aledaña, en especial en los sitios de los puentes, está compuesta por árboles y arbustos que pertenecen a la categoría de bosque de galería, y el derecho de vía después de la construcción de la Ruta Interamericana se ha

revegetado en algunos sectores, las cuales hoy son áreas de reposo, alimento, entre otros de fauna silvestre.

Inventario Forestal

El inventario forestal, realizado como parte de la evaluación ambiental del proyecto, se llevó a cabo a través de los 71.3 km del tramo Cañas- Barranca, por medio de la ejecución de un censo de los árboles mayores a 15 cm de DAP presentes en el derecho de vía de 50 metros de ancho, el cual se llevó a cabo en tres tramos:

- **Cañas- Limonal**

En este tramo del proyecto se identificaron 101 especies arbóreas, para un total de 4.202 árboles a lo largo de los 20.1 km. La especie más abundante es *Guazuma ulmifolia* con 1081 árboles, esto se debe a que es una especie pionera y agresiva que puede adaptarse fácilmente a las condiciones que se presentan en este sitio, por otra parte, aunque su porcentaje de germinación no es alto, la facilidad de dispersión y la gran cantidad de semillas que produce cada árbol le permite establecerse rápidamente. El laurel (*Cordia alliodora*) es la segunda especie más abundante del tramo con 427 árboles, la cual presenta características similares al guácimo. Esta es una especie típica de zonas con disposición de mucha luz y que crece en un amplio rango de condiciones ecológicas.

Las especies menos abundantes se son *Hirtella racemosa* (garapatillo), *Lonchocarpus rugosus* (cola de pava), *Pouteria sp.* (sapotillo), *Sterculia apetala* (Panamá), *Tamarindus indica* (tamarindo), *Vismia baccifera* (Achiotillo) y *Xylosma intermedia* (peipute). Además, se identificaron dos especies vedadas según el decreto N° 25700-MINAE *Cordia gerascantus*, *Swietenia macrophylla* (caoba) con dos y siete árboles respectivamente. El valor comercial total para 3181 árboles presentes es de 14 610 295,28 colones para un volumen comercial de 898,81 m³. Además, se identificaron 1025 árboles no comerciales y se encontraron 1488 árboles con diámetros de 10 -15 cm de DAP y un total de 21 palmas.

- **Limal- Chomes**

Para este tramo del proyecto, se cuantificaron 105 especies arbóreas, para un total de 8.591 árboles a lo largo de los 23.8 km. La especie más abundante es *Guazuma ulmifolia* con 2687 árboles. El laurel (*Cordia alliodora*) es la segunda especie más abundante con 758 árboles. Las especies menos abundantes son *Anacardium occidentale*, *Artocarpus sp.*, *Azadirachta indica*, *Cnidioscolus aconitifolius*, *Curatella americana*, *Faramea occidentalis*, *Godmania aesculifolia*, *Leucaena leucocephala*, *Miconia argentea*, *Parinari parvifolia*, *Sideroxylon capiri*, *Siparuna sp.*, *Sloanea terniflora*, *Trophis racemosa*, *Vismia baccifera*, además, se identificó una especie vedada según el decreto N° 25700-MINAE *Swietenia macrophylla* (caoba) con 12 árboles.

Los 7124 árboles comerciales tienen un valor potencial de 99 894 738,97 colones para un volumen comercial de 1976,66m³. Se identificaron, además, 1467 árboles no comerciales y se contabilizaron 2566 árboles con diámetros de 10 a 15 cm y un total de 34 palmas.

- **Chomes- Barranca**

Con relación a este tramo del proyecto, se cuantificaron 114 especies en total para 10.721 árboles a lo largo de los 25.2 km. La especie más abundante es *Guazuma ulmifolia* con 2784 árboles y el laurel (*Cordia alliodora*) es la segunda especie más abundante del tramo con 941 árboles. Las especies menos abundantes son *Amphitecna latifolia*, *Casearia arborea*, *Croton draco*, *Guapira costaricana*, *Lonchocarpus salvadorensis*, *Maquira guianensis*, *Melicocus bijugatus*, *Pterocarpus sp.*, *Siparuna sp.*, *Stemmadenia obovata*, *Tamarindus indica*, *Trichilia sp.*, *Trophis mexicana*, lo cual, posiblemente, se debe a la mayoría de especies con mayores requerimientos ambientales, edáficos y ecológicos, y esto hace más difícil su establecimiento. También, se identificó una especie vedada según el decreto N° 25700-MINAE *Swietenia macrophylla* (caoba) siete árboles.

Los 7.592 árboles presentan un valor potencial de 89.977.992,26 colones para un volumen comercial de 1.796,50 m³. Se identificaron 3.129 árboles no comerciales y se contabilizaron

4.341 árboles con diámetros de 10 a 15 cm y un total de 31 palmas. Consecuentemente, se identificaron 805 árboles, distribuidos en 67 especies, dentro de zonas de protección.

Análisis general

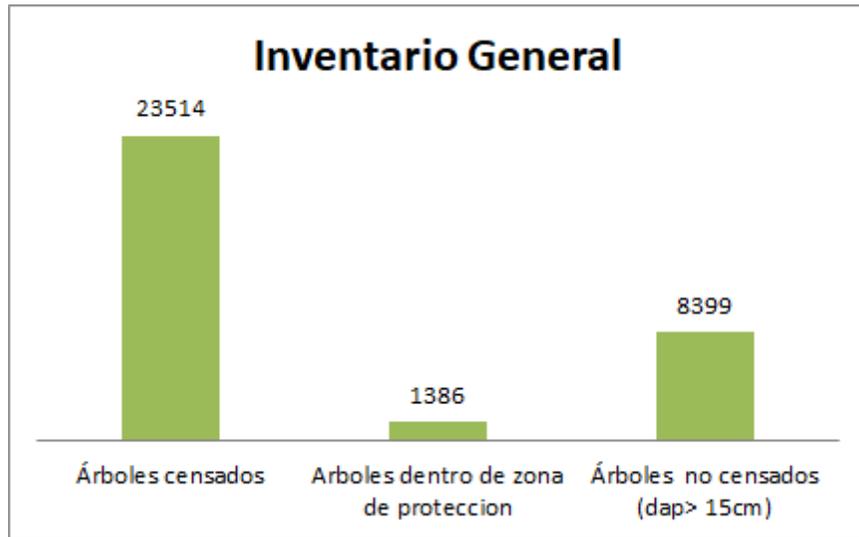


Figura 5. Resumen de datos generales del inventario forestal realizado en el derecho de vía de la carretera Interamericana Norte, Cañas - Barranca, 2016.

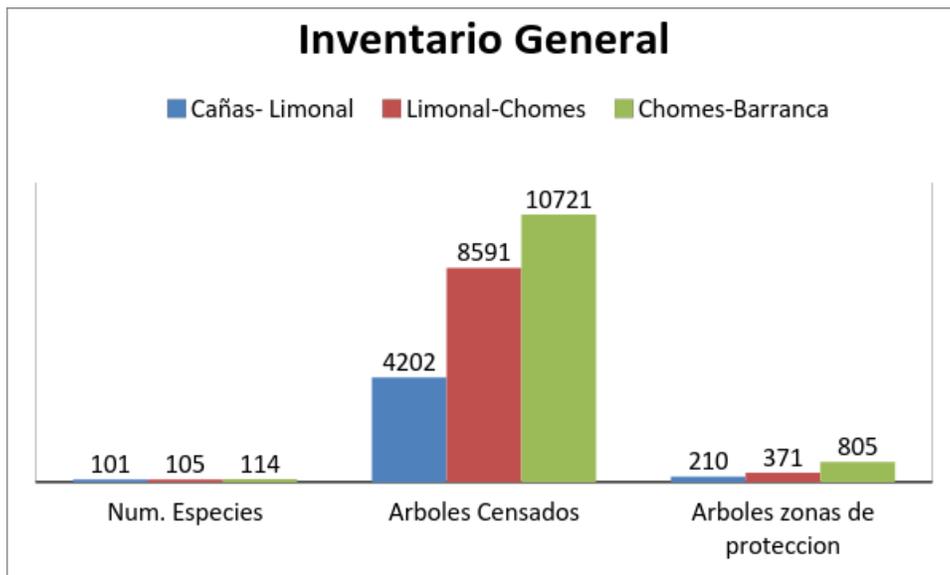


Figura 6. Resumen de datos generales del inventario forestal realizado en el derecho de vía de la

carretera Interamericana Norte, Cañas - Barranca, 2016.

A lo largo de los 71.3 kilómetros a ambos lados de la carretera se censaron un total de 23.514 árboles de los cuales 1.386 se encuentran dentro de zonas de protección. Se contabilizaron, además, 8.399 árboles con dap menor a los 15 centímetros. Como se muestra en la Figura 6, el tramo de Chomes- Barranca es el que presenta los valores más altos en número de árboles y cantidad de especies, lo cual tiene lógica al ser el tramo de mayor longitud, sin embargo, este tramo muestra clara diferencia en cuanto a densidad de árboles con los otros tramos, y esta diferencia es evidente cuando se visita el sitio. Lo mismo sucede con el tramo Cañas- Limonal que presenta la menor cantidad de árboles y la longitud más corta, empero, es al mismo tiempo el tramo que presenta visualmente menor cobertura vegetal. Esto evidencia un comportamiento donde la abundancia de cobertura vegetal disminuye conforme se acerca a las zonas más secas.

Cuadro 2. Resumen del inventario Forestal realizado a lo largo de 71 kilómetros, en el derecho de vía de la carretera Interamericana Norte, Cañas - Barranca, 2016.

| <i>Variables</i> | <i>Valores</i> |
|---------------------------|-------------------------|
| Total de Árboles Censados | 23.514 |
| Árboles Comerciales | 17.897 |
| Árboles no Comerciales | 5.617 |
| Volumen Comercial (m3) | 4.671,97 m ³ |
| Árboles Vedados | 28 |
| Valor comercial total | 204.483.026,5 millones |

De los 23.514 árboles que fueron censados, 17.897 árboles son comerciales, valorados según los precios de la ONF (2016) de 204.483.026,5 millones de colones, correspondiente a un volumen comercial de 4.671,97 m³. También, se contabilizó un total de 28 individuos de especies vedadas según el decreto nacional N° 25700-MINAE, distribuidos en 2 especies *Cordia gerascantus* y *Swietenia macrophylla*.

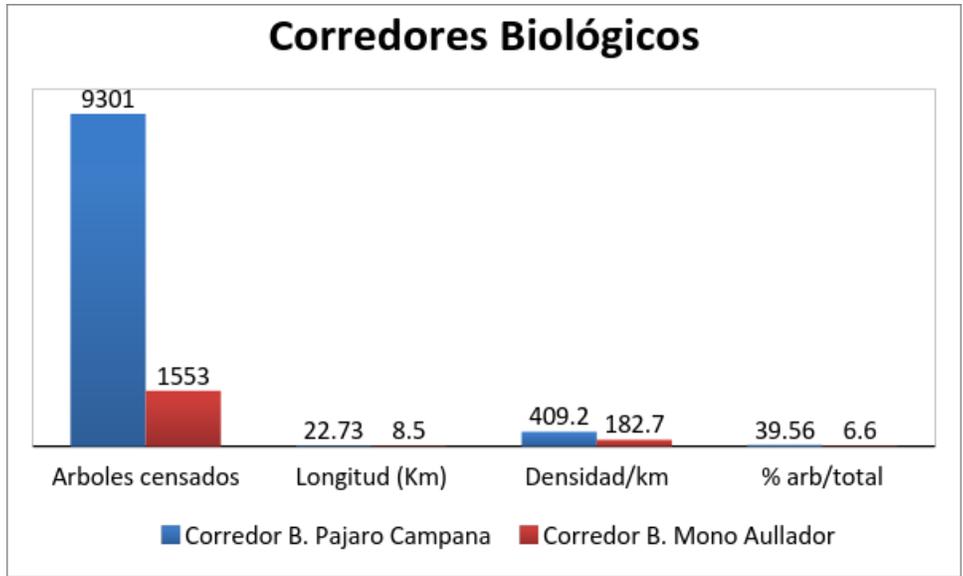


Figura 7. Árboles censados, longitud, densidad y porcentaje de cobertura del área intervenida de los corredores biológicos Mono Aullador y Pájaro Campana.

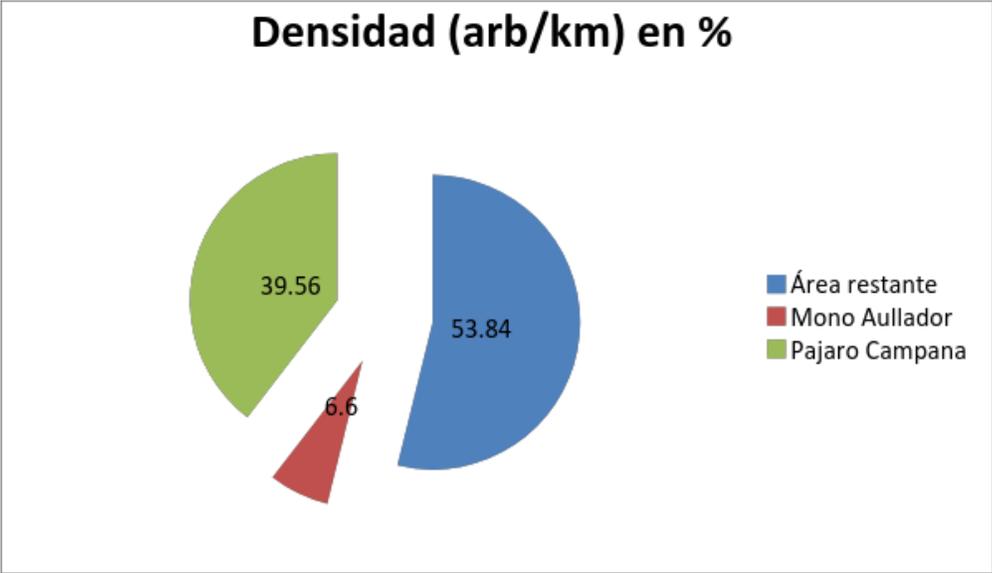


Figura 8. Densidad de árboles por kilómetro en los corredores biológicos Mono Aullador y Pájaro campana y área restante del proyecto del proyecto.

Al pasar la carretera por medio de dos iniciativas de Corredor Biológico, se hace necesario analizar cuánto representa el impacto que se va a generar en estas áreas al eliminar cobertura

vegetal, en relación con el área restante del proyecto que se va a intervenir, pero que no se encuentra dentro o bajo ninguna iniciativa de conservación. La sección en que la carretera pasa por medio del Corredor Biológico Mono Aullador tiene una longitud de 8.5 kilómetros. Dentro de esta área se censaron un total de 1.553 árboles, lo cual da una densidad de 182.7 árboles por kilómetro, que representa el 6.6% de la cobertura del total del área. En cuanto al Corredor Biológico Pájaro Campana, la carretera lo intersecta en una longitud de 22.73 kilómetros y en esta área se contabilizó un total de 9.301 árboles con dap mayor a 15 cm. La densidad estimada para esta sección es de 409.2 árboles/ km, que representa el 39.56 del total de cobertura del área del proyecto. Además, la densidad de árboles por kilómetro que presentaron ambos corredores, representa el 46.16% de la cobertura vegetal total censada en todo el área del proyecto.

La figura 9 muestra mayor detalle sobre las densidades calculadas en las áreas que se encuentran bajo un sistema o iniciativa de conservación y para las que no. Como resultado se obtuvieron 5 secciones: Cañas- CB. Mono Aullador, CB. Mono Aullador, CB. Mono Aullador- CB. Pájaro Campana, CB. Pájaro Campana y CB. Pájaro Campana- Barranca.

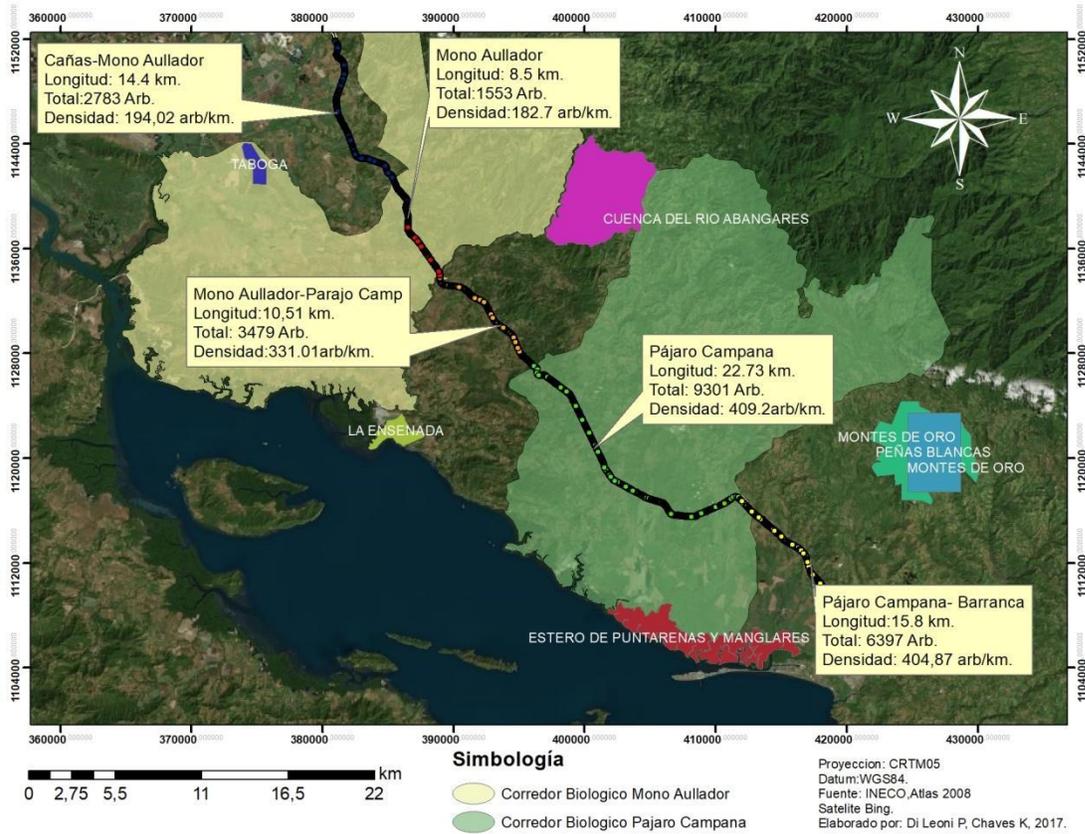


Figura 9. Densidad árbol por kilómetro en 5 cinco secciones evaluadas en el área del proyecto. Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 3. Resumen de la densidad de árboles por kilómetro realizado a lo largo del derecho de vía de la carretera Interamericana Norte, Cañas - Barranca, 2016.

| Kilómetro | Densidad (arb/km) | Kilómetro | Densidad (arb/km) |
|-----------|-------------------|-----------|-------------------|
| 1 | 55 | 36 | 326 |
| 2 | 108 | 37 | 450 |
| 3 | 162 | 38 | 449 |
| 4 | 144 | 39 | 633 |
| 5 | 249 | 40 | 320 |
| 6 | 335 | 41 | 408 |
| 7 | 127 | 42 | 658 |

| | | | |
|-----------|------------|-----------|------------|
| 8 | 213 | 43 | 626 |
| 9 | 127 | 44 | 288 |
| 10 | 500 | 45 | 451 |
| 11 | 362 | 46 | 246 |
| 12 | 275 | 47 | 264 |
| 13 | 97 | 48 | 366 |
| 14 | 288 | 49 | 411 |
| 15 | 200 | 50 | 598 |
| 16 | 180 | 51 | 436 |
| 17 | 215 | 52 | 413 |
| 18 | 336 | 53 | 467 |
| 19 | 99 | 54 | 323 |
| 20 | 99 | 55 | 67 |
| 21 | 126 | 56 | 356 |
| 22 | 170 | 57 | 522 |
| 23 | 147 | 58 | 859 |
| 24 | 170 | 59 | 326 |
| 25 | 606 | 60 | 394 |
| 26 | 460 | 61 | 253 |
| 27 | 326 | 62 | 631 |
| 28 | 262 | 63 | 715 |
| 29 | 358 | 64 | 328 |
| 30 | 582 | 65 | 547 |
| 31 | 343 | 66 | 427 |
| 32 | 508 | 67 | 370 |
| 33 | 508 | 68 | 281 |
| 34 | 209 | 69 | 154 |
| 35 | 354 | 70 | 199 |

El análisis de las densidades de árboles por kilómetros se realizó en sentido Cañas – Barranca, y determina, de esta manera, los 10 kilómetros con mayores densidades con 859, 715, 658, 633, 631, 626, 606, 598, 582 y 547 arb/km respectivamente (cuadro 3). De estos, solamente 4 se encuentran dentro del área del Corredor biológico Pájaro Campana, respectivamente los kilómetros 43,42, 39 y 50, mientras que en el Corredor Biológico Mono Aullador no se encontraron valores mayores a 336 arb/km.

Estos sitios de mayor afectación, en relación a la remoción de árboles, se deben de aclarar que están casi todos relacionados con los pasos de fauna y en este caso, de los diez sitios, siete coinciden con pasos de fauna inferiores y superiores previsto en el diseño original de la obra.

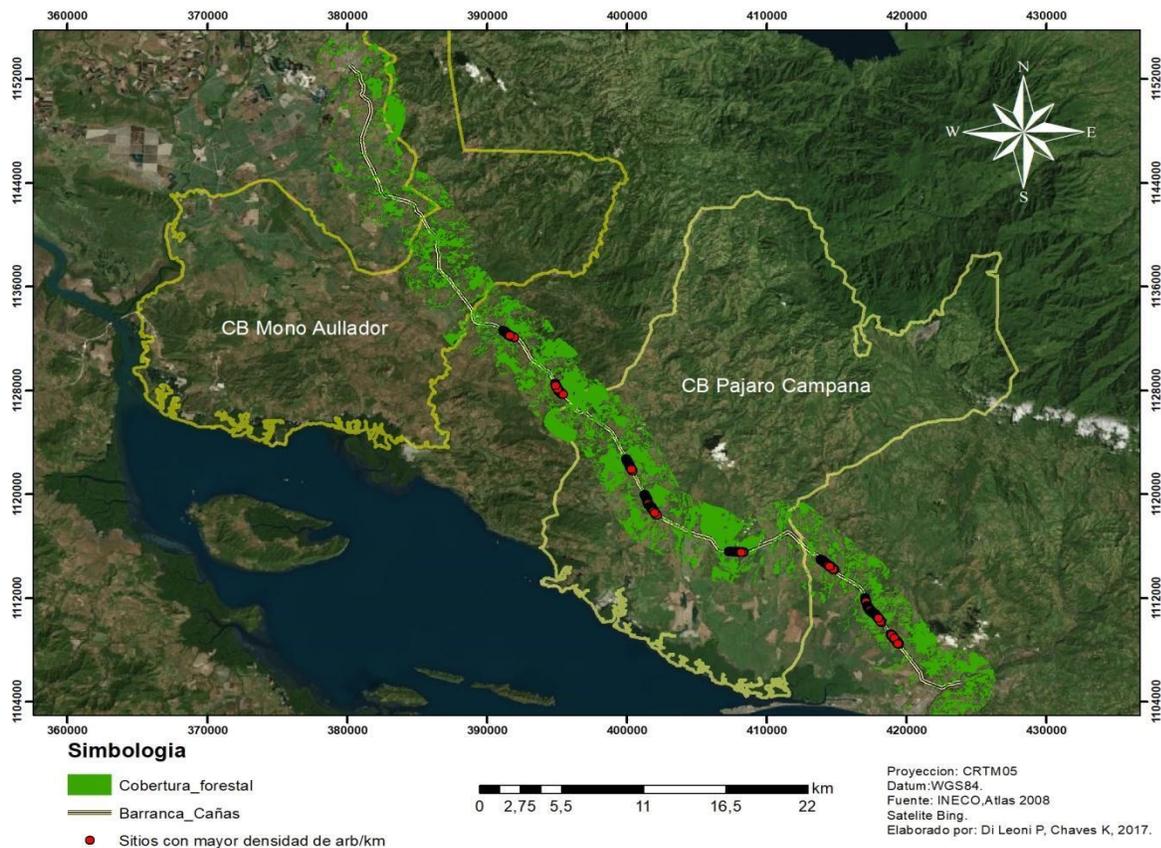


Figura 10. Densidad de árboles en diez de los kilómetros con mayor afectación y cobertura forestal en el área del proyecto. Fuente: Elaboración propia.

Características de la cobertura vegetal que se encuentra fuera del AP.

Las áreas de influencia directa e indirecta presentan un desarrollo agrícola y ganadero en crecimiento, con cultivos de caña de azúcar, piña e incremento en la actividad ganadera de la zona, sistemas agroforestales (cercas vivas) y silvícolas (plantaciones forestales), charrales, árboles aislados.

Fauna Silvestre

La fauna silvestre en el área del proyecto es escasa o difícil para la observación, porque muchas especies son de tránsito nocturno, así como por su desplazamiento a otros sectores por destrucción de su hábitat producto de las actividades antrópicas, o por el ruido y vibración que genera el intenso tráfico.

Entre la fauna representativa de la zona corresponde:

Cuadro 4. Especies de fauna representativas del área del proyecto.

| | |
|---|---|
| Mono congo (<i>Alouatta palliata</i>) | Tepezcuintles (<i>Agouti paca</i>) |
| Oso hormiguero (Tamandua mexicana) | Zorros Pelones |
| Ratón de monte (<i>Liomys salvini</i>) | Mapaches (<i>Procyon lotor</i>) |
| Manigordo (<i>Leopardus pardalis</i>) | Armadillos (<i>Dasyopus novemcinctus</i>) |
| Coyote (<i>Canis latrans</i>) | Guatusas (<i>Dasyprocta punctata</i>) |
| Pava (<i>Crax rubra</i>) | Tolomuco (<i>Eira barbara</i>) |
| Pizotes (<i>Nasua narica</i>) | Garrobos (<i>Ctenosaura similis</i>) |
| Ardillas (<i>Sciurus variegatoides</i>) | Serpientes |
| Sapos (<i>Rhinella marina</i>) | Diversidad de especies de aves |

Mediante el Estudio Ingeniería parte del P-PGA del proyecto se ubicaron y diseñaron los pasos de fauna, el cual incluye el protocolo de rescate y liberación de fauna. La liberación se llevará cabo en sitios cercanos, que cumplan con las mismas condiciones del área donde se rescató, con la finalidad de que no se altere la diversidad genética, conforme a criterio de los especialistas encargados del rescate.

Áreas Ambientalmente Frágiles (AAF) y Áreas de Conectividad

La determinación de estas áreas está basada en la definición del DE-31849-MINAE y la resolución N. 2370-2004-SETENA. En el total del área del proyecto se identificaron 17 AAF (ligadas al recurso hídrico) y 20 áreas de conectividad.

Cañas – Limonal: Cinco áreas ambientalmente frágiles y seis áreas de conectividad. Dentro de esta sección de la carretera se es establecerán un total de 14 pasos de fauna.

Cuadro 5. Áreas ambientalmente frágiles en la sección Cañas – Limonal.

| | |
|----------------------------------|----------------------------|
| AAF 1: Limonal- Río Lajas | AAF 4: Río Salitral |
| AAF 2: Río Higuierón | AAF 5: Río Javilla |
| AAF 3: Río San Miguel | |

En general, estas zonas presentan bosques de galería, con dos a tres estratos en su estructura vegetal, donde predominan especies como: espavel (*Anacardium excelsum*), coyol (*Acrocomia aculeata*), guácimo (*Guazuma ulmifolia*), cenízaro (*Samanea saman*), guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), guarumo (*Cecropia sp*), guapinol (*Hymenaea courbaril*), entre otros.

Los cuerpos de agua observados en estas zonas mantienen su caudal durante casi todo el año, solamente en unos casos y en condiciones de muy críticas se secan, pero siempre mantienen su estructura vegetal y la fauna asociada a esta (Rojas, 2016).

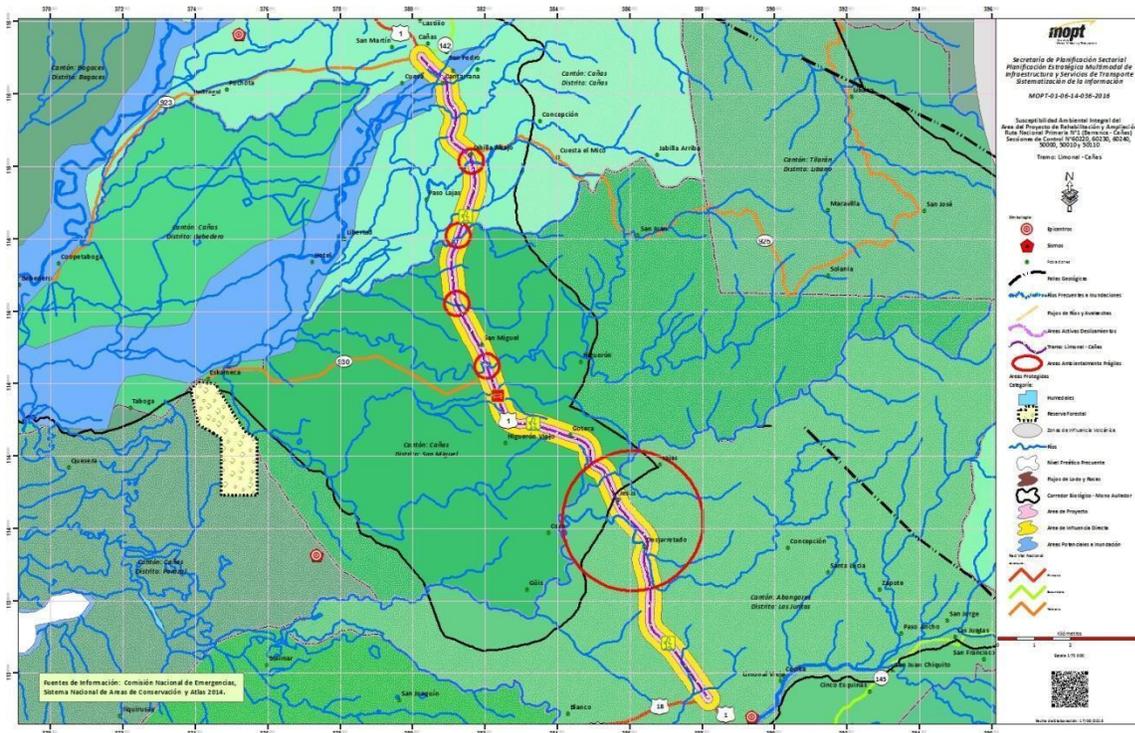


Figura 11. Áreas ambientalmente frágiles identificadas en el tramo Cañas- Limonal. Fuente: Rojas (2016).

Limonal - Chomes: Se identificaron cinco áreas ambientalmente frágiles y seis áreas de conectividad. Para esta sección se determinaron 21 pasos de fauna, 11 aéreos y 10 subterráneos.

Cuadro 6. Áreas ambientalmente frágiles en la sección Limonal- Chomes.

| | |
|-----------------------------|--------------------------------------|
| AFF 1: Río Abangares | AFF 4: Río Lagarto |
| AFF 2: Río Congo | AFF 5: Quebrada Piedra Blanca |

| | |
|---|----------------------------|
| AFF 1: Río Guacimal | AFF 5: Río Seco |
| AFF 2: Quebrada Raicero | AFF 6: Río Ciruelas |
| AFF 3: Quebrada Canchos – Río Sardinal | AFF 7: Río Naranjo |
| AFF 4: Río Aranjuez | |

Estas áreas se caracterizan por presentar zonas de bosque decido, bosque secundario y bosque maduro, en donde la vegetación se distribuye en parches, mayoritariamente dentro del área de protección de los ríos, sin embargo, estos parches de bosques poseen gran importancia por conectividad (Leiva *et al* 2016).

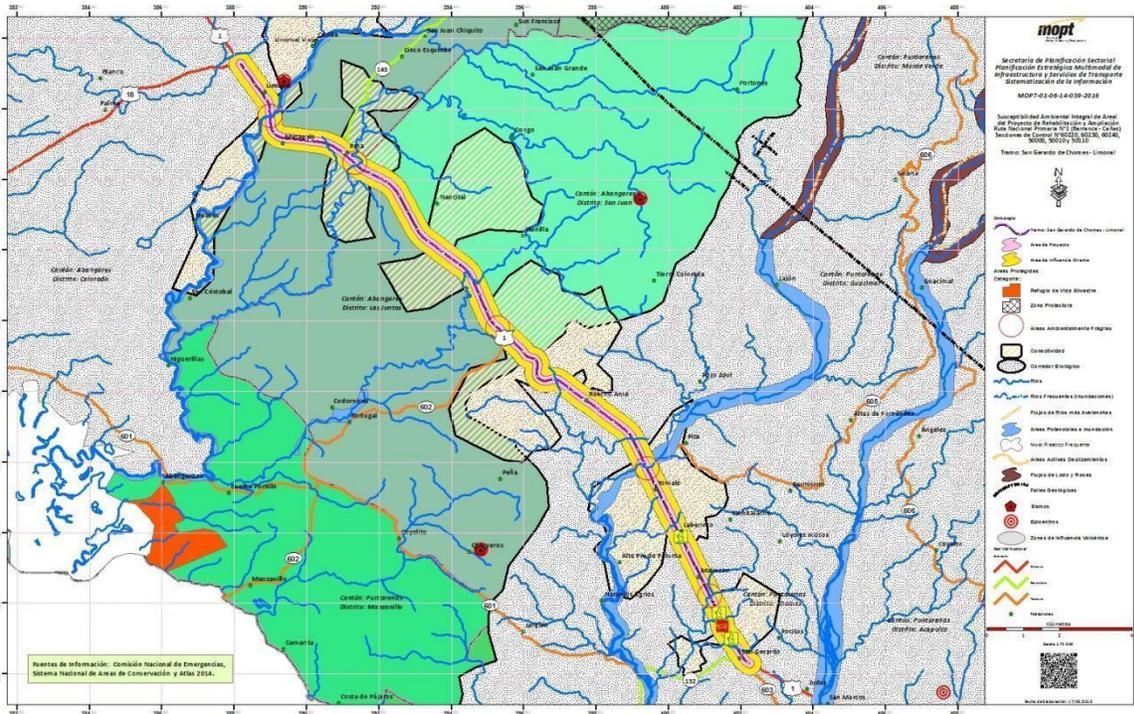


Figura 13. Áreas ambientalmente frágiles y áreas de conectividad identificadas en el tramo Chomes – Barranca. Fuente: Leiva, G; Rivera, A; Zúñiga, I. (2016).

5.2 Iniciativas o programas nacionales y cantonales evaluados

Iniciativas o programas nacionales y cantonales evaluados

Como se mencionó al inicio del trabajo, esta estrategia pretende que su ejecución sea integral y tome en cuenta, de ser posible, los esfuerzos de iniciativas o programas existentes a nivel nacional o cantonal, esto con fines o ejes estratégicos semejantes a los nuestros, ya sea por parte de instituciones gubernamentales o de asociaciones comunales. En total se realizaron 25 visitas de campo. Se iniciará primero con una exposición de los principales resultados de estas visitas de las instituciones gubernamentales: oficinas regionales del MINAE, municipalidades de los cantones que se encuentran dentro del área de influencia directa de la carretera, oficinas del AyA, Acueductos Rurales de la Región Chorotega y CIDECAAT. Posteriormente, ASADAS, centros de rescate animal y corredores biológicos.

SINAC

Oficina Subregional MINAE - ACOPAC (Puriscal)

Existen varias propiedades bajo su administración dentro del área de influencia del proyecto de la carretera, las cuales fueron otorgadas por el INDER. Dentro de estas, existen seis propiedades con aptitud forestal, ya que son propiedades para reserva, al no poseer características aptas para desarrollar agricultura, además, de ser parte del área de protección de las Quebrada Palo, Quebrada Mico y Río Aranjuez. Estas propiedades se ubican en los cantones de Puntarenas y Montes de Oro. Todas estas fincas se encuentran separadas y rodeadas por fincas dedicadas a la agricultura, no obstante, la reforestación de algunas de ellas (ver figura 14) colaboraría a la interconexión de ecosistemas y, en general, al reforestar estas propiedades, se colaboraría con la protección y conservación del recurso hídrico. Sin embargo, a la fecha estas propiedades no han sido traspasadas al MINAE y como tal su utilización no es viable.

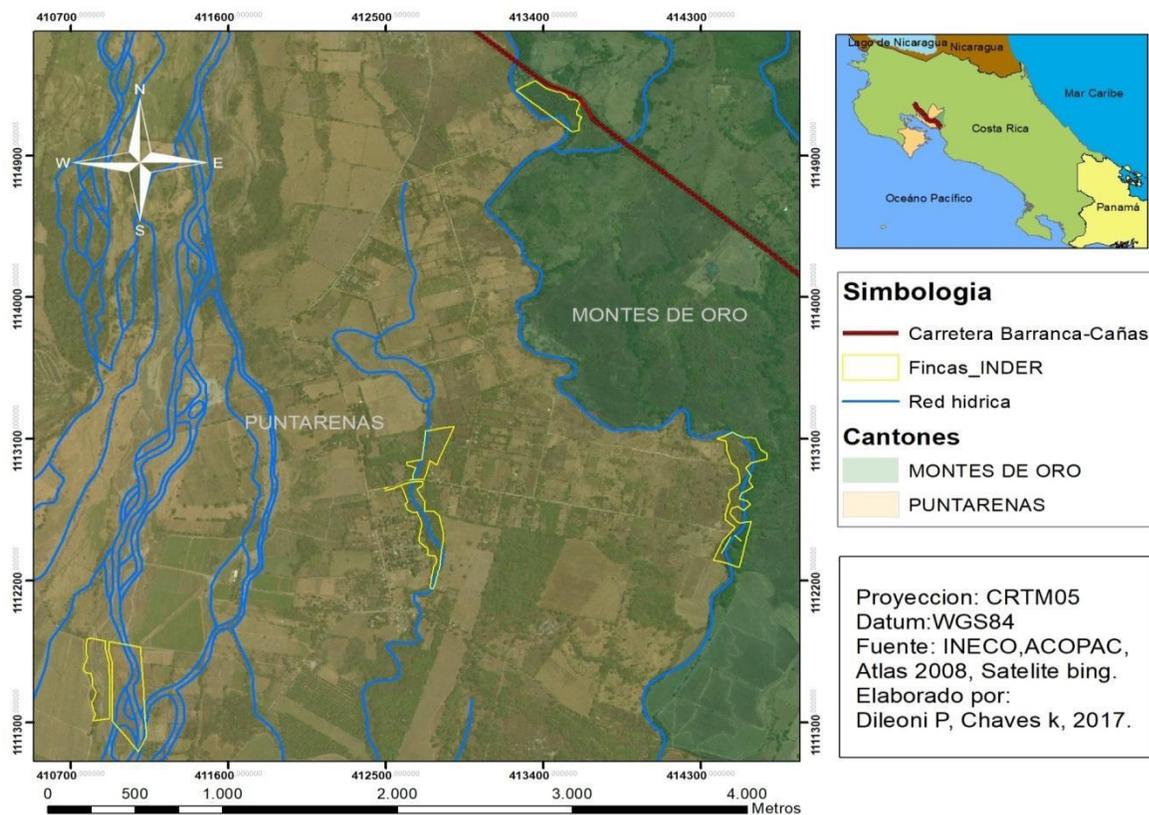


Figura 14. Fincas otorgadas por el INDER potencialmente aptas para la implementación de restauración. Fuente: Elaboración propia.

Oficina Regional MINAE- ACAT

Bajo su administración también existen varias propiedades, las cuales se encuentran en zonas muy alejadas y poco accesibles, razones por las cuales no existe interés por parte de ellos para someter estos terrenos a reforestación. Su decisión se basa en que ellos no cuentan con el personal y recursos necesarios (transporte y tiempo) para poder darle mantenimiento, como ya lo han experimentado en ocasiones anteriores. Como tal no cuentan con facilidades ni interés para el desarrollo de programas de reforestación.

Oficina Regional MINAE- ACG

A pesar de que esta oficina administrativa se encuentra fuera de nuestra área directa de influencia, procedimos a realizar una visita, que fue solicitada por la coordinadora del programa de restauración del ACG, esta misma oficina estuvo a cargo a de la compensación realizada en la ampliación de la carretera en la sección Cañas- Liberia. El fin de esta visita fue conocer dos

propuestas creadas por el programa de restauración ecológica las cuales pretenden ejecutarse con la ayuda financiera del MOPT como medio de compensación.

Las propuestas remitidas son las siguientes:

- Barreras vivas contra incendios forestales: Las áreas a trabajar se encuentran ubicadas dentro del Parque Nacional Guanacaste en la zona de Santa Cecilia, las cuales son parte del Sitio Patrimonio Nacional para la Humanidad declarada por la UNESCO y que año con año son amenazadas por los incendios forestales.

Con el objetivo de proteger y conservar este ecosistema, se pretenden crear cadenas de especies forestales en dirección perpendicular al avance de los incendios, las cuales cumplirían 2 fines: 1) control natural de combustibles, por medio de especies siempreverdes con resistencia al fuego y que inhiban el crecimiento de gramíneas; y 2) control de la velocidad del viento por medio de barreras contravientos (Gutiérrez, 2017).

- Huertos semilleros de especies amenazadas: Este proyecto se realizaría en la Estación Experimental Forestal Horizontes y tiene como objetivos los siguientes fines:
 1. Establecimiento de ensayos de progenie y clonales para ser convertidos en huertos semilleros de alta calidad, los cuales serían establecidos en dos sitios con diferentes características edáficas y topográficas.
 2. Conservación de la biodiversidad y bancos genéticos de germoplasma para la reforestación de la región Pacífico Norte de Costa Rica.
 3. Inicio de un programa de mejoramiento genético para las especies de alto valor para la región, establecidas de prioridad con fines comerciales y de especies con algún grado de amenaza (Gutierrez, 2017).

Los costos de ambas propuestas son de 71.200.000,00 y 292.304.000,00 millones de colones respectivamente para un total de 363.504.000,00 millones de colones, ya que son muy ambiciosos y fueron diseñados en un largo plazo. Su consideración podría ser sujeta a consideración siempre que no se identifique otra alternativa viable.

Municipalidades

Municipalidad de Cañas

El departamento ambiental de esta municipalidad no desarrolla programas de reforestación ni de conservación, esto por falta de fondos y poco interés de la población en participar en este tipo de actividades, tanto en términos de colaborar a sembrar, como de destinar zonas dentro de su terreno para sembrar. Tampoco existe participación de municipalidad en algún proyecto del PIAAG.

El déficit hídrico es grave en este cantón, donde existen comunidades que enfrentan serios problemas de agua, tanto por escasez como por contaminación de arsénico, y aunque el tema de déficit de agua es bien conocido y vivido por la población, no existe conciencia ambiental sobre ello. En esta zona la mayoría de los pobladores no tienen interés en reforestar, y los ríos del cantón, en su mayoría, se encuentran desprovistos de cobertura forestal que los proteja. Empero, los dueños de las propiedades colindantes con estos prefieren tener cubierta toda la propiedad por cultivos o destinarlo para ganadería y no sembrar en esa área, ya que los árboles no les generará ingresos económicos.

Las ASADAS Barrio Hotel y La Libertad son identificadas como ASADAS críticas por la escasez y problemas de agua contaminada. Estas son unas de las comunidades con mayor afectación por escasez de agua potable del cantón, a las cuales, dependiendo la gravedad de la situación que enfrenten durante el año, se les envía agua potable por medio de camiones cisternas. Esta municipalidad cuenta con pequeñas propiedades que han sido destinadas como parques, no obstante, carecen de vegetación, por lo que son posibles opciones para reforestación, pero pequeñas, dispersas y no interconectadas con áreas de bosque.

Municipalidad de Abangares

Esta municipalidad cuenta con terrenos bajo su administración, los cuales ya están reforestados y consolidados como bosque secundarios. Por ahora, no se están realizando proyectos de

reforestación en la zona, ya que no tienen sitios para hacerlo. Se manifiesta que se quiere realizar un plan de arboricultura en el centro del cantón y que no hay fondos para ejecutarlo.

La municipalidad tiene participación en un proyecto del PIAAG (Programa Integral de Almacenamiento de Agua para Guanacaste) en Colorado, el cual consiste en crear un almacenamiento de agua para la cuenca baja del Río Abangares. El proyecto tiene dos ejes que son crear dos tuberías paralelas para agua potable y para agua para riego. Se pretenden construir cinco reservorios que beneficiaran diez ASADAS. Este es un proyecto de largo plazo y que aún no está en ejecución, pero el ICE ya está elaborando el perfil del proyecto.

Municipalidad de Montes de Oro

El departamento ambiental no se encuentra en la realización de programas de reforestación o conservación en el cantón, ya que este departamento es prácticamente nuevo, tiene 2 años de haberse creado y nació con la finalidad de realizar un programa de gestión de residuos como lo exige la ley, por lo que no cuentan con programas de conservación, reforestación u otros, esto también por la falta de recursos económicos para ejecutarlos.

El cantón no sufre de problemas de deforestación, las áreas de protección de los ríos se encuentran bien en términos de cobertura forestal y no existe problemas de déficit de agua en la estación seca. Además, existen varias propiedades que son posesión de la municipalidad, las cuales las han obtenido por medio de “tratos” con los dueños de fincas que quieren ser urbanizadas, entonces al solicitar el permiso para construcción, se otorga a la municipalidad un lote dentro de estas fincas. Estos lotes son de pequeña área y se encuentran en medio de la urbanización y algunas han sido destinadas como pequeños parques.

Municipalidad de Puntarenas

Al igual que en la Municipalidad de Montes de Oro, este departamento ambiental es prácticamente nuevo y su función principal es la gestión de residuos. Los recursos económicos limitados y el poco tiempo que lleva este departamento trabajando son las razones por las cuales

esta municipalidad no se encuentra en la ejecución de ningún tipo de programa o iniciativa de conservación o reforestación. A pesar de que el Corredor Biológico Pájaro Campana tiene la mayoría de su área dentro de este cantón y su comisión es muy activa, en cuanto a proyectos realizados y promovidos dentro del corredor, la municipalidad no participa en ninguna de las reuniones que esta comisión efectúa, y desconoce por completo la labor que estos ejercen y los logros obtenidos en proyectos concluidos.

Esta municipalidad no posee terrenos que puedan servir como posibles áreas a compensar, sin embargo, se manifiesta la necesidad de reforestar un área de 4 hectáreas, la cual es parte de un crematorio que ya ha cumplido su vida útil y por ende se debe someter a recuperación, pero posee una desventaja que es que el terreno apenas alcanza un metro de profundidad de tierra, por debajo de esta capa de tierra ya se encuentra la basura.

Oficinas AyA

Oficina AyA Cañas

A pesar de los serios problemas de agua que afecta a Cañas, el AyA carece de iniciativas o programas de reforestación o conservación en el cantón. Se indica que los programas de reforestación se manejan en la oficina del AyA en Liberia, ya que ahí se encuentra el encargado de la parte ambiental de la región. En los demás cantones, la administración del recurso hídrico está en manos de ASADAS.

Oficina AyA Liberia.

En esta oficina cuentan con un área o departamento ambiental responsable de realizar los programas de reforestación, no obstante, son actividades a pequeña escala, debido a que no cuentan con terrenos propios para hacer una reforestación mayor. Principalmente, la reforestación se lleva a cabo en parques, escuelas y espacios pequeños, donde no se siembran más de 50 árboles por sitio y estos son donados por el ICE. En relación al PIIAG se nos comentó que si están participando en reuniones, pero estas apenas se están iniciando con el fin de formular los

proyectos, por lo que no hay proyectos concretos de esta iniciativa aún.

Comisión de Implementación y Desarrollo de la Cuenca Arenal Tempisque (CIDECAT)

Los cantones de Cañas y Abangares forman parte de esta comisión, en la que participan varias instituciones (AyA, ICE, MINAE, MAG, entre otros) con los objetivos de desarrollar planes, programas y proyectos que promuevan el manejo integral de los recursos de la cuenca Arenal – Tempisque, así como plantear soluciones a los problemas o debilidades que se presenten en la cuenca y efectuar gestiones que canalicen recursos financieros y técnicos para la gestión de esta. Aunque, los proyectos que ellos realizan se restringen a la parte más alta de la cuenca (alrededores del embalse Arenal), pues no poseen terrenos o propiedades en la parte media o baja de la cuenca para poder ejecutar algún proyecto de estos, lo que deja por fuera los cantones de Cañas y Abangares de estos programas.

Oficina Acueductos Rurales Región Chorotega (AyA)

Se identifica que existen 8 ASADAS (San Miguel, La Gotera, Barrio Jesús, Jabilla, Lourdes, Matapalo, Limonal y Arizona) sobre la carretera Interamericana, o de influencia directa por el proyecto de ampliación, en la parte chorotega (de Abangares a Cañas) que impacta el proyecto. Estas ASADAS, en su mayoría, se caracterizan por tener una mala infraestructura, con un uso de 30 a 40 años, lo que las hace obsoletas y se presenta evidencia en la presencia de fugas. Algunas de estas son ilegales como es el caso de Arizona, entre otras, esto porque no cumplen con la infraestructura requerida por ley y otras porque se encuentran en terrenos privados que nos le permite inscribirse.

Otro problema con estas ASADAS es que son tan rudimentarias y algunas tan pequeñas que no logran generar un buen capital y, por ende, no cuentan con los medios económicos para pagar estudios técnicos y demás que les permita optar por financiamiento, y así mejorar la infraestructura. El INDER y DINADECO son instituciones que colaboran en la realización de proyectos de mejoras en su infraestructura, sin embargo, no se otorga financiamiento a una ASADA que no cuente con los estudios necesarios para su realización. Las ASADAS San

Miguel, La Gotera, Limonal y Jabilla se diferencian por presentar, en general, una buena infraestructura y gestión.

Por la gravedad de la situación en cuanto al agua potable que viven las comunidades/ ASADAS de Barrio Hotel y La Libertad en Cañas esta oficina tiene un proyecto por implementar que consiste en ampliación de la tubería de la ASADA San Miguel, la cual se conectará con las comunidades de Barrio Hotel y La Libertad para llevarles agua, y de esta manera el proyecto solucionaría el problema con estas ASADAS, que es de gran importancia.

ASADAS

ASADA Matapalo

Esta ASADA se encuentra ubicada en el cantón de Abangares y le brinda su servicio a 306 abonados por medio de 2 pozos, no obstante, el abastecimiento de agua para toda la comunidad no es continuo, puesto que por falta de agua se debe racionar el recurso y esto obliga a la ASADA a realizar cortes de agua durante el día para poder dar abasto.

El terreno en que se encuentran los pozos y tanque de almacenamiento son propios y se encuentran cubiertos o protegidos por vegetación forestal. Sus necesidades se basan más que todo en problemas de infraestructura, como lo es la creación de un tercer pozo, para poder brindar el servicio de agua potable a toda la comunidad las 24 horas del día, todos los días de la semana. Además, la colocación de medidores, visto que de los 306 abonados existentes solo 122 cuentan con medidor e influye negativamente en los ingresos de la ASADA, ya que hay abonados que consumen más de lo que pagan (mensualidad cinco mil colones), limitando a la ASADA en invertir en sus necesidades para mejorar el servicio. Se necesita además la colocación de hidrantes porque no cuentan con ninguno.

La ASADA Matapalo se encuentra inscrita legalmente y posee estudios técnicos que aseguran el correcto funcionamiento de la esta, lo cual es punto a favor, porque le permite a la ASADA optar por financiamiento de diferentes instituciones como DINADECO, INDER, Municipalidades, entre otras para ayudarse a realizar los proyectos.

ASADA La Gotera/Buenos Aires

Esta asada se ubica en Buenos Aires de Cañas y cuenta con dos pozos para abastecer a toda la comunidad (120 personas distribuidas en 41 casas) y brindar el servicio de agua todos los días de la semana durante las 24 horas del día. De estos dos pozos, uno se encuentra en una propiedad privada y en disputa y el otro pozo se ubica en una propiedad de la ASADA, el cual presenta cobertura forestal a su alrededor.

Actualmente la ASADA no presenta problemas de abastecimiento y la calidad del agua es muy buena, no tienen problemas de salubridad o arsénico, como lo han presentado varias asadas en comunidades vecinas y su calidad de agua. Según un aforo realizado por el AyA la Asada tiene la capacidad de abastecer el doble de población, lo que les permite a la comunidad al crecer, ya sea comercialmente o por proyectos de vivienda. Las necesidades que se identifican son los problemas legales con el terreno de un pozo y la colocación de hidrantes, dado que no existe ninguna en la comunidad. Tampoco existen terrenos por parte la ASADA o comunidad en los cuales se pueda realizar alguna actividad de compensación ambiental/forestal.

ASADA Barrio Jesús

Esta ASADA pertenece al cantón de Cañas y se ubica en Barrio Jesús, comunidad conformadas por 189 personas distribuidas en 52 casas, de las cuales 47 se encuentran abonadas a la ASADA y las restantes 5 obtienen agua tomándola de una naciente. La ASADA Barrio Jesús cuenta con un solo pozo para abastecer a toda la comunidad y las 24 horas al día todos los días de la semana. El pozo se encuentra en un terreno de la comunidad (en la plaza de la comunidad) el cual es relativamente pequeño. No poseen terrenos donde se pueda reforestar.

ASADA Lourdes/Guaitilar

La ASADA Guaitilar se encuentra ubicada en Lourdes de Abangares y está debidamente inscrita en acueductos rurales, con su cédula jurídica al día. En la comunidad existen un total de 198 abonadas a esta ASADA.

Esta ASADA cuenta con 2 pozos artesanales para abastecer a toda la comunidad y brindar el servicio de agua todos los días de la semana durante las 24 horas del día en invierno, sin embargo, en verano el abastecimiento es limitado. La calidad del agua es buena, no tienen problemas de salubridad o arsénico, pero por el desgaste de las tuberías, ha sucedido que el agua viene con partículas. Del mismo modo, cuando se producen alzadas del río lagarto al tener los dos pozos artesanales de abastecimiento cerca del río estos se llenan de sedimentos y por ende el flujo del agua.

En cuanto a la administración de la ASADA, llevan 6 años con la misma gestión y cuerpo administrativo, esa continuidad se refleja en la adquisición de financiamiento para realizar la perforación de un pozo nuevo, que vino a mejorar el abastecimiento de agua para toda la comunidad, esta adquisición que se efectuó el año anterior. Una ventaja de la ASADA es que cuenta con todos los estudios necesarios para realizar acciones de adquisición de ayudas, en pro de mejorar sus condiciones o solventar necesidades, además, de que todos sus abonados cuentan con medidores, lo que ha colaborado significativamente en la recaudación de fondos.

Las necesidades identificadas para la ASADA Guaitilar son la falta de hidrantes, problemas de tenencia de las tierras donde existen los pozos de la ASADA como la adquisición legal del terreno donde se perforó el nuevo pozo, que vendría a solventar la necesidad de abastecimiento de agua para la comunidad, porque se necesitan de 1 – 2 hidrantes, los cuales tienen un costo aproximado de 1 millón de colones, aunque, no se han comprado porque el capital económico con el que se cuenta se ha priorizado en otras acciones como la adquisición legal del terreno del nuevo pozo, a causa de que la perforación ya se realizó.

No existen terrenos por parte de la ASADA Guaitilar en los cuales se pueda realizar reforestación, debido a que los terrenos donde se encuentran los pozos no pertenecen a esta.

Centros de Rescate

Centro de rescate Las Pumas

Este es el único centro de rescate de Guanacaste y se encuentra en el cantón de Cañas. Este centro recibe aproximadamente 160 animales al año principalmente de Cañas, Bagaces y Liberia, y en menor escala de Carrillo, Tilarán y Upala, donde casi el 50% son devueltos a su hábitat natural. Este centro no recibe ayuda económica de ninguna institución estatal o privada, ellos cubren todos los costos de la recuperación y rehabilitación de todos los animales que atienden. En el caso de los animales quebrados, estos son remitidos al zoológico Simón Bolívar o al Hospital de veterinaria de la UNA, para que ellos los traten, ya que el centro no cuenta con el equipo necesario para atender problemas de ortopedia.

En un informe realizado por la bióloga del centro sobre los animales impactados por infraestructura que ingresan y se atienden en el Centro Las Pumas, muestra que desde el año 2010 hasta ahora, se han atendido 132 animales impactados por vehículos en carretera y 25 por electrocución.

En un proyecto del ICE en el sector de Pailas, se acordó con el centro de rescate el pago por la atención médica veterinaria a cada animal que fuera impactado y atendido por el centro. El pago por cada animal es de 15 mil colones. Esta fue una opción adoptada por el ICE como medida compensatoria por el impacto en la vida silvestre.

NATUWA Santuario de Lapas

El Santuario de Lapas se ubica en Aranjuez, en la provincia de Puntarenas, nació en 1994 con el objetivo de ser un centro de rescate para la Lapas Verdes y Rojas, donde se promoviera la conservación silvestre de estas aves. Iniciaron como un zocriadero, donde se criaban y liberaban las lapas que tuvieran las condiciones necesarias para poder sobrevivir libres en su medio natural. Sin embargo, el objetivo de este centro fue cambiando con el tiempo y las circunstancias, puesto

que al ser el único centro de rescate en la zona, particulares y funcionarios del MINAE del Área de Conservación Pacífico Central llevaban al centro animales golpeados o decomisados para que ellos los trataran y rehabilitaran, a saber que era un centro dedicado al cuidado y rehabilitación de aves.

Dada esta situación, NATUWA Santuario de Lapas es hoy en día más que un santuario de lapas, debido a que ahora cuenta con muchos otros animales. Este centro cuenta con un área de 12 hectáreas, donde los recintos ocupan 5.5 hectáreas y el resto del área se encuentra ocupada por bosque y vegetación. En total este centro tiene actualmente bajo su cuidado a 519 animales, de los cuales 338 son nativos y 158 son exóticos. Dentro de los animales nativos hay 14 especies de aves y 11 especies de mamíferos, entre los que se destacan dantas, jaguares, manigordos, tamandúas, monos, venados, entre otros.

Para llevar a cabo un buen desempeño de este centro en sus labores, NATUWA cuenta con áreas para el mantenimiento de los animales, el cuidado neonatal, la clínica veterinaria, la zona de cuarentena, la zona de preparación de alimentos, el área habitacional y los amplios recintos de vuelo. Esta es una infraestructura moderna, la cual va más allá de los requerimientos solicitados por la ley de vida silvestre en Costa Rica.

Cabe destacar que el costo de la atención médica y rehabilitación de los animales, que son llevados al centro, son cubiertos completamente por este, y en el caso de los animales que no pueden ser liberados por deficiencias físicas son adoptados por el centro, lo cual implica o requiere un recinto apto para la especie más la alimentación del animal por el resto de su vida, lo cual también es cubierto sin recibir ninguna ayuda. A pesar de que NATUWA le brinda el servicio de rehabilitación y demás a los animales que llevan los funcionarios del MINAE, estos tampoco brindan colaboración económica para asumir o reconocer los gastos en los que se incurren.

Iniciativas corredores biológicos

Corredor Biológico Pájaro Campana

El Corredor Biológico Pájaro Campana (CBPC) desde sus inicios ha trabajado junto a organizaciones, instituciones públicas, empresas privadas y organizaciones de base comunal por la conservación y el uso sostenible de los recursos naturales en todo el territorio. El CBPC se inicia formalmente en el año en 2005 y, desde entonces, se ha convertido en un proceso que aglutina a diversos actores que impulsan acciones para la protección de la biodiversidad, la conectividad entre los ecosistemas, el uso racional de los recursos naturales y el desarrollo solidario y equitativo de las comunidades humanas que habitan el Corredor Biológico. El cual, a su vez, se define como un territorio delimitado cuyo fin es proporcionar conectividad entre paisajes, ecosistemas y hábitat, naturales o modificados, para asegurar el mantenimiento de la biodiversidad y los procesos ecológicos y evolutivos.

Dado a que los objetivos de trabajo y ejes estratégicos del corredor son muy similares a los de esta estrategia de compensación a realizar, y por ser este corredor el sitio o tramo de mayor afectación por la eliminación de árboles, resulta muy importante y viable en cuanto a beneficios ambientales a generar, que se tomen en cuenta como parte de la compensación ambiental algunos de los proyectos que ellos ejecutan y desean ejecutar dentro del corredor biológico.

Por esto, la comisión del CBPC procedió a desarrollar una propuesta de compensación para que fuera evaluada y tomada en cuenta en este trabajo para su incorporación a la estrategia de compensación ambiental por parte del MOPT, la cual incluye la identificación de sitios de conectividad para el CBPC y prioritarios a trabajar tanto en el área del CBPC como corredor biológico Mono Aullador así como diferentes acciones a ejecutar.

Esta propuesta consiste en los siguientes proyectos:

- Actividades de extensión: talleres con propietarios, giras de campo con los potenciales propietarios reforestadores a fincas modelo, asistencia o acompañamiento en la reforestación.
- Reforestación: siembra de 70.000 árboles en las áreas prioritarias identificadas
- Protección: creación y capacitación de una brigada contra incendios forestales, educación ambiental.

Los siguientes mapas fueron generados por el CBPC para identificar sitios prioritarios con respecto a diversas variables como: la evaluación de zonas de menor costo- distancia hacia los bosques existentes, los corredores de conectividad terrestre, las zonas de amortiguamiento de ríos, las zonas con baja cobertura, las franjas altitudinales, los cruces de carreteras y ríos, las zonas propensas a incendios. Al incorporarse todas las variables antes mencionadas se obtiene mapas de conectividad (figura 14) y priorización para la restauración total (Figura 15). Se identifica de alta prioridad los cauces de los ríos, así como los corredores óptimos de conectividad. En las zonas altas se resalta la importancia de restaurar las franjas altitudinales que gran parte se encuentran desprovistas de cobertura adecuada. Los sitios de cultivos comerciales (piña y caña) de zonas bajas son de muy alta prioridad, puesto que son las zonas de menor cobertura, de mayor probabilidad de incendios y de mínimo respeto a la protección de cauces de los ríos.

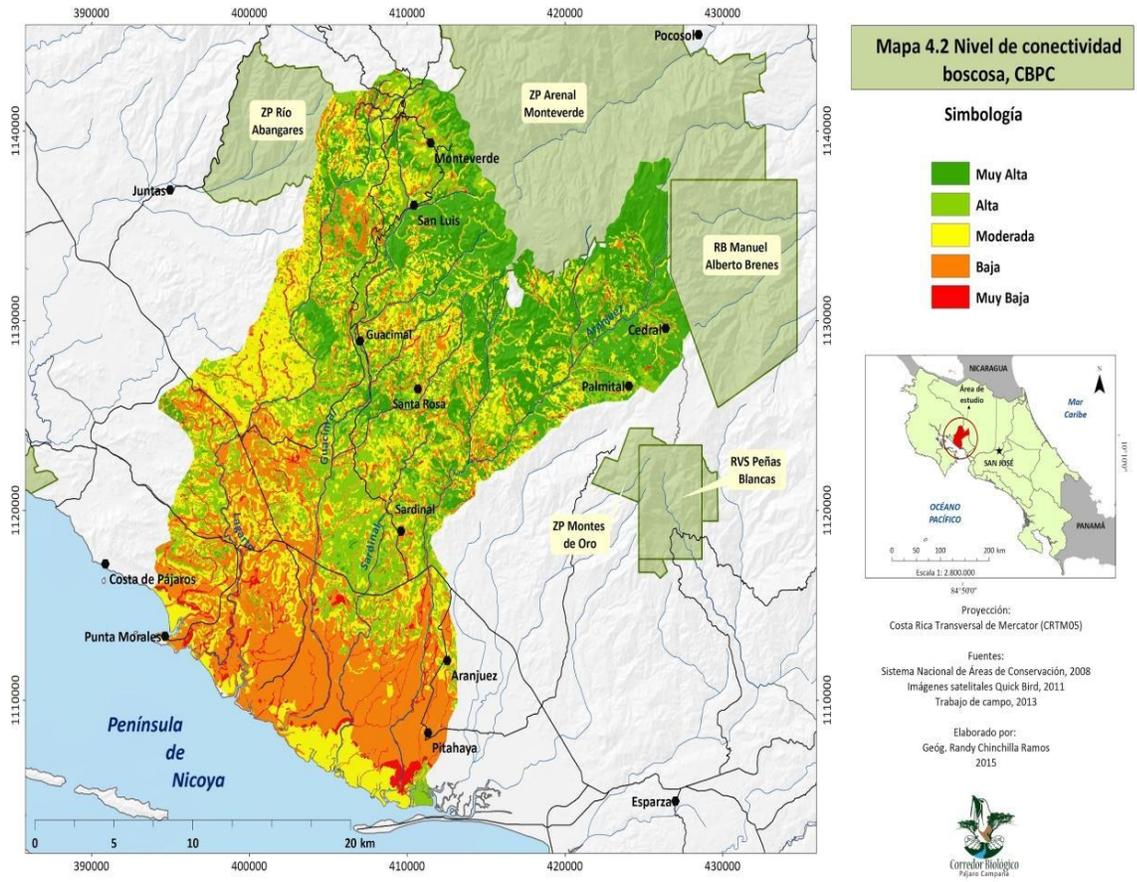


Figura 15. Áreas prioritarias para crear conectividad en el CBPC. Fuente: CBPC.

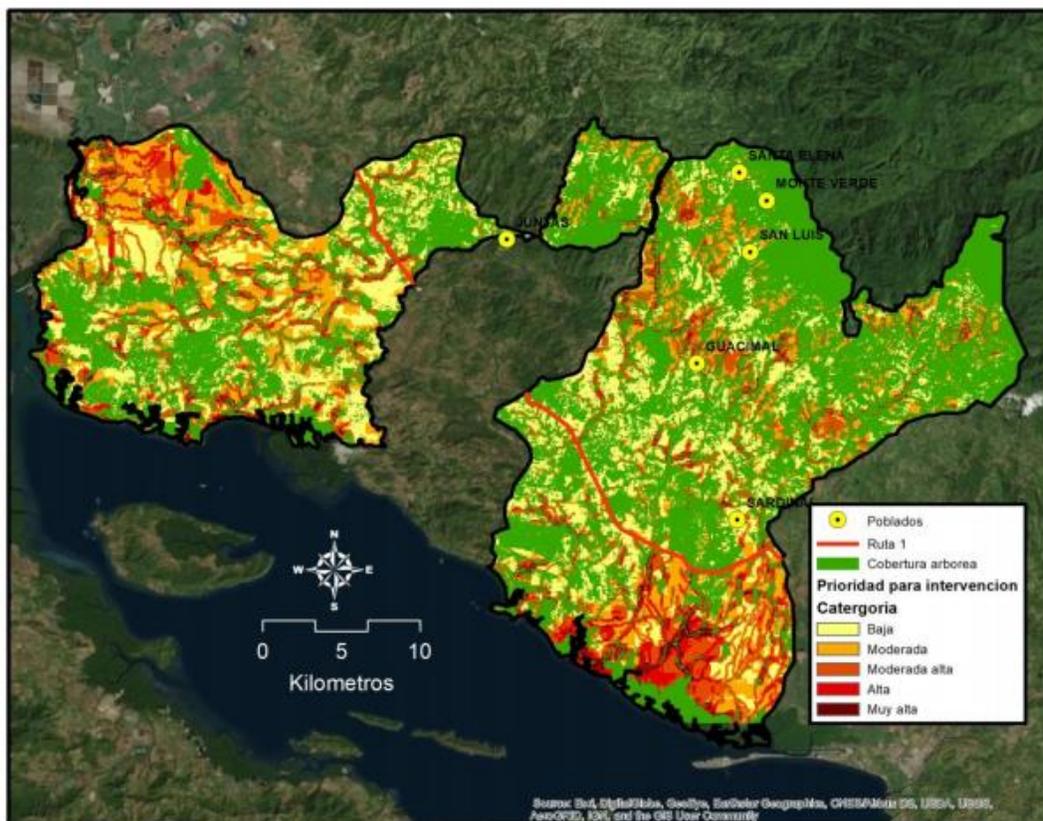


Figura 16. Áreas prioritarias para la restauración del CBPC y CBMA. Fuente: CBPC.

NAMA

En relación al programa nacional NAMA, se realizaron visitas a las oficinas y se contactó a los encargados del programa de la región Chorotega y Pacífico Central, por medio de llamadas y correos electrónicos, para conocer la información pertinente al tema en las fincas que se encuentran en la realización de actividades bajo este modelo.

Oficina MAG Región Chorotega

Los cantones Cañas y Abangares pertenecen a esta región. En total, Cañas cuenta con 89 productores ganaderos que abarcan 8.995 hectáreas, mientras que en Abangares se registran 676

productores para un total 1.135 hectáreas. En ambos cantones se está desarrollando un plan piloto para fincas ganaderas, en el cual en Abangares tiene la participación de cuatro fincas y tres fincas en Cañas, todas en manos de pequeños y medianos productores. Es importante mencionar que las principales acciones que se realizan para lograr mayor sostenibilidad de la actividad son:

- Sistema pastoreo racional: comúnmente en esta región el manejo tradicional es de menos de un animal por hectárea, ahora con esta iniciativa se aumenta a dos animales por hectárea.
- Bancos forrajeros
- Riego en banco forrajeros
- Establecimiento de pastos mejorados
- Mejoramiento genético
- Bombeo con paneles solares

Este plan piloto surgió como un plan original de la Corporación de Ganaderos (CORFOGA), el cual fue presentado al MAG y se realiza con presupuesto y profesionales del MAG. La participación de los productores o ganaderos en esta iniciativa es completamente voluntaria y las ayudas económicas para la implementación de las acciones de mitigación o compensación del modelo NAMA provienen de dos medios:

1. MAG: Suministro de materiales como paneles, alambres, tanques, entre otros.
2. Crédito Banco Nacional: Este banco ofrece una opción de financiamiento con una tasa pasiva de -2.5%. Sin embargo, la mayoría de productores no quieren créditos con bancos.

La colaboración del MAG en este programa, más que todo, se basa en la asesoría y no tanto en recursos económicos, dado que no hay mucho presupuesto, por lo que la función principal es capacitar a los productores a implementar actividades que ayuden a realizar las actividades productivas de manera más sostenible. Esta capacitación se realiza por medio de visitas, donde se lleva a los productores a las fincas piloto, con el fin de que estos conozcan y vean las actividades que se realizan para que estas sean replicadas en sus fincas. Estas son sostenibles tanto ambiental

como económicamente, por lo cual las acciones que se promueven tienen impactos positivos económicos a corto y largo plazo y la limitante de una mayor participación de productores en el programa está en la inversión inicial.

Oficina MAG Región Pacífico Central

A esta región pertenece el cantón de Montes de Oro, así como Monteverde y Chomes los cuales forman parte del Corredor Biológico Pájaro Campana, el cual está dentro de nuestra área de impacto del proyecto. En el caso de Montes de Oro, esta cuenta con un total de 580 productores ganaderos, mientras que Monteverde con 793 y Chomes con 148 productores. No obstante, de las fincas bajo la iniciativa NAMA solo existen 4 en Chomes, 2 en Montes de Oro y 2 en Monteverde. Las acciones que adoptan estas fincas para ser catalogadas como fincas NAMA son las mismas que se mencionaron anteriormente, ya que la iniciativa NAMA, al tener metas fijas para todo el país en el desarrollo de la actividad ganadera sostenible, las acciones que se ejecutan para lograrlo son las mismas a nivel nacional. Además, el papel que cumple el MAG en las fincas de esta región es, también, el mismo para el resto del país, donde se colabora con los productores en las asistencias técnicas y el aporte de algunos materiales.

5.3 Propuesta de compensación

De las diferentes reuniones realizadas y el análisis de la información obtenida se identificaron dos proyectos a realizar, los cuales subsanan las principales necesidades identificadas de acuerdo a los impactos del proyecto. Las características del área del proyecto y los ejes estratégicos que pretende abarcar esta compensación:

1. Plan de reforestación y restauración
2. Colaboración con centros de rescate Las Pumas y NATUWA

5.3.1 Plan de reforestación y restauración

Identificación de zonas prioritarias

Esta identificación de áreas prioritarias se basa en la interconexión de ecosistemas, como objetivo principal, pues es el impacto más significativo que genera la ampliación y rehabilitación de la carretera.

Para esto se definieron dos áreas de influencias

- Área de influencia inmediata: esta consiste en un búfer de 2.5 km a ambos lados de la carretera.
- Área de influencia mediata: esta consiste en un búfer de 5 km a ambos lados de la carretera, el cual evalúa después de los primeros 2.5 km (área inmediata). Es decir, el área de influencia mediata evalúa los sitios potenciales a una distancia de 2.5 a 5 km a ambos lados de la carretera.

Criterios de selección para la identificación de los cordones de conectividad entre bosques.

La conectividad es una condición referida al enlace o nexo que facilita el desplazamiento de organismos entre parcelas de hábitats o bloques con recursos. Un paisaje con alta conectividad es aquel en el que los individuos de una especie determinada pueden desplazarse con libertad entre hábitats que se requieren para alimentarse y protegerse (ECOLEX, 2009).

Para identificar los sitios que representan una interconexión mejor entre bosques en función de su efectividad se tomaron los siguientes criterios:

- Parches de bosques remanentes.
- Zonas de protección de cuerpos de agua.
- Pasos de fauna.

1. Parches de bosques remanentes.

La definición del área mínima que debe tener un bosque para que este sea utilizado por la fauna de manera constante depende de la especie que esté en estudio o se quiera favorecer

(ECOLEX, 2009). Como el caso particular de este estudio donde los felinos y monos son las especies que presentan mayor radio de acción, además, de estar más amenazados que otras especies presentes en la zona. El área mínima que deben presentar dichos parches para ser mayormente utilizados por estos animales y, por ende de mayor prioridad para trabajar, está basada en el requerimiento de estos animales.

Se distinguen 2 categorías de prioridad dentro de este criterio:

- Bosques con área mayor o igual a 5 hectáreas: Mayor prioridad

Un bosque con un área mayor a 5 hectáreas presenta menor alteración del hábitat que un bosque de menor área, lo cual a su vez garantiza una mayor diversidad de especies y así una mayor variedad de fuentes de alimentos para la fauna (Balam, 2008). Además, esta área mínima brinda mayor protección para la fauna, también hay mayor probabilidad de encontrar más número de especies (competidores, presas, depredadores) y de individuos (tanto para alimentación como apareamiento) (ECOLEX, 2009). Existe también una relación que señala que entre mayor sea el área de bosque es menor la probabilidad de que este sufra cambio de uso (Ramos y Finegan, 2004). Esta área en conclusión presenta mayor probabilidad de ser utilizada por felinos, monos y otros animales, que bosques de menor área.

- Bosques con área mayor a 2 hectáreas y menor a 5 hectáreas: Menor prioridad

Por las razones anteriormente mencionadas, los parches de bosques con áreas entre las 2 y 5 hectáreas son catalogados como áreas de menor prioridad, porque no representan puntos ecológicos clave para favorecer el desplazamiento y refugio temporal de la fauna. Empero, tampoco se deben discriminar, pues pesar de que no reúnan las condiciones óptimas, igual cumplen su función en el ecosistema.

2. Zonas de protección de cuerpos de agua

Los ríos y quebradas representan un paso de fauna natural, por lo que son un elemento de gran importancia dentro del análisis de sitios de priorización. La recuperación de las zonas de protección de los cuerpos de agua, además de ofrecer beneficios por la protección del recurso hídrico, el cual es muy crítico en la zona durante la estación seca, también colabora con la protección de la fauna al representar un espacio que le permite desplazarse y moverse de forma

altitudinal dentro del área de influencia de la carretera, que es la mayor limitante generada por la construcción de carreteras debido a la fragmentación.

3. Pasos de fauna

Tanto el diseño como la ubicación de los pasos de fauna está en realización por parte del MOPT, como medidas de mitigación del proyecto, el cual es un requisito por parte de SETENA para otorgar la viabilidad a este. Sin embargo, por medio de las coordenadas de los pasos de fauna e imágenes satelitales actuales (2017), se determinó que algunos de estos pasos se ubicarán en zonas que se encuentran desprovistas de cobertura forestal, lo cual le restará efectividad al paso de fauna, ya que para el animal no es atractivo cruzar por estos lugares con esas condiciones, misma situación que se vivió con los pasos de fauna en el tramo Cañas-Liberia. Dado esto, es de suma importancia que estos pasos cuenten con una cobertura forestal óptima que le sea atractiva al animal y así pueda cruzar por donde corresponde y no por la carretera. Por consiguiente, los pasos de fauna son un elemento de gran importancia dentro de la priorización de sitios a intervenir silviculturalmente.

Zonas prioritarias

La longitud total de la carretera se dividió en 7 tramos iguales, con el objetivo de realizar un análisis más detallado, el cual permita identificar mejor a aquellos lugares que representen sitios estratégicos para una efectiva interconexión altitudinal para la fauna. La longitud de cada tramo es de 10.22 kilómetros y se evaluó cinco kilómetros a ambos lados de la carretera, lo que da un área aproximada de 10000 hectáreas por tramo. Las zonas prioritarias fueron determinadas en una longitud horizontal de 50 metros en ambos lados del río o en un solo lado, según fuera el caso (presencia de cobertura). Estos 50 metros pretenden recuperar las zonas de protección de ríos o cuerpos de agua que establece la ley, además, promover un corredor que reúna condiciones óptimas para garantizar un paso de fauna que logre no solo el movimiento altitudinal a través del sector superior e inferior de la carretera, sino también un espacio para la alimentación, el descanso y la reproducción.

En total se identificaron 10 zonas prioritarias que consisten en la reforestación o restauración de

447,44 hectáreas en total.

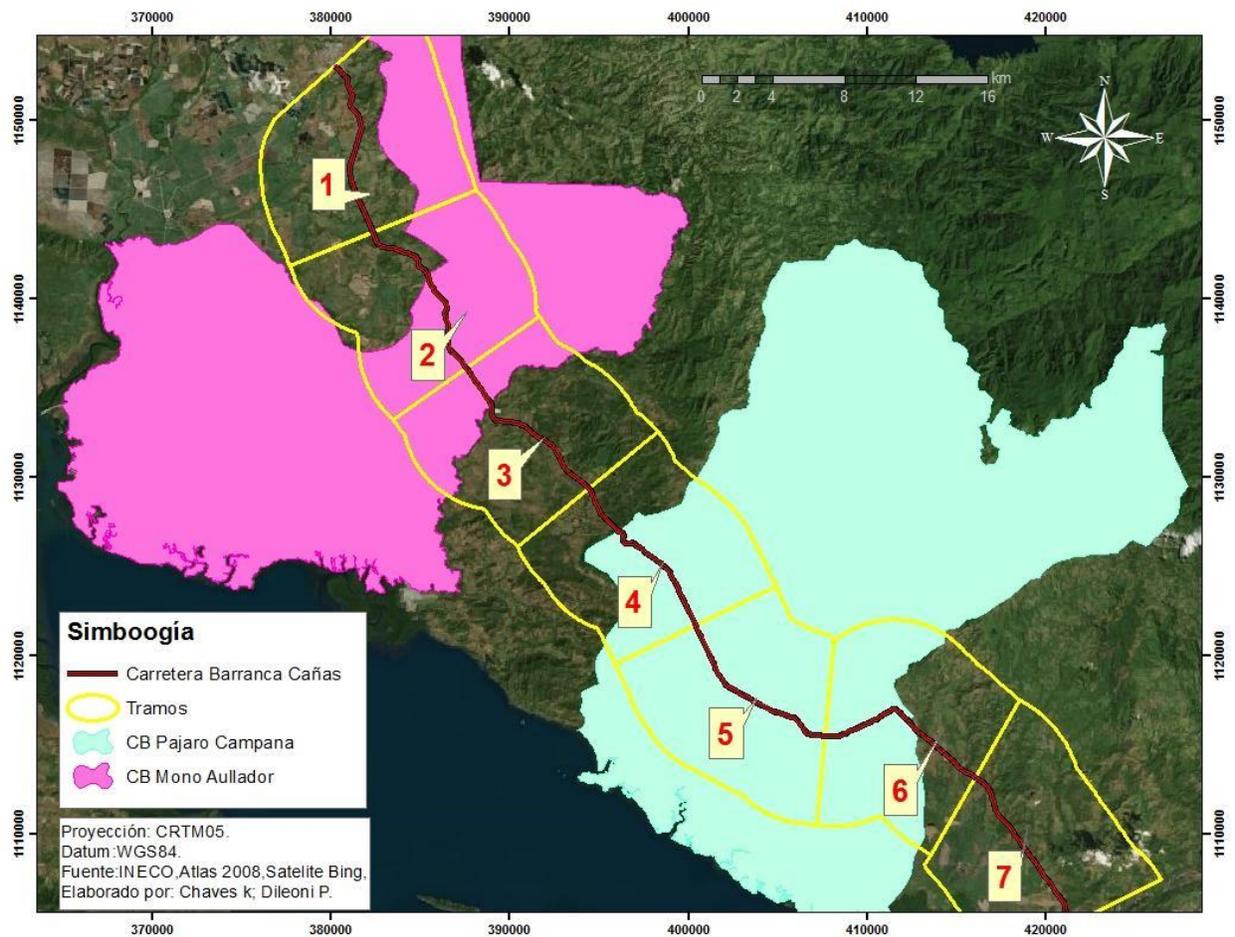


Figura 17. Distribución de los tramos en los que fue dividida la carretera para la determinación de las zonas prioritarias. Fuente: Elaboración propia.

A continuación se presentan los resultados obtenidos de este análisis por cada tramo:

- Tramo 1

Parte del área de este tramo se encuentra dentro del Corredor biológico Paso del Mono Aullador, específicamente en el área superior este de la calle (en el área mediata), donde se concentran los parches de bosque más grandes de la totalidad de este tramo. Si se analiza la cobertura forestal en sección este y oeste, se evidencia una clara diferencia, la cual está influenciada por la iniciativa

de corredor biológico en la sección este de la carretera y la actividad agrícola y ganadera en la sección oeste. Específicamente, la sección este cuenta con un área boscosa de 1.090 hectáreas, lo cual representa un 10.48% del área total del tramo, mientras que la parte oeste presenta 108 hectáreas de área boscosa que representa un 1.3% del área total.

Para este tramo, se identificó una zona prioritaria, que consiste en la intervención algunas secciones de 2 ríos (Río Cañas y Río Salitral), la cual suma un área de 79,24 hectáreas en total. Estos ríos, por la conexión que presentan con los parches de bosque de la sección superior e inferior (este-oeste) de la carretera y la cobertura forestal de sus zonas de protección, fueron identificados como cordones de conectividad naturales para la fauna, por lo que en aquellos sitios donde la cobertura fuera nula o escasa se recomienda hacer la intervención con el fin de que todo este cordón de conectividad presente condiciones óptimas para la movilización de la fauna y se garantice la seguridad de los distintos animales.

El área a intervenir del Río Salitral coincide con una de las áreas ambientalmente frágiles que fueron identificadas en los estudios biológicos del proyecto de ampliación de la carretera Interamericana en la sección Cañas- Limonal. En esta misma área, los profesionales a cargo de dicho estudio, determinaron establecer un paso de fauna, esto le da a esta área una importancia mayor para ser intervenida y brindar mayor protección para la fauna.

Del total de pasos de fauna que se ubicarán dentro de este tramo, se identificaron dos que presentan cobertura deficiente, ya sea a ambos lados o en un solo lado de la carretera.

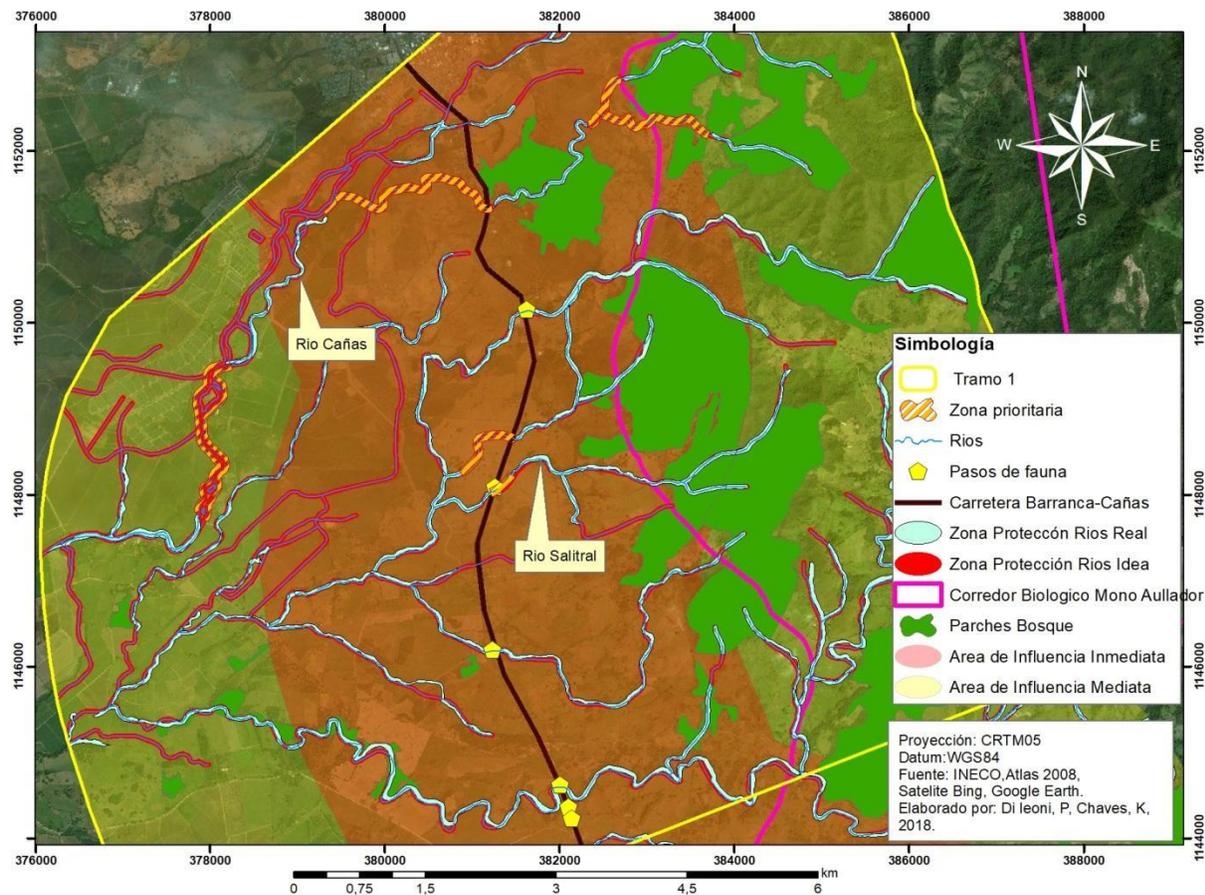


Figura 18. Ubicación de las zonas prioritarias identificadas en el tramo 1. Fuente: Elaboración propia.

- Tramo 2

La mayor parte del área de este tramo se encuentra dentro del corredor biológico Paso del Mono Aullador, tanto en la parte este como oeste de la carretera. En general, las zonas de protección de los ríos que transcurren en este tramo presentan buena cobertura, aún al haber muy poca invasión de dichas áreas, de modo que es una gran ventaja, pues todos los ríos que conectan los parches de bosque de la parte este a oeste presentan buenas condiciones forestales y promueve una interconexión segura para la fauna entre dichos parches de bosque. En términos porcentuales, este tramo presenta una cobertura boscosa en la sección este de 737 hectáreas y la parte oeste 508 hectáreas, lo que representa un 7.52% y 5.18% de área boscosa respectivamente, en relación al

área total del tramo.

La zona prioritaria identificada dentro de este tramo consiste en la reforestación de una sección de las quebradas Socorro y Duquesa. Ambas quebradas son permanentes y se encuentran en la parte este de la carretera. La intervención de dichos sitios abarca un área de 7.5 hectáreas en total. De manera análoga, la mayoría de los pasos de fauna que se ubicarán en este tramo (ocho) se encuentran en sitios con una buena cobertura, lo que brinda mayor efectividad de uso a estos pasos de fauna artificiales. Sin embargo, dos de estos pasos (ambos pasos de fauna aéreos) presentan una cobertura deficiente a un lado de la carretera y uno de estos no conecta o no lleva a los animales a un sitio seguro (los lleva a un potrero). En atención a lo cual, establecer este paso de fauna en dicho sitio tal vez no genere ningún beneficio.

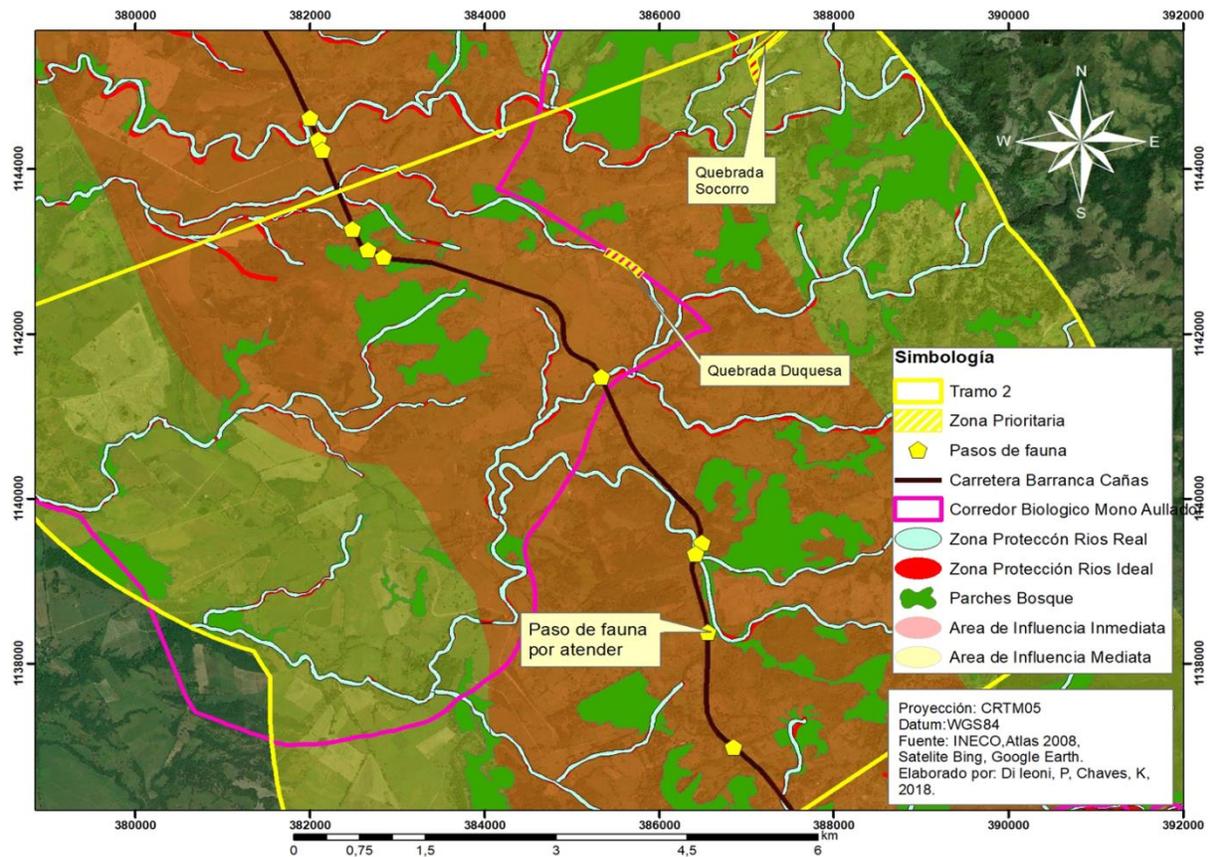


Figura 19. Ubicación de las zonas prioritarias identificadas en el tramo 2. Fuente: Elaboración propia.

- Tramo 3

Una parte del área de este tramo también se encuentra dentro del corredor biológico Paso del Mono Aullador, aunque en una proporción mucho menor que los tramos anteriores. Del área total del tramo, 1.540,5 hectáreas pertenecen a bosque, de estas 1.027,8 se encuentran en la sección este y 512,7 en la sección oeste y representa un 10,26 y un 5,12% del área total respectivamente.

Dentro del tramo existen dos redes de drenajes que funcionan como cordones de conectividad naturales (río Abangares y río Congo), puesto que conectan los parches de bosques de la parte este de la carretera con los que se encuentran en la parte oeste. De estos dos cordones, uno se encuentra en óptimas condiciones ecológicas, debido a que casi la totalidad de su trayectoria se encuentra acompañada de cobertura boscosa a ambos lados y en muy buena proporción. Uno de los 10 kilómetros de mayor densidad forestal identificado, por medio del inventario forestal realizado para la ejecución de este proyecto vial, cae sobre este cordón, lo cual demuestra su buena cobertura forestal, pero también la afectación que tendrá la remoción de esta cobertura en esta área específica y, por tanto, es identificada como un área ambientalmente frágil en el estudio biológico de este proyecto.

El otro río o cordón sí presenta zonas donde la cobertura es deficiente, en consecuencia es necesario intervenirlas para optimizar la funcionalidad de dicho cordón. Dado esto, se identifica a este como zona prioritaria que corresponde al río Abangares. Este mismo río es el límite entre el área que está dentro del corredor biológico Paso de Mono Aullador y el área que está fuera de esta iniciativa. Los sitios a trabajar en este río abarcan un área de 10,5 hectáreas, los cuales están ubicados en la sección oeste de la carretera, tanto en el área inmediata como mediata. Este río también fue identificado como un área ambientalmente frágil en el estudio biológico .

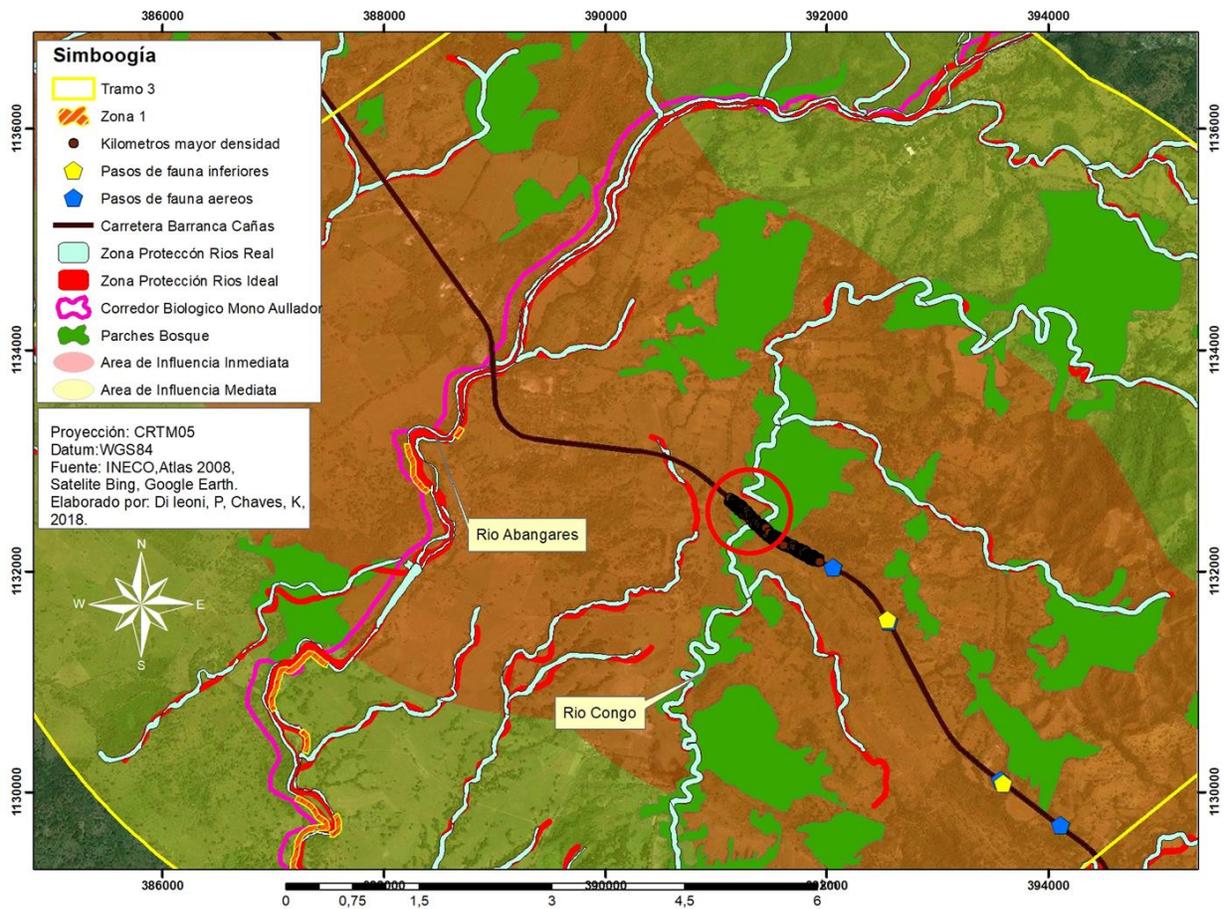


Figura 20. Ubicación de las zonas prioritarias identificadas en el tramo 3. Fuente: Elaboración propia.

- Tramo 4

Este tramo posee gran parte de su área dentro del corredor biológico Pájaro Campan, y en él se encuentran grandes parches de bosque a ambos lados de la carretera. A pesar de ello, los parches de bosque de mayor tamaño no están dentro del área de dicho corredor como pensaríamos, sino fuera de él, en el área que no está bajo ninguna iniciativa de conservación. En total, este tramo cuenta con una cobertura boscosa de 2.676 hectáreas, dichas se encuentran distribuidas en 1.160 hectáreas en la parte oeste de la carretera y 1.516 en la sección este, lo cual representa un 11,59% y un 15,15% respectivamente, del área total del tramo.

Dentro de este tramo se identificaron 2 redes de drenaje que conectan los parches de bosques

existentes a ambos lados de la carretera, que corresponden a los ríos Cañamazo y Lagarto. El primero de estos posee cobertura forestal en la totalidad de su recorrido dentro del área evaluada, por lo que este no necesita intervención, mientras que el río Lagarto sí posee sectores donde carece total o parcialmente, de manera que se han identificados estos sitios como zona prioritaria.

Esta zona prioritaria está compuesta por cuatro secciones, de las cuales una de ellas coincide con la ubicación de un paso de fauna, lo que le da a este sitio mayor importancia para ser reforestada y garantizar en este sitio condiciones óptimas para la movilización altitudinal de la fauna. Otro de estos sectores corresponde a la quebrada Tortugal que coincide con uno de los 10 kilómetros de mayor densidad forestal a remover según el inventario forestal. El área total a intervenir en esta zona es de 17,3 hectáreas, que se encuentran en el área mediata de ambos lados de la carretera.

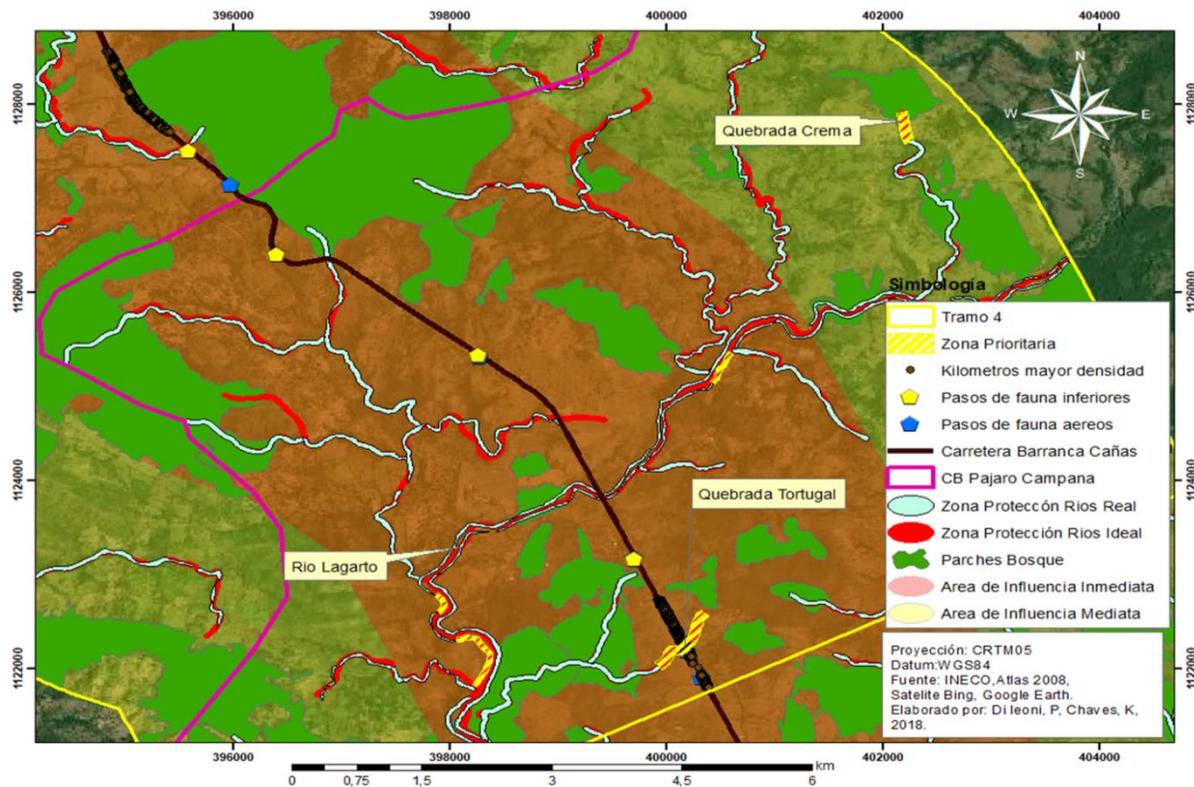


Figura 21. Ubicación de las zonas prioritarias identificadas en el tramo 4. Fuente: Elaboración propia.

- Tramo 5

La totalidad de área de este tramo se encuentra dentro del corredor biológico Pájaro Campana que posee parches de bosque distribuidos en toda el área del tramo y no concentrados en un solo sector. El área boscosa suma un total de 1.893,8 hectáreas, donde 846 se encuentran en el sector oeste y representa el 8,46% del área total, mientras que en el sector este de la carretera, el área cubierta de bosque suma un total de 1.047, 8 hectáreas que representa el 10,39% del área total del tramo. Del estudio biológico realizado en el tramo Limonal- Barranca se identificaron siete áreas ambientalmente frágiles, de las cuales cuatro se encuentran dentro de este tramo y tres de ellas han sido determinadas como zonas prioritarias para trabajar, con el fin de potencializar la conectividad altitudinal que se quiere lograr. A saber, estas zonas corresponden a los ríos Lagarto y Guacimal y la quebrada Raicero.

Dichos drenajes han sido identificados en dos zonas prioritarias, donde la zona 1 da continuidad a la intervención forestal del río Lagarto recomendada en el tramo anterior. Esta zona está compuesta por dos sitios que conectan tanto los bosques presentes en la parte este y oeste del tramo anterior, como los parches de bosques presentes en la parte superior de la carretera de este tramo. La reforestación de estos sitios brindará mejores condiciones para la movilización en busca de alimento, reposo, reproducción u otro en un área bastante amplia. Igualmente, la intervención de esta zona prioritaria abarca un área de 57,28 hectáreas.

La zona prioritaria 2 corresponde a la reforestación de la zona de protección de dos sectores del río Guacimal, una de estas en el área inmediata del sector oeste de la calle y la otra en el área inmediata y mediata del sector oeste de la carretera, junto con la reforestación y restauración de la zona de protección de la quebrada Raicero ubicada también en este sector. Esta zona suma un total de 54,16 hectáreas.

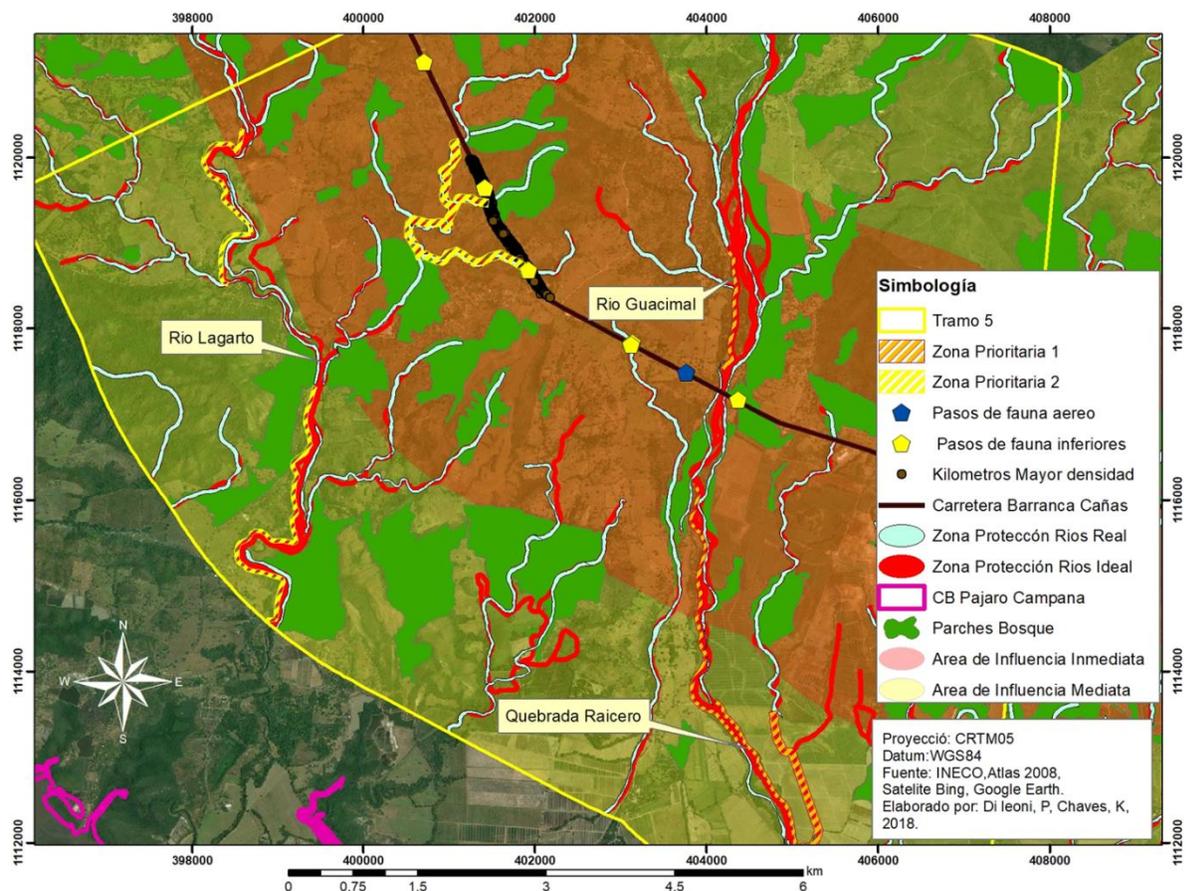


Figura 22. Ubicación de las zonas prioritarias identificadas en el tramo 5. Fuente: Elaboración propia.

- Tramo 6

La mitad del área de este tramo se encuentra dentro del corredor biológico Pájaro Campana. En cuanto a la cobertura forestal (bosque) se evidencia una clara diferencia entre el sector este y oeste de la carretera, donde la parte inferior de la calle se encuentra con menos presencia de bosque, debido a la actividad agrícola y ganadera. Esto ha afectado significativamente las zonas de protección de los diferentes ríos que transcurren este tramo, en especial la zona de protección del río Aranjuez, red de drenaje que podría conectar los bosques del sector este con el oeste, sin embargo, por la escasa cobertura de este río en toda la sección oeste de la carretera, se pierde esta función de actuar como un paso de fauna natural. En términos numéricos, el sector este de la carretera posee un área boscosa de 1.204,2 hectáreas que representa el 12,11% del área con

respecto al total, mientras que el sector oeste presenta un área de 387,6 hectáreas de bosque que representa el 3,9% del área total.

En este tramo se identificaron dos zonas prioritarias. La zona 1 corresponde a la reforestación de la zona de protección del río Seco, la cual carece de cobertura forestal casi en su totalidad en el sector oeste de la carretera. El área total a reforestar/restaurar es de 60,79 hectáreas que, a pesar de ser una fuerte intervención la que se necesita para lograr la conectividad al utilizar la red de drenaje, esta es esencial, ya que solo este río y el río Aranjuez son los que transcurren la totalidad del área del tramo en sentido vertical. Empero, al comparar y analizar las características de estos dos ríos, resulta más factible, tanto en términos ecológicos como económicos, reforestar el río Seco, porque este conecta con más parches de bosques en la parte superior de la calle, y en la parte inferior tiene menor afectación por uso del suelo que el río Aranjuez. Además, otra ventaja que presenta este sitio es que coincide con un paso de fauna, el cual carece de cobertura, por lo que intervenir dicho sitio maximizaría la funcionalidad de este.

La zona prioritaria 2 corresponde a la intervención de dos quebradas que conectan con el río Sardinal, estas nacen de parches de bosque en la sección oeste de la carretera y abarcan un área total a intervenir de 34,5 hectáreas. Una característica que presentan ambas zonas prioritarias es que inician en este tramo, pero continúan en el tramo colindante. Por ejemplo, en el caso del río Seco, esta zona culmina en el tramo 6 y en el caso de las quebradas estas culminan en el tramo 5, no obstante, estas zonas solo han sido tomadas como zonas prioritarias del presente tramo. Otra característica es que ambos ríos han sido determinados como áreas ambientalmente frágiles, aunque no en la misma área específica, al igual que ha sucedido en los casos anteriores.

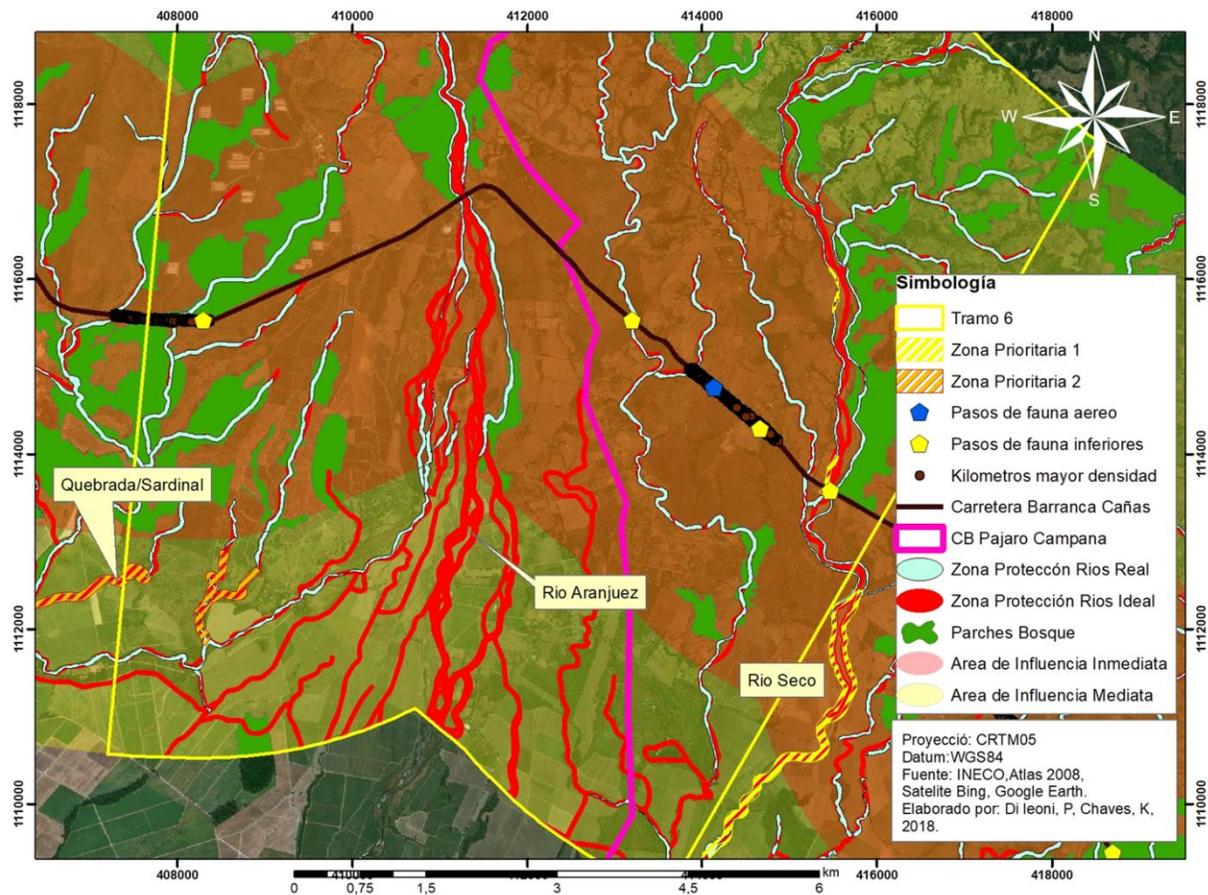


Figura 23. Ubicación de las zonas prioritarias identificadas en el tramo 6. Fuente: Elaboración propia.

- Tramo 7

El área total de este tramo no se encuentra dentro de ninguna iniciativa de corredor biológico, pero esta presenta parches de bosque importantes en cuanto a su tamaño y distribución dentro del área. El área total cubierta por bosque es de 1.503 hectáreas, de las cuales 954 se encuentran en la sección este de la carretera y 549 en la sección oeste, lo que representa un 9,53% y un 5,49% con respecto al área total. Las zonas de protección de los ríos que transcurren este tramo presentan buenas condiciones, debido a que en su mayoría se encuentran cubiertos por vegetación forestal y señala poca invasión por conflicto de uso del suelo en dichas zonas. Cabe resaltar que tres de los diez kilómetros de mayor densidad de árboles a remover, producto de la ampliación de la

carretera, se encuentran dentro de esta área, y hace de este tramo el de mayor afectación directa en cuanto a la eliminación de árboles para la ejecución del proyecto. Igualmente, dentro de este tramo se determinaron dos zonas prioritarias, estas conectarán las principales áreas boscosas del tramo superior de la carretera hacia los que se encuentran en el lado inferior, que son bosques de reserva pertenecientes al área protegida Estero y Manglares de Puntarenas.

La zona prioritaria 1 consiste en la reforestación de dos quebradas que desembocan en el Estero de los Negros. Esta zona a intervenir cruza un área dedicada por completo a cultivos agrícolas, por lo que estos cursos de agua se encuentran descubiertos de vegetación casi en su totalidad y para lograr dicha interconexión es necesaria una intervención forestal en un área de 62.92 hectáreas.

La zona prioritaria 2 corresponde a la reforestación/restauración del río Naranjo y un pequeño sector del río San Miguel, el cual une a este con el río Naranjo. Ambos drenajes cuentan con cobertura forestal en todo su recorrido, solo que en algunos sectores la vegetación es escasa por lo que intervenir esta red de drenaje, para mejorar sus condiciones en cuanto a cobertura forestal, puede generar grandes beneficios ecológicos, ya que es un cordón de interconexión influyente entre los parches de bosques presentes a ambos lados de la carretera, donde el área total a trabajar en esta zona es de 63.13 hectáreas. Se determinó que dos pasos de fauna que se ubicarán dentro de este tramo carecen de una cobertura óptima que garantice la funcionalidad de estos, por lo que se recomienda que sean atendidos para mejores estas condiciones y se maximice su funcionalidad.

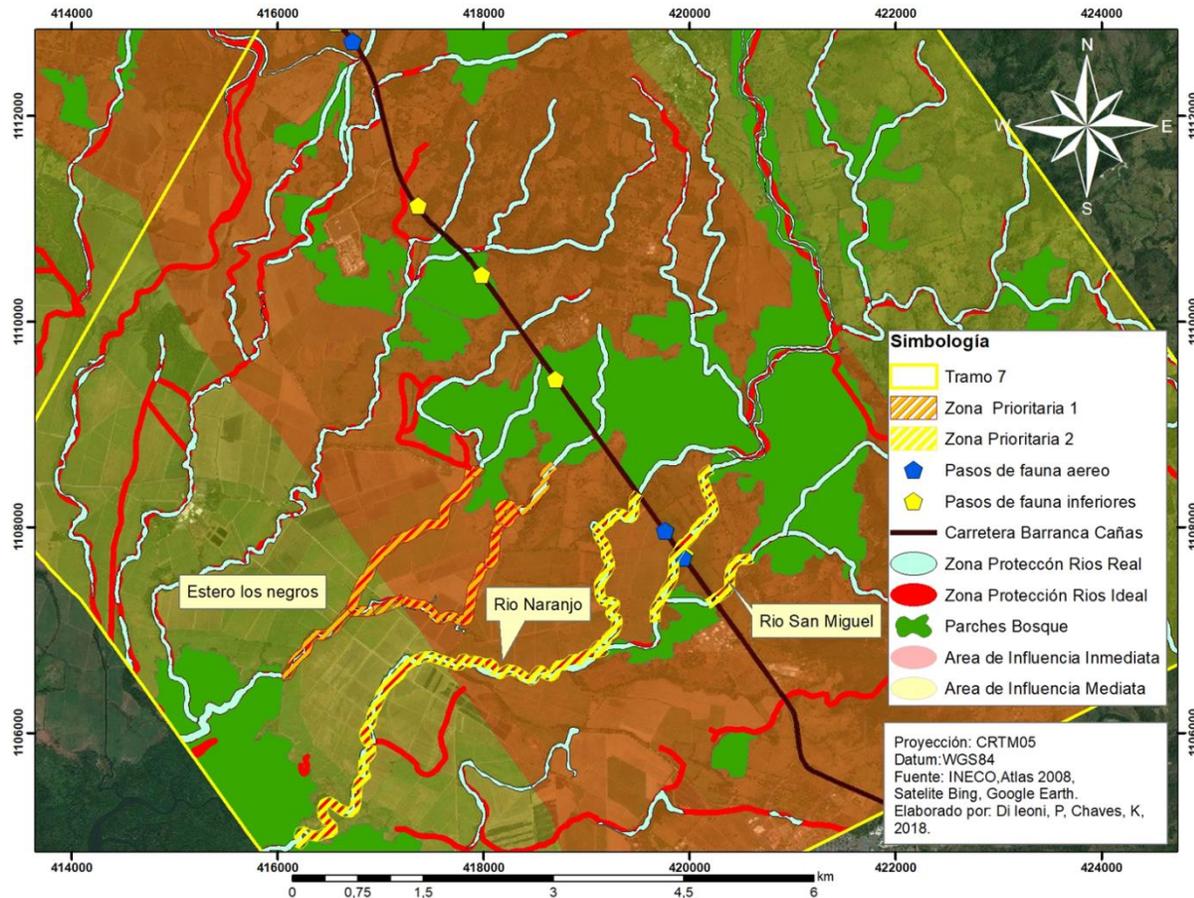


Figura 24. Ubicación de las zonas prioritarias identificadas en el tramo 7. Fuente: Elaboración propia.

5.3.1.1 Estrategia para la implementación

Al ser FONAFIFO la entidad nacional encargada de promover y administrar los fondos del Estado para incentivar la conservación y reforestación en el país, se propone que dicha institución sea la encargada de administrar la implementación y monitoreo de esta propuesta de compensación, puesto que tanto por sus competencias, así como su experiencia, resulta ser una opción factible para materializarla. Para lograrlo, es necesario crear un convenio entre ambas instituciones (MOPT- FONAFIFO), en el cual se establezca la forma se deben de administrar los fondos para lograr los objetivos que se quieren alcanzar, además de los compromisos y otras pautas que deben establecerse entre ambas instituciones para que se garantice una efectiva

implementación de la estrategia.

Modelo de reforestación propuesto

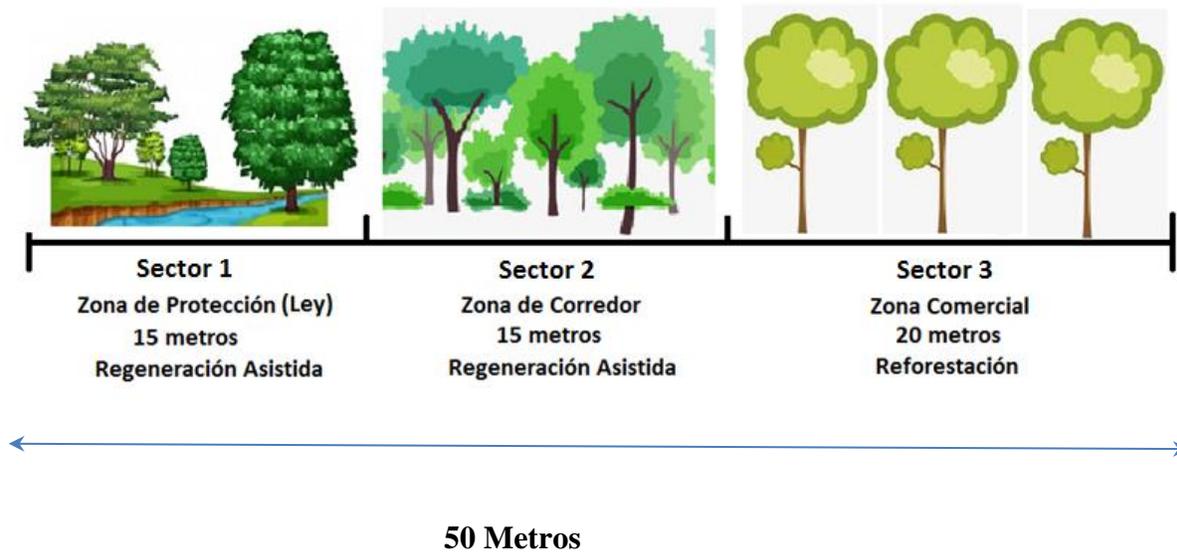


Figura 25. Modelo de reforestación a ejecutar en las zonas prioritarias identificadas.

Como se muestra en la imagen anterior, los 50 metros que conforman el ancho de un solo lado de las zonas prioritarias que fueron identificadas se trabajarán mediante tres sectores en los cuales se aplicarán dos modalidades de Pago por Servicios Ambientales (PSA). En los sectores 1 y 2 se pretende implementar la reforestación asistida, para recuperar tanto la zona de protección que establece la ley (15 metros en sitios planos en zona rural) más 15 metros más que ayuden a fortalecer el corredor. Esto permitirá un paso seguro para la fauna al complementarse con la cobertura del otro lado del río o quebrada. Al restaurarse con especies forestales previamente seleccionadas, los sectores al trabajarse en ambos lados del río formarán un corredor de 60 metros y reunirán, en mediano plazo, condiciones ecológicas óptimas para el paso en busca de alimento, descanso y reproducción de la fauna presente en la zona.

Las zonas prioritarias, al estar inmersas en su mayoría en zonas de producción ganadera y agrícola, enfrentan una competencia por uso de suelo que puede dificultar la participación voluntaria de los propietarios para reforestar las áreas propuestas. Dado esto, se ha diseñado el

los procedimientos marcados a la fecha por FONAFIFO, y el para el sector 3 financiar el 60% adicional, que los procedimientos de FONAFIFO hoy no consideran para financiar al sector 3 en un 100%⁴.

Así el propietario por aceptar recuperar la zona de protección del río/quebrada y, además aceptar reforestar 15 metros más para formar el corredor, puede acceder a un recurso no reembolsable que le permitirá obtener ingresos significativos a mediano plazo. En el caso de las fincas ganaderas, al combinar la plantación forestal con especies forrajeras, permitirán una mejor rentabilidad de la actividad, al obtener un complemento alimenticio que ayudará a mejorar la dieta nutricional, que no solo aportará mayor peso al animal, sino también bajará los costos por compra de alimento. Es importante aclarar que, para que los propietarios puedan acceder a este paquete, es obligatorio que acepten trabajar/reforestar los restantes 30 metros que componen los sectores 1 y 2. El contrato en este sector comercial es por 16 años, tiempo que permite que la reforestación efectuada en los dos primeros sectores haya alcanzado un altura y desarrollo considerable, donde ya no sería legal aplicar un cambio de uso, por lo que se estaría garantizando un corredor de 60 metros de futuro bosque, tomando en cuenta ambos lados del río.

Con una inversión de \$500 000 y con los costos mencionados anteriormente, si el MOPT lo hiciera solo alcanzaría una intervención de 202 hectáreas, sin embargo, como esto será complementado con recursos del FONAFIFO, esta suma de esfuerzos institucionales estaría abarcando un total de 505 hectáreas, lo cual potencia el esfuerzo en un 150% .

Metodología de reforestación

- **Sector 1 y 2**

El sector 1 corresponde a la zona de protección de cuerpos de agua, por lo que la intervención de este sector tiene como objetivo recuperar dicha zona de protección, además de crear un corredor para la fauna y proteger el recurso hídrico. El sector 2 corresponde a los siguientes 15 metros que se encuentran colindantes a la zona de protección, tiene como objetivo maximizar el área del

⁴ El costo aproximado por hectárea para reforestación comercial es de 1.895.000 colones, más un 10% del costo de regencia y un 5% más de costos administrativos (FONAFIFO, 2018).

corredor y por ende las condiciones ecológicas de este. Por consiguiente, como en ambos sectores se pretende reforestar, con el fin de crear un corredor que reúna condiciones óptimas para que este sea utilizado por la fauna, además de trabajarse de la misma forma (reforestación asistida), se utilizarán las mismas especies forestales, las cuales están basadas en estudios biológicos donde se reconocen por ser fuentes principales de alimentos para diferentes especies de monos y atraer diversas especies de aves. También, se utilizarán algunas especies que han sido determinadas por ser eficientes en la incorporación de nutrientes y agua al suelo, lo cual beneficiará tanto a estos sectores como al sector comercial.

Especies a utilizar

El mono congo o aullador, el cual es una de las especies más representativas de la zona se alimenta de algunas de las especies propuestas para la reforestación a trabajar como, por ejemplo, hojas de guarumo (*Cecropia spp.*), flores abiertas de cenízaro (*Samanea saman*), flores y hojas de espavel (*Anacardium excelsum*), ron ron (*Astronium graveolens*), ojoche (*Brosimum alicastrum*), almendro de montaña (*Andira inermis*). Estos ingieren las hojas maduras de madero negro (*Gliricidia sepium*) e indio desnudo (*Bursera simarouba*) y frutos de indio desnudo (*Bursera simarouba*), *Ficus sp.*, guaitil (*Genipa americana*) y jobo (*Spondias mombin*) (Elizondo, 2011).

Cuadro 8. Especies recomendadas a utilizar en los sectores 1 y 2 como fuentes principales de alimento para diferentes especies de monos.

| | | |
|----------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| <i>Guazuma ulmifolia</i> | <i>Muntingia calabura</i> | <i>Manilkara chicle</i> |
| <i>Brosimum alicastrum</i> | <i>Enterolobium cyclocarpum</i> | <i>Anacardium occidentale</i> |
| <i>Samanea saman</i> | <i>Cecropia spp</i> | <i>Sterculia apetala</i> |
| <i>Anacardium excelsum</i> | <i>Astronium graveolens</i> | <i>Lysiloma divaricatum</i> |
| <i>Andira inermis</i> | <i>Schizolobium parahyba</i> | <i>Vismia baccifera</i> |
| <i>Bursera simarouba</i> | <i>Pseudobombax septenatum</i> | <i>Cochlospermum vitifolium</i> |

| | | |
|------------------------|-------------------|------------------------|
| <i>Spondias mombin</i> | <i>Ficus spp.</i> | <i>Ceiba pentandra</i> |
|------------------------|-------------------|------------------------|

En un estudio realizado por el CATIE, se logró determinar que las especies *Samanea saman*, *Coccoloba caracasana*, *Coccoloba floribunda*, *Crescentia alata*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Guazuma ulmifolia* y *Tabebuia rosea* son especies muy eficientes en la transferencia de agua y nutrientes del árbol al suelo (Gómez et al, 2014), características que ayudan a mejorar la calidad del suelo. Este estudio fue realizado en las zonas de vida Bosque Húmedo Tropical transición a seco y Bosque Húmedo Tropical transición a prehúmedo, las cuales están presentes en el área de estudio, por lo que los beneficios o aportes no deberían cambiar (o al menos no significativamente).

También se recomienda utilizar especies que se reconocen por ser especies claves en cuanto a la estabilización de cauces fluviales, recuperación de suelos degradados, atraer avifauna, entre otros. Estas especies se encuentran en la lista de especies para utilizar en restauración según la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza) y que, además, su rango de distribución se encuentran dentro de nuestras áreas a intervenir (UICN, s.f).

Cuadro 9. Especies recomendadas a utilizar en la reforestación de los sectores 1 y 2 para la estabilización de cauces fluviales y recuperación de suelos degradados.

| | | |
|------------------------------|------------------------------|---------------------------------|
| <i>Godmania aesculifolia</i> | <i>Schizolobium parahyba</i> | <i>Goethalsia meiantha</i> |
| <i>Cojoba arbórea</i> | <i>Maclura tinctoria</i> | <i>Dilodendron costaricense</i> |
| <i>Casearia sylvestris</i> | <i>Hampea appendiculata</i> | <i>Trema micrantha</i> |
| <i>Ocotea veraguensis</i> | <i>Sapindus saponaria</i> | <i>Machaerium biovulatum</i> |

Junto con las especies mencionadas anteriormente, se recomienda utilizar otro tipo de especies forestales que están presentes en la zona y forman parte de los parches boscosos remanentes, como lo son las siguientes especies:

Cuadro 10. Especies forestales recomendadas para la utilización en la reforestación de los sectores 1 y 2 de las zonas prioritarias.

| | | |
|------------------------------------|------------------------------|---------------------------------|
| <i>Cordia alliodora</i> | <i>Pachira quinata</i> | <i>Enterolobium cyclocarpum</i> |
| <i>Tabebuia ochracea</i> | <i>Lysiloma divaricatum</i> | <i>Luehea seemannii</i> |
| <i>Cochlospermum vitifolium</i> | <i>Delonix regia</i> | <i>Trichilia martiana</i> |
| <i>Ochroma pyramidale</i> | <i>Albizia adinocephala</i> | <i>Anacardium occidentale</i> |
| <i>Cassia fistula</i> | <i>Byrsonima crassifolia</i> | <i>Simarouba glauca</i> |
| <i>Zygia longifolia</i> | <i>Sideroxylon capiri</i> | <i>Trichospermum sp.</i> |
| <i>Spondias purpurea</i> | <i>Castilla elástica</i> | <i>Conostegia xalapensis</i> |
| <i>Spondias purpurea</i> | <i>Albizia niopoides</i> | <i>Byrsonima crassifolia</i> |
| <i>Enterolobium cyclocarpum</i> | <i>Diphysa americana</i> | <i>Lonchocarpus acuminatus</i> |
| <i>Gliricidia sepium</i> | <i>Apeiba tibourbou</i> | <i>Plumeria rubra</i> |
| <i>Eugenia sp</i> | <i>Inga sp.</i> | <i>Sterculia apetala</i> |
| <i>Lonchocarpus costarricensis</i> | <i>Luehea seemannii</i> | <i>Cassia grandis</i> |
| <i>Leucaena leucocephala</i> | <i>Psidium guajaba</i> | <i>Muntingia calabura</i> |
| <i>Anacardium excelsum</i> | <i>Tabebuia impetiginosa</i> | <i>Zanthoxylum sp.</i> |
| <i>Mangifera indica</i> | <i>Tamarindus indica</i> | <i>Brosimum alicastrum</i> |

Patrón espacial y temporal:

Según proyectos de reforestación, realizados por diferentes organizaciones que integran el Corredor Biológico Pájaro Campana y Corredor Biológico Río Nosara, llevados a cabo en sitios

cercanos al área de influencia del proyecto, se logró determinar que utilizar una densidad de 425 árboles por hectárea para reforestar y restaurar bosques da buenos resultados, por lo que esta será la densidad a recomendar. El sistema de siembra para la densidad anteriormente nombrada es de 4,8 metros entre individuos, e inicia con las especies colonizadoras, con el fin de preparar el sitio para luego incorporar las especies de mayores requerimientos (E. Rodríguez, comunicación personal, 31 noviembre del 2017).

- Sector 3: Zona comercial

El sector 3 corresponde a la zona comercial, este es el sector colindante a la zona de producción agrícola o ganadera de las fincas y funciona como atractivo o plus económico para los propietarios, el cual pretende promover o incentivar la participación de estos dentro de esta estrategia de reforestación. Para este sector, se propone utilizar especies maderables de crecimiento rápido- medio, ya que el contrato para este sector es por un periodo de 16 años. Se recomienda utilizar material genético de calidad con el fin de optimizar el espacio que se dedicará a este sector, además de permitir obtener productos finales de mayor calidad que se traducen en ingresos mayores.

Se recomienda utilizar teca a un distanciamiento de 5 x 5 metros, la cual puede utilizarse combinada con especies forrajeras, como las que se presentan en el cuadro #11.

Cuadro 11. Especies forrajeras recomendadas para ser utilizadas en combinación con la plantación forestal del sector 3 de la zona prioritaria.

| | | |
|------------------------------|-----------------------------------|------------------------------|
| <i>Gliricidia sepium</i> | <i>Erythrina spp</i> | <i>Cecropia peltata</i> |
| <i>Guazuma ulmifolia</i> | <i>Lonchocarpus guatemalensis</i> | <i>Libidibia coriaria</i> |
| <i>Inga sp.</i> | <i>Moringa oleífera</i> | <i>Leucaena leucocephala</i> |
| <i>Cratylia argéntea</i> | <i>Diphyssa americana</i> | <i>Arachis pintoii</i> |
| <i>Tithonia diversifolia</i> | <i>Cnidoscolus sp.</i> | |

Como resultado de las densidades recomendadas en cada sector, y el área total que constituye las zonas prioritarias identificadas (447.44hectáreas), al ejecutarse este convenio se estaría plantando

un total de 185.342 árboles: 114.112 en los sectores 1 y 2 que conformarán el corredor para la fauna y los restantes 71.236 árboles se plantarán en el sector comercial y toma solo en cuenta las especies maderables.

Es importante resaltar que a pesar de que estos 71.236 árboles se van a cortar después de 16 años otros 114.112 árboles van a ser plantados, pues la intervención de estos sectores está condicionada. En el caso de fincas dedicadas a la agricultura que nos les interese el sector 3, porque sus cultivos les resultan más rentables, o bien los ganaderos que tampoco les interese este sector comercial, pueden incorporarse de igual forma en este proyecto de reforestación, visto que los dos primeros sectores son realmente el medio de interés para cumplir con nuestro objetivo de conectividad altitudinal.

Al crearse este convenio, FONAFIFO destinará parte de los recursos correspondientes a PSA por reforestación/restauración que deben invertir a nivel nacional, en el área que interviene la carretera (Barranca – Cañas), específicamente en las zonas prioritarias que fueron identificadas como parte de la estrategia de compensación forestal de este proyecto vial. Este convenio, entonces, hace posible la reforestación del total del área que fue identificada por medio de las zonas prioritarias, además de plantar casi ocho veces más la cantidad de árboles que se removerán (23.500 árboles) con la ampliación y rehabilitación de la carretera.

5.3.2 Colaboración centros de rescate

De acuerdo al estudio realizado por el equipo de Centro de Rescate Las Pumas, donde se señala que se atienden 19 animales por impactos en la carretera al año aproximadamente, se estimó presupuesto que se destinará a la atención de los animales que, eventualmente, puedan ser impactados en la carretera.

La atención por cada animal ronda entre 12 -15 mil colones y va a depender del daño, por lo que se tomará como costo por animal 15 mil colones, dando un presupuesto de 285.000 colones por año. Este presupuesto se tendrá disponible para dar apoyo a las actividades de atención a fauna impactada por la carretera durante los 4 años que esté vigente el proyecto. (Las Pumas y Santuario de Lapas NATUWA), por un periodo de 5 años.

6. Conclusiones

El objetivo principal, por el cual se realizaron las diferentes visitas a instituciones gubernamentales y otras organizaciones comunales, era encontrar sitios públicos donde se pudiera materializar la compensación forestal, ya que al tratarse de fondos públicos lo ideal es invertir estos fondos en sitios del Estado. Sin embargo, no se logró encontrar sitios con esta característica para lograr implementar la compensación forestal de forma viable. Los únicos terrenos disponibles que se encontraron están bajo administración de ACAT y ACG, empero, el Área de Conservación Arenal – Tempisque manifestó que no existe interés por parte de ellos en reforestar las áreas que tienen bajo su administración por falta de personal y recursos (transporte y tiempo) para hacerlo. El Área de Conservación Guanacaste mostró dos propuestas para materializar la compensación, no obstante, ambos proyectos se encuentran significativamente fuera del área de influencia de este proyecto vial (Santa Cecilia, La cruz y Estación Experimental horizontes), además, en el caso de la propuesta de barreras contrafuego, este proyecto resulta ser de tipo riesgoso en cuanto a que todos los esfuerzos que se inviertan pueden perderse con los incendios que afectan el sitio año con año.

Las áreas que serán traspasadas del INDER al Área de Conservación Pacífico Central, no fueron tomadas en cuenta para realizar la compensación forestal, ya que este es un proceso que no está concluido, esto porque ACOPAC no puede recibir dichas fincas hasta que estas no estén completamente desalojadas, por lo que el proceso de traspaso puede ser complicado y no se sabe cuánto tiempo tomará dicho proceso.

Las visitas realizadas, además de buscar sitios públicos para implementar la compensación, pretendían indagar sobre iniciativas de reforestación, conservación, vida silvestre, entre otros, que dichas instituciones ejecutan o quisieran ejecutar, esto con motivo de apoyarlas y crear una estrategia de compensación más integral. Empero, se encontró un vacío en este tema, debido a que ni las Municipalidades, ni el AyA, ni las ASADAS ejecutan programas de este tipo (solo a muy pequeña escala: 50 – 100 árboles) por la falta de sitios, dinero y personal para hacerlo.

En cuanto a las iniciativas de corredores biológicos, El Corredor Biológico Pájaro Campana

presentó una propuesta para que fuera tomada en cuenta en la estrategia de compensación forestal de este proyecto vial, empero, esta propuesta se restringe únicamente en área dentro de este corredor y el corredor Mono Aullador, lo cual deja por fuera el resto del área de la carretera que también se verá “impactado” por la ampliación y rehabilitación de la carretera. Por lo tanto esta propuesta no es acogida en su totalidad, pero sí algunas de las acciones que forman parte de esta.

Al no contar con sitios públicos donde implementar proyectos para materializar la compensación, se procedió a identificar sitios privados estratégicos para implementarla, los cuales tienen como objetivo principal favorecer el paso de fauna altitudinal, dado que es uno de los principales impactos de este proyecto vial. Se identificaron 10 zonas prioritarias, que consisten en la reforestación o restauración de 447,44 hectáreas en total, las cuales se encuentran distribuidas entre Cañas hasta el cruce de Barranca.

Estas zonas prioritarias son de gran relevancia porque funcionan como “corredores biológicos” para la fauna y también generarán otros beneficios ecosistémicos como la protección del recurso hídrico, la protección al suelo, la captura de CO₂, entre otros que responde a diferentes necesidades que tiene el país para mejorar su adaptabilidad ante el fenómeno del cambio climático. Al identificarse la figura de una implementación por medio de FONAFIFO, se logró maximizar considerablemente la inversión que realizará el MOPT para llevar a cabo la compensación ambiental como resultado de la ampliación y rehabilitación de la carretera Interamericana tramo Cañas- Barranca. Con dicho convenio, el presupuesto a invertir aumentará en un 150% las áreas a reforestar, lo que hace posible trabajar la totalidad del área que fue identificada por medio de las zonas prioritarias. Además, se logrará plantar casi 8 veces más los árboles que serán removidos por la ejecución de este proyecto vial.

Por otro lado, se determinó que de los 53 pasos de fauna (aéreos - subterráneos) que fueron propuestos a lo largo de la carretera, 7 de estos requieren ser atendidos en cuanto a la mejora de su cobertura forestal con el fin de maximizar su funcionalidad.

En cuanto a los centros de rescate, se propone destinar un monto de 285.000 colones anuales contra atención de animales afectados, al centro de rescate Las Pumas y al Santuario de Lapas NATUWA, con la meta de colaborar al costo de atención y rehabilitación de los animales que,

eventualmente, podrían ser afectados en la etapa de construcción y ejecución de la carretera, esto por un periodo de 4 años.

7. Recomendaciones

Para lograr la mayor participación posible de los diferentes propietarios que se encuentran dentro de las áreas prioritarias a trabajar que fueron identificadas, se recomienda que el regente a cargo del proyecto tome en cuenta a diferentes instituciones competentes, para facilitar el proceso de convencimiento como, por ejemplo, municipalidades, MAG, SINAC, corredores biológicos, entre otros, porque al formarse un equipo multidisciplinario para efectuar las diferentes reuniones con los propietarios, se podrán abarcar mayores puntos de vista que permitirán una mayor socialización y convencimiento en dichos propietarios.

Por otro lado, como resultados extras de la implementación de esta estrategia de compensación, se recomienda dar un seguimiento de los resultados que se obtendrán para cuantificar los beneficios ecosistémicos consecuentes de la compensación aplicada, y así contar con datos que muestren no solo la ganancia en cobertura forestal sino también en captura de carbono, protección y restauración de suelos, protección del agua, entre otros, y así resaltar los valores de retorno positivos que se estarían alcanzando con este proyecto y demostrar los múltiples beneficios extra obtenidos.

Se recomienda como parte de la promoción y fortalecimiento del proyecto, implementar educación ambiental como parte de los rubros de responsabilidad de cada empresa a la que se le adjudique alguna etapa del proyecto.

8. Bibliografía

- Área de Conservación Guanacaste. (2014). Descripción e importancia de los corredores biológicos del país. Recuperado de <https://www.acguanacaste.ac.cr/manejo-de-recursos/corredores-biologicos>.
- Ariza, D. y Moreno, J. Análisis comparativo sobre compensaciones ambientales por pérdida de biodiversidad en el contexto nacional e internacional. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Arroyave, M., Gómez, C., Gutiérrez, M., Zapata, P., Vergara, I., Andrade, L., & Ramos, K. (2006). Impactos de las carreteras sobre la fauna silvestre y sus principales medidas de manejo. *Revista EIA*, 1 (5), 37-43.
- Alfaya, V; Balaguer, L; Escudero, A; Mola, I; Valladares, F. (2011). *Restauración ecológica de áreas afectadas por infraestructuras de transporte. Bases científicas para soluciones técnicas*. Madrid, España. Fundación biodiversidad.
- Balam, H. (2008). Coordinación de corredores y recursos biológicos.
- Carvajal, E. (2013). Informe de impacto ambiental de APM Terminals señala seria afectación a flora y fauna en Moín. Recuperado de <http://www.crhoy.com/archivo/informe-de-impacto-ambiental-de-apm-terminals-senala-seria-afectacion-a-flora-y-fauna-en-moin/nacionales>.
- Carvajal, J. (2016). Algunos Árboles y Plantas que Atraen Aves. (n.d). Recuperado de http://avesdecostarica.org/biblioteca/documentos-varios/arboles_y_plantas.pdf
- COMSA. (2013). Plan de Compensación Forestal. Construcción de la terminal Intermedia Calipso – Julio Rincón Santiago de Cali, CVC 0710 No. 711-00460 de 2013, la Corporación Autónoma Regional Del Valle del Cauca – CVC.
- Consejo Nacional de Vialidad. (2011). Cartel Ampliación y Rehabilitación de la Ruta Nacional No. 1, Carretera Interamericana Norte, sección Cañas-Liberia LPI No. 2011LI000004-0DI00. San José, CR. CONAVI.
- Corredor Biológico Pájaro Campana. (2017). Aspectos básicos del corredor biológico pájaro campana. Recuperado de <http://cbpc.org>
- Departamento de Obras Públicas, Urbanismo y Transporte. (Sin fecha). *Carreteras de Aragón*. Recuperado de <http://www.carreterasdearagon.es/pix/manual-de-buenas-practicas-medioambientales.pdf>
- Dirección de Aguas (2016). Qué es el PIAAG. Recuperado de <http://www.da.go.cr/piaag/>.
- FONAFIFO (2014). Fondo Nacional de Financiamiento Forestal. ¿Que son pago de servicios ambientales. Recuperado de <http://www.fonafifo.go.cr/psa/>.
- ECOLEX. (2009). *Estudio de factibilidad de corredores de conservación*. Ecuador: USAID.
- Elizondo, L. (2011). *Allouatta palliata*. Recuperado de <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:http://www.crbio.cr:8080/neopor>

tal-web/species/Alouatta%2520palliata

- Gestión en Recursos Naturales. (2016). Gestión ambiental. Recuperado de <http://www.grn.cl/gestion-ambiental.html>
- Gómez, J, et al. (2014). Características y rasgos funcionales de los árboles y su efecto sobre la transferencia de lluvia y captura de nutrientes. Recuperado de http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/7823/Caracteristicas_y_rangos.pdf
- Gutiérrez, M. (2015). Corredores de Fauna entre el PN Guanacaste y el PN Santa Rosa, sección Ruta Nacional N°1. Pág. 1-4
- International Union for Conservation of Nature. (2009). *Derecho Ambiental en Centroamérica*. San José, Costa Rica: IUCN
- Leiva, G; Rivera, A; Zúñiga, I. (2016). Rehabilitación y duplicación de la Ruta Nacional No. 1, Carretera Interamericana Norte, sección Chomes- Limonal. Anexo 9. Pasos de fauna. San José, CR: MOPT.
- Londoño, A. (2011). *Lineamientos para la implementación, seguimiento y evaluación del sistema de gestión ambiental en el mantenimiento forestal de las redes de distribución eléctrica*. (Tesis de pregrado). Universidad de Medellín, Colombia.
- Maldonado, J. (2015). *Gestión ambiental para un desarrollo humano sustentable*. Santiago, Chile: UMC.
- Martínez, G y Calle, R. (2010). Marco Normativo Ambiental de los países de la CIER 2011. Medellín, Colombia: Comisión de Integración Energética Regional. Recuperado de <https://sites.google.com/site/marconormativoambiental/costa-rica>
- Ministerio de Ambiente y desarrollo Sostenible (2015). *Plan nacional de restauración. Restauración ecológica, rehabilitación y recuperación de áreas disturbadas*. Bogotá, Colombia. MINAMBIENTE.
- Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica. (2010). *Guía metodológica general para la identificación, formulación y evaluación de proyectos de inversión pública*. San José, Costa Rica: MIDEPLAN.
- Ministerio de Ambiente y Energía (2016). Dirección Cambio Climático. Hacia un desarrollo bajo en emisiones y resiliente al cambio climático. Recuperado de <http://cambioclimaticocr.com/2012-05-22-19-47-24/empresas-y-organizaciones-hacia-la-carbono-neutralidad-2021>.
- MINAE, MAG & PNUD (2013). Un sector Ganadero más eco-competitivo a través de prácticas de producción bajas en emisiones y transformacionales. Recuperado de <http://www.cambioclimaticocr.com/multimedia/recursos>.
- Ministerio de Ambiente. (2015). *Lineamientos para la compensación ambiental en el marco del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA)*. Lima, Perú: MINAM.

- Ministerio de Obras Públicas y Transportes. (2014). Proyecto de ampliación de la Ruta Nacional No. 1, Carretera Interamericana Norte, sección Limonal- Cañas. Estudio de geología básica del terreno. San José, CR: MOPT.
- Ministerio de Obras Públicas y Transportes. (2015). Rehabilitación y duplicación de la Ruta Nacional No. 1, Carretera Interamericana Norte, sección Barranca- Limonal. Estudio técnico de geología básica. San José, CR: MOPT.
- Ministerio de Obras Públicas y Transportes. (2016). Avance de Inventario Forestal para el tramo Cañas- Limonal. San José, CR: MOPT.
- Ministerio de Obras Públicas y Transportes. (2016). Avance de Inventario Forestal para el tramo Chomes -Barranca. San José, CR: MOPT.
- Ministerio de Obras Públicas y Transportes. (2016). Avance de Inventario Forestal para el tramo Limonal- Chomes. San José, CR: MOPT.
- Ministerio de Obras Públicas y Transporte. (2016). Pronóstico Plan de Gestión Ambiental Proyecto: Rehabilitación y ampliación ruta nacional N° 1, carretera interamericana norte, sección Cañas- Barranca. San José, CR: MOPT.
- NAMA. (2016). ¿Qué es un proyecto de apoyo a la NAMA?. Recuperado de <http://www.namacafe.org/es/nsp-cafe-bajo-en-emisiones>
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (2017). Compensaciones ambientales en proyectos lineales: retos y oportunidades para la biodiversidad del país. Recuperado de <http://www.co.undp.org/content/colombia/es/home/presscenter/articles/2017/08/24/compensaciones-ambientales-en-proyectos-lineales-retos-y-oportunidades-para-la-biodiversidad-del-pa-s.html>
- Pomareda, E., et al. (2014). *Guía ambiental: “Vías amigables con el ambiente”*. San José, Costa Rica: Comité Científico de la Comisión de Vías y Vida Silvestre.
- Ramos, Z & Finegan, B. (2004). Red ecológica de conectividad potencial. *Recursos Naturales y Ambiente*. 49: 112-123
- Rojas, K. (2016). Contratación de Servicios de Ingeniería para la ubicación y diseño de propuesta para pasos de fauna en el tramo de carretera Limonal – Cañas, en la Ruta Nacional N°1.
- Sánchez, J., Delgado, C., Mendoza, E., & Sauzo, I. (2013). *Las carreteras como una fuente de mortalidad de fauna silvestre en México*. D.F, México: CONABIO.
- Sarmiento, M., Buitrago, L., & Cardona, W. (2015). *Orientaciones para el diseño de un plan de compensaciones por pérdidas de biodiversidad*. Cartagena, Colombia: Fundepublico.
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes. (2016). *Manual para estudios, gestión y atención ambiental en carreteras*. D.F, México: SCT.
- Quintero, D. (2016). *Guía de buenas prácticas para carreteras ambientalmente amigables*. David, Panamá: Latin America Conservation Council.
- Unidad de Planeación Minero Energética. (2017). Sistemas de Gestión Ambiental. Recuperado de http://www.upme.gov.co/guia_ambiental/carbon/gestion/sistemas/sistemas.htm
- Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. (s.f). Especies para la restauración.

Recuperado de http://www.especiesrestauracion-uicn.org/data_especie.php?sp_name=Cojoba%20arborea

Universidad Autónoma de Madrid. (Sin fecha). Gestión ambiental. Recuperado de <https://www.uam.es/servicios/ecocampus/especifica/gestion.htm>

Universidad Estatal a Distancia. (2016). Campaña sembremos agua para Guanacaste. Recuperado de <http://huellaverde.uned.ac.cr/index.php/sembremos-agua>.