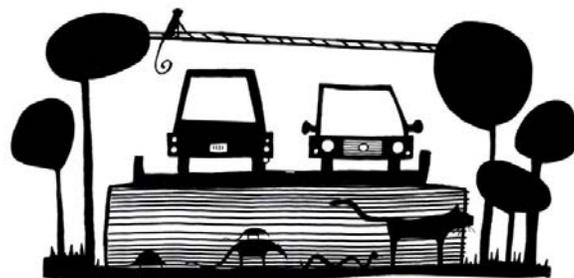


INFORME TÉCNICO-CIENTÍFICO

Medidas ambientales para disminuir el impacto en la fauna silvestre, de la ampliación en la carretera nacional, Ruta 32, Limón, Costa Rica



Daniela Araya-Gamboa,
Esmeralda Arévalo-Huezo
y Esther Pomareda-García



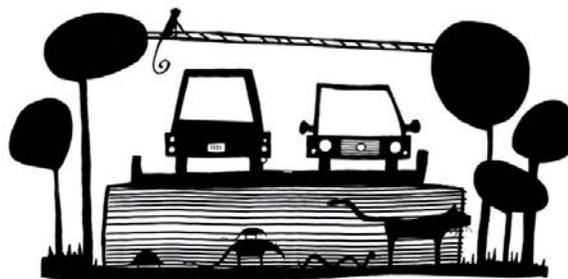
Vías Amigables con la Vida Silvestre



INFORME TÉCNICO-CIENTÍFICO

Medidas ambientales para disminuir el impacto en la fauna silvestre, de la ampliación en la carretera nacional, Ruta 32, Limón, Costa Rica

Daniela Araya-Gamboa, Esmeralda Arévalo-Huezo y Esther Pomareda-García



PRESENTACIÓN

El presente documento propone las medidas ambientales para ser incluidas en el diseño del proyecto de ampliación de la Ruta 32 en el sector, cruce Río Frío-cruce Moín. El objetivo de la inclusión de las medidas ambientales en este proyecto vial es el de reducir la presencia de fauna silvestre en la carretera, evitar accidentes viales y permitir el cruce seguro de los animales. Estas medidas están basadas en el resultado de un monitoreo de fauna silvestre realizado en el 2014 (Artavia 2015). Para la elaboración de este informe se utilizó como referencia la Guía Ambiental: Vías Amigables con la Vida Silvestre.

CITAR COMO

Araya-Gamboa, D., Arévalo-Huezo E. y Pomareda-García, E. 2015. Informe técnico-científico: Medidas ambientales para disminuir el impacto en la fauna silvestre, de la ampliación en la carretera nacional, Ruta 32, Limón, Costa Rica. Grupo Vías Amigables con la Vida Silvestre. Costa Rica. 54 pp.

CRÉDITOS

Diseño gráfico y diagramación: Mónica Chávez Ramos

Ilustraciones: Viviana Araya Gamboa-Pez Cocinado

AGRADECIMIENTOS

Por medio de la presente se agradece a las organizaciones, Corporación Panthera y Centro de Rescate Las Pumas-Fundación Hagnauer, y nuestras familias por el apoyo durante nuestro trabajo en este proyecto.

También quisiéramos reconocer a las instituciones públicas como el Ministerio de Obras Públicas y Transportes, el Consejo Nacional Vial, al Despacho de la Viceministra Patricia Madrigal del Ministerio de Ambiente y Energía, por el interés mostrado en los resultados obtenidos y por las recomendaciones brindadas.

Además se le agradece a los colaboradores como la Unidad de Atención de Conflicto de Felinos (UACFel-SINAC) y al Proyecto de Genética-Panthera por las referencias sobre la presencia de jaguares (*Panthera onca*) en las cercanías de la carretera, a Deiver Espinoza por la verificación en campo, a Zayra Ramos por su asesoría en los análisis; y a los revisores del documento Roberto Salom-Pérez y Victor Colino.

Y finalmente gracias a todos los investigadores y comunidades porque sus reportes nos permiten tomar decisiones basadas en datos.

RESUMEN

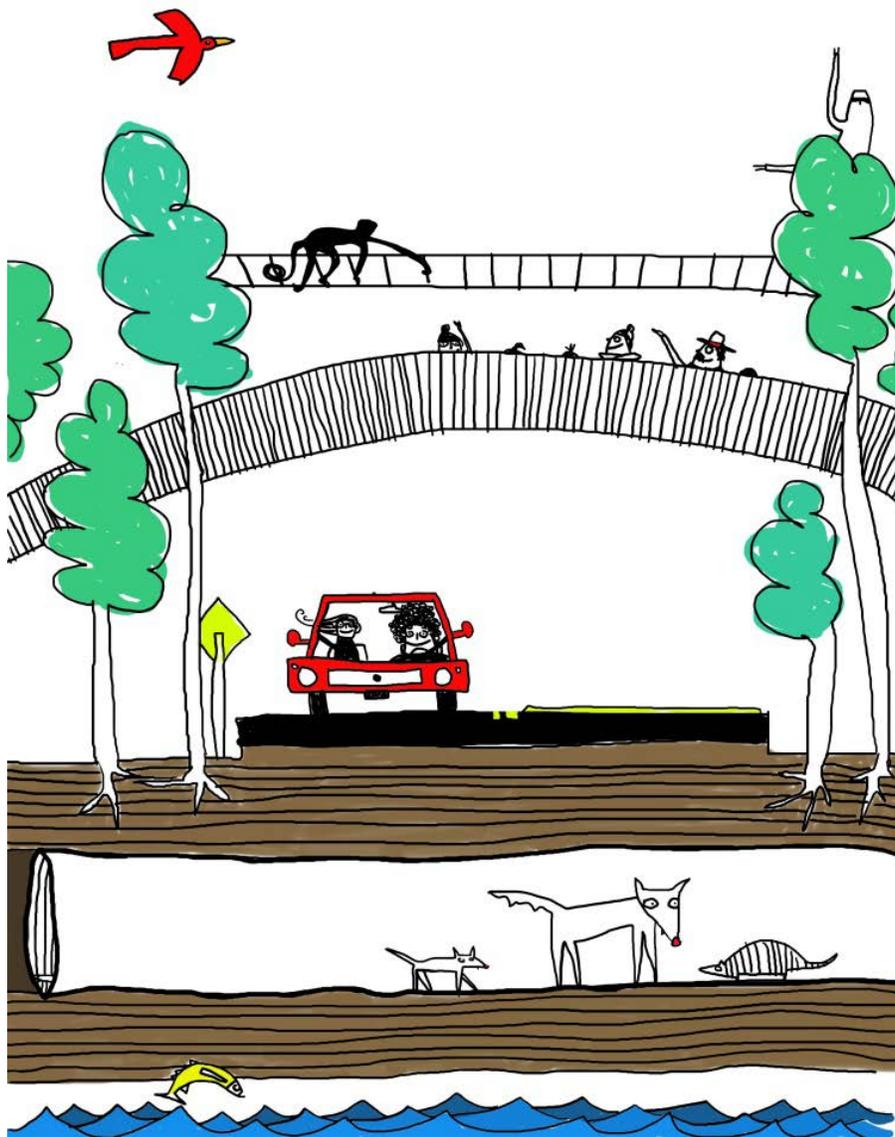
La presencia de animales silvestres en las carreteras puede generar accidentes de tránsito, por lo que reducir su acceso a las vías es un tema de seguridad vial. Además las poblaciones, de animales silvestres a ambos lados de las carreteras se van aislando al no poder realizar cruces seguros o porque evitan cruzar la calle del todo. Así mismo, en algunos casos se reducen sus poblaciones al morir atropellados. Existen medidas ambientales que reducen los accidentes viales con la vida silvestre y permiten la conectividad biológica. Estas medidas incluyen la implementación de estructuras que permite el paso seguro de la fauna. Estas medidas son aún más eficaces cuando se basan en los resultados del monitoreo de las especies en el sitio. Este informe técnico-científico presenta las medidas ambientales que se deben incorporar en el diseño de la ampliación del tramo cruce Río Frío-cruce Moín de la Ruta 32, para disminuir la presencia de fauna en la vía. Se han identificado 24 Áreas Ambientalmente Frágiles asociadas al sitio del proyecto vial y 16 Especies Vulnerables al Impacto Vial. La presencia de estos dos elementos ambientales en la zona del proyecto nos indican que hay una necesidad de identificar los sitios de Cruce de la Fauna Silvestre y las Medidas Ambientales para cada uno de estos sitios. De esta manera, se determinaron 38 sitios de cruce de fauna silvestre con base en el estudio. De estos, seis son de anfibios, ocho de reptiles, uno de especies voladoras, 14 de mamíferos arbóreos y nueve de mamíferos terrestres. Las medidas que se proponen para los sitios de cruce son nueve pasos inferiores redondos con malla, 13 reductores de velocidad, 26 señales de cruce de fauna, 14 pasos aéreos y nueve pasos inferiores cuadrados con malla.

ABSTRACT

The presence of wild animals on the road can cause accidents, so reducing their access to roads is a matter of road safety. Wildlife populations near roads without measures to let them cross safely can isolate them, due to road-kills and the avoidance effect. There are environmental measures to reduce road accidents with wildlife and allow biological connectivity; these include the implementation of structures allowing safe passage for wildlife. These measures are even more effective when based on wildlife monitoring on the site. This technical-scientific report presents the environmental measures, to be incorporated into the design of the expansion of 32 Route between cruce Río Frío and cruce Moín, to reduce the presence of wildlife on the road. Twenty four Environmentally Fragile Areas and 16 Vulnerable Species to road impact have been identified associated with the road project site. The presence of these two environmental elements in the project area, indicate the need to identify sites of Wildlife Crossing and the Environmental Measures for each of these sites. As a result of this investigation, 38 Wildlife Crossing sites were identified. Of these crossings, 6 are based on amphibians, 8 on reptiles, 1 on flying species, 14 on arboreal mammals and 9 on terrestrial mammals. The measures proposed for the Wildlife Crossings sites are 9 round underpasses, 13 speed bumps, 26 wildlife crossing signs, 14 arboreal crossings and 9 square underpasses.

INDICE

1. ANTECEDENTES	13
2. LINEAMIENTOS TÉCNICOS PARA VÍAS AMIGABLES CON LA VIDA SILVESTRE	16
2.1 Identificación de Áreas Ambientalmente Frágiles (AAF) asociadas a la Ruta 32	18
2.2 Identificación de Vida Silvestre Vulnerable al Impacto Vial (VSV) asociadas a la Ruta 32	19
2.3 Identificación de Cruces de Fauna en la Ruta 32	21
2.3.1 Priorización de especies	23
2.3.2 Puntos Calientes por Grupo Taxonómico	28
2.3.3 Conectividad Estructural	28
2.3.4 Cruces de Fauna Silvestre Identificados	31
2.4 Identificación de Medidas Ambientales para disminuir el impacto vial de la ampliación de la Ruta 32 en la Fauna Silvestre	32
2.4.1 Características Generales y Específicas de las Medidas Ambientales	33
2.4.2 Medidas Ambientales específicas para cada sitio de Cruce de Fauna	40
2.5 Implementación de los Programas de Educación Ambiental, Monitoreo y Rescate de la Fauna Silvestre	50
3. RECOMENDACIONES	51
4. BIBLIOGRAFÍA UTILIZADA	51
5. BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA	53



1

ANTECEDENTES

El desarrollo de una red vial es de suma importancia para la economía de un país, principalmente por el movimiento de productos de frontera a frontera. De igual manera permite el traslado de personas a diversos lugares; sin embargo se ha visto que durante su construcción y operación tiene impactos negativos sobre la vida silvestre y los seres humanos.

Entre los impactos negativos se puede citar la fragmentación del hábitat, la cual ocurre con la deforestación del bosque para construir la carretera, generando una barrera física entre poblaciones provocando en muchos casos el aislamiento de las mismas. En el caso de poblaciones pequeñas esto podría aumentar el riesgo de extinción en un mediano o largo plazo. De igual manera, la fragmentación provoca una degradación de los hábitats adyacentes a las carreteras, influyendo sobre el comportamiento y la salud de muchas especies que allí habitan.

Otro impacto, más visible tal vez es el atropellamiento de los animales en las carreteras; que sumado a los mencionados anteriormente genera una alteración a las poblaciones de fauna. Entre otras afectaciones relacionadas a la construcción de una red vial incluyen el impacto en el recurso hídrico, en el aire y en el suelo; por la sedimentación y desechos sólidos, partículas químicas de los hidrocarburos y metales. Además, se presenta la contaminación sónica por el ruido de los vehículos circulantes y la potencial introducción de especies exóticas, entre otros (Forman y Alexander, 1998; Trombulak y Frissel, 2000).



Cuando los animales intentan cruzar las carreteras, corren el riesgo de ser atropellados. Sin embargo, los conductores también pueden sufrir accidentes al atropellar o tratar de evitar golpear a los animales, tanto domésticos como silvestres. Una de las razones por las que surgió la disciplina de ecología de caminos, fue principalmente para disminuir los accidentes de vehículos en las carreteras con mamíferos grandes como el alce, ciervo y jabalíes; tanto en Europa y Estados Unidos. Para el caso de Estados Unidos se reportan entre 725.000 y 1,5 millones de choques con fauna silvestre; incluyendo alrededor de 200 casos fatales (pérdida de vidas humanas) (Defenders of Wildlife, 2015). En Canadá, principalmente en British Columbia se registran cerca de 9.800 colisiones con vida silvestre; resultando 380 personas lesionadas y 4 muertes. Además cada hora se reportan entre 4 y 8 colisiones con mamíferos grandes (WCPP, 2015). En Europa se han reportado 507.000 colisiones al año, en las cuales hubo cerca de 300 víctimas humanas mortales. Propiamente en España, se reportan 14.000 accidentes de tráfico al año causados por animales; en los cuales un 50% de los conductores sufrió alguna situación de riesgo (Ministerio del Interior y Dirección General de Tránsito, 2011).

Además del riesgo sobre la salud de las personas, todos estos accidentes generan daños materiales a los vehículos; los cuales en muchos casos son gastos significativos para las compañías aseguradoras. En Costa Rica, no se han recopilado datos de este tipo de manera directa, sin embargo no son pocas las personas que han arriesgado sus vidas para evitar atropellar animales. El único accidente de este tipo registrado por medios de comunicación, es en el año 2013 donde 8 personas resultaron heridas por evitar un oso hormiguero en carretera y generando la colisión entre dos vehículos (Bolta, 2013).

Los accidentes mencionados anteriormente y el atropello de animales silvestres varían según los tipos de carreteras. Esto se debe principalmente, a que las condiciones de cada carretera (material de piso y el ancho (cantidad de carriles)) van a afectar la velocidad con la que puedan transitar los vehículos y la visibilidad de los conductores y los animales en la vía. Por ejemplo, si la vía es de lastre y de dos carriles, el impacto será menor sobre la vida silvestre; conforme la vía cambia de material, ejemplo asfalto o cemento, y aumenta de carriles de dos a cuatro; ello facilita que los vehículos circulen con mayor velocidad, se genere más ruido y los animales (en algunos casos) eviten la vía. En el caso de las vías con la barrera de hormigón tipo New Jersey en el centro de la vía para seguridad; los animales tienen mayores dificultades para cruzar lo que aumentan la probabilidad de ser atropellados (Pomareda et al., 2015).

Un ejemplo de ello es lo reportado para España, donde se ha registrado que la mayoría de los accidentes (78%) se produjeron en carreteras convencionales (dos carriles con asfalto/cemento), y no en caminos vecinales o de otros tipos. En la autopista o autovía se registraron menos accidentes que en la convencional; pero ello se debió a que son vías con malla o vallados que evitan el ingreso de animales a la calle (Ministerio del Interior y Dirección General de Tránsito, 2011).

En Costa Rica, el campo de Ecología de Caminos tiene alrededor de una década de haberse iniciado, desde que se hicieron las primeras investigaciones. Éstas se basaban en registrar el impacto vial a través del conteo de animales atropellados. Sin embargo, la implementación de medidas basadas en estas investigaciones fueron pocas o nulas.

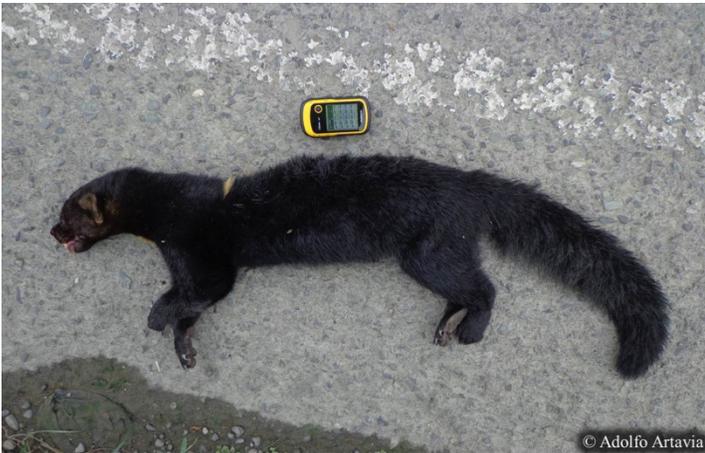
A partir del año 2013, un grupo de organizaciones e instituciones desarrollaron una Guía Ambiental: Vías Amigables con la Vida Silvestre (Pomareda et al., 2015); cuya finalidad es promover cambios significativos al modelo de carreteras tradicional y convertir la red vial nacional en un ejemplo de armonía entre el desarrollo vial y la conservación de nuestra diversidad biológica. La Guía Ambiental plantea los pasos a seguir, empezando desde la investigación para identificar los cruces de vida silvestre en el sitio del proyecto vial y continuando con las medidas ambientales necesarias para minimizar el impacto sobre la vida silvestre basadas en los resultados de la investigación científica.

El Gobierno de Costa Rica, durante los últimos años ha generado cambios en la red vial, según lo establecido en el acuerdo del Proyecto Mesoamérica. En el caso particular de la Ruta 32, esta es una de las

carreteras más importantes del país para el desarrollo económico principalmente, debido al alto tránsito de vehículos con productos para exportación e importación del país que transitan por el puerto de Moín. Según las estimaciones de la Dirección de Planificación Sectorial para el año 2014, unos 13.270 vehículos transitaban diariamente. (CONAVI, 2012a). Debido a ello, el Gobierno tiene el proyecto de la ampliación de 107.2 km, desde el cruce de Río Frio hasta Limón; incluyendo la construcción de 34 puentes, sistemas de drenaje, reparación del pavimento o calzada, ciclo vías, bahías para autobuses y una barrera física en el medio (CONAVI, 2012b; CONAVI, 2013).

Las condiciones de la carretera mencionadas anteriormente, van a permitir que los vehículos transiten con mayor velocidad por la vía; y considerando la presencia de fauna en la vía según lo reportado por (Artavia, 2015); puede convertirse en una carretera muy peligrosa para accidentes de tránsito si no se aplican medidas ambientales para evitar el ingreso de la fauna a la vía. Según lo registrado por Artavia (2015) en 94,9 km de monitoreo; se reportaron 1.073 animales atropellados y avistados, los cuales 256 fueron mamíferos (Artavia, 2015). Si se transforma en posibles accidentes de vehículos por colisión con animales en la vía, representa una amenaza para la seguridad vial del ser humano. De acuerdo con la evaluación ambiental del proyecto de ampliación de la Ruta 32 por parte de la SETENA (Expediente 88883-12), este generará un “Alto Impacto Ambiental Potencial” ya que “altera y destruye elementos del ambiente y genera residuos tóxicos y peligrosos” (CONAVI, 2012a).

El presente documento recomienda las medidas ambientales para disminuir la presencia de fauna silvestre en la carretera nacional, Ruta 32 (sector cruce Río Frío-cruce Moín), Limón, Costa Rica; según el procedimiento propuesto en la Guía Ambiental para Vías Amigables con la Vida Silvestre (Pomareda et al., 2015); y tomando como base los resultados obtenidos en el estudio “Identificación y caracterización de cruces de fauna silvestre en la sección de la ampliación de la carretera nacional Ruta 32, Limón, Costa Rica”; realizado por Artavia (2015).



2

LINEAMIENTOS TÉCNICOS PARA VÍAS AMIGABLES CON LA VIDA SILVESTRE

Los lineamientos técnicos conformados por los elementos ambientales son la herramienta que permite integrar la investigación científica generada en la implementación de medidas ambientales en carreteras. Ello permite alcanzar un resultado efectivo y eficaz en la conservación de la biodiversidad y en la disminución de accidentes con fauna silvestre.

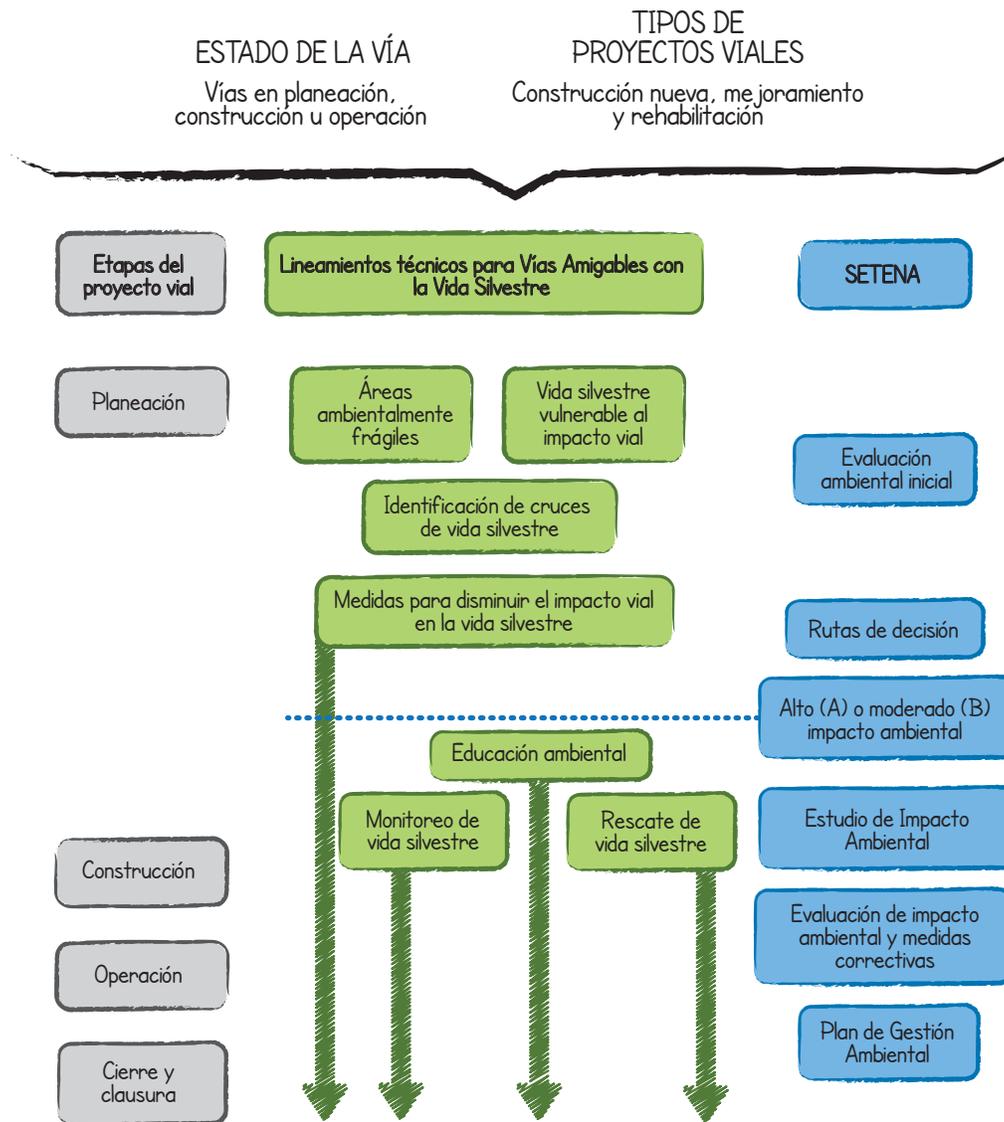


FIGURA 1 Lineamientos técnicos para Vías Amigables con la Vida Silvestre

Es de suma importancia que los resultados del desarrollo planteados a continuación sean incorporados en el diseño del proyecto de la ampliación de la Ruta 32 y en su Estudio de Impacto Ambiental. Cabe resaltar que este documento hace referencia solo a las medidas ambientales orientadas a la disminución de la presencia de fauna silvestre en los sitios identificados de cruce de fauna en la vía, y no incluye otras medidas ambientales para potenciales impactos generados por ejemplo por la contaminación.



FIGURA 2 Esquema de los elementos ambientales y sus productos.
(Basado en la Guía Ambiental: Vías Amigables con la Vida Silvestre)

ELEMENTOS AMBIENTALES: RESULTADOS

2.1 Identificación de Áreas Ambientalmente Frágiles (AAF) asociadas a la Ruta 32

Las Áreas Ambientalmente Frágiles son aquellas áreas con condiciones biológicas especiales que pueden albergar ecosistemas de importancia. Se han identificado **24 AAF**, que se encuentran cercanas a la Ruta 32 (Artavia, 2015). Entre ellas se pueden identificar (Figura 3):

- 2 Parques Nacionales:** Braulio Carrillo y Barbillá
- 6 Reservas Forestales:** Cordillera Volcánica Central, Río Pacuare, Río Dantas, Limoncito (mixto), Tigre y Escalera de Mono de la Universidad EARTH;
- 2 Zonas Protectoras:** Cuenca del Río Siquirres; Acuífero Guácimo-Pococí
- 2 Territorios Indígenas:** Nairi Awari y Bajo Chirrió;
- 6 Corredores Biológicos colindantes y cercanos:** San Juan-La Selva, Guácimo, Colorado-Tortuguero, Moín-Tortuguero, Volcánica Central-Talamanca, incluido el Subcorredor Biológico Barbillá-Destierro-“Paso del Jaguar”; y el Cordillera-Cordillera;
- 1 Corredor Biológico:** Iniciativa del Corredor del Jaguar a nivel Mesoamericano
- 5 Vacíos de conservación-GRUAS II (SINAC, 2009)**
- 5 Rutas de Conectividad-GRUAS II (SINAC, 2009)**

Mapa de estrategias de conservación - Ruta 32 - Costa Rica

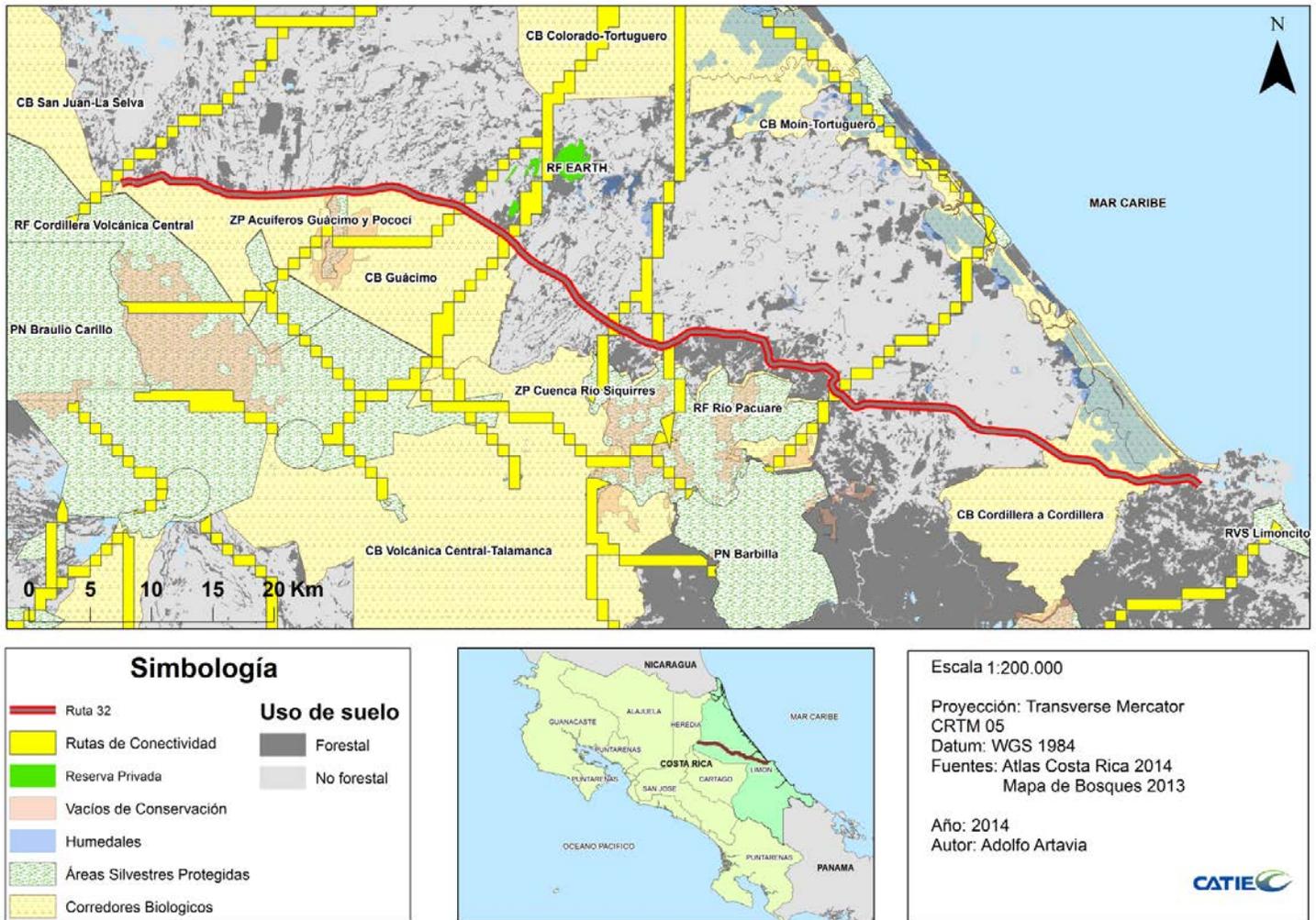


FIGURA 3 Ubicación de las Áreas Ambientalmente Frágiles, importantes para la conservación de la vida silvestre en la sección de la ampliación de la Ruta 32 (Artavia, 2015).

2.2 Identificación de Vida Silvestre Vulnerable al Impacto Vial (VSV) asociadas a la Ruta 32

Según la Guía Ambiental (Pomareda et al. 2015), determinar la composición de especies en el sitio del proyecto vial es muy importante para saber si hay presencia de especies vulnerables al impacto vial. Debido a la evidencia de la presencia de Vida Silvestre Vulnerable al Impacto vial en la Ruta 32, Panthera y el Comité Científico de la Comisión Vías y Vida Silvestre priorizaron esta Ruta y apoyaron la identificación de cruces de fauna por Artavia (2015). Previo a este estudio en la Ruta 32, se habían registrado especies asociadas a la ruta peligro de extinción o amenazadas según la Ley de Conservación de Vida Silvestre No. 7317 y la lista roja de la UICN-CITES; especies endémicas y migratorias y especies o grupo taxonómico con alta mortalidad (Cuadro 1).

A continuación se detalla la lista de especies reportadas en la Ruta 32 recopilada por diversos medios como el Diagnóstico de Percepción realizado en talleres, reuniones de consulta de la Comisión Vías y Vida Silvestre y Panthera, reportes de personas locales y transeúntes de dicha carretera y por reportes de investigaciones científicas en la zona.

CUADRO 1. Especies de vida silvestre vulnerables al impacto vial, identificadas en el área de la ampliación de la Ruta 32.

	Clase	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre Común
1	Insecta	Lepidoptera	Uraniidae	<i>Urania fulgens</i>	Mariposa
2	Amphibia	Anura	Bufonidae	<i>Rhinella marina</i>	Sapo verdadero
3	Mammalia	Pilosa	Bradypodidae	<i>Bradypus variegatus</i>	Oso Perezoso Tres Dedos
4	Mammalia	Primates	Cebidae	<i>Alouatta palliate</i>	Mono congo
5	Mammalia	Primates	Cebidae	<i>Cebus imitador</i>	Mono cariblanco
6	Mammalia	Cingula	Dasypodidae	<i>Dasypus novemcinctus</i>	Armadillo
7	Mammalia	Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis marsupialis</i>	Zorro pelón
8	Mammalia	Carnivora	Felidae	<i>Leopardus pardalis</i>	Manigordo
9	Mammalia	Carnivora	Felidae	<i>Leopardus wiedii</i>	Caucel
10	Mammalia	Carnivora	Felidae	<i>Panthera onca</i>	Jaguar
11	Mammalia	Pilosa	Megalonychidae	<i>Choloepus hoffmanni</i>	Oso Peresoso Dos Dedos
12	Mammalia	Pilosa	Myrmecophagidae	<i>Tamandua mexicana</i>	Oso hormiguero
13	Mammalia	Carnivora	Procyonidae	<i>Nasua narica</i>	Pizote
14	Mammalia	Carnivora	Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	Mapache
15	Mammalia	Atiodactyla	Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca
16	Reptilia	Squamata	Boidae	<i>Boa constrictor</i>	Boa constrictora

Cabe resaltar que la organización internacional Panthera, ha planteado la Iniciativa del Corredor del Jaguar como estrategia para enlazar las poblaciones importantes de jaguares dentro del paisaje humano en toda su distribución, desde el norte de Argentina hasta México; con el fin de garantizar la variabilidad genética y supervivencia de la especie.

En nuestro país los esfuerzos nacieron en el Subcorredor Barbilla-Destierro, debido a la importancia de esta zona ya que conecta los dos sistemas montañosos más importantes del país en términos de cobertura boscosa: la Cordillera Volcánica Central y la Cordillera de Talamanca ; y a nivel regional mantiene la conectividad entre Nicaragua y Panamá (Salom et al., 2010). Para el año 2012, esta labor se refuerza con la firma de un convenio con de la organización Panthera y el Ministerio de Ambiente y Energía y el Sistema Nacional de Áreas de Conservación; para establecer el primer marco oficial integral para la conservación de los jaguares en el país (Weller, 2012).

Es importante resaltar que la Ruta 32 puede ser actualmente una barrera (total o parcial) para la conectividad entre las poblaciones silvestres de la costa (Bloque Barra del Colorado-Tortuguero-Boca Pacuare) y las de las cordilleras (Talamanca-Volcánica Central), mencionadas anteriormente. Esta barrera probablemente llegará a aumentar en magnitud con el proyecto de ampliación a cuatro carriles. Una especie valorada a nivel nacional y regional, presente en la zona, es el jaguar.

Actualmente se tienen registros de jaguares en la costa (Tortuguero-Barra Parismina-Barra Pacuare-Moín), en la zona intermedia (la Universidad EARTH-El Silencio, Cairo) y en una de las Cordilleras, Talamanca (Figura 4).

No se han registrado jaguares en la Ruta 32, pero sí a 2km, 4km y 4,5km de distancia de esta (Figura 5). Se puede suponer que la Ruta 32 actualmente representa una barrera (total o parcial) para los jaguares; porque la evitan. Esta barrera puede estar rompiendo una de las rutas de conectividad no solo a nivel de Costa Rica, sino la conectividad entre las poblaciones de Nicaragua y Panamá, a través de la costa. Lo angosto de

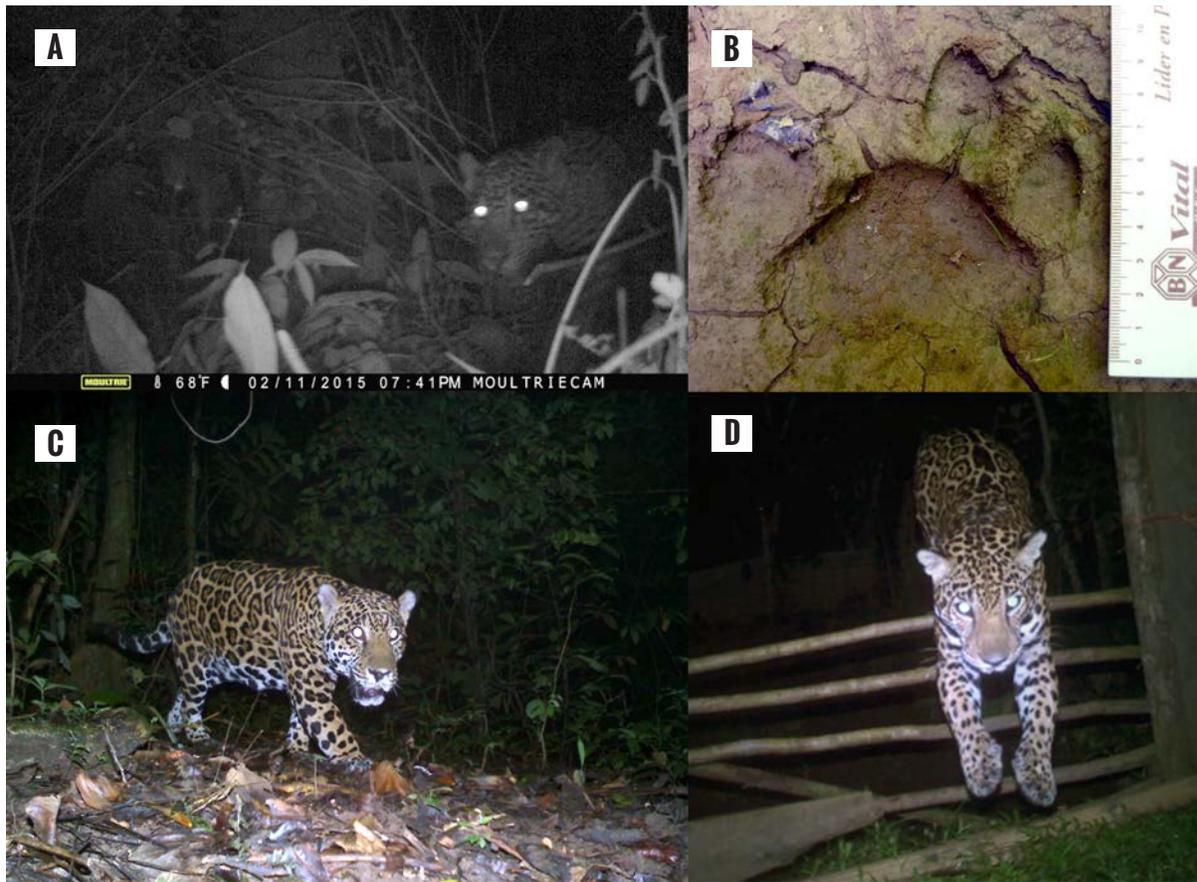
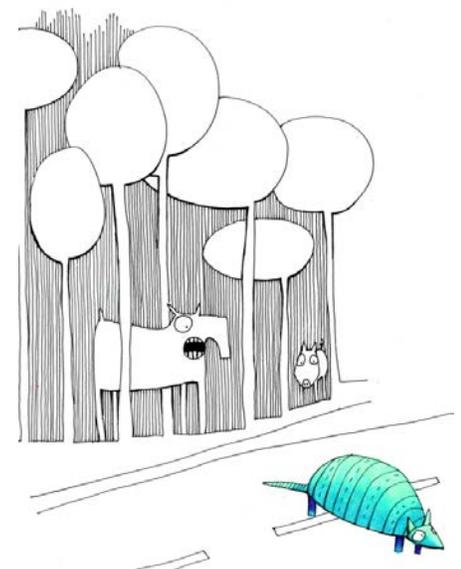


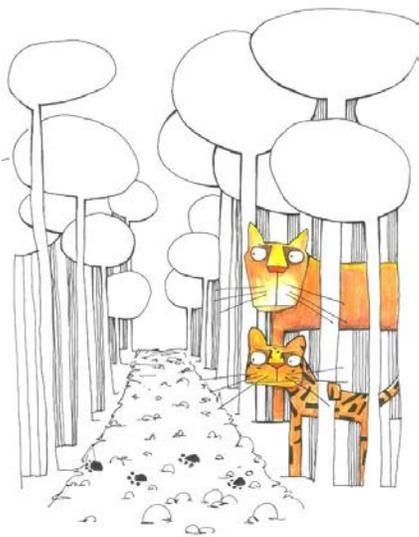
FIGURA 4 (A) Foto de Jaguar en la Finca Pecuaria de la Universidad EARTH, 2015, UACFel; a 4,5km de la Ruta 32. (B) Huella de Jaguar en la Finca Sandoval, Moín, 2011, Unidad Ambiental Recope; a 2km aproximadamente de la Ruta 32. (C) Foto de dos Jaguares en Siquirres (SBBB), 2014, Panthera-SBBB-BID-ICE; a 4km de la Ruta 32. (D) Foto de Jaguar en Barra Pacuare, 2014, Panthera-UACFel; a 18km de la Ruta 32.

este istmo compromete aún más la conectividad de las poblaciones a nivel regional (Salom-Pérez, 2010). Es indispensable que la Ruta 32 permita el paso seguro de jaguares para mantener la conectividad de sus poblaciones a nivel nacional y regional. Es posible crear las condiciones para facilitar el paso de mamíferos grandes. Se tiene evidencia mediante cámaras trampa en una carretera de México del uso de pasos inferiores (cuadrados de 3m x 4m) por jaguares (Hidalgo, 2014).

2.3 Identificación de Cruces de Fauna en la Ruta 32

Dada la identificación de Áreas Ambientalmente Frágiles y Especies de Vida Silvestre Vulnerables en el área cercana a la Ruta 32, se determina la necesidad de identificar los Cruces de Fauna en el sector de la futura ampliación. Para ello Artavia (2015), realizó un monitoreo en el año 2014 durante 8 meses, en el cual registra 1.073 animales atropellados y avistados en carretera, donde la mayoría son atropellos. Para este análisis se utilizaron los datos de los recorridos de la carretera, diurnos y nocturnos, identificando individuos atropellados, sus rastros o su presencia en la vía; además se utilizan los reportes de personas independientes. Con esta información se puede demostrar que esta carretera actualmente cuenta con abundante presencia





de fauna silvestre en la vía. Esta fauna puede ocasionar accidentes y el impacto biológico de los atropellos en la conectividad de algunas de las especies puede ser significativo. Es evidente la necesidad de convertir esta carretera en un sitio seguro para los conductores y para los animales.

Mediante los datos obtenidos durante el monitoreo se identifican los sitios en la carretera donde es más frecuente la presencia de fauna o donde es más probable que pasen. A estos sitios se le llaman cruces de fauna. Para identificar los cruces de fauna se le da priorización a las especies por su grado de conservación, posteriormente se identifican los sitios donde hay mayor densidad de registros de animales en la carretera y se identifican los puntos de conectividad estructural. Finalmente, traslapando toda esta información se definen los sitios de cruce de fauna.

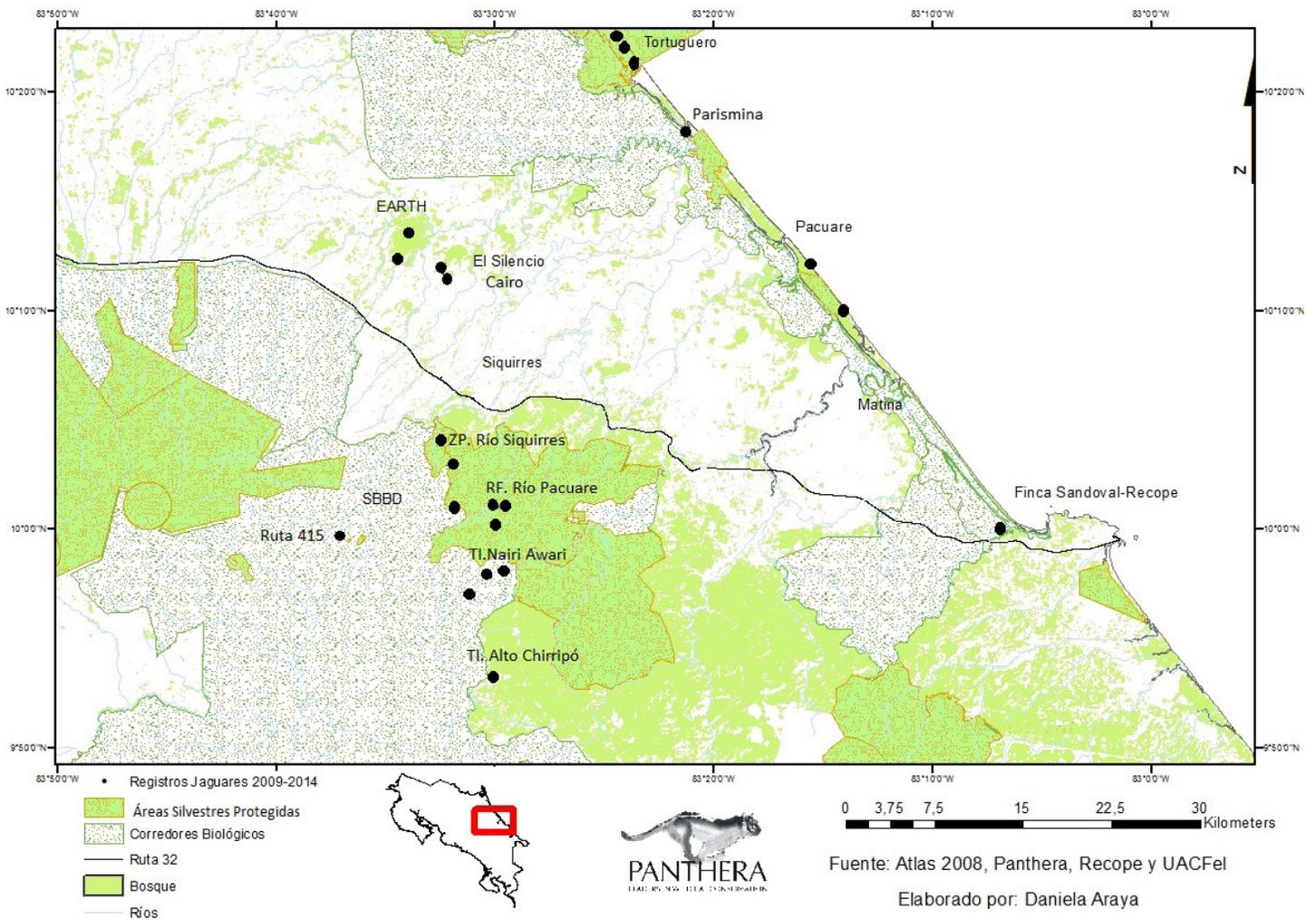


FIGURA 5 Sitios donde se ha encontrado evidencia (huellas, fotos, ataques de depredación de ganado o heces) de jaguar (*Panthera onca*) cercanos a la Ruta 32. Se incluyen registros entre el 2009-2015.

2.3.1 Priorización de especies

Los animales tienen distintos requerimientos. Algunos requieren ámbitos de hogar grandes, otros toleran la contaminación, otros evaden el ruido, algunos tienen poblaciones muy reducidas; por lo tanto se pretende mediante la priorización darle especial atención a aquellas especies que sean más vulnerables al impacto, basándose en su grado de conservación.

- La priorización se elaboró según cuatro categorías: los criterios de la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), la Ley de Vida Silvestre de Costa Rica (Reglamento No. 32633-MINAE de la Ley de Conservación de la Vida Silvestre No. 7317) y según la Lista de Especies Vulnerables al impacto vial (EVIV) de la Guía Ambiental Vías Amigables con la Vida Silvestre (Pomareda et al., 2015). De esta manera, se le asignó a cada especie una priorización con distintos niveles, local, regional e internacional y con el énfasis del impacto vial.
- A cada especie se le asignó una cierta cantidad de X (equis) si:
 - (X)** si se encontraba en la Lista de EVIV.
 - (X)** para los primeros tres estados de conservación: datos insuficientes, preocupación menor o casi amenazado de la Lista Roja de UICN, ya que son consideradas especies sin ninguna presión; dos X para aquellas consideradas como vulnerables, y tres X para las que están en peligro; y cuatro X para las que están en peligro crítico (Cuadro 2).
 - (XXX)** para las especies en el Apéndice I, **(XX)** Apéndice II y **(X)** para Apéndice III; con respecto a CITES (Cuadro 3); y
 - (X)** a las que se encuentran con poblaciones reducidas o amenazadas y dos XX a las que se encuentran en peligro de extinción según el Reglamento de la Ley de Vida Silvestre No. 7317 (Cuadro 4).

CUADRO 2. Categoría de clasificación según la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN, 2015).

Categoría	Valor
Datos insuficientes (DD)	X
Preocupación menor (LC)	X
Casi amenazado (NT)	X
Vulnerable (VU)	XX
En peligro (EN)	XXX
En peligro crítico (CR)	XXXX

CUADRO 3. Categoría de clasificación según la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES, 2015).

Categoría	Valor
Apéndice III	X
Apéndice II	XX
Apéndice I	XXX

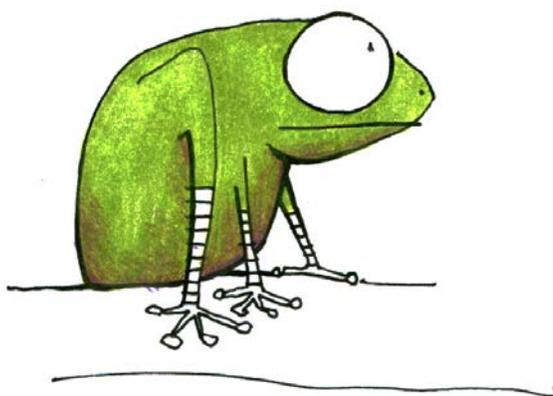
CUADRO 4. Categoría de vulnerabilidad según los criterios de la Ley de Vida Silvestre de Costa Rica (MINAE, 2005).

Categoría	Valor
Amenazadas, poblaciones reducidas	X
En peligro de extinción	XX

A continuación se presentan las listas de especies encontradas (mediante recorridos: registros en horario de monitoreo y reportes independientes: registros realizados fuera de horas de monitoreo, tanto por el investigador o colaboradores) en la investigación realizada en la Ruta 32 y su estado de vulnerabilidad (Cuadros 5, 6, 7 y 8). Las especies marcadas en negrita (con más de tres X) en los siguientes cuadros, son las especies priorizadas que se contemplaron para los análisis. Los resultados de este proceso de priorización serán traslapados con la densidad de registros en los mapas de calor.

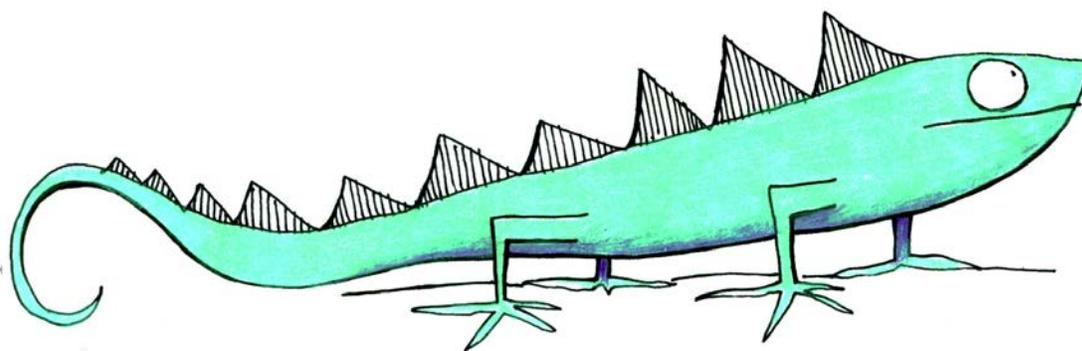
CUADRO 5. Estado de vulnerabilidad de especies de anfibios encontrados en la Ruta 32, según los criterios de VIV, UICN, CITES y Ley de Vida Silvestre, 2015.

Especie	Nombre común	VIV	UICN	CITES	RLVS	Total
<i>Agalychnis callidryas</i>	Rana calzonuda	X	X	XX	-	XXXX
<i>Craugastor bransfordii</i>	Sapito bransfordi	-	X	-	-	X
<i>Dendrobates auratus</i>	Rana arlequín	-	X	XX	X	XXXX
<i>Dendrobates pumilio</i>	Ranita roja venenosa	-	X	XX	X	XXXX
<i>Gymnopsis multiplicata</i>	Solda con solda	-	X	-	X	XX
<i>Incilius melanochlorus</i>	Sapo melanochlorus	-	X	-	X	XX
<i>Leptodactylus savagei</i>	Rana toro	-	X	-	-	X
<i>Lithobates taylori</i>	Rana leopardo	X	X	-	-	XX
<i>Lithobates vaillanti</i>	Rana vaillanti	-	X	-	-	X
<i>Rhaebo haematiticus</i>	Sapito de hojarasca	-	X	-	-	X
<i>Rhinella marina</i>	Sapo común	X	-	-	-	X
<i>Smilisca baudinii</i>	Rana mexicana de árbol	-	X	-	-	X



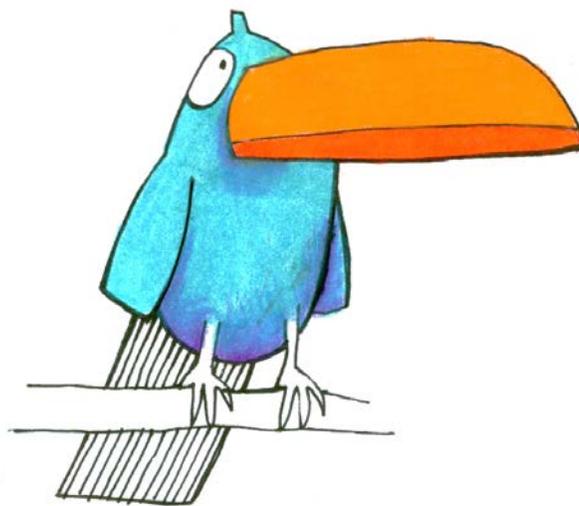
CUADRO 6. Estado de vulnerabilidad de especies de reptiles encontrados en la Ruta 32, según los criterios de VIV, UICN, CITES y Ley de Vida Silvestre, 2015.

Especie	Nombre común	VIV	UICN	CITES	RLVS	Total
<i>Ninia sebae</i>	Culebra de café rojiza	-	X	-	-	X
<i>Boa constrictor</i>	Culebra boa	X	-	XX	XX	XXXX
<i>Bothrops asper</i>	Culebra terciopelo	-	-	-	-	-
<i>Sibon nebulatus</i>	Culebra caracolera	-	-	-	-	-
<i>Iguana iguana</i>	Iguana	X	-	XX	-	XXX
<i>Leptodeira annulata</i>	Culebra ojos de gato	X	-	-	-	X
<i>Oxyrhopus petola</i>	Culebra gargantilla falsa	-	-	-	-	-
<i>Mastigodryas melanolomus</i>	Culebra lagartijera olivácea	-	X	-	-	X
<i>Kinosternon sp.</i>	Tortuga candado	-	-	-	-	-
<i>Basiliscus plumifrons</i>	Basilisco esmeralda	-	X	-	-	X
<i>Porthidium nasutum</i>	Culebra tamagá	-	X	-	-	X
<i>Rhinoclemmys funerea</i>	Tortuga de bosque negra	-	X	-	-	X
<i>Rhinoclemmys sp.</i>	Tortuga de bosque	-	-	-	-	-
<i>Chelydra serpentina</i>	Tortuga lagarto	-	X	-	X	XX
<i>Micrurus sp.</i>	Culebra coral	-	-	-	-	-
<i>Ameiva sp.</i>	Lagartija	-	-	-	-	-
<i>Caiman crocodilus</i>	Caimán	-	X	XX	X	XXXX
<i>Ctenosaura similis</i>	Garrobo	X	X	-	-	XX
<i>Enallia sclateri</i>	Culebra cabeza puntiaguda	-	-	-	-	-
<i>Imantodes cenchoa</i>	Culebra dormilona	-	-	-	-	-
<i>Leptophis mexicanus</i>	Culebra bejuquilla verde chata	-	-	-	-	-
<i>Micrurus alleni</i>	Culebra coral venenosa	-	-	-	-	-
<i>Pseustes poecilonotus</i>	Culebra pajarera	-	-	-	-	-
<i>Rhadinaea sp.</i>	Culebra hojarasquera	-	-	-	-	-
<i>Spilotes pullatus</i>	Culebra mica	-	-	-	-	-



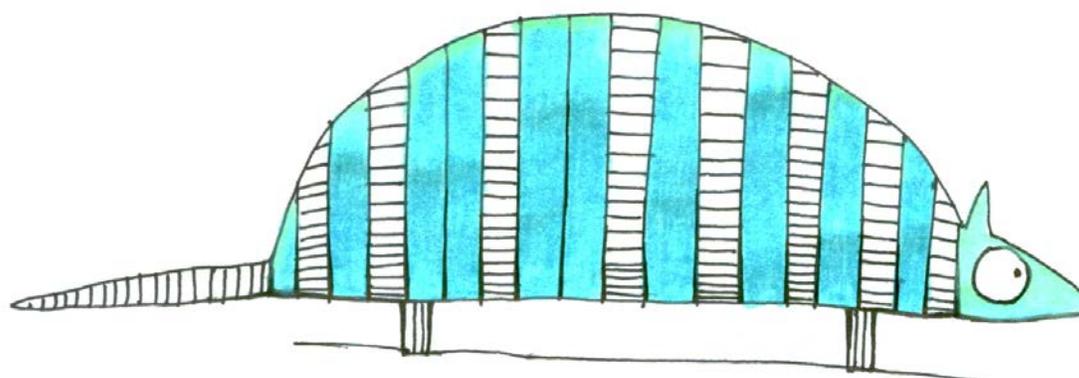
CUADRO 7. Estado de vulnerabilidad de especies de aves encontradas en la Ruta 32, según los criterios de VIV, UICN, CITES y Ley de Vida Silvestre, 2015.

Especie	Nombre común	VIV	UICN	CITES	RLVS	Total
<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote negro	-	X	-	-	X
<i>Florisuga mellivora</i>	Jacobino nubiblanco	-	X	-	-	X
<i>Icterus prothemelas</i>	Chorcha del platanar	-	X	-	-	X
<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma coliblanca	-	X	-	-	X
<i>Myiozetetes similis</i>	Pecho amarillo	-	X	-	-	X
<i>Patagioenas flavirostris</i>	Paloma morada común	-	-	-	-	-
<i>Pitangus sulphuratus</i>	Cristo fue	-	X	-	-	X
<i>Porphyrio martinicus</i>	Polla de agua	-	X	-	-	X
<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate	-	X	-	-	X
<i>Ramphocelus sp.</i>	Sargento	-	-	-	-	-
<i>Saltator coerulescens</i>	Comepuntas	-	X	-	-	X
<i>Saltator sp.</i>	Saltador	-	-	-	-	-
<i>Setophaga petechia</i>	Reinita amarilla	-	-	-	-	-
<i>Sporophila corvina</i>	Setillero collarejo	-	X	-	-	X
<i>Sporophila sp.</i>	Semillero	-	-	-	-	-
<i>Thamnophilus doliatus</i>	Batará barreteado	-	X	-	-	X
<i>Thraupis episcopus</i>	Viudita	-	X	-	-	X
<i>Troglodytes aedon</i>	Soterrey	-	X	-	-	X
<i>Turdus grayi</i>	Yigüirro	-	-	-	-	-
<i>Valatinia jacarina</i>	Brea	-	-	-	-	-



CUADRO 8. Estado de vulnerabilidad de especies de mamíferos encontrados en la Ruta 32, según los criterios de VIV, UICN, CITES y Ley de Vida Silvestre, 2015.

Especie	Nombre común	VIV	UICN	CITES	RLVS	Total
<i>Alouatta palliata</i>	Mono congo	X	X	XXX	XX	XXXXXXXX
<i>Bassaricyon gabbii</i>	Olingo	-	X	X	XX	XXX
<i>Bradypus variegatus</i>	Perezoso tres dedos	X	X	XX	-	XXXX
<i>Caluromys derbianus</i>	Zorro de balsa	-	X	-	-	X
<i>Canis latrans</i>	Coyote	-	X	-	-	X
<i>Choloepus hoffmanni</i>	Perezoso dos dedos	X	X	X	X	XXXX
<i>Conepatus semistriatus</i>	Zorro hediondo	-	X	-	-	X
<i>Cyclopes didactylus</i>	Ceibita	-	X	-	-	X
<i>Dasybus novemcinctus</i>	Armadillo	X	X	-	-	XX
<i>Didelphis marsupialis</i>	Zorro pelón	X	X	-	-	XX
<i>Eira barbara</i>	Tolomuco	X	X	X	-	XXX
<i>Leopardus pardalis</i>	Manigordo	X	X	XXX	XX	XXXXXXXX
<i>Leopardus wiedii</i>	Caucel	X	X	XXX	XX	XXXXXXXX
<i>Nasua narica</i>	Pizote	X	X	X	-	XXX
<i>Orthogeomys cherriei</i>	Taltuza	-	X	-	-	X
<i>Philander opossum</i>	Zorro gris cuatro ojos	-	X	-	-	X
<i>Potos flavus</i>	Martilla	-	X	X	-	XX
<i>Procyon lotor</i>	Mapache	X	X	-	-	XX
<i>Sciurus granatensis</i>	Chiza	-	X	-	-	X
<i>Sciurus variegatoides</i>	Ardilla	-	X	-	-	X
<i>Sphiggurus mexicanus</i>	Puercoespín	-	X	X	-	XX
<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	Conejo de monte	X	X	-	-	XX
<i>Tamandua mexicana</i>	Oso hormiguero	X	X	X	-	XXX



2.3.2 Puntos Calientes por Grupo Taxonómico

Los registros de fauna silvestre sobre la Ruta 32, mediante recorridos y reportes independientes fueron recopilados por Artavia (2015). Estos registros se utilizaron como base para la elaboración de los mapas de calor. Los mapas se crearon mediante la herramienta Densidad de Kernel de Arc Map, la cual muestra mediante distintos colores las densidades de los puntos en un área determinada. Para este caso los puntos calientes muestran los sitios con altas densidades de registros de fauna silvestre sobre la Ruta 32.

Para el presente informe los puntos se agruparon en 7 categorías divididas porcentualmente (0, 0-15, 15-30, 30-45, 45-60, 60-75 y 75-100; y se define como punto caliente los sitios con densidades de puntos superiores al 45%. Se utilizó un radio de búsqueda de 7m y un tamaño de celda de 0,9m.

Para los mapas de calor se incorporó el número entero equivalente a la cantidad de X que presentaba dicha especie (sumando la cantidad de X de todas las categorías: UICN-CITES-EVIV-RLVS juntas). Por ejemplo XXXX equivalía a cuatro, entonces esa especie se le dio un valor de 4. Esta priorización se incorporó en este análisis mediante la opción de “población”, la cual permite replicar el mismo punto de una especie el número de veces equivalentes a su priorización. De esta manera se puede equilibrar la densidad de registros de fauna con el grado de conservación de la especie. Por ejemplo, sitios con alta densidad de registros de una especie con un grado de conservación bajo podían generar un punto caliente, pero también lo pueden hacer sitios con pocos registros pero de especies de alto grado de conservación o combinaciones de estas opciones.

Como resultado del análisis se obtiene que para los anfibios se identificaron seis puntos calientes, donde uno de estos sobresale y se localiza cercano a la entrada de la Universidad EARTH (Figura 6). En el caso del mapa de calor de los reptiles se obtuvieron ocho puntos calientes, y el que cuenta con mayor densidad coincide con el de los anfibios (Figura 7). Las especies voladoras (aves y murciélagos) solo registró un punto caliente (Figura 8). Para mamíferos arbóreos se identificaron cinco puntos calientes y el de mayor densidad coincide con el Río Peje (Figura 9). En el caso de los mamíferos terrestres se obtuvo seis puntos calientes y el de mayor densidad fue en el sector conocido como la Montañita de Guácimo (Figura 10).

Los mapas presentados a continuación tienen un sistema de proyección de CRTM05, Datum: WGS84, la fuente fue el Atlas 2008 y la capa de cobertura boscosa fue elaborada según Araya-Gamboa y Salom-Pérez (2013).

2.3.3 Conectividad Estructural

La Conectividad Estructural es un importante predictor de la presencia de fauna silvestre. Muchas de las especies utilizan franjas boscosas para desplazarse por lo que es de esperarse que en esas franjas o parches de bosque hay una mayor probabilidad de presencia de fauna silvestre. Basado en esta premisa, se identificaron sobre la Ruta 32 aquellos puntos donde se presentara conectividad de bosque en el sitio de la calle (conectividad local) y aquellos puntos donde esa conexión de bosque se mantuviera hasta un parche grande de bosque (conectividad regional) según Araya-Gamboa y Salom-Pérez (2013).

Se seleccionaron como puntos de Conectividad Estructural solo aquellos que tuvieran ambas condiciones, conectividad local y regional. Se identificaron en total 17 puntos de Conectividad Estructural (Figura 10). Los puntos 2 y 3 son importantes para permitir la conectividad biológica entre la Zona de Tortuguero y la Cordillera Volcánica Central. Los puntos 12, 13, 14 y 15 presentan conectividad estructural entre la Cordillera de Talamanca y la Zona costera.

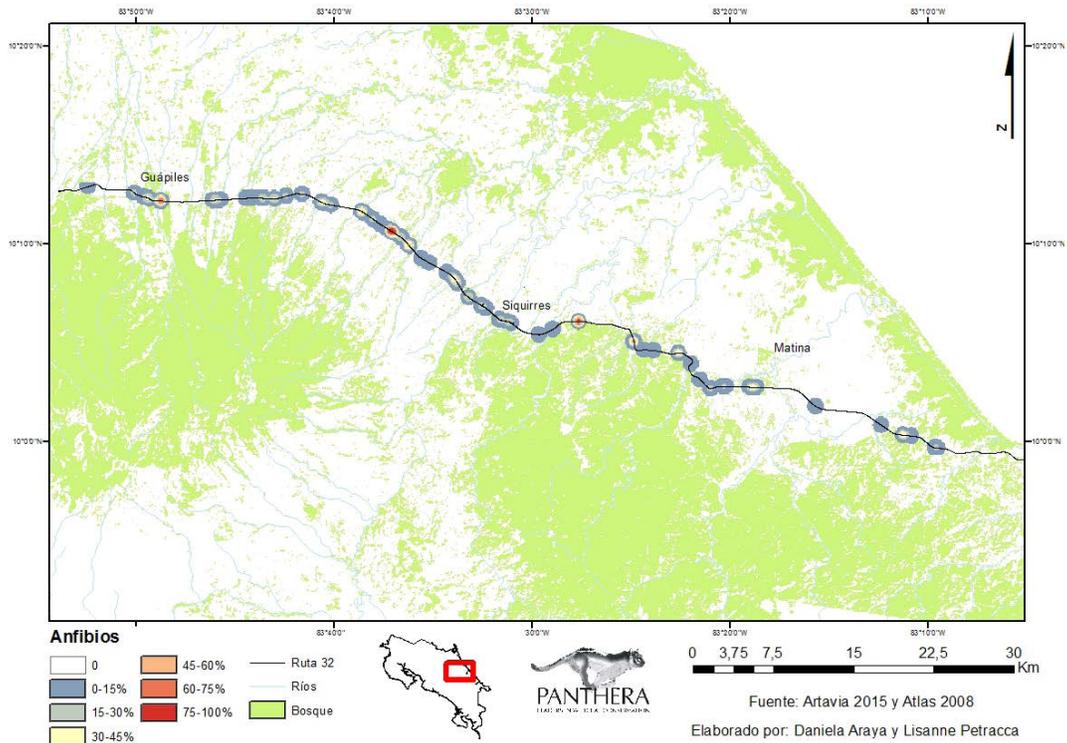


FIGURA 6 Puntos calientes de anfibios, mediante la herramienta Densidad de Kernel (ArcMap), sobre la Ruta 32 utilizando los datos de recorridos y reportes independientes de Artavia, 2015..

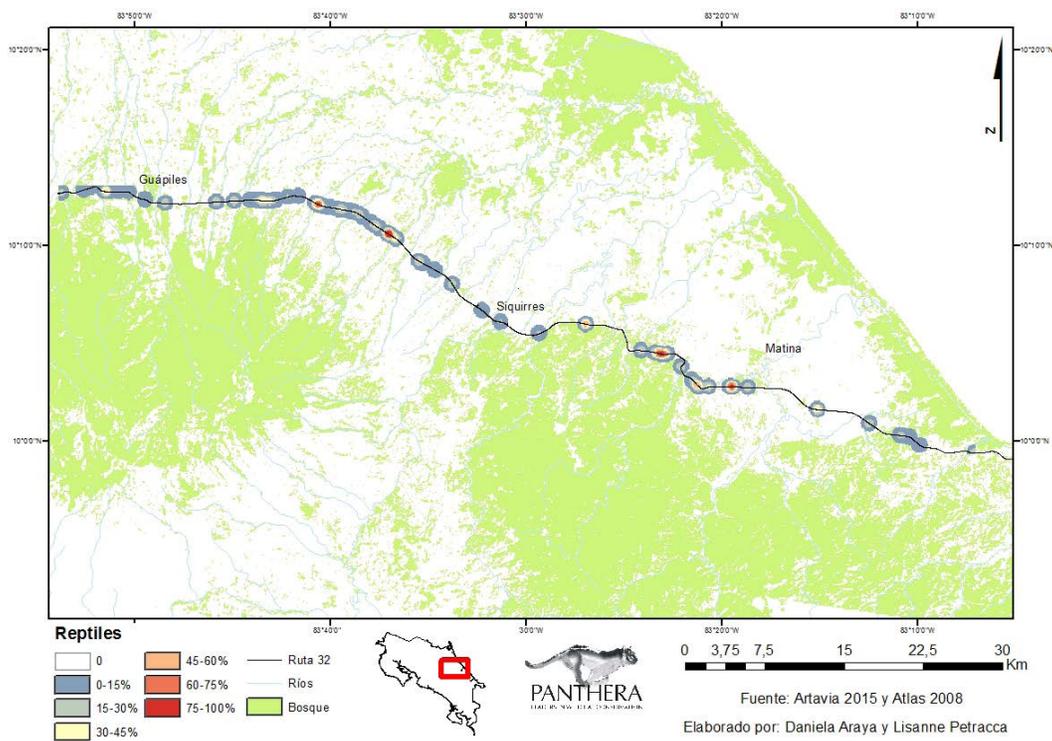


FIGURA 7 Puntos calientes de reptiles, mediante la herramienta Densidad de Kernel (ArcMap), sobre la Ruta 32 utilizando los datos de recorridos y reportes independientes de Artavia, 2015..

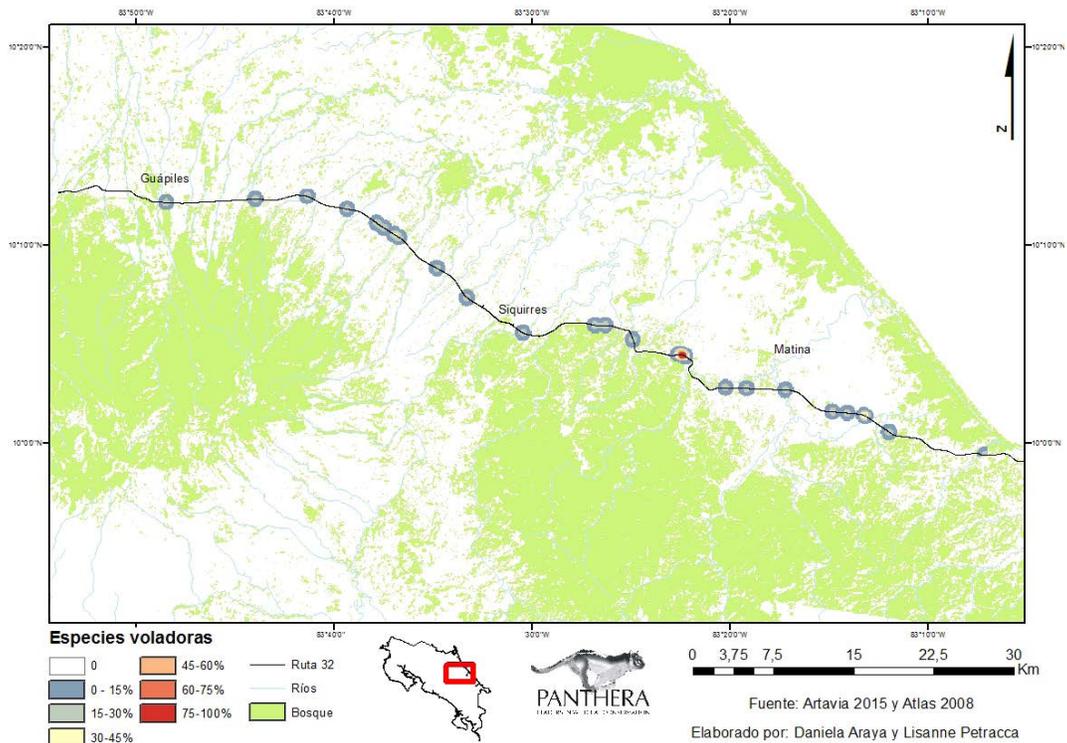


FIGURA 8 Puntos calientes de especies voladoras, mediante la herramienta Densidad de Kernel (ArcMap), sobre la Ruta 32 utilizando los datos de recorridos y reportes independientes de Artavia, 2015.

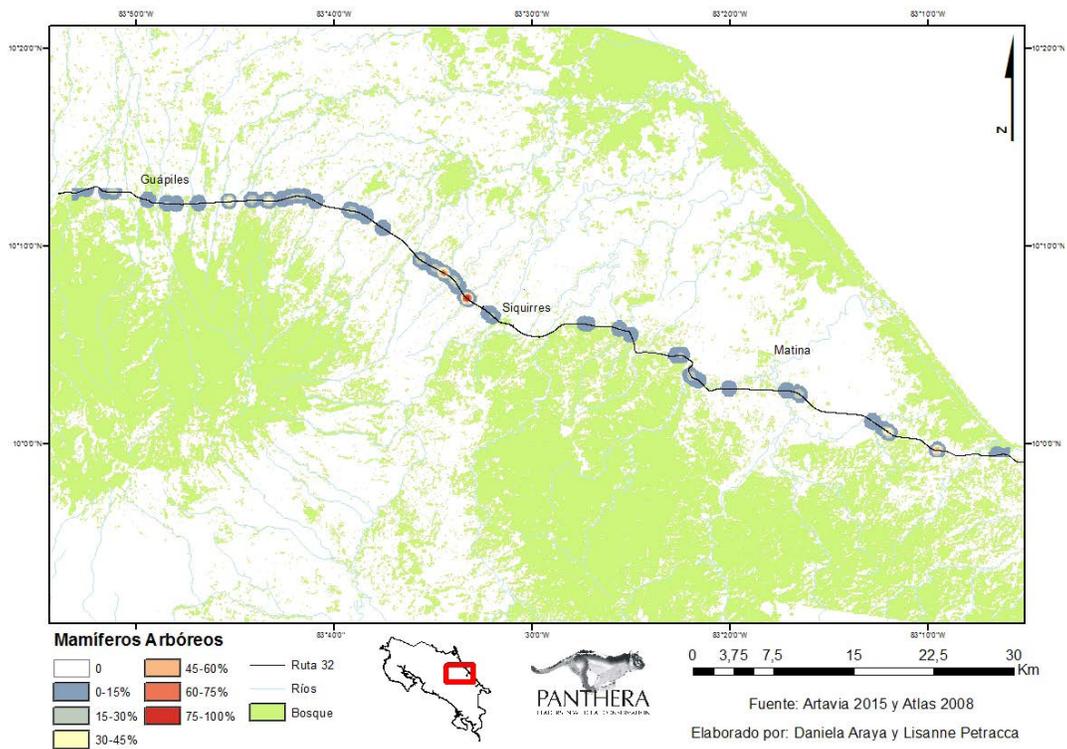


FIGURA 9 Puntos calientes de mamíferos arbóreos, mediante la herramienta Densidad de Kernel (ArcMap), sobre la Ruta 32 utilizando los datos de recorridos y reportes independientes de Artavia, 2015.

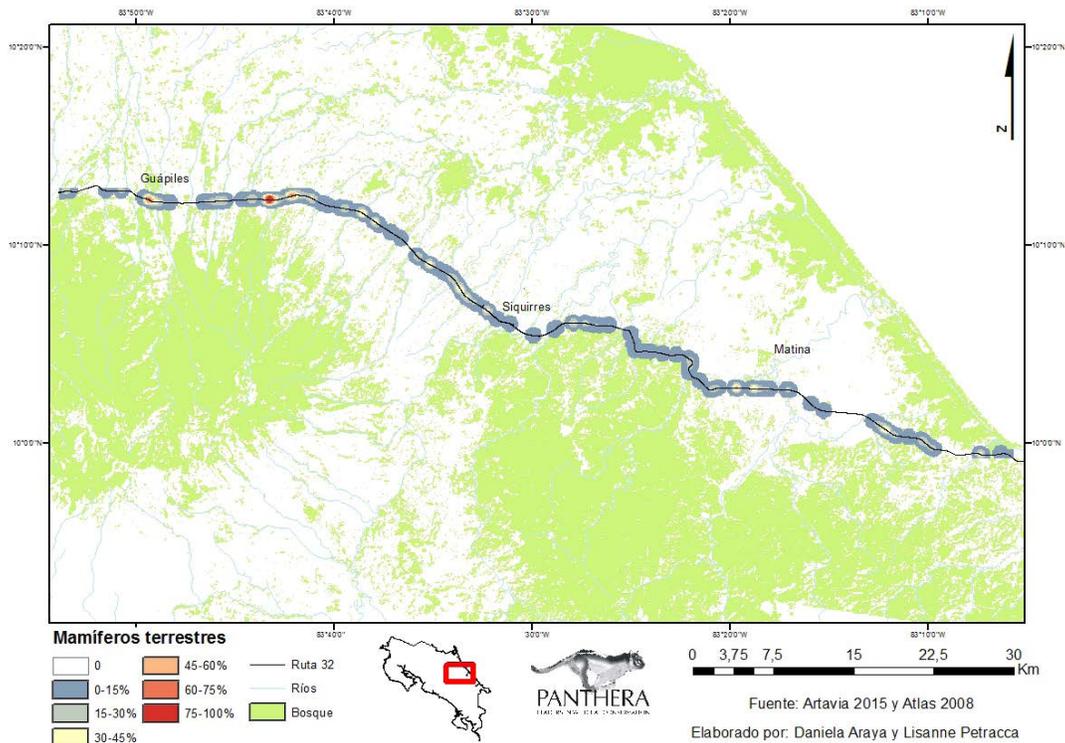


FIGURA 10 Puntos calientes de mamíferos terrestres, mediante la herramienta Densidad de Kernel (ArcMap), sobre la Ruta 32 utilizando los datos de recorridos y reportes independientes de Artavia, 2015.

2.3.4 Cruces de Fauna Silvestre Identificados

Para identificar los cruces de fauna se utilizaron 5 fuentes de información: recorridos, reportes independientes (Artavia, 2015), priorización de especies por su grado de conservación, registros históricos y la conectividad estructural. Los puntos calientes para los que se utilizó la información de los recorridos, reportes independientes y la priorización de especies; definieron los sitios de llamados cruces de fauna identificados. Se presentan además sitios que dadas sus características de conectividad estructural, registros históricos y presencia de especies con alta movilidad tienen el potencial de ser cruces de fauna. Los cruces de fauna potenciales para mamíferos arbóreos se basan en la presencia de puntos de conectividad estructural. Los tres puntos de cruces de fauna potenciales se basan en los registros históricos de jaguar en los márgenes de la Ruta 32 (Figuras 4 y 5), el registro de dos individuos de venado cola blanca en la entrada a la Universidad EARTH (Cuadro 1) y en los puntos de conectividad estructural identificadas entre las cordilleras y la costa (Figura 11).

Las especies se han agrupado por grupo taxonómico o dependiendo de la medida ambiental específica que se ajuste a sus requerimientos (Cuadro 9). Los anfibios y los reptiles pueden usar la misma estructura para pasar debajo de la carretera, por esto se han agrupado. Las aves y los murciélagos se han agrupado por ser especies voladoras. El resto de los mamíferos se ha separado en arbóreos y terrestres, dados los requerimientos específicos de movilidad de cada grupo.

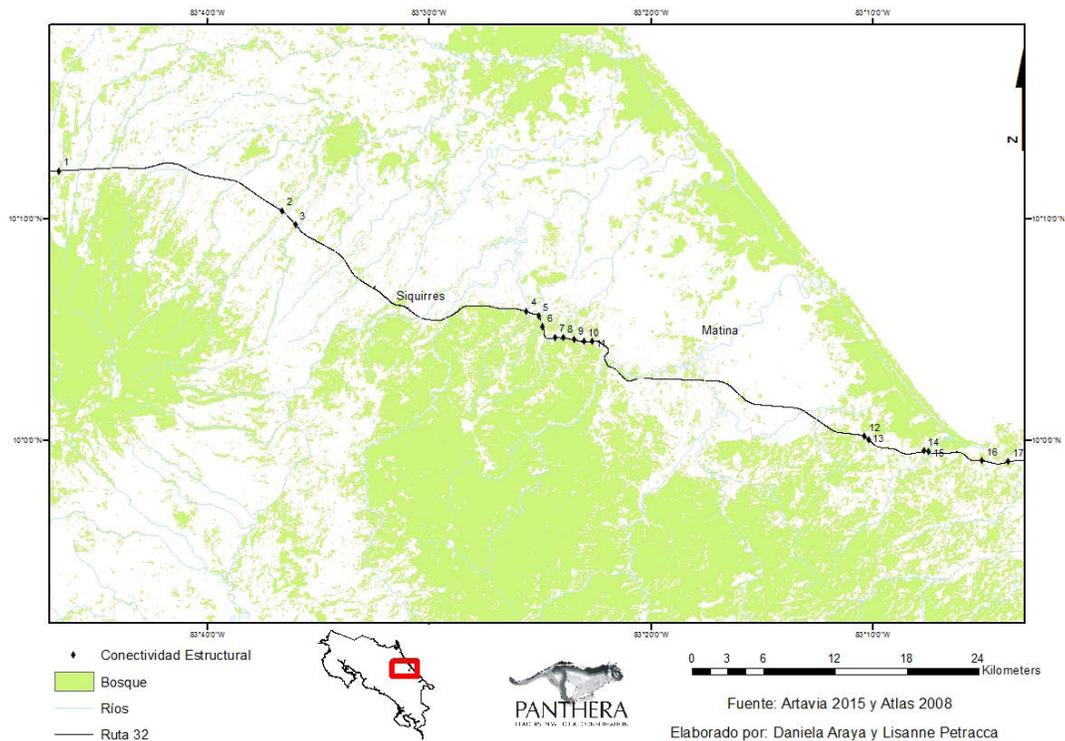


FIGURA 11 Ubicación de los puntos de Conectividad Estructural identificados en el área de la Ruta 32.

CUADRO 9. Cruces de Fauna silvestre identificados y potenciales en la Ruta 32 mediante recorridos, reportes independientes, priorización de especies, registros históricos y conectividad estructural.

Grupo Taxonómico	Cruces de Fauna Identificados*	Cruces de Fauna Potenciales**
Anfibios	6	0
Reptiles	8	0
Especies Voladoras	1	0
Mamíferos Arbóreos	5	9
Mamíferos Terrestres	6	3
TOTAL	26	12

* Puntos calientes-Recorridos, reportes independientes y priorización de especies

**Conectividad Estructural y registros históricos

2.4 Identificación de Medidas Ambientales para disminuir el impacto vial de la ampliación de la Ruta 32 en la Fauna Silvestre

Las medidas ambientales recomendadas en este informe tienen como principal objetivo impedir la presencia de especies silvestres en la vía, para evitar accidentes con los autos. Esto se logra proponiendo pasos alternativos para que las especies crucen con éxito la carretera e impidiendo en algunos casos el acceso a la calle mediante el vallado (Cuadro 10). De esta manera se evitan los accidentes de tránsito y se permite

la conectividad biológica. Se proponen medidas de señalización para las especies voladoras, ya que para estas no existen medidas específicas que aseguren su paso seguro a través de las carreteras. Así mismo, en el sitio identificado como cruce de especies voladoras se espera una reducción en la velocidad de los autos mediante la señalización.

Es muy importante que estas medidas ambientales sean incorporadas en el diseño del proyecto de ampliación de la Ruta 32, para que sean contempladas en el presupuesto.

CUADRO 10. Tipo de Medida Ambiental por grupo taxonómico, especies y número de individuos identificados en la Ruta 32.

Grupo Taxonómico	# de especies (# individuos) Artavia, 2015	Medidas Ambientales para los Cruces de Fauna Identificados (# de medidas necesarias)
Anfibios y Reptiles	12 (412) y 23 (168)	Paso inferior redondo -PIR (9) y Valla (11)
Especies voladores (Aves y Murciélagos)	20 (107) y (17)	Señalización-S (13) y Reductores de velocidad-RV (13)
Mamíferos arborícolas	10 (77)	Paso aéreo-PA(14) y Regeneración -R (2)
Mamíferos terrestres	12 (188)	Paso inferior cuadrado-PIC 3x3 (6), 3x4 (3), valla (9) y adecuación de puente (1)



2.4.1 Características Generales y Específicas de las Medidas Ambientales

Los puntos de cruce de vida silvestre nos aportan la ubicación y las especies para las cuales se tiene que desarrollar cada medida ambiental. Durante la Sesión de trabajo: Medidas Ambientales para Vías Amigables con La Vida Silvestre (Comité Científico de la Comisión Vías y Vida Silvestre, 2014), un grupo interdisciplinario de especialistas determinó las medidas ambientales específicas para la fauna de Costa Rica con respecto a las particularidades de nuestras carreteras y con el menor costo posible. Las Medidas Ambientales que se proponen a continuación para disminuir la presencia de vida silvestre en la Ruta 32 ampliada y para permitir el paso seguro de los animales, se basan en esta sesión de trabajo.

CARACTERÍSTICAS GENERALES

Ubicación

Las medidas deben ser ubicadas en los puntos identificados como cruces de fauna silvestre basados en los resultados de estudios técnicos-científicos. Es importante que los pasos estén dirigidos hacia los sitios del borde de la carretera donde haya cobertura boscosa. Los sitios de cruce identificados tienen una longitud variable. Las coordenadas de la ubicación de las medidas se dan basadas en el punto central del sitio de cruce, pero su ubicación va a depender de la topografía y del uso de suelo.

Grupo Taxonómico

La medida a implementar debe ser diseñada con los requerimientos que las especies o grupos identificadas en ese sitio de cruce ameritan para aumentar su probabilidad de uso.

Acceso

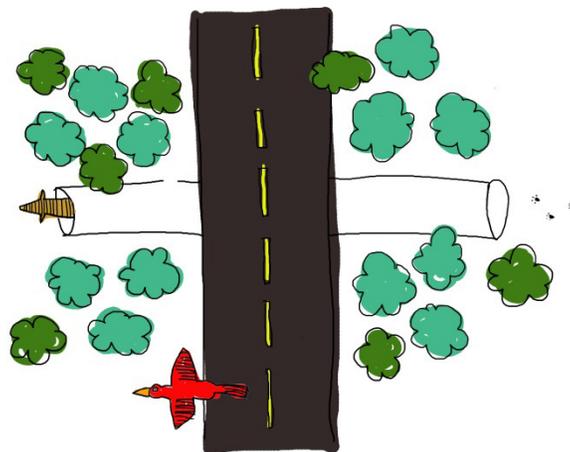
Cuando la medida a implementar es un paso, es importante construir accesos (rampas, laterales o disipadores) para facilitar el ingreso de los animales al paso. Principalmente cuando las entradas presentan pendientes marcadas. Los aletones y la chorrea de delantal pueden dar soporte al terreno para evitar la erosión y darle durabilidad al paso. En las entradas de la estructura se recomienda una “zona de protección” de 2m con capa vegetal para que crezca cobertura vegetal.

Luminosidad

Las medidas deben contar con características específicas como lo es la cantidad necesaria de luminosidad para el caso de los pasos inferiores. En casos de pasos muy largos, donde el ancho de la carretera no permite que el paso sea de 20m de longitud o menos, es importante aumentar la luminosidad dentro del paso. Se pueden hacer aberturas al centro del paso en la capa asfáltica para que entre más luz y los animales utilicen el paso (ej. Ruta Cañas-Liberia).

Cobertura vegetal

Las medidas deben permitir el paso seguro de la fauna entre áreas con cobertura boscosa cuando las características del sitio lo permitan. En el caso de los pasos inferiores las entradas deben ser sitios donde se permita el crecimiento de cobertura vegetal, ya que la cobertura trabaja como aislante del sonido y les permite resguardo a los animales.



Vallado

Las medidas que implican pasos inferiores deben presentar estructuras que guíen a los animales hacia el paso. Las vallas o mallas perimetrales son importantes componentes de los pasos porque además les dificultan el acceso a la carretera. Se recomienda una malla con unos 200m de longitud, 2 m de alto y enterrada medio metro, a ambos lados del paso en ambas entradas. Para anfibios y reptiles una longitud de maya de 100m de 40 cm de alto y enterrada 15cm; de lámina lisa, sáran o material geotextil. Hay sitios donde el paso es para varios grupos taxonómicos por lo que se deben instalar ambos tipos de malla. Para el caso de las especies voladoras se propone una altura de malla de 3m, con el fin de aumentar la altura del vuelo de las aves y que estas vuelen sobre el nivel de los vehículos.

Hidrología

Cuando la medida es un paso inferior se debe tener presente que este funciona y tiene requerimientos diferentes a un drenaje. Dentro del paso de fauna puede circular un pequeño flujo de agua que no comprometa la libre circulación de los animales a través de este. Se debe tener presente darle una cierta pendiente para que el agua fluya, la humedad dentro del paso es muy importante, principalmente para los anfibios.

Monitoreo

Lograr determinar el éxito de las medidas implementadas como pasos de fauna es muy importante pero se deben tomar consideraciones previas. El método más utilizado es mediante cámaras trampa, pero se deben construir estructuras que permitan sujetar las cámaras al paso para evitar que se las roben. Por lo tanto es importante contemplar las estructuras para sujetar las cámaras en el diseño de los pasos. Igualmente es de gran utilidad monitorear la carretera para contabilizar la presencia de animales, y si los hay, utilizar esta información para corregir las medidas. En los pasos aéreos las cámaras se pueden sujetar al árbol. Se pueden usar cámaras con panel solar para que no se tengan que cambiar las baterías con tanta frecuencia. Es importante destacar que algunos animales requerirán de un tiempo para acostumbrarse a usar los pasos (meses y hasta años), en especies después de una perturbación grande del sitio (construcción de nueva carretera o ampliación).

Mantenimiento

El mantenimiento de los pasos de fauna debe estar contemplado en el Plan de Mantenimiento y Conservación de la carretera. Este debe estar enfocado a eliminar las obstrucciones en el paso para permitir la circulación de los animales, pero no debe eliminar la cobertura vegetal de las entradas. También las acciones de mantenimiento deben contemplar la reparación y mantenimiento de las estructuras que cumplen función de pasos de fauna.

Uso humano

El uso de los pasos de fauna por las personas es inevitable pero hay que tratar de no incentivarlo ya que la presencia constante de personas puede ser un obstáculo para el uso por la fauna.

Uso de suelo

Las medidas debe ubicarse principalmente entre áreas boscosas. Existen casos en los que por ciertas características del sitio esto no es posible, pero conectar el bosque es la prioridad. Existen algunos casos de cruces de fauna que están entre otros usos de suelo (ej. potrero-charral-cultivo). Normalmente lo que ocurre en estos casos es que el bosque no se encuentra inmediatamente al borde de la carretera.

Pendiente

Para el caso específico de pasos inferiores, este debe presentar cierta pendiente, 2°-5°, para que si se da el ingreso de agua, esta circule. La presencia de pendiente en las entradas del paso debe solucionarse con la construcción de accesos (rampas de concreto), para facilitar el ingreso de los animales al paso.

Otras

- Mantenimiento del derecho de vía (corta de la vegetación en los márgenes de la carretera), para mayor visibilidad del conductor y de los animales al cruzar la calle.
- Se debe procurar que la salida de los pasos no quede inmediata a la carretera. La estructura del paso se debe extender en longitud para evitar que los animales al salir del paso se expongan al impacto del ruido y la contaminación de la carretera.
- Se debe mantener una distancia prudente mínima entre los pasos de fauna y las estructuras de drenaje.
- Se deben colocar dispositivos anti-escalamiento en los sectores de los cruces de vida silvestre donde haya cableado eléctrico para evitar electrocuciones.
- En los sitios donde el cruce de fauna coincide con la ubicación de una estructura de drenaje esta se puede adecuar para que tenga doble función (drenaje y paso de fauna).
- La disposición tradición de la barrera hormigón tipo new jersey genera una trampa para la fauna que intenta cruzar la carretera; por lo que se propone la siguiente modificación de la new jersey (Figura 12).

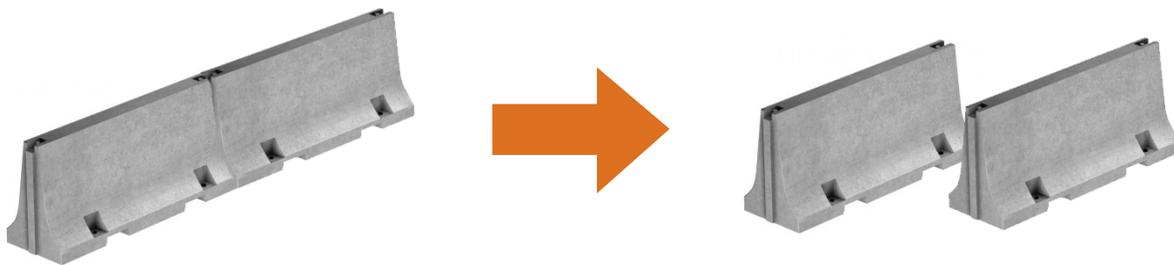
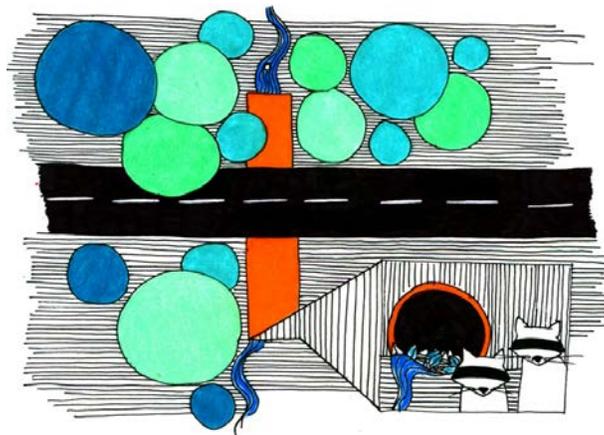


FIGURA 12 Modificación de barrera hormigón tipo new jersey.



CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS

Paso inferior cuadrado-PIC 3x3m (6 unidades) y Malla alta (12 unidades) Malla baja (4 unidades)

Grupo taxonómico: Mamíferos terrestres medianos y pequeños

Materiales: concreto y malla

Diseño (forma-dimensiones): estructura cuadrada tipo cajón de 3x3m. Se debe instalar en ambos márgenes de la carretera en el sitio del paso una malla alta (200m de longitud por 2m de alto y enterrada medio metro) que impida el acceso de la fauna a la calle y que los guíe hacia el paso.

En aquellos sitios donde los cruces de fauna coinciden con estructuras de drenaje, las estructuras de drenaje pueden ser adecuadas para que cumplan con la función de paso de fauna. Los drenajes cuadrados en su base pueden reducir su pendiente para que permita el paso de los animales en los extremos y el del agua en la parte central (Figura 13).

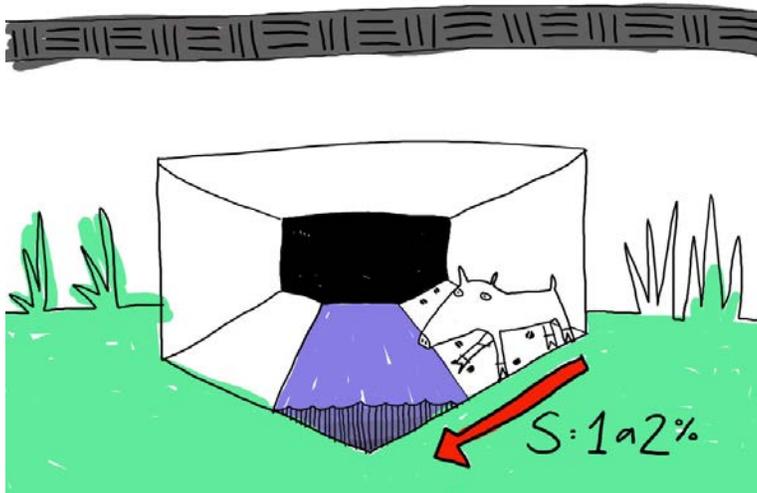


FIGURA 13 Adecuación de sistema de drenaje cuadrado para que se permita el paso de fauna silvestre (Comité Científico-Comisión Vías y Vida Silvestre, 2014).

Paso inferior cuadrado-PIC 3x4m (3 unidades) y Malla alta (6 unidades)

Grupo taxonómico: Mamíferos terrestres grandes

Materiales: concreto y malla

Diseño (forma y dimensiones): estructura cuadrada tipo cajón de 3m alto x 4m de frente. Se debe instalar en ambos márgenes de la carretera en el sitio del paso una malla (200m de longitud por 2m de alto y enterrada medio metro) que impida el acceso de la fauna a la calle y que los guíe hacia el paso. No es excluyente de mamíferos medianos y pequeños.

Paso inferior tipo puente-PITP (1 unidad)

Grupo taxonómico: Mamíferos terrestres grandes

Materiales: Concreto

Diseño (forma y dimensiones): El diseño del puente (Figura 14) sobre el Río Destierro debe contemplar el menor impacto a la zona del Río, ya que el cauce y margen de este río ha sido identificado como una Ruta de Conectividad Estructural entre la Reserva de la Universidad EARTH y la Reserva Forestal Cordillera Volcánica Central. De esta manera se puede aportar conectividad a especies como el venado cola blanca y al jaguar.

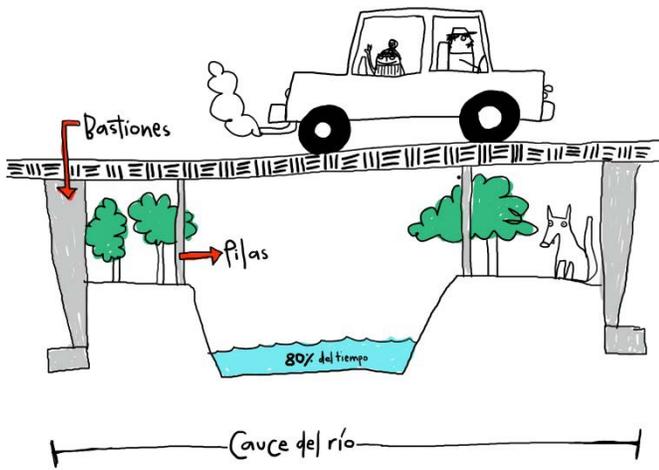


FIGURA 14 Descripción de las características de un puente para que permita el paso de la fauna (Comité Científico-Comisión Vías y Vida Silvestre, 2014).

Paso inferior redondo-PIR (9 unidades) y Malla (18 unidades)

Grupo taxonómico: Anfibios y Reptiles

Materiales: Tubería para drenaje prefabricada de concreto.

Diseño (forma y dimensiones): 1,4m -1,6m de diámetro. Como este no es un drenaje y no va a circular mucha agua, se debe rellenar el piso de la alcantarilla con material vegetal para eliminar su forma cóncava y aumentar su efectividad. Otra opción más duradera para aplanar el piso es ponerle una capa de cemento en la base que elimine la forma cóncava y permita un mejor desplazamiento (Figura 15). Se debe instalar en ambos márgenes de la carretera en el sitio del paso una malla (100m de longitud por 40cm de alto y enterrada 15cm) que impida el acceso de la fauna a la calle y que los guíe hacia el paso.

En aquellos sitios donde los cruces de fauna coinciden con estructuras de drenaje, las estructuras de drenaje pueden ser adecuadas para que cumplan con la función de paso de fauna. Esta adecuación puede ser el relleno de la parte central de la alcantarilla con concreto y dándole una inclinación. (Figura 15).

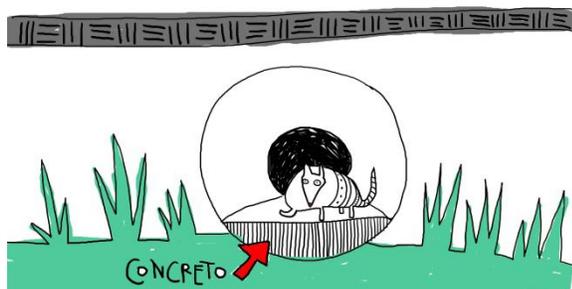


FIGURA 15 Adecuación de sistema de drenaje redondo para que se permita el paso de fauna silvestre (Comité Científico-Comisión Vías y Vida Silvestre, 2014).

Paso Aéreo-PA (14 unidades)

Grupo taxonómico meta: Mamíferos arborícolas.

Materiales: Cuerda plástica gruesa, tubo de PVC y manguera gruesa (materiales resistentes a los rayos ultravioletas)

Diseño (forma y dimensiones): 15m sobre el nivel de la calle, tres cuerdas plásticas gruesas. Una sola en la parte superior, dos de ellas a la misma altura formando una escalera donde los separadores o escalones son formados por tubo de PVC. El nudo o gaza de amarre del paso al árbol debe ser holgado para permitir el crecimiento del árbol. Las cuerdas que vayan a tener contacto con el árbol deben estar cubiertas por manguera plástica gruesa para evitar el roce y no dañar el árbol ni la cuerda. Este paso es un diseño que

permite el cruce de varias especies ya que algunas usan solo el mecate libre, otras la escalera horizontal y algunas usan ambos. Para aquellos puntos donde no haya arboles cercanos para soporte del paso aéreo, se pueden usar postes de concreto y a partir del poste se lanzan anclajes hasta los árboles más cercanos. Este diseño de paso aéreo se originó de la fusión de los diseños utilizados por el Instituto Costarricense de Electricidad y el diseño utilizado por Hacienda Barú (Figura 16).

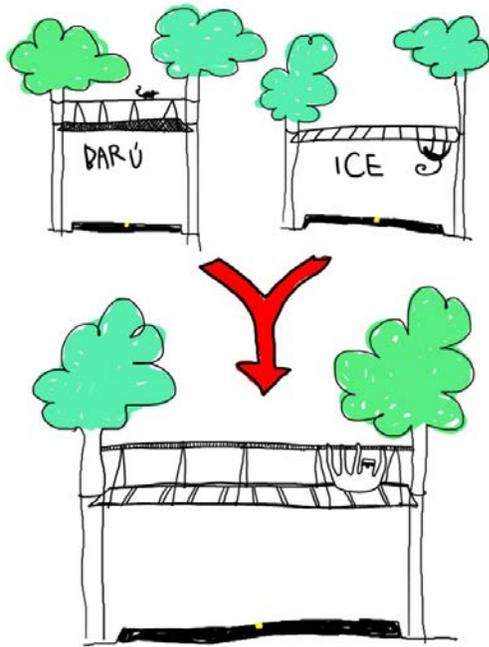


FIGURA 16 Diseños de pasos de fauna aéreos utilizados por el ICE, por Hacienda Barú y un nuevo diseño propuesto que fusiona las cualidades de los anteriores (Comité Científico-Comisión Vías y Vida Silvestre, 2014)..

Señalización vertical-SV (26 unidades)

Grupo taxonómico meta: Aves y Mamíferos voladores o para aquellos sitios donde haya alta probabilidad de cruce, como puntos de conectividad estructural.

Ubicación: Por cada sitio de paso de vida silvestre se deben colocar dos señales de tránsito de “paso de fauna” separadas por 200m de distancia, o la longitud que contemple el sitio de cruce. Se debe colocar una señal a cada lado de la vía.

Tipo: Dispositivo de Prevención Nacional para Cruce de Fauna, oficializada por MOPT y MINAE, 2014. (Oficio DGIT-0828-2014)

Diseño: Se basa en lo establecido por el Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control de Tránsito de la SIECA. Forma de rombo o diamante (cuadrado con diagonal vertical) con color de fondo amarillo, con dibujo de una carretera con un cruce de la vía verde y tres animales.



Procedimiento para la solicitud de la señal a la Dirección General de Ingeniería de Tránsito: Se debe presentar Justificación Técnica (basada en investigación previa) al Sistema Nacional de Áreas de Conservación, para que sea validada y que los sitios sean aprobados. Posteriormente se debe solicitar a Ingeniería de Tránsito del MOPT la elaboración de las señales. La señal tiene un valor de 54.000 colones y debe ser pagada por el desarrollador del proyecto vial.

Reductores de velocidad- RV (26 unidades)

Grupo taxonómico meta: Aves y Mamíferos voladores

Ubicación: El reductor de velocidad puede estar colocado 200m antes del punto de cruce de vida silvestre identificado. Debe colocarse un reductor de velocidad a cada lado de la vía.

Tipo y diseño: Demarcación horizontal. Líneas demarcadas con material grueso sobre la calzada que se van haciendo más continuas (Figura 17). El efecto visual hace que el conductor reduzca la velocidad.

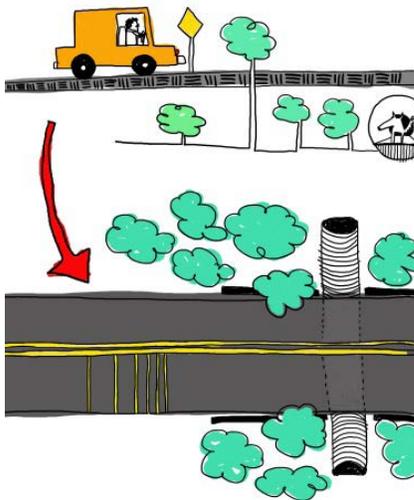


FIGURA 17 Reductor de velocidad recomendado para los sitios de cruce donde no exista un paso de fauna para especies terrestres o voladoras o para sitios de alta mortalidad de fauna silvestre (Comité Científico-Comisión Vías y Vida Silvestre, 2014).

Regeneración-R (2 unidades)

Grupo taxonómico meta: Mamíferos arbóreos

Ubicación: La regeneración del bosque se propone en los sitios aledaños al lugar donde se coloquen los postes para anclar los pasos arbóreos. La siembra se debe de dar dentro de la propiedad privada, para evitar su corta cuando se realiza el mantenimiento de la vía.

Tipo y diseño: Se propone el uso de especies forestales nativas de crecimiento rápido. Se debe acordar con el propietario, un servicio de pago de servicio ambiental (FONAFIFO) bajo la modalidad de Sistema Agro-Forestal, para asegurar la permanencia de los arboles a largo plazo.

2.4.2 Medidas Ambientales específicas para cada sitio de Cruce de Fauna

A continuación se presenta la ubicación de las Medidas Ambientales, una descripción del sitio y fotografía del mismo (Cuadro 11). Cada punto propuesto fue verificado en campo y sometido a discusión por parte de las autoras. Cabe resaltar que una vez realizada la verificación en campo algunos de los puntos identificados como cruces, se eliminaron (CE17, CE16, CE14, CE8, A6, CE6, A4) o fusionaron (CE12, R7, CE2, A3, A2, V1)

con otros, debido a que las condiciones propias del sitio propuesto no permitía la aplicación de la medida ambiental recomendada según los resultados del estudio. Es importante realizar una gira final con los ingenieros de la obra para explicar en campo las medidas ambientales.

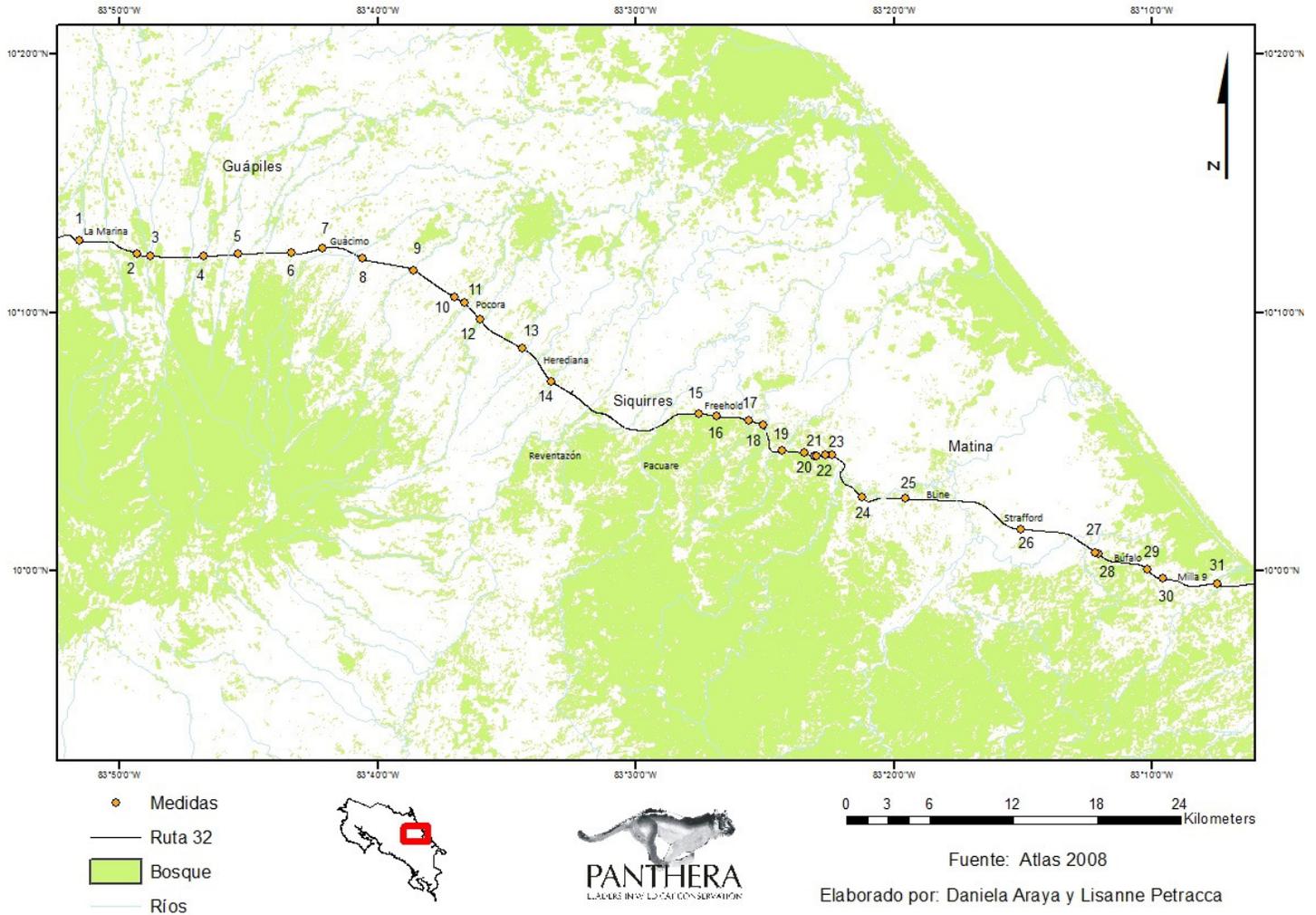


FIGURA 18 Ubicación de las Medidas Ambientales para el proyecto de ampliación de la Ruta 32. Descripción de cada una de las Medidas Ambientales en el Cuadro 11.

CUADRO 11. Medidas Ambientales para los sitios de Cruce de Fauna silvestre de la Ruta 32. Los puntos del cuadro están ordenados de manera consecutiva en el sentido cruce Río Frío-Cruce Moín. Ver ubicación de las medidas en el mapa anterior, Figura 18.

#	Grupo Taxonómico	Medida	Coordenadas	Curvatura	Topografía	Descripción del Sitio	Longitud del Sitio	Especies Identificadas o Potenciales*	Fotografía
1	Reptiles R1	Paso Inferior redondo 1,5 m Vallado	10.21291374 -83.85932772	B	CRV	Río Costa Rica paralelo al lado izquierdo y potrero lado derecho	297m	<i>Boa constrictor</i> <i>Leptodeira annulata</i> <i>Ninia sebae</i>	
2	Mamíferos Terrestres MT1	Paso Inferior cuadrado 3x3m Vallado	10.20498706 -83.82201752	B	CRV	Bosque inmediato ambos lados y algunas casas, atrás potreros	875m	<i>Didelphis marsupialis</i> Muridae <i>Leopardus wiedii</i> <i>Tamandua mexicana</i>	
3	Anfibios A1	Paso Inferior redondo 1,5 m Vallado	10.20316685 -83.81340855	A	C2P	A 100m Este del Río Toro Amarillo	800m	<i>Gymnopsis</i> sp. <i>Lithobates taylori</i> <i>Lithobates vaillanti</i> <i>Rhinella marina</i>	
4	Conectividad Estructural CE1	Paso Aéreo Señalización y reductor de velocidad	10.20318981 -83.77744541	A	CRV	Bosque ambos lados, después del Río Santa Clara	330m	<i>Bradypus variegatus</i>	

CUADRO 11 (Continuación....). Medidas Ambientales para los sitios de Cruce de Fauna silvestre de la Ruta 32. Los puntos del cuadro están ordenados de manera consecutiva en el sentido cruce Río Frío-Cruce Moín. Ver ubicación de las medidas en el mapa anterior, Figura 18.

#	Grupo Taxonómico	Medida	Coordenadas	Curvatura	Topografía	Descripción del Sitio	Longitud del Sitio	Especies Identificadas o Potenciales*	Fotografía
5	Mamíferos Arbóreos MA1	Paso Aéreo Regeneración Señalización y reductor de velocidad	10.20438138 -83.75622653	A	CRV	Plantación de palma y poteros. Cruce de calle en Plantación de Chiquita. Se recomienda ubicarlo 600 metros hacia Siquirres.	291m	<i>Bradypus variegatus</i>	
6	Mamíferos Terrestres MT2	Paso Inferior cuadrado 3x3m Valla en área boscosa Señalización y reductores de velocidad. Adecua- ción de otras alcantarillas como pasos	10.20500734 -83.72185755	A	CDV	Bosque a ambos lados, hay alcantarillas que deben adecuarse para permitir paso de fauna. Montañita de Guácimo	1190m	<i>Dasylops novemcinctus</i> , <i>Didelphis marsupialis</i> <i>Leopardus pardalis</i> <i>Orthogeomys cherriei</i> , <i>Philander opossum</i> <i>Tamandua mexicana</i>	
7	Mamíferos Terrestres MT3	Paso Inferior cuadrado 3x3m Vallado	10.20843999 -83.70215136	A	CRV	Árboles ambos lados de la carretera	829m	<i>Didelphis marsupialis</i> <i>Sylvilagus brasiliensis</i> <i>Philander opossum</i> <i>Tamandua mexicana</i> <i>Dasylops novemcinctus</i>	
8	Reptiles R2	Paso Inferior redondo 1,5 m Vallado	10.20170068 -83.67635312	A	C2P	Sin cobertura y presencia de algunas casas. Hay alcantarilla. Se recomienda ubicarlo 500 metros hacia Guápiles en quebrada	786m	<i>Chelydra serpentina</i> <i>Iguana iguana</i> <i>Kinosternon</i> sp. <i>Leptodeira annulata</i> <i>Mastigodryas melanolomus</i> <i>Ninia sebae</i>	

CUADRO 11 (Continuación....). Medidas Ambientales para los sitios de Cruce de Fauna silvestre de la Ruta 32. Los puntos del cuadro están ordenados de manera consecutiva en el sentido cruce Río Frío-Cruce Moín. Ver ubicación de las medidas en el mapa anterior, Figura 18.

#	Grupo Taxonómico	Medida	Coordenadas	Curvatura	Topografía	Descripción del Sitio	Longitud del Sitio	Especies Identificadas o Potenciales*	Fotografía
9	Mamíferos Arbóreos MT4 (Anfibios A2)	Paso Inferior cuadrado 3x3m Valla o malla de dos tipos	10.19425236 -83.64302541	A	CEV	Cobertura boscosa lado izquierdo. Cerca de Cementerio	285m	<i>Nasua narica</i> <i>Sylvilagus brasiliensis</i> (<i>Dendrobates pumilio</i>)	
10	Reptiles R3 (Anfibios A3)	Paso Inferior redondo 1,5 m Vallado	10.17665346 -83.61672426	A	CRV	Cultivos lado izquierdo, derecha en- trada EARTH. Se recomienda ubicarlo 50m antes de la Universidad EARTH	1183m	<i>Boa constrictor</i> <i>Mastigodryas melanolomus</i> <i>Ninia sebae</i> (<i>Rhaebo haema- titicus</i>) <i>Rhinella marina</i> <i>Smitisca baudini</i>)	
11	Conectividad Estructural CE2	Paso Inferior cuadrado 3x4m Vallado	10.17259972 -83.61034764	A	CE	Bosque lado izquierdo. Algu- nas casas Fusionado con CE2	455m	<i>Panthera onca</i> * <i>Odocoileus virginianus</i> <i>Didelphis mar- supialis</i>	
12	Conectividad Estructural CE3	Puente Paso	10.16261998 -83.60085681	A	Puente	Río Destierro. Ampliación no debe afectar paso inferior de especies	373m	<i>Panthera onca</i> *	

CUADRO 11 (Continuación....). Medidas Ambientales para los sitios de Cruce de Fauna silvestre de la Ruta 32. Los puntos del cuadro están ordenados de manera consecutiva en el sentido cruce Río Frío-Cruce Moín. Ver ubicación de las medidas en el mapa anterior, Figura 18.

#	Grupo Taxonómico	Medida	Coordenadas	Curvatura	Topografía	Descripción del Sitio	Longitud del Sitio	Especies Identificadas o Potenciales*	Fotografía
13	Mamíferos Arbóreos MA2	Paso Aéreo Regeneración Señalización y reductor de velocidad	10.14387947 -83.57337272	A	CDV	No hay árboles inmediatos a la carretera y existen casas. Hay alcantarilla. Se recomienda ubicarlo 200mts hacia Siquirres	776m	<i>Alouatta palliata</i> <i>Choloepus hoffmanni</i> <i>Sphiggurus mexicanus</i>	
14	Mamíferos Arbóreos MA3	Paso Aéreo Señalización y reductor de velocidad	10.122146 -83.553775	A	CEV	Bosque a ambos lados de la carretera. Sector de Río Peje	911m	<i>Alouatta palliata</i> <i>Choloepus hoffmanni</i> <i>Sphiggurus mexicanus</i>	
15	Anfibios A5	Paso Inferior redondo 1,5 m Vallado	10.10143192 -83.45889797	A	CDV	Bosque inmediato solo del lado izquierdo Alcantarilla presente y línea eléctrica	795m	<i>Dendrobates auratus</i> <i>Dendrobates pumilio</i> <i>Rhinella marina</i>	
16	Reptiles R4	Paso Inferior redondo 1,5 m Vallado	10.09982511 -83.44804742	A	CE	Algunas casas presenta. Hay alcantarilla	604m	<i>Boa constrictor</i>	

CUADRO 11 (Continuación....). Medidas Ambientales para los sitios de Cruce de Fauna silvestre de la Ruta 32. Los puntos del cuadro están ordenados de manera consecutiva en el sentido cruce Río Frío-Cruce Moín. Ver ubicación de las medidas en el mapa anterior, Figura 18.

#	Grupo Taxonómico	Medida	Coordenadas	Curvatura	Topografía	Descripción del Sitio	Longitud del Sitio	Especies Identificadas o Potenciales*	Fotografía
17	Conectividad Estructural CE4	Paso Aéreo Señalización y reductor de velocidad	10.09737440 -83.42756180	A	CIP	Bosque inmediato solo del lado izquierdo. Se recomienda ubicarlo en Río Cimarrones	440m	<i>Choloepus hoffmanni</i>	
18	Conectividad Estructural CE5	Paso Aéreo Señalización y reductor de velocidad	10.09261474 -83.41712206	A B	CEV	Bosque inmediato solo del lado izquierdo. Se recomienda ubicarlo en Río Hondo	268m	<i>Sphiggurus mexicanus</i>	
19	Conectividad Estructural CE7	Paso Aéreo Señalización y reductor de velocidad	10.07780710 -83.40521020	B	CEV	No hay conectividad inmediata a la carretera en ambos lados. Existen algunas casas. Se recomienda ubicarlo en Río Madre de Dios	468m	-	
20	Conectividad Estructural CE9	Paso Aéreo Señalización y reductor de velocidad	10.07600876 -83.39106146	A	CE	Cobertura presente. Hay una alcantarilla	280m	-	

CUADRO 11 (Continuación....). Medidas Ambientales para los sitios de Cruce de Fauna silvestre de la Ruta 32. Los puntos del cuadro están ordenados de manera consecutiva en el sentido cruce Río Frio-Cruce Moín. Ver ubicación de las medidas en el mapa anterior, Figura 18.

#	Grupo Taxonómico	Medida	Coordenadas	Curvatura	Topografía	Descripción del Sitio	Longitud del Sitio	Especies Identificadas o Potenciales*	Fotografía
21	Reptiles R5	Paso Inferior redondo 1,5 m Vallado	10.07454780 -83.38468049	A	CE	Presencia de árboles y casas. Hay una alcantarilla	1281m	<i>Basiliscus plumifrons</i> <i>Boa constrictor</i> <i>Ctenosaura similis</i> <i>Lepthophis mexicanus</i> <i>Rhinoclemmys funereal</i>	
22	Conectividad Estructural CE10	Paso Aéreo Señalización y reductor de velocidad	10.07457807 -83.38278039	A	CRV	Bosque ambos lados, hay algunas casas y existe una alcantarilla	291m	-	
23	Conectividad Estructural CE11 (Voladores V1)	Paso Aéreo Señalización y reductor de velocidad Vallado de 3m de alto	10.07497461 -83.37726167	A	CRV	Cobertura presente y hay algunas casas	1300m	<i>Caluromys dervianus</i> <i>(Thraupis episcopus</i> <i>Rhamphocellus sp.</i> <i>Saltator sp.</i> <i>Sporophila</i> <i>Troglodites aedon</i> <i>Phyllostomidae)</i>	
24	Reptiles R6	Paso Inferior redondo 1,5 m Vallado	10.04786217 -83.35420280	A	CE	Arboles presentes ambos lados, y potreros. Hay una alcantarilla pequeña	655m	<i>Boa constrictor</i> <i>Ninia sebae</i>	

CUADRO 11 (Continuación....). Medidas Ambientales para los sitios de Cruce de Fauna silvestre de la Ruta 32. Los puntos del cuadro están ordenados de manera consecutiva en el sentido cruce Río Frío-Cruce Moín. Ver ubicación de las medidas en el mapa anterior, Figura 18.

#	Grupo Taxonómico	Medida	Coordenadas	Curvatura	Topografía	Descripción del Sitio	Longitud del Sitio	Especies Identificadas o Potenciales*	Fotografía
25	Mamíferos Terrestres MT6 (Reptiles R7)	Paso Inferior cuadrado 3x3m Vallado de dos tipos	10.0467581 -83.32800214	A	CEV	Arboles a ambos lados de la carretera. Plantación de Palma	855m	<i>Didelphis marsupialis</i> <i>Philander opossum</i> <i>Tamandua mexicana</i> (<i>Boa constrictor</i> <i>Mastigodryas melanolomus</i> <i>Oxyrhopus petola</i> <i>Sibon nebulatus</i>)	
26	Reptiles R8	Paso Inferior redondo 1,5 m Vallado	10.02724227 -83.25168416	A	CEV	Existe una alcantarilla pequeña a 50m del punto. Hay una bananera cercana.	182m	<i>Boa constrictor</i> <i>Iguana iguana</i>	
27	Mamíferos Terrestres MT7	Paso Inferior cuadrado 3x3m Vallado	10.01211729 -83.20298966	A	CRV	Existe una quebrada con árboles, algunas casas y potreros. Existe una alcantarilla	171m	<i>Philander opossum</i> <i>Tamandua Mexicana</i>	
28	Mamíferos Arbóreos MA4	Paso Aéreo Señalización y reductor de velocidad	10.01087484 -83.20116727	A	CRV	Existe una quebrada con árboles, algunas casas y potreros. Existe una alcantarilla	221m	<i>Alouatta palliata</i> <i>Bradyptes variegatus</i>	

CUADRO 11 (Continuación....). Medidas Ambientales para los sitios de Cruce de Fauna silvestre de la Ruta 32. Los puntos del cuadro están ordenados de manera consecutiva en el sentido cruce Río Frío-Cruce Moín. Ver ubicación de las medidas en el mapa anterior, Figura 18.

#	Grupo Taxonómico	Medida	Coordenadas	Curvatura	Topografía	Descripción del Sitio	Longitud del Sitio	Especies Identificadas o Potenciales*	Fotografía
29	Conectividad Estructural CE12 (CE13)	Paso Aéreo Paso Inferior cuadrado 3x4m Vallado	10.00371929 -83.17342845	A	CCD	Cobertura mediente una quebrada. Tiene un restaurante y potreros	668m	<i>Panthera onca</i> <i>Tamandua mexicana</i> <i>Didelphis marsupialis</i>	
30	Mamíferos Arbóreos MA5	Paso Aéreo Señalización y reductor de velocidad	9.99512189 -83.15990349	A	CEV	Arboles a ambos lados de la carretera. Se recomienda ubicarlo 50 m después del Río Madre	588m	<i>Choloepus hoffmanni</i> <i>Potos flavus</i>	
31	Conectividad Estructural CE15	Paso Aéreo Paso Inferior cuadrado 3x4m Vallado	9.99156914 -83.12427940	B	CEV	No hay conectividad inmediata a la carretera. Se recomienda ubicarlo 70 metros hacia Río Blanco	304m	<i>Panthera onca</i> <i>Procyon lotor</i> <i>Eira barbara</i> <i>Didelphis marsupialis</i>	

***Curvatura:** A: Sin curva evidente (recta), B: Curva en un lado de la carretera > 75m, y C: Curva a ambos lados de la carretera

****Topografía:** CRV: Carretera al ras de la línea de vegetación, CE: Carretera escalonada, CDV: Carretera debajo de la línea de vegetación (30cm a 1.5m), C1P: Carretera con un paredón (1.5m ó >), CCD: Carretera con depresión, C2P: Carretera con dos paredones, CEV: Carretera por encima de la línea de vegetación (≥ 1m).

25 Implementación de los Programas de Educación Ambiental, Monitoreo y Rescate de la Fauna Silvestre.

Las Medidas Ambientales propuestas para vías amigables con la vida silvestre; deben de estar complementadas por otros elementos ambientales como tres programas esenciales que a continuación se mencionan para minimizar el impacto de la construcción y operación de las carreteras sobre la fauna. Estos deben de estar incorporados en la fase de diseño y presupuesto. A continuación se hace referencia a cada uno de ellos.

Programa de Educación Ambiental: El objetivo de este elemento ambiental es el de educar en el tema de ecología de caminos a: entidades del Estado, desarrolladores, constructores, entes financieros, contratistas, comunidades, peatones y conductores. El producto de este elemento es un Programa de Educación Ambiental en el tema de ecología de caminos que debe estar dirigido a los actores identificados relacionados con la ampliación de la Ruta 32. Este elemento debe ser ejecutado por un educador ambiental, durante todas las etapas de proyecto vial (planeación-construcción-operación) y debe ser financiado por el desarrollador.

Programa de Monitoreo de Vida Silvestre: Es importante el monitoreo constante de la Vida Silvestre durante todas las etapas de la ampliación de la Ruta 32, para tener la capacidad de prever y registrar los impactos. Una de las fases más importantes es el monitoreo de las medidas implementadas. Al evaluar los resultados de las medidas se puede determinar su efectividad y generar un proceso de retroalimentación y aprendizaje. El objetivo de este elemento es el de monitorear la vida silvestre relacionada con la ampliación de la Ruta 32 durante la etapa de planeación, construcción y operación. El producto de este elemento es un Programa de Monitoreo de Vida Silvestre que incluya: responsables, cronograma, metodología, informes mensuales sobre los resultados del monitoreo, acciones en respuesta a impactos identificados, la efectividad de las medidas implementadas, un informe final que incluya la fase de monitoreo a largo plazo (1 año de fase de operación) para permitir el proceso de habituación de la vida silvestre a las medidas implementadas. Este elemento debe ser ejecutado por un profesional en Manejo de Vida Silvestre.

Programa de Rescate de Vida Silvestre: Los proyectos viales no sólo tienen un impacto en la vida silvestre durante su operación, sino también durante la etapa de construcción. En esta última, la alteración del hábitat natural amerita la implementación de un protocolo de rescate de vida silvestre. Algunos animales pueden salir heridos o, por su lento desplazamiento o carencia de éste, van a necesitar asistencia. Este programa debe implementarse durante las etapas de construcción y operación del proyecto vial en respuesta al Programa de Monitoreo de Vida Silvestre. El objetivo de este elemento ambiental es el de disminuir el impacto vial al rescatar la vida silvestre afectada. El producto de este criterio ambiental es un Programa de Rescate de Vida Silvestre, el cual debe incluir el detalle del protocolo utilizado, informes mensuales con las acciones de rescate implementadas, responsables, mantenimiento del Programa hasta la etapa de operación del Proyecto, etc. El Programa de rescate de Vida Silvestre debe ser implementado por un profesional en Manejo de Vida Silvestre y un Veterinario.

3

RECOMENDACIONES

Este tipo de estudios deben ser realizados en la etapa de planeación de un proyecto vial, para que los resultados generados sean incorporados en el diseño del proyecto y sus costos en el presupuesto. Además deben ser contratados y pagados por el desarrollador. Si se realizan en la etapa del Estudio de Impacto Ambiental, los resultados se tendrán en una etapa ya avanzada del diseño del proyecto donde será más difícil o algunas veces imposible realizar ajustes o cambios.

Para este estudio se incorpora en el análisis de Densidad de Kernel, la priorización de las especies. Este paso permite que los cruces de fauna sean identificados no solo por la densidad de puntos de atropellos o avistamientos en un sitio, sino por el valor de conservación de las especies presentes.

Es la primera vez en Costa Rica que se tiene la oportunidad de contar con medidas ambientales para fauna silvestre basadas en un estudio científico, de manera previa al desarrollo de un proyecto vial.

Este estudio puede servir de base para nuevos proyectos viales y debe evolucionar conforme se reciba retroalimentación de la efectividad de las medidas aplicadas en otros proyectos viales. Este informe es público para que pueda ser utilizado en la identificación de medidas ambientales en otros proyectos viales.

4

BIBLIOGRAFÍA UTILIZADA

- Araya-Gamboa, D. y R. Salom-Pérez. 2013. Método para la identificación de pasos de fauna sobre la Ruta 415 dentro del Subcorredor Biológico “Paso del Jaguar”. Panthera-Costa Rica. 39 pp.
- Artavia, A. 2015. Identificación y caracterización de cruces de fauna silvestre en la sección de la ampliación de la carretera nacional Ruta 32, Limón, Costa Rica. Trabajo Final de graduación de Maestría en Práctica para la Conservación de la Biodiversidad. CATIE. 205 p.
- Bolta, W. 2013. Periódico La Nación. Oso hormiguero causa colisión en Puntarenas.
- CITES (Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Flora and Fauna) web site: <https://www.cites.org/> . (Accedido Julio 2015).
- CONAVI (Consejo Nacional de Vialidad). 2012a. Documento de Evaluación Ambiental D1: Proyecto Ampliación de la Ruta Nacional No. 32. San José, Costa Rica. 92 p.
- CONAVI (Consejo Nacional de Vialidad). 2012b. Proyecto de Ampliación Ruta 32: Documentos de Construcción (en línea). San José, Costa Rica. Consultado 20 abr. 2014. Disponible en: <http://www.conavi.go.cr/wps/portal/CONAVI>
- CONAVI (Consejo Nacional de Vialidad). 2103. Proyecto de Ampliación Ruta 32. San José, Costa Rica. 71 p.
- Comité Científico-Comisión Vías y Vida Silvestre. 2014. Sesión de trabajo: Medidas Ambientales para Vías Amigables con la Vida Silvestre. San José, Costa Rica. 10pp.

- Defenders of Wildlife. Watch Out For Wildlife Facts. Consultado en 10 Agosto 2015. Disponible en http://www.defenders.org/publications/collision_facts_and_figures.pdf
- Forman, R. y L. Alexander. 1998. Roads and Their Major Ecological Effects. *Annual. Rev. Ecol. Syst.* 29:207–31.
- Hidalgo, M. 2014. Uso del hábitat y patrones de movimiento de felinos silvestres como herramienta para ubicación de pasos de fauna en una carretera al norte de la Península de Yucatán, México. En: Memoria del Simposio Internacional "Conservación de Felinos en América". Costa Rica. 40pp
- MINAE. 2005. Ley de Vida Silvestre No. 7317 y su Reglamento No. 32633-MINAE. La Gaceta No. 180. Publicado el 20 de Septiembre 2005. 6-23 pp.
- Ministerio del Interior y Dirección General de Tránsito. 2011. Accidentes de tráfico con Animales. Análisis de la Situación a nivel Europeo y Español. España. 76 pp.
- Salom, R.; Polisar, J.; Quigley, H. y K. Zeller. 2010. La Iniciativa del Corredor del Jaguar: Creando un Paso Seguro para los Jaguares en el Presente y hacia el Futuro. *Mesoamericana* 14(3): 25-34.
- Pomareda, E., Araya-Gamboa, D., Ríos, Y., Arévalo, E., Aguilar, M. y R. Menacho. 2015. Guía Ambiental "Vías Amigables con la Vida Silvestre". Comité Científico de la Comisión Vías y Vida Silvestre. Costa Rica. 75 pp.
- Salom-Pérez, R., Polisar, J., Quigley, H. & Zeller, K. (2010). Iniciativa del Corredor del Jaguar: un Corredor Biológico y un Compromiso a Largo Plazo para la Conservación. *Mesoamericana*, 14(3), 25-34.
- Sistema Nacional de Áreas de Conservación SINAC Grúas II. Propuesta de ordenamiento territorial para la conservación de la biodiversidad de Costa Rica. Análisis de vacíos de conservación en Costa Rica. Vol III / SINAC. – 1 ed. – San José, C.R. : Asociación Conservación de la Naturaleza, 2009. 60 p.
- Trombulak, S. y C. Frissell. 2000. Review of Ecological Effects of Roads on Terrestrial and Acuatc Communities. *ConservationBiology*. Vol 14 (1): 13pp.
- UICN 2015. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. Consultado en Julio 2015. Disponible en <http://www.iucn.org/es/>
- Wildlife Collision Prevention Program. Consultado en 10 Agosto 2015. Disponible en <http://www.wildlife-collisions.ca/thefacts.htm>
- Weller, S. 2012. Gobierno de Costa Rica y Panthera Adquieren un Compromiso Crucial para Proteger a los Jaguares. Disponible en: http://www.panthera.org/sites/default/files/7-6-2012-pr-spanish_0.pdf

5

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

Foreman et al. 2003. Road Ecology: Science and Solutions.

Huijser et al. 2009. Cost-benefit analyses of mitigation measures aimed at reducing collisions with large ungulates in the Unites States and Canada: a decision support tool.

Iuell et al. 2003. Wildlife and Traffic: A European Handbook for Identifying Conflicts and Designing Solutions.

Ontario Road Ecology Group. 2010. A guide to Road Ecology in Ontario.

Rodney van der Ree et al. 2015. Handbook of Road Ecology.

Rodríguez, M. 2013. Evaluación de Puentes Ecológicos. Líneas de Transmisión Cariblanco- General Atlántico.

Ruediger & DiGiorgio. 2003. Safe passage: a user's guide to developing effective highway crossings for carnivores and other wildlife.

Torres, L. 2011. Funcionalidad de Estructuras Subterráneas como Pasos de Fauna en la Carretera Interamericana Norte que Cruza el Área de Conservación Guanacaste, Costa Rica.

