



RESOLUCIÓN No. _____

()

"Por la cual se modifica la Resolución 1023 de 2005, en el sentido de incorporar la Guía ambiental para el tratamiento de vehículos al final de su vida útil o desintegración vehicular, la Guía de manejo ambiental para vías terciarias y la Guía ambiental de pasos de fauna silvestre en infraestructura lineal y se adoptan otras disposiciones"

LA MINISTRA DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE

En ejercicio de sus facultades constitucionales y legales, y en especial las conferidas en el artículo 2 y los numerales 14 y 15 del artículo 5 de la Ley 99 de 1993, y

C O N S I D E R A N D O:

Que el artículo 8 de la Constitución Política señala que es obligación del Estado y de las personas proteger las riquezas culturales y naturales de la Nación.

Que el artículo 80 de la Constitución Política señala que le corresponde al Estado planificar el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución; de igual forma, se establece que deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental;

Que el artículo 95 numeral 8 de la Constitución Política establece que son deberes de la persona y del ciudadano proteger los recursos culturales y naturales del país y velar por la conservación de un ambiente sano;

Que el artículo 2 de la Ley 99 de 1993 dispuso la creación del Ministerio del Medio Ambiente, como organismo rector de la gestión del medio ambiente y de los recursos naturales renovables, encargado entre otras cosas, de definir las regulaciones a las que se sujetarán la conservación, protección, manejo, uso y aprovechamiento de los recursos naturales renovables y el medio ambiente de la Nación, a fin de asegurar el desarrollo sostenible;

Que en el artículo 5 de la Ley 99 de 1993 se señalan las funciones de este ministerio como ente rector de la política ambiental y como rector del Sistema Nacional Ambiental, SINA;

Que conforme al artículo 2 del Decreto 3570 de 2011, es función del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible:

1. Diseñar y formular la política nacional en relación con el ambiente y los recursos naturales renovables, y establecer las reglas y criterios de ordenamiento ambiental de uso del territorio y de los mares adyacentes, para asegurar su conservación y el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales renovables y del ambiente.

2. Diseñar y regular las políticas públicas y las condiciones generales para el saneamiento del ambiente, y el uso, manejo, aprovechamiento, conservación,

Continuación de la resolución "Por la cual se modifica la Resolución 1023 de 2005, en el sentido de incorporar la Guía ambiental para el tratamiento de vehículos al final de su vida útil o desintegración vehicular, la Guía de manejo ambiental para vías terciarias y la Guía ambiental de pasos de fauna silvestre en infraestructura lineal y se adoptan otras disposiciones"

restauración y recuperación de los recursos naturales, a fin de impedir, reprimir, eliminar o mitigar el impacto de actividades contaminantes, deteriorantes o destructivas del entorno o del patrimonio natural, en todos los sectores económicos y productivos.

Que mediante la Resolución 1023 de 2005, el Ministerio de Vivienda y Desarrollo Territorial, hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, procedió a adoptar las guías ambientales definiéndolas *"como instrumento de autogestión y autorregulación de los sectores productivos y de consulta y referencia de carácter conceptual y metodológico tanto para las autoridades ambientales como para el sector regulado, de manera tal que se cuente con criterios unificados para la planeación y el control ambiental de los proyectos, obras o actividades"* que se enuncian en la presente resolución".

Que la mencionada Resolución 1023 de 2005, determinó que *"Las guías ambientales son documentos técnicos de orientación conceptual, metodológica y procedimental para apoyar la gestión, manejo y desempeño ambiental de los proyectos, obras o actividades"*.

Que mediante el Parágrafo del artículo 4 de la mencionada Resolución 1023 de 2005, se determinó que el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, podrá adoptar nuevas guías ambientales en la medida en que ellas vayan siendo desarrolladas.

Que el artículo 3 de la Resolución 1023 de 2005 estableció la numeración de las guías ambientales clasificadas por sectores, limitando la asignación de códigos a nuevas guías para un mismo sector, por lo que resulta necesario asignar a las guías códigos actualizados de forma consecutiva.

Que se procederá a modificar la Resolución 1023 de 2005, para incorporar la Guía ambiental para el tratamiento de vehículos al final de su vida útil o desintegración vehicular, como instrumento de autogestión y autorregulación de las empresas que están habilitadas para prestar el servicio de desintegración vehicular, así como de consulta y referencia de carácter conceptual y metodológico tanto para las entidades desintegradoras como para las autoridades ambientales.

Que igualmente se procederá a incorporar la Guía de manejo ambiental para vías terciarias y la Guía ambiental de pasos de fauna silvestre en infraestructura lineal, como instrumentos de autogestión y autorregulación de los promotores y ejecutores de proyectos de intervención de infraestructura de transporte y de consulta y referencia de carácter conceptual y metodológico, tanto para las autoridades ambientales como para el sector regulado, de manera tal que se cuente con criterios unificados para la planeación y el control ambiental de los proyectos, obras o actividades.

En mérito de lo expuesto;

RESUELVE:

Artículo 1. Objeto. Modificar el artículo tercero de la Resolución 1023 de 2005, en el sentido de incorporar la Guía ambiental para el tratamiento de vehículos al

Continuación de la resolución "Por la cual se modifica la Resolución 1023 de 2005, en el sentido de incorporar la Guía ambiental para el tratamiento de vehículos al final de su vida útil o desintegración vehicular, la Guía de manejo ambiental para vías terciarias y la Guía ambiental de pasos de fauna silvestre en infraestructura lineal y se adoptan otras disposiciones"

final de su vida útil o desintegración vehicular, la Guía de manejo ambiental para vías terciarias y la Guía ambiental de pasos de fauna silvestre en infraestructura lineal.

Artículo 2. Adopción de las guías ambientales. Modificar el artículo tercero de la Resolución 1023 de 2005, el cual quedará así:

"Artículo Tercero: *Adopción: Se adoptan las siguientes guías ambientales:*

1. *Guía de manejo ambiental para proyectos de perforación de pozos de petróleo y gas.*
2. *Guía básica ambiental para programas de exploración sísmica terrestre.*
3. *Guía ambiental para desarrollo de campos.*
4. *Guía ambiental para transporte por ductos.*
5. *Guía ambiental para estaciones de almacenamiento y bombeo.*
6. *Guía de manejo ambiental para estaciones de servicio de combustible.*
7. *Guía de manejo ambiental para estaciones de servicio ampliadas a GNV.*
8. *Guía ambiental para la distribución de gas natural.*
9. *Guía ambiental para proyectos carboeléctricos.*
10. *Guía de buenas prácticas en uso racional de la energía en el sector de la pequeña y mediana empresa.*
11. *Guía ambiental para proyectos de transmisión de energía eléctrica.*
12. *Guía ambiental para proyectos de distribución eléctrica.*
13. *Guía ambiental para termoeléctricas y procesos de cogeneración (parte aire y ruido).*
14. *Guía ambiental para el subsector avícola.*
15. *Guía ambiental para el subsector porcícola.*
16. *Guía ambiental para el subsector camaronicultor.*
17. *Guía ambiental para el subsector floricultor.*
18. *Guía ambiental para el subsector de caña de azúcar.*
19. *Guía ambiental para el subsector de palma de aceite.*
20. *Guía ambiental para el subsector bananero.*
21. *Guía ambiental para el subsector arrocerero.*
22. *Guía ambiental para el subsector cerealista.*
23. *Guía ambiental para el subsector del algodón.*
24. *Guía ambiental para el subsector cafetero.*

Continuación de la resolución "Por la cual se modifica la Resolución 1023 de 2005, en el sentido de incorporar la Guía ambiental para el tratamiento de vehículos al final de su vida útil o desintegración vehicular, la Guía de manejo ambiental para vías terciarias y la Guía ambiental de pasos de fauna silvestre en infraestructura lineal y se adoptan otras disposiciones"

25. *Guía ambiental para el subsector hortifrutícola.*
26. *Guía ambiental para el cultivo de papa.*
27. *Guías ambientales sector plásticos: principales procesos básicos de transformación de la industria plástica y manejo, aprovechamiento y disposición de residuos plásticos post-consumo.*
28. *Guía de buenas prácticas para el sector artes gráficas.*
29. *Guía de buenas prácticas para el sector alimentos.*
30. *Guía de buenas prácticas para el sector galvanotecnia.*
31. *Guía de buenas prácticas para el sector textiles.*
32. *Guía de buenas prácticas ambientales para el sector de recubrimientos electrolíticos en Colombia.*
33. *Guía para plantas de beneficio del ganado.*
34. *Guía ambiental para transporte de carbón.*
35. *Guía ambiental para la construcción de obras menores de infraestructura aeroportuaria.*
36. *Guía ambiental para la construcción y operación de ayudas de aeronavegación en tierra.*
37. *Guía ambiental para la construcción o ampliación de pistas, plataformas y calles de rodaje.*
38. *Guía ambiental para la operación y funcionamiento de aeropuertos.*
39. *Guía de gestión ambiental subsector férreo.*
40. *Guía ambiental para terminales portuarios.*
41. *Guía ambiental para puertos carboníferos.*
42. *Guía ambiental para evitar, corregir y compensar los impactos de las acciones de reducción y prevención de riesgos en el nivel municipal.*
43. *Guías ambientales para el subsector de plaguicidas: almacenamiento, transporte, aplicación aérea y terrestre y manejo de envases y residuos.*
44. *Guías para manejo seguro y gestión ambiental de 25 sustancias químicas.*
45. *Guías ambientales de almacenamiento y transporte por carreteras de sustancias químicas peligrosas y residuos peligrosos.*
46. *Guía ambiental para el tratamiento de vehículos al final de su vida útil o desintegración vehicular.*
47. *Guía de manejo ambiental para vías terciarias.*
48. *Guía ambiental de pasos de fauna silvestre en infraestructura lineal.*

Continuación de la resolución "Por la cual se modifica la Resolución 1023 de 2005, en el sentido de incorporar la Guía ambiental para el tratamiento de vehículos al final de su vida útil o desintegración vehicular, la Guía de manejo ambiental para vías terciarias y la Guía ambiental de pasos de fauna silvestre en infraestructura lineal y se adoptan otras disposiciones"

PARÁGRAFO: *El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible podrá adoptar nuevas guías ambientales en la medida en que ellas vayan siendo desarrolladas."*

Artículo 3. Ámbito de aplicación. La Guía ambiental para el tratamiento de vehículos al final de su vida útil o desintegración vehicular, que se incorpora mediante la presente resolución, es aplicable tanto para las entidades desintegradoras como para las autoridades ambientales en el territorio nacional. La Guía de manejo ambiental para vías terciarias y la Guía ambiental de pasos de fauna silvestre en infraestructura lineal son aplicables a las entidades territoriales en su calidad de promotores y ejecutores de proyectos de intervención para el mantenimiento, rehabilitación y mejoramiento de vías de tercer orden y a las como para las autoridades ambientales en el territorio nacional

PARÁGRAFO. En los casos en que las guías ambientales incorporadas mediante la presente resolución apliquen para proyectos, obras o actividades sujetas a licencias, permisos, concesiones o demás autorizaciones de carácter ambiental, lo dispuesto en las guías tendrá carácter complementario a los términos, condiciones y obligaciones bajo los cuales se autorizó dicho proyecto, obra o actividad.

Artículo 4. Publicidad. Las guías ambientales incorporadas mediante esta resolución estarán publicadas en la página Web del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Artículo 5. Del Control y Seguimiento. Durante el control y seguimiento de los proyectos, obras o actividades sujetos a licencia ambiental, permisos, concesiones y/o autorizaciones, las Autoridades Ambientales Competentes podrán verificar la implementación de lo dispuesto en las guías ambientales y efectuar a los usuarios las recomendaciones a que haya lugar.

Artículo 6. Actualización y Normatividad Ambiental. La implementación de las guías ambientales no exime al interesado de cumplir la normatividad ambiental vigente aplicable al desarrollo de su proyecto, obra o actividad.

PARÁGRAFO. El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, efectuará periódicamente y de acuerdo con criterios técnicos predefinidos, la revisión, actualización o ajuste de las guías ambientales actualizadas mediante la presente resolución.

Artículo 7. Permisos, Concesiones y/o Autorizaciones. La implementación de las guías ambientales no exime al interesado de la obtención previa de los permisos, concesiones y/o autorizaciones ambientales que se requieran para el uso y/o aprovechamiento de los recursos naturales renovables.

De igual forma, el interesado en la ejecución de un proyecto, obra o actividad sujeto a una guía ambiental deberá tramitar y obtener los permisos, autorizaciones o licencias expedidas por las autoridades diferentes a las ambientales, necesarias para la ejecución o desarrollo de su proyecto, obra o actividad.

Continuación de la resolución "Por la cual se modifica la Resolución 1023 de 2005, en el sentido de incorporar la Guía ambiental para el tratamiento de vehículos al final de su vida útil o desintegración vehicular, la Guía de manejo ambiental para vías terciarias y la Guía ambiental de pasos de fauna silvestre en infraestructura lineal y se adoptan otras disposiciones"

Artículo 8. Vigencia y derogatorias. La presente resolución rige a partir de su publicación en el Diario Oficial y modifica el artículo tercero de la Resolución 1023 de 2005, modificada por la Resolución 1935 de 2008; las demás partes de la Resolución 1023 de 2005 continúan vigentes.

PUBLÍQUESE Y CÚMPLASE

Dada en Bogotá, D.C. a los

MARIA SUSANA MUHAMAD GONZALEZ
Ministra de Ambiente y Desarrollo Sostenible

Proyectó: Dilia Angela Aguilera Aguilera - Contratista DAASU
Revisó: Luz Stella Rodríguez Jara/Myriam Amparo Andrade Hernández - Abogadas OAJ
Mario Orlando López Castro - Asesor DAASU
Aprobó: Mauricio Cabrera Leal - Viceministro de Políticas y Normalización Ambiental
Sandra Patricia Montoya Villarreal - Directora DAASU
Alicia Andrea Baquero Ortégón - Jefe Oficina Asesora Jurídica - OAJ

MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE	MEMORIA JUSTIFICATIVA	 Sistema Integrado de Gestión
	Proceso: Gestión jurídica	
Versión: 4	Vigencia: 25/11/2022	Código: F-A-GJR-07

Entidad originadora:	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
Fecha (dd/mm/aa):	05/11/2024
Proyecto de Decreto/Resolución:	“Por la cual se modifica la Resolución 1023 de 2005, en el sentido de incorporar la Guía ambiental para el tratamiento de vehículos al final de su vida útil o desintegración vehicular, la Guía de manejo ambiental para vías terciarias y la Guía ambiental de pasos de fauna silvestre en infraestructura lineal y se adoptan otras disposiciones.”

1. ANTECEDENTES Y RAZONES DE OPORTUNIDAD Y CONVENIENCIA QUE JUSTIFICAN SU EXPEDICIÓN.

La Ley 99 de 1993 dispuso en el numeral 14 del artículo 5, como una de las funciones del hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, la de “Definir y regular los instrumentos administrativos y mecanismos necesarios para la prevención y el control de los factores de deterioro ambiental y determinar los criterios de evaluación, seguimiento y manejo ambientales de las actividades económicas”.

El Decreto 3570 de 27 de septiembre de 2011, estableció como uno de los objetivos del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, orientar y regular el ordenamiento ambiental del territorio y definir las políticas y regulaciones a las que deben sujetarse la recuperación, conservación, protección, ordenamiento, manejo, uso y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales renovables y del ambiente de la Nación, a fin de asegurar el desarrollo sostenible.

Igualmente, el numeral segundo del artículo 2 del Decreto 3570 de 2011, estableció como función del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible la de “Diseñar y regular las políticas públicas y las condiciones generales para el saneamiento del ambiente y el uso, manejo, aprovechamiento, conservación, restauración y recuperación de los recursos naturales, a fin de impedir, reprimir, eliminar o mitigar el impacto de actividades contaminantes, deteriorantes o destructivas del entorno o del patrimonio natural, en todos los sectores económicos y productivos”.

En relación con la figura de Guías ambientales, mediante la Resolución 1023 de 2005, Minambiente procedió a adoptarlas dándolas a conocer “como instrumento de autogestión y autorregulación de los sectores productivos y de consulta y referencia de carácter conceptual y metodológico tanto para las autoridades ambientales como para el sector regulado, de manera tal que se cuente con criterios unificados para la planeación y el control ambiental de los proyectos, obras o actividades”.

La Resolución 1023 de 2005, previamente mencionada, determinó que “Las guías ambientales son documentos técnicos de orientación conceptual, metodológica y procedimental para apoyar la gestión, manejo y desempeño ambiental de los proyectos, obras o actividades”.

1. Guía ambiental para el tratamiento de vehículos al final de su vida útil

La Guía ambiental para el tratamiento de vehículos al final de su vida útil que se pretende incorporar, es un referente técnico que reúne un conjunto de directrices y orientaciones formuladas con el objeto de que las entidades desintegradoras implementen consideraciones ambientales desde la planeación del desarrollo de las actividades y especialmente, durante su operación.

Formato tomado del Departamento Administrativo de la Función Pública a partir de lo reglamentado por medio del Decreto 1273 de 2020 y la Resolución 371 de 2020.

MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE	MEMORIA JUSTIFICATIVA	 Sistema Integrado de Gestión
	Proceso: Gestión jurídica	
Versión: 4	Vigencia: 25/11/2022	Código: F-A-GJR-07

Como antecedentes es importante tener en cuenta los siguientes referentes:

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Minambiente), en cumplimiento de lo ordenado por la Ley 1630 de 2013 *“Por medio de la cual se establece una exoneración tributaria sobre el impuesto de vehículos automotores y se dictan otras disposiciones en materia de desintegración física de vehículos”*, reglamentó, mediante la Resolución 1606 de 2015, las condiciones y requisitos ambientales por medio de los cuales las entidades desintegradoras deben desarrollar el proceso de desintegración vehicular.

Ahora bien, durante las diferentes etapas del proceso de desintegración existe la potencialidad de generar impactos ambientales negativos sobre la atmósfera, el agua, el suelo y el paisaje, así como impactos sobre la salud humana, que es necesario evitar, mitigar y eventualmente corregir.

El instrumento técnico a incorporar tiene como objetivos específicos:

- Describir el modelo de desintegración vehicular reglamentado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, sus etapas y procedimientos, los actores que intervienen en las diferentes instancias del proceso, y las condiciones y requisitos ambientales que se han de seguir para adelántarlo.
- Establecer un conjunto de buenas prácticas ambientales a adoptar durante las diferentes etapas del proceso de desintegración vehicular con el fin de evitar, mitigar, manejar o remediar la generación de impactos ambientales negativos sobre la atmósfera, el agua, el suelo, el paisaje y la salud humana.

La Guía, igualmente, busca facilitar el cumplimiento de los objetivos que se ha fijado Minambiente en la estructuración del actual modelo de desintegración vehicular, evitando y mitigando los impactos ambientales producto de la gestión inadecuada de vehículos al final de su vida útil y de la aplicación de malas prácticas, rezago del modelo de chatarrización, tales como:

a) Contaminación atmosférica y de gases efecto invernadero (GEI):

Generadas por la liberación accidental de los gases contenidos en los sistemas de refrigeración de vehículos viejos los cuales tienen efecto agotador de la capa de ozono, además de efecto invernadero, debido al deterioro de los contenedores de estos gases o a malas prácticas de manejo de estos gases en los lugares donde se realiza la desintegración vehicular.

b) Contaminación del suelo y el agua:

Derivado entre otros, por i) el vertimiento de fluidos peligrosos como aceites, lubricantes, combustibles, entre otros, al suelo y a las aguas, producidas durante el proceso de “chatarrización” debido a la aplicación de procedimientos ambientalmente inadecuados; ii) por la descarga de contaminantes debido al deterioro de los contenedores de líquidos peligrosos de vehículos en estado de abandono o que se encuentran a la intemperie en diferentes partes, incluyendo patios de las autoridades de tránsito, de la Fiscalía General de la Nación y de otras entidades del Estado.

MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE	MEMORIA JUSTIFICATIVA	 Sistema Integrado de Gestión
	Proceso: Gestión jurídica	
Versión: 4	Vigencia: 25/11/2022	Código: F-A-GJR-07

Es usual evidenciar, en la mayoría de estos casos, la presencia de aceites y combustibles sobre las superficies en las cuales se encuentran abandonados los vehículos o almacenados de manera inadecuada a la intemperie por largos periodos de tiempo.

Estos residuos son lavados por las aguas lluvias y llevados a corrientes superficiales, mientras otra parte de los contaminantes se filtra al agua del suelo y por esta vía podrían llegar a afectar aguas subterráneas. Bajo muchas de las condiciones de almacenamiento, la generación de este impacto ambiental negativo se vio favorecido debido a que las superficies de depósito no habían sido impermeabilizadas, ni se contaba con mecanismos para la canalización de las aguas y la captura de los contaminantes.

c) Alta proporción de residuos no aprovechables:

Es pertinente recordar que el modelo de “chatarrización” que se aplicó en el país hasta la suscripción de la Res. 1606 de 2015 de Minambiente, estaba concentrado especialmente en asegurar la destrucción del vehículo, desestimando la importancia de aplicar procedimientos que evitaran, mitigaran, manejaran o remediaron la generación de impactos ambientales negativos y maximizaran una eficiente gestión de todos los residuos generados producto de la desintegración vehicular.

La aplicación de este modelo hizo que, en la práctica, una proporción muy alta del peso bruto de los vehículos fuese calificado como residuo no aprovechable, debido, especialmente, a una inadecuada clasificación y separación en la fuente de los diferentes tipos de residuos.

d) Bajas tasas de recuperación de los materiales que constituyen los vehículos desintegrados:

La ineficiente selección de residuos hace que una gran cantidad de éstos no tenga las características necesarias para ser reincorporada a nuevos procesos productivos.

El nuevo modelo de desintegración vehicular y las mejores prácticas contenidas en la Guía aumentan las tasas de recuperación de materiales conllevando diferentes beneficios ambientales entre los que se cuentan la reducción de las presiones ejercidas sobre los ecosistemas por la demanda de recursos extraídos directamente de la naturaleza y la reducción del consumo de agua y de energía eléctrica asociados al procesamiento de materias primas en el marco de nuevos procesos productivos; consumos que son mucho más altos para el caso de recursos extraídos directamente de la naturaleza en comparación con el procesamiento de igual cantidad de material reciclado.

2. Guía de manejo ambiental para vías terciarias y la Guía ambiental de pasos de fauna silvestre en infraestructura lineal

Las guías por incorporar mediante la modificación de la Resolución 1023 de 2005, serán instrumentos que propenden por el cabal cumplimiento de los requisitos normativos de la gestión ambiental y acompañen de manera complementaria los requerimientos establecidos en el proceso de licenciamiento ambiental para la construcción de carreteras con recomendaciones enfocadas en las etapas de planeación, intervención, operación y desmantelamiento y abandono para los casos en que aplica.

Formato tomado del Departamento Administrativo de la Función Pública a partir de lo reglamentado por medio del Decreto 1273 de 2020 y la Resolución 371 de 2020.

MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE	MEMORIA JUSTIFICATIVA	 Sistema Integrado de Gestión
	Proceso: Gestión jurídica	
Versión: 4	Vigencia: 25/11/2022	Código: F-A-GJR-07

Las guías propuestas a incorporar son instrumentos técnicos independientes pero complementarios, que se formulan a manera de buenas prácticas dirigidas a implementarse en diferentes etapas del ciclo de los proyectos del sector transporte, con el fin de evitar, mitigar, corregir y compensar los impactos ambientales directos, indirectos, sinérgicos y acumulativos, propios de la infraestructura de transporte, las cuales tienen objetivos específicos, como se muestra a continuación:

Para el caso de la Guía de manejo ambiental para vías terciarias, reúne recomendaciones para la formulación y aplicación de medidas de manejo ambiental dirigidas a evitar, mitigar, corregir y compensar los impactos ambientales directos, indirectos, sinérgicos y acumulativos propios de la intervención de vías terciarias en las etapas de mantenimiento, rehabilitación o mejoramiento.

Ahora bien, la Guía ambiental de pasos de fauna silvestre en infraestructura lineal, está concebida como un documento técnico para la construcción y adaptación de sistemas de pasos de fauna en proyectos de infraestructura lineal en el marco de la formulación de medidas de mitigación para el atropellamiento de fauna silvestre en proyectos, obras o actividades de construcción e intervención en carreteras, tales como actividades de mantenimiento, rehabilitación o mejoramiento, que tiene un carácter complementario a la normativa ambiental, y que propende por la incorporación de medidas de manejo para la sostenibilidad ambiental de las actividades de intervención de vías.

2. AMBITO DE APLICACIÓN Y SUJETOS A QUIENES VA DIRIGIDO

El ámbito de aplicación de la Guía ambiental para el tratamiento de vehículos al final de su vida útil corresponde a todas las entidades desintegradoras como para las autoridades ambientales en el territorio nacional.

Para el caso de la Guía de manejo ambiental para vías terciarias y de la Guía ambiental de pasos de fauna silvestre en infraestructura lineal, el ámbito de aplicación corresponde a todas las partes interesadas en relación con la construcción de carreteras con recomendaciones enfocadas en las etapas de planeación, intervención, operación y desmantelamiento y abandono para los casos en que aplica.

Igualmente, para el caso de estas últimas dos guías, aunque se pueden emplear en cada una de las etapas del ciclo de los proyectos, su aplicabilidad es más específica durante las etapas de construcción e intervención (mantenimiento, rehabilitación o mejoramiento) de vías y por ende será el referente técnico para el implementar medidas de manejo ambiental dirigido a entidades sectoriales y territoriales promotores y ejecutores de proyectos de construcción e intervención de carreteras, tales como el Instituto Nacional de Vías (Invias), la Agencia Nacional de Infraestructura (ANI), las Gobernaciones, las Alcaldías, y empresas de consultoría y contratistas de obra e interventoría vial. Del mismo modo se constituye en documento de consulta para el seguimiento y control ambiental a la construcción e intervención vial que ejercen las autoridades ambientales en relación con los impactos de este tipo de proyectos, obras y actividades.

3. VIABILIDAD JURÍDICA

3.1 Análisis de las normas que otorgan la competencia para la expedición del proyecto normativo

La Ley 99 del 22 de diciembre de 1993 dispuso en el numeral 14 del artículo 5 como función del hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible “Definir y regular los instrumentos administrativos y mecanismos necesarios para la prevención y

Formato tomado del Departamento Administrativo de la Función Pública a partir de lo reglamentado por medio del Decreto 1273 de 2020 y la Resolución 371 de 2020.

MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE	MEMORIA JUSTIFICATIVA	 Sistema Integrado de Gestión
	Proceso: Gestión jurídica	
Versión: 4	Vigencia: 25/11/2022	Código: F-A-GJR-07

el control de los factores de deterioro ambiental y determinar los criterios de evaluación, seguimiento y manejo ambientales de las actividades económicas”.

Mediante el Decreto 3570 del 27 de septiembre de 2011 se estableció como uno de los objetivos del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, orientar y regular el ordenamiento ambiental del territorio y definir las políticas y regulaciones a las que se sujetarán la recuperación, conservación, protección, ordenamiento, manejo, uso y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales renovables y del ambiente de la Nación, a fin de asegurar el desarrollo sostenible sin perjuicio de las funciones asignadas a otros sectores.

En concordancia con lo anterior, el numeral segundo del artículo 19 del Decreto 3570 de 2011, estableció como función la Dirección de Asuntos Ambientales Sectorial y Urbana del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible las siguientes:

“Diseñar y promover, al interior de los sectores productivos y de servicios, estrategias para la adopción de mejores prácticas ambientales orientadas a mejorar la competitividad, productividad, autogestión e internalización de costos ambientales” y,

“Diseñar y promover la aplicación de instrumentos técnicos para la implementación de políticas ambientales en los sectores productivos y de servicios”.

Por otra parte, mediante la Resolución 1023 de 2005, Minambiente procedió a adoptar las guías ambientales *“como instrumento de autogestión y autorregulación de los sectores productivos y de consulta y referencia de carácter conceptual y metodológico tanto para las autoridades ambientales como para el sector regulado, de manera tal que se cuente con criterios unificados para la planeación y el control ambiental de los proyectos, obras o actividades ...”.*

La Resolución 1023 de 2005, previamente mencionada, determinó que *“Las guías ambientales son documentos técnicos de orientación conceptual, metodológica y procedimental para apoyar la gestión, manejo y desempeño ambiental de los proyectos, obras o actividades”.*

Finalmente, las guías ambientales a incorporar se enmarcan como instrumentos de autogestión y autorregulación. En el caso de la Guía ambiental para el tratamiento de vehículos al final de su vida útil o desintegración vehicular, de las empresas que están habilitadas para prestar el servicio de desintegración vehicular, así como de consulta y referencia de carácter conceptual y metodológico tanto para las entidades desintegradoras como para las autoridades ambientales, y para el caso de la Guía de manejo ambiental para vías terciarias y la Guía ambiental de pasos de fauna silvestre en infraestructura lineal, se enmarcan como instrumentos de autogestión y autorregulación del sector infraestructura de transporte y de consulta y referencia de carácter conceptual y metodológico tanto para las autoridades ambientales como para el sector regulado, en virtud de lo cual se considera pertinente el objeto de la norma propuesta.

3.2 Vigencia de la ley o norma reglamentada o desarrollada

Norma	Estado de vigencia
Ley 99 de 1993 – “Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio	Vigente

Formato tomado del Departamento Administrativo de la Función Pública a partir de lo reglamentado por medio del Decreto 1273 de 2020 y la Resolución 371 de 2020.

MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE	MEMORIA JUSTIFICATIVA	 Sistema Integrado de Gestión
	Proceso: Gestión jurídica	
Versión: 4	Vigencia: 25/11/2022	Código: F-A-GJR-07

ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA...”	
Resolución 1023 de 2005 “Por la cual se adoptan guías ambientales como instrumento de autogestión y autorregulación”	Vigente
Resolución 1935 de 2008 “Por la cual se modifica la Resolución 1023 de 2005”.	Vigente

3.3. Disposiciones derogadas, subrogadas, modificadas, adicionadas o sustituidas

La resolución que se propone modifica la Resolución 1023 de 2005 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible en el sentido de incorporar la Guía ambiental para el tratamiento de vehículos al final de su vida útil o desintegración vehicular, la Guía de manejo ambiental para vías terciarias y la Guía ambiental de pasos de fauna silvestre en infraestructura lineal, al listado de guías adoptadas mediante dicha resolución.

3.4 Revisión y análisis de la jurisprudencia que tenga impacto o sea relevante para la expedición del proyecto normativo (órganos de cierre de cada jurisdicción)

No aplica

3.5 Circunstancias jurídicas adicionales

Teniendo en cuenta que se va a adoptar la Guía de manejo ambiental para vías terciarias y la Guía ambiental de pasos de fauna silvestre en infraestructura lineal a la Resolución 1023 de 2005 “*Por la cual se adoptan guías ambientales como instrumento de autogestión y autorregulación*” y que en este momento se encuentra en publicación la respuesta a comentarios el proyecto de resolución “*Por la cual se modifica la Resolución 1023 de 2005 en el sentido de incorporar la Guía ambiental para el tratamiento de vehículos al final de su vida útil o desintegración vehicular y se adoptan otras disposiciones*”, se hace necesario para que en términos de eficiencia administrativa en el procedimiento y a fin de no expedir una nueva modificación al Resolución 1023 de 2005, se realice la publicación de 15 días calendario incorporando la Guía de manejo ambiental para vías terciarias y la Guía ambiental de pasos de fauna silvestre en infraestructura lineal.

4. VIABILIDAD O DISPONIBILIDAD PRESUPUESTAL (Si se requiere)

No aplica como quiera que el presente proyecto normativo no crea nuevos requerimientos administrativos y no habrá lugar a modificar el presupuesto del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible o de las autoridades ambientales.

5. IMPACTO MEDIOAMBIENTAL O SOBRE EL PATRIMONIO CULTURAL DE LA NACIÓN (Si se requiere)

La aplicación de la Guía ambiental para el tratamiento de vehículos al final de su vida útil o desintegración vehicular genera un sinnúmero de impactos ambientales positivos, debido a que responde a la concepción de que las empresas dedicadas a la desintegración de vehículos consideren desde su planeación, pero especialmente durante su operación, incluyan consideraciones ambientales que eviten, mitiguen y eventualmente corrijan impactos ambientales negativos.

MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE	MEMORIA JUSTIFICATIVA	 Sistema Integrado de Gestión
	Proceso: Gestión jurídica	
Versión: 4	Vigencia: 25/11/2022	Código: F-A-GJR-07

La implementación de la Guía de manejo ambiental para vías terciarias y de la Guía ambiental de pasos de fauna silvestre en infraestructura lineal, propende por generar un impacto ambiental positivo en la medida que contribuye a incorporar medidas de mitigación a lo largo de todas las etapas de los proyectos e integra consideraciones ambientales, sociales, tecnológicas y de ingeniería con el propósito de evitar, mitigar y corregir los potenciales impactos ambientales negativos que genera este tipo de infraestructura de transporte, sean estos directos, indirectos, sinérgicos y acumulativos. La incorporación de las guías no genera impactos sobre el patrimonio cultural de la Nación.

6. ESTUDIOS TÉCNICOS QUE SUSTENTEN EL PROYECTO NORMATIVO (incluye el análisis de la problemática existente, sustento técnico del proyecto de norma y bibliografía sobre el tema, esta última si existe)

Como sustento técnico de la pertinencia de la iniciativa se señala que la Guía ambiental para el tratamiento de vehículos al final de su vida útil o desintegración vehicular, reúne un conjunto de directrices y orientaciones formuladas con el objeto de que la planeación y operación de las actividades que realicen las entidades desintegradoras de vehículos incorporen consideraciones ambientales que eviten, mitiguen y eventualmente corrijan impactos ambientales negativos, de forma oportuna. La elaboración de la Guía conllevó una profusa revisión, compilación y evaluación de bibliografía especializada relacionada con el tema. Se empleó como referencia aquella información surgida de la experiencia de países, entidades, organizaciones y grupos de investigación líderes en desintegración de vehículos.

Respecto a la Guía de manejo ambiental para vías terciarias, se considera ésta como referente técnico para la gestión ambiental de proyectos de intervención para el mantenimiento, rehabilitación y mejoramiento de vías terciarias que incluye los aspectos normativos relacionados con la gestión ambiental de este tipo de proyectos, obras y actividades, incorporando recomendaciones para la formulación y aplicación de medidas de manejo ambiental dirigidas a evitar, mitigar, corregir y compensar los impactos ambientales directos, indirectos, sinérgicos y acumulativos propios de la intervención de vías terciarias.

Como sustento técnico de la incorporación de la Guía de manejo ambiental para vías terciarias, cobra importancia el contenido del Conpes 3857 de 2016 que reconoce que en el país existe un sinnúmero de vías terciarias que generan impactos ambientales significativos y que se deben realizar acciones para mitigar y compensar estos impactos.

De otra parte, la Guía de manejo ambiental para vías terciarias y la Guía ambiental de pasos de fauna silvestre en infraestructura lineal, son instrumentos técnicos independientes pero complementarios que se formulan a manera de buenas prácticas dirigidas a implementarse en diferentes etapas del ciclo de los proyectos del sector transporte, desde la misma concepción y estructuración de planes y programas, como durante la planeación, diseño, construcción, operación, intervención (mejoramiento, rehabilitación o mantenimiento) y desmantelamiento de infraestructura carretera, con el fin de evitar, mitigar, corregir y compensar los impactos ambientales directos, indirectos, sinérgicos y acumulativos, propios de la infraestructura de transporte.

La construcción, intervención y operación de vías terciarias y accesos terrestres ilegales genera impactos ambientales significativos, debido a la demanda de recursos naturales y a la introducción de modificaciones notorias al paisaje y los usos del suelo en su área de influencia. Adicionalmente, esta circunstancia se ve agravada debido al reiterado incumplimiento de los requisitos de la gestión ambiental que la normativa establece para dichas actividades según su alcance, en particular por el ilícito aprovechamiento de recursos naturales, tales como materiales de construcción,

Formato tomado del Departamento Administrativo de la Función Pública a partir de lo reglamentado por medio del Decreto 1273 de 2020 y la Resolución 371 de 2020.

MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE	MEMORIA JUSTIFICATIVA	 Sistema Integrado de Gestión
	Proceso: Gestión jurídica	
Versión: 4	Vigencia: 25/11/2022	Código: F-A-GJR-07

coberturas forestales, la intervención no autorizada de reservas forestales y otras áreas de especial interés ambiental, entre otros aspectos. Así mismo, la construcción e intervención de vías terciarias de manera recurrente carece de los estudios y diseños adecuados para evitar y mitigar la generación de impactos ambientales en los cruces de la infraestructura con áreas inundables, cuerpos de agua y las rondas hídricas o para el manejo de impactos ambientales como la pérdida de individuos de fauna por atropellamiento o el aislamiento genético de poblaciones causado por la infraestructura carretera y el flujo vehicular.

La Guía ambiental de pasos de fauna silvestre en infraestructura lineal, se han realizado estudios donde se estima que el atropellamiento de fauna ha llegado a cifras tan altas como 475 millones de animales al año en Brasil (Sistema Urubu, 2020), y a un millón de animales cada día en los Estados Unidos (Forman & Alexander, 1998), cifras que superan ampliamente cualquier estimativo de pérdidas por caza y tráfico ilegal de fauna silvestre. A esas cifras, se le debe agregar el riesgo de extinción de poblaciones enteras por causa de la fragmentación y por la interrupción de los flujos genéticos entre demos poblacionales.

En Colombia no existen cifras consolidadas en la actualidad, sin embargo, las cifras que puede arrojar el país en su condición de megadiverso no distan mucho de las anteriores y por ende el atropellamiento de fauna constituye uno de los mayores impactos significativos sobre nuestra fauna silvestre. Por lo anterior se necesita una guía que reúna un conjunto de buenas prácticas que deban ser acogidas por las entidades encargadas de la estructuración, planeación y ejecución de proyectos de construcción e intervención vial, debido a que estas actividades generan impactos ambientales significativos sobre los ecosistemas, las comunidades, las poblaciones y en particular sobre los individuos de fauna silvestre por el atropellamiento.

Finalmente, las Guías a incorporar, son instrumentos de autogestión y autorregulación de los sectores productivos y de consulta y referencia de carácter conceptual y metodológico tanto para las entidades con responsabilidades en el sector de infraestructura de transporte, autoridades ambientales como para el sector regulado, de manera tal que se cuente con lineamientos para la formulación de políticas sectoriales, planeación, construcción, operación, intervención y desmantelamiento y abandono de los proyectos, obras o actividades, en virtud de lo cual se considera que el objeto de la norma propuesta reside en incorporar consideraciones ambientales en todas las instancias pertinentes a la toma de decisiones en relación con la infraestructura de transporte.

ANEXOS:

Certificación de cumplimiento de requisitos de consulta, publicidad y de incorporación en la agenda regulatoria (Firmada por el servidor público competente –entidad originadora)	Aplica
Concepto(s) de Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (Cuando se trate de un proyecto de reglamento técnico o de procedimientos de evaluación de conformidad)	No aplica
Informe de observaciones y respuestas (Análisis del informe con la evaluación de las observaciones de los ciudadanos y grupos de interés sobre el proyecto normativo)	Aplica

Formato tomado del Departamento Administrativo de la Función Pública a partir de lo reglamentado por medio del Decreto 1273 de 2020 y la Resolución 371 de 2020.

MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE	MEMORIA JUSTIFICATIVA	 Sistema Integrado de Gestión
	Proceso: Gestión jurídica	
Versión: 4	Vigencia: 25/11/2022	Código: F-A-GJR-07

Concepto de Abogacía de la Competencia de la Superintendencia de Industria y Comercio (Cuando los proyectos normativos tengan incidencia en la libre competencia de los mercados)	No aplica
Concepto de aprobación nuevos trámites del Departamento Administrativo de la Función Pública (Cuando el proyecto normativo adopte o modifique un trámite)	No aplica
Otro (Cualquier otro aspecto que la entidad originadora de la norma considere relevante o de importancia)	No aplica

Aprobó:

Alicia Andrea Baquero Ortegón
Jefe de Oficina Asesora Jurídica

Sandra Patricia Montoya Villareal
Directora de Asuntos Ambientales Sectorial Sostenible



Formato tomado del Departamento Administrativo de la Función Pública a partir de lo reglamentado por medio del Decreto 1273 de 2020 y la Resolución 371 de 2020.



Ambiente

GUÍA AMBIENTAL DE PASOS DE FAUNA SILVESTRE EN INFRAESTRUCTURA LINEAL



Corazón de la
Amazonía



ASL
Programa Pasajero
Sostenible de la Amazonía



GRUPO BANCO MUNDIAL

Financiador





AGRADECIMIENTOS

A Darío Correa Quiñones, autor del documento elaborado bajo el contrato GEF CA-CPS-007 de 2020, en el marco del Componente 3 del proyecto “Conservación de bosques y sostenibilidad en el Corazón de la Amazonía”, con fondos del proyecto GEF – World Bank P144271.

A Jaime Carrizosa Lora, por su participación en la elaboración del análisis de costos del documento.

A Mario Orlando López Castro (Dirección de Asuntos Ambientales y Sectoriales – DAASU, del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible), supervisor del contrato con el apoyo de Daniel Camilo Rodríguez Pava.

Contrato GEF CA-CPS-007 de 2020

Tabla de contenido

1	Introducción.....	4
2	Glosario	7
3	Marco de Referencia	12
3.1	Impactos ambientales de la infraestructura vial	12
3.2	Impactos indirectos, sinérgicos y acumulativos de la infraestructura vial.	12
3.3	Impactos de la infraestructura vial sobre la fauna silvestre.	13
3.3.1	Contaminación acústica.....	13
3.3.2	Contaminación lumínica	14
3.3.3	Dispersión de especies	14
3.3.4	Impacto de aislamiento de poblaciones.	15
3.3.5	Pérdida de individuos por atropellamiento.....	16
4	Lineamientos generales para evitar, mitigar, corregir y compensar impactos a la fauna silvestre.	17
4.1	Medidas para evitar o minimizar el atropellamiento de fauna y el aislamiento de poblaciones.	18
4.1.1	Evitar trazados al interior, o muy cerca de áreas de alta sensibilidad ambiental.	19
4.1.2	Minimizar la intervención en áreas de alta sensibilidad ambiental.	20
4.2	Medidas para mitigar el atropellamiento de fauna y el aislamiento de poblaciones, desde el diseño de la infraestructura de transporte.....	21
4.2.1	Diseño geométrico de la vía:.....	22
4.2.2	Limitar el acceso de fauna al corredor de transporte	22
4.2.3	Generar permeabilidad de la infraestructura de transporte	25
4.3	Medidas para incidir en el comportamiento de los conductores.....	27
4.3.1	Señalización	27
4.3.2	Control de la velocidad de tránsito vehicular	27
4.3.3	Control de la densidad y/o de los horarios de uso de las vías	28
4.3.4	Cierres temporales	28
4.3.5	Cierres definitivos	29
4.4	Medidas para compensar el atropellamiento de fauna y el aislamiento de poblaciones.	30
4.5	Medidas de manejo enfocadas a la atención de otros impactos de la infraestructura de transporte	32
4.5.1	Mitigación del ruido	33
4.5.2	Mitigación de la iluminación.....	33
4.5.3	Control de la dispersión de especies invasoras.....	34
5	Grupos y especies focales de fauna, criterios de selección y de movilidad	35
5.1	Criterios de conectividad funcional.....	35
5.2	Criterios de limitaciones al desplazamiento.	35
5.3	Criterios poblacionales.	36
5.4	Grupos y especies priorizadas para la Amazonia colombiana.	36
5.4.1	Aves	37
5.4.2	Mamíferos	42
5.4.3	Reptiles:.....	52

5.4.4	Anfibios	56
5.4.5	Peces.....	58
6	Lineamientos para construcción y/o adaptación de pasos de fauna	62
6.1	Toma de decisiones	62
6.1.1	¿Cuándo se deben incluir pasos de fauna?	62
6.1.2	¿Dónde se deben ubicar los pasos de fauna?	65
6.1.3	¿Cuántos pasos de fauna deben ser?	66
6.1.4	¿Qué tipos (tipología general) de pasos de fauna se deben implementar?	69
6.2	Síntesis de la información requerida para toma de decisiones alrededor de los Sistemas de pasos de fauna.....	75
6.2.1	Inventario de obras hidráulicas, puentes y túneles	75
6.2.2	Análisis de fragmentación y conectividad.....	75
6.2.3	Monitoreo de atropellamientos de fauna silvestre.....	76
6.2.4	Papel de las herramientas de “ciencia ciudadana”.....	77
6.2.5	Monitoreo del estado de las poblaciones de grupos con alta probabilidad de ser afectados por el efecto de barrera.....	78
6.2.6	Evaluación de la efectividad de los pasos de fauna existentes	79
6.3	Parámetros de diseño para los pasos de fauna	79
Ficha 1.	Puente de dosel.....	83
Ficha 2.	Paso superior: Ecoducto.....	88
Ficha 3.	Paso inferior: Viaductos.....	94
Ficha 4.	Estructuras hidráulicas mayores: Puentes.....	99
Ficha 5.	Estructuras hidráulicas menores: Box culvert (alcantarillas de sección cuadrada) 104	
Ficha 6.	Estructuras hidráulicas menores: Alcantarillas	109
Ficha 7.	Zanjas abiertas o alcantarillas superficiales	114
Ficha 8.	Pasos para fauna acuática	119
Ficha 9.	Barreras para encauzar la fauna hacia el paso seguro	123
6.4	Monitoreo de la eficiencia de los pasos de fauna.....	130
6.5	Propuesta de señalización vial para pasos de fauna.	131
7	Identificación de las tipologías de paso de fauna adecuadas para las especies focales.....	139
7.1	Aves	139
7.2	Mamíferos	141
7.3	Reptiles	147
7.4	Anfibios	148
7.5	Peces	149
8	Elementos de base para un análisis financiero de los pasos de fauna.	151
8.1	Costos generales de una carretera:	151
8.2	Costo relativo de los pasos de fauna	155
8.3	Fuentes y mecanismos de financiación.....	156
8.4	Recomendaciones.....	157
9	Bibliografía	158

1 Introducción

La infraestructura de transporte permite el transporte de carga y pasajeros de un lugar a otro con relativa facilidad, y evitando o al menos simplificando el cruce de accidentes del relieve y cuerpos de agua. Sin embargo, la construcción, operación y mantenimiento de esta infraestructura genera impactos ambientales directos, indirectos, sinérgicos y acumulativos de diversos tipos, que deben ser identificados y analizados para darles un manejo adecuado y acorde a la jerarquía de la mitigación. Las actividades de construcción, mejoramiento, rehabilitación y mantenimiento de la infraestructura vial son oportunidades para incorporar las mejores prácticas en términos de diseño, ingeniería y recursos tecnológicos, contemplando medidas de manejo para evitar, mitigar y corregir los impactos ambientales, inclusive durante la etapa de operación.

La incorporación de infraestructura verde vial en proyectos de infraestructura vial se orienta a incluir acciones de protección ambiental desde las instancias más tempranas. Desde las etapas iniciales de planeación y diseño se deben implementar acciones para evitar y mitigar impactos durante la construcción y operación, de modo que en suma generen impactos ambientales positivos.

Un conjunto especialmente perjudicial y diverso de impactos ambientales de la infraestructura vial es el que se genera sobre la fauna silvestre, incluyendo la transformación de paisajes, ecosistemas, coberturas vegetales, y hábitats, de forma directa como durante la remoción de vegetación en la etapa de construcción o por el atropellamiento en la etapa de operación, o por la fragmentación de los ecosistemas y la separación de las poblaciones de fauna que genera, llevando a una disminución de los flujos genéticos entre demos poblacionales y en consecuencia, a una pérdida de biodiversidad.

El atropellamiento de fauna silvestre ha sido estimado para algunos países, llegando a cifras tan altas como 475 millones de animales al año en Brasil (Sistema Urubu, 2020), y a un millón de animales cada día en los Estados Unidos (Forman & Alexander, 1998), cifras que superan ampliamente cualquier estimativo de pérdidas por caza y tráfico ilegal de fauna silvestre. A esas cifras, se le debe agregar el riesgo de extinción de poblaciones enteras por causa de la fragmentación y por la interrupción de los flujos genéticos entre demos poblacionales.

Las estructuras que permiten el paso seguro de la fauna de un lado a otro de las vías, conocidas como “pasos de fauna” reestablecen parcialmente la conectividad y reducen el atropellamiento, y por lo tanto, al ser implementadas en arreglos que atiendan las necesidades de diferentes grupos de fauna, se constituyen en herramientas indispensables para la conservación de la biodiversidad. Teniendo en cuenta que para que sean funcionales, estos pasos de fauna deben diseñarse con base en las condiciones específicas que se adapten tanto a las condiciones orográficas y de diseño vial, como a las características y limitaciones de la fauna a

la que pretenden servir, razón por la cual se hace necesario contar con un documento que adaptando la información disponible en la literatura especializada, de lineamientos claros para la construcción y el monitoreo de pasos de fauna en Colombia.

Esta cartilla se elaboró por medio de una consultoría para el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible con apoyo de recursos del componente sectorial del programa Corazón de la Amazonia que busca dar respuesta a la tasa de deforestación actual, la cual pone en peligro inminente la conectividad ecológica entre los bosques de los Andes y la Amazonía colombiana. Está diseñada de modo que aporte información práctica a los diferentes actores relacionados con el diseño, construcción, mejoramiento, rehabilitación, y mantenimiento de la infraestructura vial, para orientar las decisiones alrededor de garantizar la permeabilidad de las vías para la fauna silvestre, proporcionando lineamientos técnicos e información financiera. Para el lector que quiera profundizar en cada tema, la bibliografía citada es profusa y no se limita al nivel regional.

La cartilla presenta en su parte inicial, una síntesis de los impactos de la infraestructura vial sobre la fauna silvestre (capítulo 3), junto con una síntesis de las medidas de manejo para dichos impactos (capítulo 4).

En el capítulo 5 se desarrolla un ejercicio de selección de especies y grupos focales de fauna silvestre, a manera de ejemplo, enfocado en la fauna vertebrada de la Amazonia colombiana, y que si bien no pretende ser exhaustivo por la falta de información sobre el impacto de las vías sobre algunos grupos, se enfoca en aquellos grupos que se han reconocido tradicionalmente como los más afectados por el efecto barrera.

El capítulo 6 ofrece lineamientos para responder a las preguntas de cuándo se requieren sistemas de pasos de fauna, dónde se debe ubicar, cuántos deberían ser, cuáles tipologías utilizar, y finaliza con fichas específicas de lineamientos e ilustraciones para cada una de las 8 tipologías de estructuras que pueden ser empleadas, además de lineamientos para las barreras complementarias, el monitoreo de la efectividad de las estructuras, y una propuesta de señalización. Este capítulo se complementa con la información del capítulo 7 que condensa, para las especies focales identificadas para la Amazonia, las tipologías de estructura más adecuadas.

Finalmente, en el capítulo 8 se presenta un análisis de costos de adopción de sistemas de pasos de fauna tanto para proyectos ya construidos, como para proyectos que están en instancias de planeación. Ese análisis fue construido con base en la información de costos unitarios de la territorial Caquetá, del Instituto Nacional de Vías (INVIAS), y muestra que podrían llegar a ser costos marginales dentro de los costos de intervención en un proyecto carretero, especialmente al reducir la vulnerabilidad de las vías ante eventos de avenidas torrenciales y



crecientes súbitas, reduciendo entonces los costos de mantenimiento y los costos socioeconómicos de la interrupción temporal del servicio.

Para finalizar, se llama la atención de los tomadores de decisiones sobre los beneficios que implica la adopción de los Lineamientos de Infraestructura Verde Vial (LIVV) desde las fases tempranas de la planeación de los proyectos de infraestructura vial, como herramientas de reducción de costos en el mediano y largo plazo, y como herramientas para aumentar los beneficios generados por los proyectos, manteniendo la viabilidad de los servicios ecosistémicos, generando una ganancia neta ambiental, guardando coherencia y articulación con la Política Nacional de Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible. (2012).

2 Glosario

Alcantarilla: tipo de obra de cruce o de drenaje transversal, que tienen por objeto dar paso rápido al agua que, por no poder desviarse en otra forma, tenga que cruzar de un lado a otro del camino (Instituto Nacional de Vías - Invias, 2008).

Box culvert: alcantarilla de sección cuadrada (Instituto Nacional de Vías - Invias, 2008).

Coeficiente de apertura: Ver “índice de apertura”.

Corona: conjunto formado por la calzada y las bermas (Instituto Nacional de Vías - Invias, 2008).

Conectividad: característica del paisaje que define la capacidad movimiento y dispersión de las especies, el intercambio genético, y otros flujos ecológicos a través de sus elementos constituyentes.

Conectividad Estructural: se asocia directamente con la configuración espacial del paisaje, es decir con la continuidad de características físicas.

Conectividad Funcional o Ecológica: se asocia con el desarrollo de flujos ecológicos, por lo que depende del grupo biológico o proceso considerados.

Corredor de Conectividad: elementos lineales del paisaje cuyas características difieren de las circundantes y permiten el flujo de organismos entre parches de hábitat, al asemejarse a las condiciones naturales originales.

Corredor de conectividad ecológica: franja de territorio al interior de las cuales se mantiene el movimiento y la dispersión de las especies de flora y fauna silvestres, el intercambio genético y otros flujos ecológicos (materia y energía), que hacen parte de paisajes naturales en los que dicha conectividad ha sido afectada.

Efecto de barrera: concepto generado en la ecología de carreteras, que hace referencia al bloqueo del libre paso de fauna, que puede ser generado por la infraestructura lineal, y que se identifica como el causante del atropellamiento de fauna silvestre y de la fragmentación de poblaciones.

Fragmentación: proceso dinámico que implica la transformación del paisaje, particularmente la división de un área continua de una cobertura en dos o más

porciones (parches) y por lo tanto la disminución del área total cubierta por la misma. En tal sentido, una reducción de un tipo particular de cobertura, implicará fragmentación si y sólo si incrementa el número de parches del tipo de cobertura considerada, con un área total menor a la original, los cuales quedarán separados unos de otros por una matriz transformada, generando patrones espaciales particulares.

Gálibo: altura existente entre el fondo de viga y el fondo del lecho en el caso del cruce sobre ríos o esteros. En pasos a desnivel sobre un camino, es la distancia entre la menor cota de fondo de vigas y la cota más alta del pavimento del camino sobre el cual se cruza (Instituto Nacional de Vías - Invias, 2008).

Impacto acumulativo: impacto ambiental que resulta de efectos sucesivos, incrementales, y/o combinados de proyectos, obras o actividades cuando se suma a otros impactos existentes, planeados y/o futuros razonablemente anticipados.

Impacto ambiental: cualquier alteración del ambiente, que sea adversa o beneficiosa, total o parcial, que pueda ser atribuida al desarrollo de un proyecto, obra o actividad.

Impacto ambiental directo: cualquier alteración del ambiente, que sea adversa o beneficiosa, total o parcial, que pueda ser atribuida al desarrollo de un proyecto, obra o actividad, cuyo efecto se produzca como resultado directo de las actividades del mismo, durante las etapas de prefactibilidad, factibilidad, estudios, diseños, construcción, operación y desmantelamiento y abandono.

Impacto ambiental indirecto: cualquier alteración en el medio biótico, abiótico y socioeconómico, que sea adverso o beneficioso, total o parcial, que pueda ser atribuido al desarrollo de un proyecto, obra o actividad, cuyo efecto se produzca como resultado de las actividades del mismo, durante las etapas de prefactibilidad, factibilidad, estudios, diseños, construcción, operación y desmantelamiento y abandono y cuya causa corresponda a efectos relacionados con aspectos ambientales que trasciendan la esfera de los impactos directos.

Impacto sinérgico: impacto que tiene origen en las interacciones complejas entre otros impactos, ya sean generados por un mismo proyecto o por varios. Un impacto sinérgico puede evidenciarse cuando el efecto combinado de dos impactos es mayor que su suma o cuando éstos ocasionan la aparición de un tercer impacto.

Índice de apertura: razón geométrica entre el área de la sección transversal de la estructura, sobre su longitud. Es un indicador de la amplitud relativa de una estructura de paso de fauna inferior, utilizado para estimar las especies de fauna

que la podrían utilizar. Mientras mayor sea este índice, mayor será el número de especies que podrían hacer uso de la estructura como un elemento de permeabilidad.

Infraestructura verde vial: aquella infraestructura vial que a lo largo de todas sus etapas de desarrollo, desde la misma instancia de planeación estratégica sectorial, y durante su planeación, construcción, operación, intervención y desmantelamiento, integra consideraciones ambientales, sociales, tecnológicas y de ingeniería con el propósito de evitar, mitigar y corregir los potenciales impactos ambientales negativos que genera este tipo de proyectos, sean estos directos, indirectos, sinérgicos y acumulativos, generando un balance ambiental neto positivo.

Jerarquía de la mitigación: secuencia de medidas diseñadas para manejar los impactos negativos de un proyecto, obra o actividad, que consiste en prevenir apropiadamente los impactos ambientales, minimizar y corregir aquellos que no puedan evitarse y en última instancia realizar las medidas de compensación necesarias. Esta jerarquía se debe aplicar para la toma de decisiones desde la planificación y el diseño del proyecto, obra y actividad (Dirección de Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos, 2018).

Mamíferos grandes: para efectos de la fauna tropical americana, entre los mamíferos grandes se agrupan venados, dantas, zainos, chigüiros, pumas, osos palmeros, etc, que en su etapa adulta pueden llegar a pesar más de 30 Kg. La altura máxima para este grupo está dada por el venado de cola blanca para el que se ha determinado que utiliza pasos de fauna de mínimo 3,65m (Donaldson, 2005).

Mamíferos medianos: para el caso de la fauna tropical americana, ese grupo incluye guaguas, primates grandes (churuco, mono araña, mono aullador), tigrillos, perezosos, osos hormigueros, entre otros, que en su etapa adulta tienen pesos de entre 8 y 30 kg, y que para el caso de las especies no arborícolas, alcanzan alturas (alzada) inferiores a 1m.

Mamíferos pequeños: en nuestro medio hace referencia a especies que en su etapa adulta alcanzan pesos inferiores a 8 kg. Este grupo incluye ratones, ardillas, y marsupiales, entre otros.

Medidas de compensación: acciones dirigidas a resarcir y retribuir a las comunidades, las regiones, las localidades y al entorno natural por los impactos o efectos negativos generados por un proyecto, obra o actividad, que no puedan ser evitados, corregidos o mitigados (Dirección de Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos, 2018).

Medidas de corrección: acciones dirigidas a recuperar, restaurar o reparar las condiciones del ambiente afectadas por un proyecto, obra o actividad (Dirección de Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos, 2018).

Medidas de mitigación: acciones dirigidas a minimizar los impactos y efectos negativos de un proyecto, obra o actividad sobre el ambiente. (MGEPEA, 2018).

Medidas de prevención: acciones encaminadas a evitar los impactos y efectos negativos que pueda generar un proyecto, obra o actividad sobre el ambiente. (MGEPEA, 2018).

Obras de drenaje: obras proyectadas para eliminar el exceso de agua superficial sobre la franja de la carretera y restituir la red de drenaje natural, la cual puede verse afectada por el trazado (Instituto Nacional de Vías - Invias, 2008).

Paso de fauna inferior: estructura transversal a la vía, ubicada debajo de esta, que le confiere permeabilidad permitiendo el tránsito de fauna.

Paso de fauna multiespecie: estructura de paso de fauna que puede ser utilizada por más de una especie, o por más de un grupo de especies.

Paso de fauna superior: estructura transversal a la vía, ubicada por encima de esta, que le confiere permeabilidad permitiendo el tránsito de fauna.

Plan de adaptación de la guía ambiental (PAGA): instrumento de manejo y control ambiental para los proyectos que no requieren de licencia ambiental para la ejecución de obras de mantenimiento, mejoramiento y rehabilitación.

Permeabilidad: en el contexto del presente documento, hace referencia a la facilidad con la que una vía permite el paso libre y seguro de individuos de una especie o un grupo de especies de fauna silvestre, de un costado al otro de la misma.

Pontón: estructura de drenaje cuya luz medida paralela al eje de la carretera es menor o igual a diez metros (10 m) (Instituto Nacional de Vías - Invias, 2008).

Puente: estructura de drenaje cuya luz mayor, medida paralela al eje de la carretera, es mayor de diez metros (10 m) (Instituto Nacional de Vías - Invias, 2008).

Puente de dosel: estructura de paso de fauna superior, dedicada a facilitar el cruce de la vía por parte de fauna arborícola.

Rocería: Actividad de mantenimiento rutinario encaminada a mantener baja la vegetación de las zonas laterales de la vía (Instituto Nacional de Vías - Invias, 2008).

Tránsito promedio diario (TPD): número promedio de vehículos que circulan por un determinado sector de una vía, contados diariamente.

Separador: Zonas verdes o zonas duras colocadas paralelamente al eje de la carretera, para separar direcciones opuestas de tránsito (separador central o mediana) o para separar calzadas destinadas al mismo sentido de tránsito (calzadas laterales) (Instituto Nacional de Vías - Invias, 2008).

Sistema de pasos de fauna: grupo de estructuras de pasos de fauna que son complementarios entre sí para cumplir con el objetivo de dar permeabilidad a un tramo de vía para el paso de diferentes especies de fauna silvestre, con diferentes requerimientos de movilidad.

Sukumbun: herramienta del Instituto Nacional de Vías (Invias) que permite identificar y dar seguimiento a las especies de fauna silvestre que se encuentran en las vías que administra.

Tránsito promedio diario (TPD): número promedio de vehículos que circulan por un determinado sector de una vía, contados diariamente.

Viaducto: puente de longitud mayor que cuenta con apoyos intermedios para salvar una depresión del terreno, la presencia de zonas húmedas, drenajes, un área de inestabilidad geológica, un corredor de conectividad ecológica o un área ambientalmente sensible que se superponen con el alineamiento o trazado de una vía.

Visibilidad: condición que debe ofrecer el proyecto de una carretera al conductor de un vehículo de poder ver hacia delante la distancia suficiente para realizar una circulación segura y eficiente (Instituto Nacional de Vías - Invias, 2008).

Zonificación ambiental: proceso de establecer sectores homogéneos de acuerdo con la clasificación de la sensibilidad ambiental de los componentes de los medios abiótico, biótico y socioeconómico, los usos del suelo u otros criterios. (MGEPEA, 2018).

3 Marco de Referencia

Se presenta, de forma concisa, una base conceptual sobre los impactos ambientales de la infraestructura vial, sobre las poblaciones de fauna silvestre, así como las medidas de manejo que es necesario considerar e implementar de acuerdo con el principio de la jerarquía de la mitigación.

3.1 Impactos ambientales de la infraestructura vial

La planeación, construcción, operación e intervención de carreteras genera impactos ambientales directos, indirectos, sinérgicos y acumulativos significativos de gran magnitud, cuyos efectos se prolongan de manera indefinida en el tiempo y cuyas afectaciones se reflejan en los paisajes, los ecosistemas y la biodiversidad.

Si bien en Colombia el manejo ambiental de los impactos ambientales que genera la construcción de carreteras está amparado bajo la figura de licenciamiento ambiental, las carreteras generan impactos ambientales significativos desde instancias tempranas de la planificación y especialmente en su operación.

Un ejemplo de impactos generados en etapas tempranas de planeación es la generación de expectativas por los proyectos de construcción de carreteras, que en ocasiones genera dinámicas de acaparamiento y especulación de precios de la tierra, como se documentó en el caso de la carretera ilegal localizada entre La Macarena y San José del Guaviare (Pardo Ibarra, 2019), y debido a la cual se deforestaron grandes extensiones de bosques en proporciones que generaron afectación significativa a escala de paisaje y ecosistémica y en la conectividad ecológica entre los ecosistemas andinos y los ecosistemas de la Amazonia.

En las etapas más tempranas de la planificación se toman las decisiones que determinan en gran parte los impactos ambientales que puede generar el proyecto. Desde la planeación estratégica sectorial se definen los modos de transporte (por ejemplo, carretero, férreo, fluvial o cable aéreo) con que se dará solución a la necesidad de conectividad para carga y pasajeros, y se hace una selección general del trazado del corredor por el que discurrirá dicha solución de conectividad.

3.2 Impactos indirectos, sinérgicos y acumulativos de la infraestructura vial.

Un impacto ambiental indirecto, se define como aquella alteración ambiental que se atribuye al desarrollo de un proyecto vial y que se manifiesta más allá de la esfera de los impactos directos ocasionados por el proyecto; por otra parte, un impacto sinérgico se origina en las interacciones complejas entre otros impactos, ya sean generados por un mismo proyecto o por varios.

Un impacto ambiental acumulativo resulta de efectos sucesivos, incrementales y/o combinados de proyectos, obras o actividades de construcción o intervención vial cuando se suma a otros impactos existentes o planeados con efectos en el tiempo.

A manera de ejemplo de la generación de impactos indirectos, sinérgicos y acumulativos, se ha comprobado que la construcción ilegal de vías en la región amazónica favorece tanto la extracción no autorizada de recursos naturales, como la pérdida de coberturas naturales debido a la deforestación y cambio en el uso permitido del suelo por actividades de colonización. El efecto de estas actividades se extiende a varios kilómetros del área en la que se construyó la infraestructura generando interacciones con otras actividades que incrementan la magnitud de las alteraciones que genera, a la vez que su incidencia en la transformación de los paisajes y los ecosistemas genera cambios definitivos en las coberturas que se reflejan a lo largo del tiempo.

3.3 Impactos de la infraestructura vial sobre la fauna silvestre.

La infraestructura vial genera multiplicidad de impactos negativos sobre la fauna silvestre, que van desde la alteración de las coberturas vegetales, los ecosistemas y el contexto paisajístico del área de influencia del corredor vial que constituyen su medio de vida (hábitat), hasta afectaciones por impactos directos que causan la pérdida (muerte) de individuos, la disminución o incluso la pérdida de poblaciones debido a que la accesibilidad a las áreas naturales facilita su ocupación, transformación y la extensión de la frontera agropecuaria.

Específicamente, las características de las vías, como el ancho de la calzada, la superficie de rodadura, el tránsito promedio diario y la velocidad de tránsito, asociadas a las características de las especies de fauna (por ejemplo: forma de locomoción, desplazamientos estacionales, y rango de hábitat), pueden producir limitaciones en los desplazamientos de la fauna silvestre de un lado al otro de la carretera, en lo que se conoce como efecto barrera.

Si bien los impactos de la infraestructura vial sobre la fauna silvestre son múltiples, en este documento se hace mención a algunos de los más significativos y se hace énfasis sobre dos de ellos, en razón de que pueden ser mitigados mediante los sistemas de pasos de fauna de que trata este documento.

3.3.1 Contaminación acústica

Se trata del ruido generado por la construcción y por la operación de las vías, el cual incide en el comportamiento y eventualmente en la dinámica reproductiva de diversas especies, principalmente sobre aves y ranas, por ser organismos con

interacciones sociales basadas en vocalizaciones, y podría tener efectos negativos sobre murciélagos insectívoros por interferir con sus actividades de localización de presas. Adicionalmente, el ruido puede ser sinérgico con el efecto de barrera, haciendo que algunas especies eviten acercarse a la infraestructura vial, incrementando el efecto barrera a áreas cada vez más alejadas del derecho de vía.

Se ha documentado especialmente el efecto del ruido urbano sobre el canto de las aves, las cuales pueden evitar las áreas con mayor presión sonora, y/o pueden alterar sus patrones de canto ya sea evitando los momentos de mayor ruido artificial, o modificando la frecuencia (el tono) y/o el volumen de su canto (King & Murphy, 2016), (Mendes, Colino-Rabanal, & Peris, 2011). En ranas también se ha registrado un aumento del volumen del canto en poblaciones que se encuentran en áreas cercanas a fuentes de ruido relativamente permanente (Parris, Velik-Lord, & North, 2009).

3.3.2 Contaminación lumínica

Es la introducción de iluminación artificial en ambientes que de otra manera mantendrían la penumbra nocturna, alterando el comportamiento de la fauna silvestre ya sea atrayéndola hacia la fuente de luz como en el caso de muchos insectos y por consiguiente de fauna insectívora, o alejándola de la fuente de luz, o alterando sus ritmos circadianos. El uso de iluminación en las vías puede aumentar el efecto de barrera sobre algunas especies de hábitos nocturnos y/o crepusculares, y las luces de los vehículos pueden iluminar áreas de ecosistemas naturales, generando efectos negativos sobre la fauna que allí habita, por ejemplo, sobre aves (Sun, Raap, Pinxten, & Eens, 2017) y murciélagos (Rowse, Lewanzik, Stone, Harris, & Jones, 2016), reduciendo por tanto la calidad de hábitat en esa zona de amortiguación de la contaminación lumínica.

3.3.3 Dispersión de especies

Los corredores viales son utilizados por algunos grupos de fauna como rutas de desplazamiento, como es el caso del oso palmero u hormiguero gigante (*Myrmecophaga tridactyla*), que utiliza las fajas de retiro de las vías en El Cerrado brasileño, mientras éstas tengan tránsito de menos de 2.600 vehículos por día (Gaudin, Hicks, & Di Blanco, 2018); otras especies como pequeños mamíferos, anfibios, pequeños reptiles (Rautsaw, y otros, 2018), e invertebrados (Kaur, y otros, 2019) utilizan las fajas de seguridad como áreas de refugio y/o de uso permanente.

Algunas especies invasoras, tanto vegetales como animales utilizan también los corredores viales como rutas de desplazamiento, accediendo así a nuevas áreas. Por ejemplo, en Sudáfrica, Botswana y Zimbabwe se documentó la dispersión de un ave invasora (*Corvus alba*) a lo largo de las vías, atraída por la disponibilidad de

alimento en la faja de seguridad y por la disponibilidad de sitios de anidamiento en los postes de telégrafo. (Grant, Seymour, & Foord, 2017), y en Australia se encontró que el sapo de la caña (*Bufo marinus*), una especie invasora, se desplaza utilizando los corredores viales (Brown, Phillips, Webb, & Shine, 2006). Para el caso del retamo espinoso, en un estudio en la localidad de Usme, en Bogotá, se encontró que el 78% de la invasión de esta especie se encuentra en un área de influencia de 100m a los lados de los caminos y vías (León M. & Vargas Ríos, 2011)

3.3.4 Impacto de aislamiento de poblaciones.

Es la pérdida de comunicación (conectividad) entre individuos de una misma especie debido al surgimiento de barreras físicas naturales o artificiales o a la fragmentación que impiden la accesibilidad de algunos individuos a áreas que antes eran ocupadas por poblaciones continuas. Este aislamiento puede limitar parcial o completamente el desplazamiento de la fauna silvestre entre diferentes áreas de su hábitat natural, ocasionando efectos diversos de los cuales se resaltan:

- Limitación al acceso a recursos permanentes o estacionales, al punto que si los recursos ambientales son insuficientes en una o más de las áreas fragmentadas, las poblaciones se reducirán en tamaño y eventualmente podrían desaparecer.
- Disminución o eliminación del flujo genético entre las poblaciones a cada lado de la infraestructura, lo que puede reducir la variabilidad genética, por limitación en el número de individuos que interactúan, y esto puede limitar la capacidad de la población para responder a cambios ambientales o a la aparición de enfermedades. Las metapoblaciones creadas por la fragmentación tienen una mayor probabilidad de extinción que las poblaciones grandes (Arroyave, y otros, 2006).

En estas dos situaciones, las consecuencias sobre las poblaciones dependerán tanto del tamaño de los fragmentos remanentes como de la resiliencia de las poblaciones ante el efecto de estos impactos. *“La reducción neta de área disponible para la fauna y flora debido a la fragmentación del hábitat y por tanto, del tamaño de las poblaciones remanentes en los fragmentos, puede conllevar a la extinción local de especies y con éstas, a la alteración de procesos ecológicos, además de afectar la conectividad estructural y funcional de los ecosistemas, entre muchas otras consecuencias. A nivel mundial, estos procesos son considerados como la principal causa directa de pérdida de conectividad.”* (Chaves, Santamaría, & Sánchez, 2007)

3.3.5 Pérdida de individuos por atropellamiento.

El atropellamiento de fauna es un incidente que se presenta cuando un vehículo arrolla a un animal, causándole traumatismos o como ocurre en la mayoría de los casos, la muerte. El atropellamiento de fauna silvestre es el impacto directo más visible y reconocido por el público durante la operación carretera, en especial porque constantemente se observan en la vía los cadáveres de los animales atropellados. Las cifras de estos incidentes son alarmantes y se estima que es un factor que puede llevar a algunas poblaciones a extinciones locales. Para España se estima que anualmente mueren 10 millones de individuos de fauna silvestre (Arroyave, y otros, 2006), para los Estados Unidos se calcula que diariamente se atropella un millón de animales (Forman & Alexander, 1998), y para Brasil el sistema Urubu estima que la cifra asciende a 475 millones de animales al año (Sistema Urubu, 2020).

El atropellamiento de individuos de la fauna silvestre se genera por dos causas: i) porque el trazado de la vía se interpone en la ruta de movilización de éstos y en algún momento se presenta simultaneidad entre el cruce por parte del ejemplar y el tránsito del vehículo, o, ii) porque el ejemplar es atraído a la vía por diversas razones y estando allí es arrollado por el vehículo. La evidencia de los atropellamientos generados muestra que es un fenómeno que afecta tanto a especies que se mueven lentamente (p. e. tortugas y cangrejos), como aquellas más veloces (p. e. chita asiático (*Acinonyx jubatus venaticus*) que siendo el animal terrestre más veloz del mundo ha sido documentado como afectado por atropellamiento en Irán (Parchizadeh, y otros, 2018), (Farhadinia, y otros, 2015).

Un estudio de colisiones entre vehículos y fauna silvestre en carreteras de Estados Unidos (Federal Highway Administration, 2008) estimó que anualmente se reportan entre 1 y 2 millones de colisiones entre vehículos y fauna silvestre, y aunque en el 95% de los casos no se presentan lesiones en los ocupantes de los vehículos, estos accidentes generan aproximadamente 26.000 personas lesionadas y 200 fallecidas por año. Para el estado de California, los costos de daños a propiedad y atención de lesiones y fatalidades entre febrero de 2015 y febrero de 2016 se estimaron casi 225 millones de dólares, un costo equivalente al 2% presupuesto anual de transporte (Shilling & Waetjen, 2016). Es de aclarar que los accidentes que generan mayores daños y lesiones son los que involucran fauna de mayor tamaño, como venados y alces

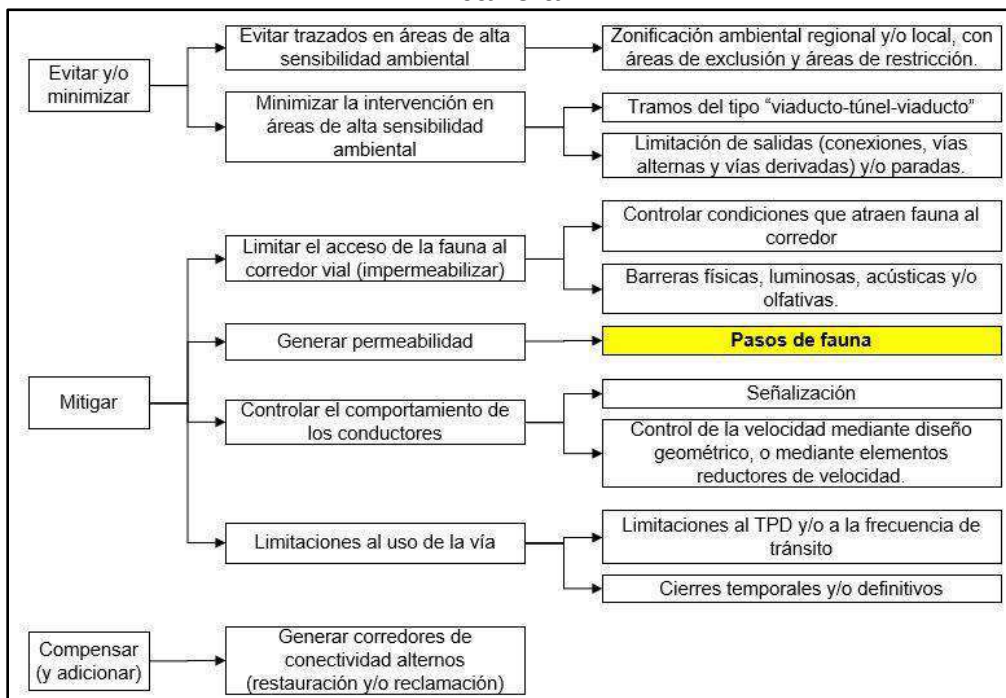
4 Lineamientos generales para evitar, mitigar, corregir y compensar impactos a la fauna silvestre.

En general, se insta a implementar los Lineamientos de Infraestructura Verde Vial (en adelante: LIVV) generados por Minambiente con el apoyo de WWF Colombia, la FCDS y la participación del Ministerio de Transporte, y sus entidades adscritas y el Departamento Nacional de Planeación. Estos lineamientos contemplan la aplicación de la jerarquía de la mitigación desde las etapas más tempranas de los proyectos, hasta las de construcción, operación, intervención (mantenimiento, rehabilitación, mejoramiento) y desmantelamiento.

Las opciones que se presentan a continuación corresponden a un listado amplio, pero no exhaustivo, de alternativas para el manejo de los impactos de la infraestructura vial sobre la integridad y la conectividad ecológicas. Estas opciones se presentan organizadas bajo el esquema de la jerarquía de la mitigación, priorizando las que buscan evitar los impactos, para después continuar con las que mitigan los impactos generados (o por generar), y finalmente, las que los compensan. No son opciones excluyentes, por el contrario, se recomienda evaluar la implementación de varias de ellas de modo que se generen sinergias y logre una mejor integración entre la infraestructura de transporte y la protección de la biodiversidad.

Tal y como se establece en el informe de “Safe roads for wildlife and people” (van der Grift, Seiler, Rosell, & Semeonova, 2017), no es práctico desarrollar un conjunto estático de reglas técnicas para mitigación del impacto de las carreteras, que deba ser aplicado en todos los casos. Si bien el análisis de este documento está enfocado al caso de la Amazonia colombiana, la información aquí establecida debe tomarse como lineamientos a aplicar en el marco de las particularidades de cada región, y a las de cada caso de infraestructura vial, ya sea existente, o en proceso de planeación.

Figura 1: Principales medidas para evitar, mitigar, corregir o compensar los impactos de atropellamiento de fauna y aislamiento de poblaciones por efecto de barrera.



Fuente: Elaboración propia.

4.1 Medidas para evitar o minimizar el atropellamiento de fauna y el aislamiento de poblaciones.

La infraestructura en general, y en este caso, la infraestructura de transporte, debe evitar superponerse con áreas de alta sensibilidad ambiental, para lo cual dichas áreas deberían ser identificadas en las etapas más tempranas de los proyectos (planeación y diseño) para tomarlas como áreas de exclusión, o en su defecto, como áreas de altas restricciones. En condiciones ideales, las áreas de alta sensibilidad ambiental deben estar definidas previamente, como parte de los productos de un ejercicio de Evaluación Ambiental Estratégica (EAE) de nivel regional, a partir del cual se armonicen los objetivos de desarrollos con las determinantes ambientales del ordenamiento territorial. Como ejemplo de este tipo de evaluaciones, en 2019 Minambiente realizó la Evaluación Ambiental Estratégica Regional del Arco Noroccidental Amazónico (EAER – ANA), con el propósito de contar con las recomendaciones necesarias para incorporar criterios y elementos de carácter ambiental y de sostenibilidad en las decisiones y actuaciones sectoriales y territoriales del sector noroccidental de la Amazonia.

Cuando como resultado del balance de las necesidades de infraestructura de transporte, no sea posible evitar la afectación de áreas de especial interés ambiental

que carezcan de restricciones legales para su intervención, incluyendo corredores ecológicos, se deben diseñar e implementar soluciones a nivel de modos y medios ambientalmente sostenibles diferentes al carretero, que eviten fragmentar ecosistemas y/o afectar conectividades, o que minimicen estos impactos, por ejemplo mediante el uso de puentes, viaductos y túneles que garanticen la permanencia de los ecosistemas y de los elementos de conectividad.

4.1.1 Evitar trazados al interior, o muy cerca de áreas de alta sensibilidad ambiental.

Las Áreas de Especial Interés Ambiental (AEIA) agrupan diferentes figuras del ordenamiento ambiental, entre ellas las del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP), que en su conjunto están dirigidas a proteger ecosistemas estratégicos y de alta sensibilidad, y en general, a conservar la biodiversidad y los servicios ecosistémicos que presta. Por su parte, los corredores de conectividad ecológica son aquellos en los que persiste el movimiento y la dispersión de las especies de flora y fauna silvestres, el intercambio genético y otros flujos ecológicos, que en su conjunto permiten la viabilidad de largo plazo de las poblaciones silvestres.

Teniendo en cuenta que la construcción de vías en áreas predominantemente naturales genera fragmentación ecosistémica y efectos de barrera para las especies locales, y adicionalmente se asocia tanto a la extracción no autorizada de recursos naturales como a la posterior proliferación de vías adicionales (Selva, Switalski, Kreft, & Ibsch, 2015), se debe realizar un ejercicio de planeación, en el que se definan las siguientes categorías de áreas, en función de su sensibilidad:

- Áreas libres de desarrollos de infraestructura de transporte. En la Amazonía colombiana, estas áreas deben incluir las áreas protegidas que hacen parte del SINAP, parte de sus áreas de amortiguación (declaradas, o no), otras áreas prioritarias para la conservación como las definidas en portafolios de conservación, y áreas con posible presencia de comunidades indígenas no contactadas.
- Áreas con desarrollos de infraestructura de transporte con restricciones a las características de la vía, y/o las condiciones de movilidad.
- Áreas en las que se puede autorizar el desarrollo de infraestructura vial, bajo los condicionamientos ambientales generales de todo proyecto. En esta categoría se deben incluir las áreas destinadas a concentrar los corredores de infraestructura.

La proliferación de infraestructura de transporte está haciendo que las áreas alejadas de las vías (roadless areas) se estén volviendo un elemento escaso en todo el planeta (<http://www.roadless.online/data/>), de los 600.000 polígonos

identificados como libres de vías en el planeta, sólo el 7% tienen más de 100 km² (Ibisch, y otros, 2016). Las áreas sin vías, en las que se deben implementar estrategias de manejo y de monitoreo para asegurar su permanencia, son áreas de regulación de servicios ecosistémicos como la regulación del clima (el caso de la Amazonia) y la conservación de biodiversidad. Adicionalmente sirven como barrera para la expansión de la frontera agrícola, la dispersión de especies invasoras, y la propagación de enfermedades.

4.1.2 Minimizar la intervención en áreas de alta sensibilidad ambiental.

Cuando por una u otra razón el trazado de una infraestructura de transporte pueda generar impactos directos o indirectos sobre un área de alta sensibilidad ambiental, se deben extremar las medidas para minimizar los impactos negativos. Estas medidas pueden ser de dos tipos:

- a) Limitar la intervención a puntos aislados entre sí: En lugar de alterar los ecosistemas en toda la extensión de la infraestructura lineal, lo que se puede lograr elevando la vía mediante viaductos con intervención únicamente en los puntos de apoyo, enterrando la vía mediante túneles con intervención directa únicamente en los portales y en estructuras adicionales de ventilación cuando sea necesario.
- b) Reducir los posibles puntos de acceso/salida: El objetivo es para limitar las opciones para la extracción ilícita de recursos naturales, ya sea mediante la implementación de medios de transporte con estaciones definidas y controladas como en el caso del transporte por vía férrea, o en el caso de carreteras mediante la construcción de viaductos y/o túneles, o limitando el número de puertos para el transporte fluvial. También se debe limitar el crecimiento de la infraestructura de transporte, de modo tal que se tenga el mínimo número posible de accesos/salidas del área que se busca proteger, de modo que se facilite la implementación de puestos de control (horarios, pasajeros, mercancías).

Figura 2: Túnel, como opción de mitigación del impacto sobre conectividad funcional para fauna silvestre.

Figura 3: Tramo viaducto – túnel, como opción de mínimo impacto sobre conectividad funcional para fauna silvestre.



Estas opciones han sido empleadas con éxito en grandes proyectos como las autopistas Hubei-Yiba y Anhui en China (financiadas por el Banco Mundial), logrando reducciones en tiempo de construcción y simplificaciones en el trazado que conllevan a reducciones significativas en los tiempos de recorrido, con lo que se equilibra el aumento en el costo de construcción (World Bank, 2007). En Europa se destaca la autopista C37 en el norte de Cataluña (España), con solo 19 kilómetros de longitud es considerada como la autopista más permeable de Europa, al contar con 5 túneles (6,85 km), 6 viaductos (1,23 km) y 5 túneles falsos (0,94 km), para una longitud total de más de 9 km de estructuras permeables para la fauna. Este diseño permite además que la vía tenga una pendiente promedio de solo 1,5% a pesar de discurrir en terreno montañoso, mejorando así las prestaciones de movilidad y reduciendo los costos de desplazamiento.

En América latina también se cuenta con ejemplos, como la “Rodovia dos inmigrantes”, (SP-160) que une a Sao Paulo (Brasil) con las ciudades de San Vicente y Playa Grande, en un trazado de 58,5 kilómetros en el que se minimizaron las áreas de intervención y el impacto sobre los ecosistemas, mediante la construcción de 44 viaductos, 7 puentes y 14 túneles, al tiempo que se simplificó el trazado y se redujeron los tiempos y costos de recorrido y las emisiones de los vehículos.

4.2 Medidas para mitigar el atropellamiento de fauna y el aislamiento de poblaciones, desde el diseño de la infraestructura de transporte

A continuación se presentan tres grupos de medidas para mitigar el atropellamiento de fauna y el aislamiento de poblaciones, desde el diseño de la infraestructura de transporte, el primero se enfoca en mantener a la fauna por fuera del corredor vial para reducir el riesgo de colisiones vehículo – animal, el segundo grupo busca generar opciones para que la fauna atravesase la vía sin pasar por la superficie de

rodadura, y el tercer grupo de medidas incide en las condiciones de uso de la vía, proporcionando información a los conductores para aumentar su estado de alerta, reduciendo la velocidad de tránsito, y condicionando el uso de la vía para mantener la seguridad de los vehículos (y sus ocupantes) y de la fauna silvestre en el área.

4.2.1 Diseño geométrico de la vía:

Dado que las mayores velocidades se alcanzan en tramos rectos, una alternativa desde el diseño es acortar las rectas introduciendo curvas horizontales y/o verticales. Si bien esta alternativa entra en conflicto con los parámetros de velocidad de diseño de las carreteras primarias y secundarias (Instituto Nacional de Vías - Invia, 2008), se recomienda evaluarla para los casos en que dichas vías discurren por áreas de alta sensibilidad ambiental.

También debe contemplarse, para el caso de las vías de segundo y tercer orden, la posibilidad de realizar cambios en la superficie de rodadura, que lleven a los conductores a reducir inmediatamente la velocidad (Goosem, y otros, 2010). Estos cambios se pueden lograr, entre otras opciones, mediante el uso de superficies ligeramente rizadas o áreas sin pavimento, estrechamientos de la calzada, o con la inclusión de elementos generadores de vibraciones como por ejemplo, resaltos, bandas sonoras, y/o estoperoles (Socha Baez & Tapias Montañez, 2010).

4.2.2 Limitar el acceso de fauna al corredor de transporte

El objetivo es mantener el corredor libre de fauna, para lo cual se pueden plantear opciones que van desde el aislamiento total entre el corredor y su entorno, hasta estrategias que permiten el libre paso de la fauna de un lado a otro del corredor. Para la comparación de las opciones que se presentan a continuación, se emplea el concepto de “permeabilidad” de la vía.

4.2.2.1 Control de las condiciones que atraen a algunas especies hacia las vías

Si bien algunas especies de fauna silvestre evitan acercarse a la infraestructura de transporte, otras especies se ven atraídas a ella por múltiples razones, por ejemplo, pueden utilizar las fajas de retiro como corredores de desplazamiento; en bordes y separadores pueden encontrar especies vegetales productoras de frutos, semillas, o brotes que atraen herbívoros, fuentes de néctar que atraen insectos que a su vez atraen animales insectívoros; en la superficie de rodadura y en sus bordes pueden encontrar fauna atropellada que atrae a animales carroñeros y oportunistas; o pueden verse atraídos por la temperatura de la carpeta asfáltica que atrapa la radiación solar, atrayendo fauna ectoterma.

Por lo anterior, en la planeación paisajística y en las acciones de mantenimiento del derecho de vía y de los separadores se debe evitar la presencia de especies llamativas por su producción de frutos, o que se destaquen como proveedoras de néctar, y se debe hacer control temprano de la presencia de plántulas de especies diferentes a las previstas para cada área. Adicionalmente, el mantenimiento rutinario de la vía debe incluir protocolos y mecanismo para retirar y disponer los cadáveres de fauna atropellada, minimizando el tiempo de permanencia de los cadáveres ya sea en la superficie de rodamiento, en la berma, o en la zona verde, de modo tal que se reduzca el riesgo de atropellamiento de especies carroñeras (estrictas y oportunistas).

4.2.2.2 Barreras y/o estímulos para evitar el ingreso de fauna a las vías

El objetivo es mantener a la fauna silvestre por fuera del corredor vial estableciendo barreras ya sean físicas o de otra naturaleza. Si bien el objetivo inicialmente fue construir barreras a todo lo largo de las carreteras (vías totalmente impermeables a la fauna) (Kroll, 2015), actualmente se busca implementarlas sólo en las áreas de alto riesgo de colisiones vehículo – fauna, y hacen parte integral de los pasos de fauna como se verá más adelante en este documento.

4.2.2.2.1 Barreras físicas:

Pueden ser mallas o cercas densas que se instalan generalmente a lo largo de los tramos de mayor accidentalidad, y que buscan restringir el acceso de la fauna silvestre a la vía. Las barreras físicas reducen las colisiones entre fauna silvestre y vehículos, y son particularmente efectivas cuando se combinan con pasos de fauna bien diseñados y localizados.

El diseño de las barreras debe responder a las características de la fauna a la que se le pretende restringir el acceso, y su implementación debe ser objeto de monitoreo. Se deben tener en cuenta, entre otras variables, las siguientes:

- Si se opta por una malla o una cerca, se debe tener en cuenta el espacio entre los elementos que la conforman. Espacios muy grandes permitirán el paso de fauna mediana y pequeña, mientras que espacios muy pequeños, además de aumentar los costos, pueden atrapar fauna pequeña.
- Las barreras deben tener la altura necesaria para bloquear el paso de la fauna que se pretende manejar. Por ejemplo, en carreteras en el sudeste asiático, fue necesario elevar la altura de las mallas, en respuesta a la capacidad de salto de los tigres de bengala (Quintero, Roca, Morgan, Mathur, & Shi, 2010).

- Las barreras deben resistir el embate de la fauna, lo que en términos prácticos para la Amazonia colombiana quiere decir, resistir el empuje de una danta o el de una piara de pecaríes, y deben bloquear los intentos de pasar por debajo mediante excavación.
- Se deben hacer visibles los bordes superiores de los principales elementos de la barrera, de modo que se reduzca el riesgo de colisiones de aves.
- Dado que no es viable instalar barreras a lo largo de la totalidad de los proyectos viales, se debe hacer un ejercicio cuidadoso de identificación de los puntos donde se presupuesta la interrupción de elementos de conectividad funcional, y en el caso de las vías ya en operación, se deben implementar en los puntos de mayor accidentalidad.
- Los tramos con barreras deben incluir sistemas que permitan a la fauna que entre al corredor vial, escapar fácilmente. Para ello se sugiere el uso de rampas que permitan subir hasta el borde superior de la barrera, y saltar desde ahí hacia el lado exterior de la barrera.
- Los tramos de vía en terraplén pueden actuar en sí mismos como barreras al dificultar el acceso de los animales al corredor vial, sin embargo, se debe evaluar la pertinencia de agregar barreras a los taludes del terraplén de modo que se aumente su efectividad.

Al ser utilizadas en combinación con estructuras de pasos de fauna, las barreras han generado reducciones muy significativas en los conteos de fauna atropellada, por ejemplo, en la carretera 441 en Florida (Estados Unidos) la reducción fue del 93,5% e incrementó el número de especies que utilizaban el paso de fauna, pasando de 28 a 51 especies (Dood, Barichivich, & Smith, 2004), al utilizar una barrera en combinación con un sistema de alcantarillas tipo Box-culvert.

4.2.2.2 Señales luminosas:

Se trata principalmente de elementos que reflejan la luz de los carros enviando haces o pulsos de luz (algunos modelos agregan estímulos auditivos) hacia el borde externo de la vía. Si bien se vienen utilizando desde la década de 1980 en ecosistemas septentrionales, no hay estudios concluyentes sobre su efectividad para ahuyentar fauna silvestre (Benten, Hothorn, Vor, & Ammer, 2018), (D'Angelo & Van der Ree, 2015), (Luell, y otros, 2003), y no hay documentación sobre su efectividad sobre fauna tropical.

Otra opción es el uso de luminarias fijas, con activación por detección de movimientos, en las áreas con registros recurrentes de atropellamiento de fauna

silvestre, lo cual aumentaría la visibilidad de los animales que entren al área iluminada, pero al mismo tiempo aumentaría el efecto de barrera para otras especies que parecen preferir desplazarse en la oscuridad, por ejemplo, se ha encontrado que algunas especies con presencia en la Amazonia colombiana, incluyendo un venado del género *Odocoileus* y la “chucha” o “fara” (*Didephis virginianus*) evitan los pasos con áreas iluminadas (Bliss-Ketchum, de Rivera, Turner, & Weisbaum, 2016)

4.2.2.2.3 Barreras acústicas:

En este caso no se trata de barreras para reducir la presión sonora, si no por el contrario, de barreras creadas con generadores de sonido que pueden estar fijos en los bordes externos de la vía, o estar instalados en los vehículos. Estos sonidos suelen estar en el rango desde alta frecuencia hasta ultrasonido, pero al igual que con las señales luminosas, no hay claridad sobre su efectividad (D’Angelo & Van der Ree, 2015), (Luell, y otros, 2003).

4.2.2.2.4 Estímulos olfativos:

Utilizan aromas que mezclan olores de humanos y depredadores, y si bien algunas experiencias en Europa indican que generan un aumento en el estado de alerta de los venados, también generan que muchos individuos eviten las áreas con estímulos olfativos y busquen cruzar la carretera en otros puntos, con lo que se reduce significativamente la efectividad de la medida (Luell, y otros, 2003) y se potencia el efecto de barrera. Adicionalmente, las especies podrían adaptarse en poco tiempo al estímulo olfativo, por lo que su uso debería limitarse a los periodos con mayor frecuencia de registro de animales en la vía

4.2.3 Generar permeabilidad de la infraestructura de transporte

Se orientan a hacer permeable la vía al paso de los animales mientras que al mismo tiempo garantizan su seguridad y la de quienes transitan por la vía. Estas medidas pueden ser permanentes o temporales.

4.2.3.1 Sistemas de pasos de fauna.

Son sistemas de estructuras, adecuadas a las características y requerimientos específicos de movilidad de las diferentes especies para las cuales se decide recuperar parcialmente la conectividad de un lado al otro de la carretera. Como herramientas de mitigación, su efectividad para el restablecimiento de la

conectividad no es del 100% ya que genera una permeabilidad limitada, y por lo tanto en la etapa de diseño de infraestructura de transporte se debe hacer lo posible por evitar fragmentar ecosistemas naturales.

La necesidad, la ubicación, las dimensiones y las características complementarias de los pasos de fauna deben ser objeto de un análisis cuidadoso. La implementación indiscriminada de pasos de fauna conduce a gastos innecesarios, mientras una implementación insuficiente genera pérdida de biodiversidad y por lo tanto, de la riqueza natural de la región y del país. En este punto es necesario hacer énfasis en que los grandes “ecoductos” como los del Parque Nacional Banff en Canadá no sólo obedecen a la necesidad de conservación de la fauna silvestre, sino también a un problema de salud pública derivado de la mortalidad, morbilidad y costos de aseguramiento generados por la accidentalidad con grandes mamíferos. Por ejemplo, un reporte de 2008 al congreso de los Estados Unidos, establece que anualmente mueren aproximadamente 200 personas y entre 1 y 2 millones de ciervos, en accidentes de tránsito con fauna silvestre, generando costos de 8.388 millones de dólares (Kroll, 2015). No se debe asumir que en Colombia se presenta una situación similar, ya que el registro de accidentalidad por colisiones con fauna silvestre es tan bajo que ni siquiera alcanza a ser un ítem independiente en las cuentas de las aseguradoras, esto debido a que la colisiones se dan con especies relativamente pequeñas que no generan lesiones en los ocupantes de los vehículos y probablemente ni siquiera generan reclamaciones por daños en los vehículos.

En términos generales, los pasos de fauna se pueden clasificar en pasos por encima (superiores), y pasos por debajo (inferiores) de las vías, y los diseños tienen características generales que han sido probadas en diferentes partes del mundo, y que se han ajustado a partir de la experiencia. Sin embargo, dado que no se cuenta con suficientes datos de monitoreo de experiencias similares en la región amazónica, y que gran parte de las experiencias disponibles se orientan a fauna ajena a esta región, las reseñas que se presentan a continuación deben tomarse como orientaciones que deben ser ajustadas en función de las características específicas de la fauna para la que se identifica la necesidad de una solución de conectividad, y en función de las particularidades ambientales y orográficas de la zona en que se pretende implementar cada paso de fauna.

Más adelante en este documento, se presenta una revisión de las limitaciones que enfrenan algunos grupos de fauna por causa de la fragmentación generada por la infraestructura de transporte, información que permite llegar posteriormente a la presentación de criterios detallados para el diseño, ubicación y características de pasos de fauna eficientes.

4.3 Medidas para incidir en el comportamiento de los conductores

En los puntos donde se identifique riesgo de atropellamiento de fauna silvestre, se deben implementar medidas orientadas a incidir en los hábitos de conducción aumentando el estado de alerta de los conductores, y reduciendo la velocidad de tránsito vehicular. En las vías primarias, estas medidas deberían ser transitorias, mientras se genera una solución efectiva de movilidad para la fauna. En las vías terciarias y secundarias con menor tránsito promedio diario (TPD) y menor velocidad de tránsito, podrían ser permanentes.

4.3.1 Señalización

Se utiliza con el fin de alertar a los conductores sobre la posible presencia de fauna silvestre en la vía, y con el fin de prevenir colisiones vehículo - fauna silvestre, sin embargo se han identificado algunas debilidades por las cuales se requieren lineamientos de nivel nacional. Que deben ser establecidos por el Ministerio de Transporte:

- Proliferación de diversidad de señales preventivas con gran diversidad de figuras de animales, unas más claras que otras.
- Dado que no se tienen reglas claras, no hay consenso sobre su ubicación con respecto al área en que se identifica el riesgo de colisión.

En el punto 4.5 de este documento se presenta una propuesta de señalización para las áreas donde el riesgo de atropellamiento de fauna silvestre es especialmente alto y para alertar la existencia de cruce o pasos de fauna silvestre.

4.3.2 Control de la velocidad de tránsito vehicular

El uso de la señalización por sí misma suele tener una efectividad baja en cuanto a la reducción de la velocidad (Huijser, Mosler-Berger, Olsson, & Strein, 2015) por lo cual se recomienda que sea una medida complementaria de las soluciones de trazado, diseño o a la incorporación de adecuaciones tales como resaltos, bandas sonoras, tachas, delineadores, y otros elementos que complementan la estructura de la vía con este propósito. Los elementos que se empleen deben en todo caso cumplir con la normatividad nacional y local, deben contar con una adecuada señalización, y no deben generar reducciones en los niveles de seguridad vial para conductores, pasajeros, ciclistas y/o peatones.

Los elementos que inducen vibración al vehículo son muy efectivos en la reducción de la velocidad, como se demostró en un estudio de 2 años en un área protegida de Madagascar (Schutt, 2008), en el que se concluyó que los reductores de velocidad

(resaltos) disminuyen sustancialmente el atropellamiento de fauna en todos los grupos de animales silvestres, sin embargo, esta medida por sí sola no tiene efecto sobre los animales de locomoción lenta como las serpientes (Mashio, Santos-Costa, & Prudente, 2016).

Como ya se estableció, tanto la señalización como los elementos reductores de velocidad deben ser utilizados de forma complementaria a la implementación de soluciones de fondo para que la fauna silvestre permanezca fuera del corredor vial y al mismo tiempo cuente con pasos seguros de uno a otro lado de la vía.

4.3.3 Control de la densidad y/o de los horarios de uso de las vías

En los casos en que la infraestructura de transporte cruza un área de alta sensibilidad ambiental sin que se divida en rutas alternas, se pueden establecer controles sobre los vehículos que discurren por un tramo determinado, con las siguientes opciones complementarias:

- Control de tiempos de tránsito, para evitar paradas no autorizadas.
- Cierre del tránsito en horarios predefinidos.
- Revisión de contenidos al ingreso y a la salida, para controlar la extracción no autorizada de productos naturales.

A manera de ejemplo, en Tikal (Guatemala), se registra la hora de entrada y salida de los vehículos que cruzan el área protegida, para controlar el número de vehículos en la vía por hora (densidad) y su velocidad (Monge-Nájera, 2018) y el número de vehículos en la vía. En el área de reserva nacional natural Wanglang en la provincia de Sichuan (China), se encontró que en la temporada de apareamiento de algunas especies de ranas, su mortalidad por atropellamiento es más alta durante la noche, por lo que se establecen restricciones al tráfico nocturno durante dichas temporadas (Zhang, y otros, 2018).

4.3.4 Cierres temporales

Es una alternativa para la mitigación del efecto de barrera que generan las vías; es utilizada cuando se busca hacer permeable la vía para el tránsito de especies durante migraciones periódicas y relativamente predecibles, y que resulta viable únicamente cuando se trata de vías de poco tráfico, o cuyo tráfico puede canalizarse por vías alternas durante el periodo de cierre. Estos cierres provisionales pueden extenderse desde varias horas hasta varios meses, y deben garantizar que se restringe el paso al personal no autorizado, para lo cual deben contar con

estructuras de barreras físicas, y/o con personal de vigilancia las 24 horas durante la duración de los trabajos previstos. Esto, porque las vías en proceso de cierre resultan llamativas tanto para personas que buscan extraer recursos naturales no autorizados, como para personas que buscan aventuras como conductores de vehículos todoterreno (Keller & Sherar, 2004).

Es famoso el caso de la migración de cangrejos en Isla de Navidad al Norte de Australia, evento para el cual se cierran algunos puntos de la carretera perimetral de la isla, y se activan medidas complementarias. Sin embargo, el cierre de las vías no es total y en algunos tramos los vehículos transitan a velocidades muy reducidas para minimizar el atropellamiento. Algo similar ocurre en las islas de San Andrés y Providencia (Colombia), donde se cierran algunos tramos de la vía perimetral para permitir el paso de la migración de cangrejos entre el interior de la isla y las playas, y su posterior retorno al bosque.

En la India, la carretera Mysore-Mananthavadi que cruza la reserva de tigres Bandipur es cerrada entre las 6 de la tarde y las 6 de la mañana para reducir el impacto sobre la fauna silvestre, el tráfico de esta carretera se desvía por una vía alterna. En el Parque Nacional Banff en Canadá se experimentó durante casi 4 meses con cierres diarios de un tramo de 17 kilómetros, entre las 8 p.m. y las 8 a.m., encontrando que la frecuencia de registro de mamíferos se duplicaba durante los periodos de cierre (Whittington, Low, & Hunt, 2019)

4.3.5 Cierres definitivos

El abandono de tramos de vías ya sea porque fueron reemplazados por tramos nuevos con trazado diferente, porque perdieron utilidad, por presentar costos de mantenimiento superiores a su utilidad, o por consideraciones legales, debe hacerse de forma tal que se facilite la recuperación del ecosistema.

El cierre debe obedecer a un programa de acciones encaminado a lograr la recuperación del ecosistema, por lo cual deben establecerse inicialmente barreras provisionales que permitan únicamente acceso del personal y los vehículos necesarios para la reconfiguración del suelo, para la recuperación de la cobertura vegetal, y para el desmantelamiento de las estructuras que así lo requieran (Keller & Sherar, 2004), (Weaver, Weppner, & Hagans, 2014). Desde el punto de vista social, el cierre debe ser informado a la comunidad local y a los posibles usuarios de la vía objeto de cierre, de modo tal que se minimice la posibilidad que sea reabierto por intereses particulares.

Los cierres definitivos deben incluir barreras físicas que resulten insalvables para las personas que puedan querer ingresar en vehículos. Estas barreras pueden consistir en zanjas y/o amontonamientos de materiales, eliminación de obras hidráulicas (dejando sin rellenar los espacios que ocupaban), reconfiguración de

cortes y taludes depositando material sobre el camino, y/o instalación de obstáculos como tocones de troncos de al menos 1m de altura.

La reconfiguración debe incluir tanto el retiro de la sub-base, base y superficie artificial de rodadura, como la descompactación del suelo sobre el que discurría la vía, para permitir la germinación de semillas y la aparición de plántulas que en el mediano plazo reconfigurarían una cobertura vegetal secundaria, en el proceso para la recuperación de los servicios ambientales.

Como parte del abandono, y para facilitar la restauración de la cobertura vegetal, se debe retirar la subbase, la base, la superficie de rodadura y las estructuras hidráulicas, lo que dependiendo de las características de la vía, puede requerir la utilización de maquinaria especializada, desde escarificadoras y martillos neumáticos, hasta retroexcavadoras. Esta fase se caracteriza por la generación de material particulado y por la necesidad de transporte de los escombros y materiales sobrantes, y por lo tanto requiere de la implementación de medidas adecuadas de manejo ambiental. Es de resaltar que el material sobrante no debe, en ningún caso, ser abandonado en el sitio ya que aun cuando podría ser colonizado por vegetación silvestre, contiene elementos que son ajenos a los ecosistemas y que pueden contaminar tanto el suelo como las aguas (por escorrentía o por contacto directo en cauces).

Después de retirar las capas de soporte y de descompactar el suelo, se puede optar por mantener la plantilla de la vía en la superficie, o rellenar la misma reconfigurando las geoformas. En cualquiera de los casos, se debe tener atención en los sistemas de escorrentía para evitar puntos de erosión. En esta fase, se recomienda agregar tierra de capote o mantillo para reducir el arrastre de sedimentos por escorrentía (Sosa-Pérez & MacDonald, 2017).

Para la recuperación de la cobertura vegetal, además de la descompactación del suelo, se recomienda implementar acciones de restauración ecológica adaptados a la morfología del terreno, es decir, favoreciendo el crecimiento de especies arbustivas en los bordes de los taludes y especies de mayor porte hacia las áreas más estables.

4.4 Medidas para compensar el atropellamiento de fauna y el aislamiento de poblaciones.

El “Manual de compensaciones del medio biótico” (Dirección de Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos, 2018), establece los lineamientos para el diseño e implementación de las compensaciones derivadas de los impactos que afectan para impactos sobre el medio biótico, derivados de impactos sobre fauna , flora, cobertura vegetal y contexto paisajístico, en ecosistemas naturales terrestres

y continentales y en vegetación secundaria, y que no se prevé que puedan ser mitigados o corregidos.

Estas compensaciones se deben realizar en ecosistemas con características equivalentes a los afectados, y en proporciones (factor de compensación) ajustadas a las características del ecosistema afectado. Las compensaciones se pueden realizar mediante tres tipos de acciones diferentes y complementarias:

- **Preservación:** implican la protección de un área que está por fuera de las áreas del SINAP y otras figuras de conservación, y debe ser complementaria a acciones de restauración.
- **Restauración:** debe enfocarse en el mejoramiento (restauración, recuperación) de las coberturas de compensación para alcanzar las características del ecosistema de referencia.
- **Uso sostenible:** deben ser acciones que a la par de ser productivos en alguna medida, garanticen la conservación del ecosistema.

Las compensaciones que se establecen en este Manual se enfocan en la preservación o restauración de ecosistemas y aunque se hacen en el espíritu de la “no pérdida neta de biodiversidad”, no tienen en cuenta de forma explícita las necesidades de conectividad ecosistémica de las poblaciones de fauna silvestre. Si bien la compensación del medio biótico tal y como está establecida, no es entonces el mecanismo por el cual se podrían mitigar los impactos del efecto de barrera que genera la infraestructura vial, si puede emplearse para la creación y/o fortalecimiento de corredores de conectividad ecológicos funcionales que sean complementarios a los sistemas de pasos de fauna.

Una alternativa que se podría aplicar (aunque no está contemplada de forma explícita en la versión actual del Manual de compensación del medio biótico) es utilizar el corredor vial para generar conectividad ecosistémica. En algunas carreteras en Australia, se favorece el mantenimiento de vegetación autóctona en bandas de 10 a 200 metros de ancho que van paralelas a las vías en áreas rurales poco pobladas (Valladares, Balaguer, Mola, Escudero, & Alfaya, 2011). Esta estrategia podría adoptarse para la Amazonia colombiana, generando redes de conectividad ecosistémica que entrelacen los principales corredores de conectividad, reduciendo la fragmentación a nivel de paisaje, y reduciendo el efecto de pérdida de coberturas por la potrerización de áreas aledañas a las vías (Milton, Dean, Sielecki, & van der Ree, 2015), y de paso podría actuar como herramienta para evitar la construcción de vías accesorias no autorizadas. La decisión de cobijar y proteger áreas de ecosistemas naturales en los bordes de la infraestructura de transporte implica el mapeo de los parches de vegetación de interés, para integrarlos en las acciones de mantenimiento de la carretera, agregando medidas

para evitar el ingreso de la fauna al corredor vial y medidas de permeabilidad (pasos de fauna).

Se hace énfasis en que las medidas de compensación sólo deben contemplarse después de ejercicios cuidadosos orientados a evitar y/o minimizar los impactos del proyecto. Si bien una compensación expresada en nuevas coberturas naturales puede verse como una ganancia ambiental, se debe tener en cuenta que se pueden requerir décadas para llegar a un estado en el que la cobertura de compensación logre generar los bienes y servicios ecosistémicos de la cobertura perdida.

4.5 Medidas de manejo enfocadas a la atención de otros impactos de la infraestructura de transporte

Algunas de las medidas de manejo ambiental para otros impactos de la infraestructura de transporte, consiste en conservar la vegetación de las fajas de seguridad y de los separadores, o ser objeto de acciones de paisajismo con arreglos de herbáceas y arbustos que ofrecen colorido al usuario de la vía. Sin embargo, estos corredores verdes pueden ser para algunas especies de fauna silvestre, corredores de conectividad, hábitat, o áreas de consecución de alimento, pueden actuar como barreras para el ruido, la luz y el material particulado provenientes de la vía, o pueden ser la ruta de dispersión para especies invasoras.

Tanto en las fajas de seguridad como en los separadores se debe favorecer la presencia de especies de plantas nativas de la región, evitando emplear plantas foráneas de rápido prendimiento y crecimiento que se pueden constituir en invasoras. Adicionalmente, en estas dos áreas se debe evitar la siembra de especies de plantas cuyos frutos atraigan a muchas especies de fauna, ya que parte de la fauna atraída podría tener que cruzar la vía para acceder a los frutos.

Si bien desde el punto de vista de la conservación de los ecosistemas se aspira a minimizar la pérdida de coberturas vegetales naturales, en las áreas aledañas al derecho de vía deben primar las consideraciones de seguridad para los usuarios de la vía. Las fajas de retiro deben mantenerse libres de árboles y en los casos en que se decida mantener uno o más árboles, se deberán tomar las correspondientes medidas de señalización y protección tanto para los árboles como para los usuarios de la infraestructura de transporte.

Las medidas que se presentan a continuación se concentran en tres grupos de impactos, que a pesar de no ser incluidas tradicionalmente en los impactos generadores del efecto barrera, si tienen efectos negativos sobre la distribución de las especies al alterar las condiciones microambientales en los bordes de la infraestructura vial, y en los bordes de los ecosistemas en que se manifiestan.

4.5.1 Mitigación del ruido

En las vías en etapa de operación se destaca el ruido generado por los motores de vehículos en tránsito, y el generado por el desplazamiento de los vehículos sobre la superficie de rodadura. En el primer caso, además de las consideraciones de reducción de ruido en el diseño de los vehículos, el diseño vial puede intervenir al reducir las curvas verticales y mantener una pendiente moderada de modo que se reduzca el sonido generado por el esfuerzo del motor durante el desplazamiento. Para el caso del ruido asociado a la superficie de rodadura se destacan los ensayos realizados con mezclas de polímeros.

La medida de mitigación del ruido generado en la operación de las vías más común es la implementación de barreras para amortiguar y/o desviar las ondas de presión sonora; estas barreras deben ser diseñadas en función de la frecuencia y la intensidad del ruido a mitigar. Para el caso de la mitigación del ruido en las áreas de pasos de fauna, las barreras para sonido deberían ubicarse de forma paralela a las barreras establecidas para evitar el ingreso de los animales al área de la vía, y en casos específicos, estas dos podrían integrarse en una sola estructura.

Si bien las barreras vegetales son menos eficientes en la reducción del ruido que apantallamientos con materiales artificiales, se pueden utilizar como medidas complementarias a otras estrategias de atenuación de ruido por ser de bajo costo, pueden adicionalmente proveer alimento y refugio a algunas especies de animales, y reducen los riesgos para los usuarios de la vía al no tratarse de un elemento rígido en la faja de retiro.

4.5.2 Mitigación de la iluminación

Para el caso de las luminarias, la recomendación general es minimizar su uso, tanto en el número de luminarias, como en su ubicación y en el control del tiempo que están en uso. Por ejemplo, se pueden restringir a puntos de cruce con otras vías, o puntos de parada del transporte público, y se puede minimizar el tiempo de uso mediante el empleo de sensores de movimiento.

En cuanto a las luces de los vehículos, se debe tener en cuenta que especialmente en las curvas de la vía, los haces de luz pueden ingresar a las áreas de ecosistemas naturales, generando efectos negativos sobre la fauna que habita en los bordes de dichas áreas. Para esto, se propone instalar barreras opacas que pueden consistir tanto en elementos vegetales como arbustos (de especies nativas de la región), como en barreras de tierra, concreto, o metal. Se destaca que para un giro de retorno en el viaducto de La Boquilla, en Cartagena, se implementó una barrera como extensión vertical del concreto del viaducto, con el fin de evitar que las luces de los vehículos alcanzaran a las aves que utilizan las copas de los manglares como sitios de descanso nocturno.

4.5.3 Control de la dispersión de especies invasoras

Para las especies nativas que utilizan las fajas de seguridad del corredor vial ya sea como rutas de desplazamiento o como áreas de hábitat, se recomienda mantener una cobertura arbustiva compuestas por especies nativas, que las mantenga parcialmente ocultas de los usuarios de la vía y de posibles depredadores, sin embargo, esta situación requiere análisis y monitoreos cuidadosos ya que si bien estas especies pueden contribuir a frenar la entrada de especies invasoras, también pueden fomentar la llegada de depredadores, aumentando el riesgo de eventos de atropellamiento de fauna silvestre.

El mantenimiento de coberturas continuas de herbáceas perennes (de especies nativas de la región) permite controlar el establecimiento de especies invasoras, por lo que para las fajas de retiro y los separadores, se recomienda evitar la permanencia de áreas desnudas o de áreas con parches sin vegetación (Milton, Dean, Sielecki, & van der Ree, 2015), en las que semillas de plantas invasoras dispersadas por el viento, por los vehículos, o por animales, encuentren terreno fértil para su establecimiento.

En cuanto al control de dispersión de fauna invasora, se recomienda:

- Incluir estructuras como túneles y viaductos en áreas de transición entre ecosistemas, de modo que se pierda la continuidad de la faja de retiro por tramos suficientemente largos para limitar la dispersión de las especies invasoras.
- Establecer tramos cortos con fuertes reducciones de la faja de retiro, preferiblemente en áreas de baja velocidad de tránsito, en los que domine la presencia de cobertura arbórea nativa en lugar de áreas transformadas, reduciendo la disponibilidad de espacios hábitat para especies generalistas (manteniendo condiciones adecuadas de seguridad vial).

5 Grupos y especies focales de fauna, criterios de selección y de movilidad

A continuación, se presentan los criterios mínimos para la selección de grupos y especies focales de conectividad funcional, limitaciones al desplazamiento y poblacionales y se incluyen grupos y especies priorizadas para la Amazonia colombiana.

5.1 Criterios de conectividad funcional

Los criterios de conectividad funcional para la selección de grupos y especies focales de fauna parten de análisis de fragmentación / conectividad funcional o ecológica, para lo cual se deben tener en cuenta las respuestas conductuales de las especies ante el estado de la continuidad de la estructura física del paisaje, y su interacción con el medio, lo cual se refleja en su capacidad de desplazamiento, sus requisitos de hábitat, el grado de especialización, el nivel de tolerancia ante cambios, y la presencia de depredadores y competidores (Sinchi, 2018).

Para el desarrollo de los análisis de conectividad funcional, se recomienda la metodología desarrollada por el Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (Sinchi), titulada “Metodología homologada para realizar estudios de fragmentación, motores de fragmentación y conectividad ecológica en el paisaje amazónico colombiano, en tres diferentes ámbitos de alcance geográfico: regional, subregional y local” (Sinchi, 2018).

5.2 Criterios de limitaciones al desplazamiento.

Los criterios de limitaciones al desplazamiento para la selección de grupos y especies focales de fauna consideran cuáles son las especies cuyos requerimientos de movilidad presentan mayores grados de afectación por la infraestructura carretera y para las cuales se orientan las estructuras de paso de fauna, identificando sus limitaciones y el tipo de estructuras complementarias que se requieren para garantizar la efectividad de los pasos de fauna, razón por la estos criterios deben ser aplicados en las etapas de elaboración de estudios y diseños previo a la ejecución de los proyectos.

El uso de especies carismáticas tradicionalmente empleadas como “especies sombrilla” suele generar errores de interpretación dado que en la base del concepto de especie sombrilla como herramienta de conservación, se busca que abarquen gran cantidad de hábitats diferentes de modo que al protegerlas se protejan de forma indirecta muchas otras especies. Por el contrario, la selección de las especies para el análisis de conectividad funcional para pasos de fauna debe priorizar especies con poblaciones de tamaño reducido, con distribución restringida y/o con mecanismos y hábitos de locomoción que impliquen limitaciones para su

desplazamiento, ya que claramente estas serán las especies que se verán afectadas por el efecto barrera y sobre cuyas poblaciones se podrían generar impactos negativos por atropellamiento de individuos y/o por aislamiento de poblaciones.

5.3 Criterios poblacionales.

En relación con los criterios poblacionales, en forma adicional a los criterios de limitaciones al desplazamiento, se debe dar prioridad a las especies incluidas en los listados de especies amenazadas a nivel regional y/o nacional. Esto, atendiendo a que dentro de los criterios empleados para su inclusión en dichos listados, se realizan análisis de área de ocupación, pérdida de hábitat, y riesgo de extinción.

Se debe realizar un análisis del impacto de la infraestructura vial sobre la conectividad de las poblaciones de las especies con mayor grado de amenaza regional. En el caso que se concluya que el proyecto vial tiene efectos negativos sobre estas poblaciones, se deben proponer soluciones de permeabilidad adecuadas para minimizar el efecto de barrera (en primera instancia se debe buscar evitar estos impactos).

Por otro lado, se debe evaluar la presencia de eventos migratorios locales o regionales que puedan ser afectados al alterar áreas utilizadas durante los desplazamientos o al interrumpir las rutas de tránsito. Ejemplos claros de este caso son las migraciones estacionales de cangrejos de la familia Gecarcinidae entre la costa y la tierra firme, o los movimientos periódicos de peces a lo largo de los ríos (migraciones longitudinales) o entre los ríos y sus tributarios o sus ciénagas (migraciones laterales), y en el caso de los bosques inundables, los movimientos entre cuerpos de agua permanentes y las áreas inundadas.

5.4 Grupos y especies priorizadas para la Amazonia colombiana.

Con el fin de establecer las estructuras asociadas a la vía que cumplen la función de facilitar el cruce de la fauna silvestre es necesario identificar tanto las especies, o grupos de especies, como sus preferencias de movilidad con el fin de enfocar los esfuerzos a la selección, ubicación, diseño y construcción de sistemas de pasos de fauna. El conjunto de especies focales debe cumplir en lo posible, el mayor número posible entre las siguientes condiciones:

- Tener alta sensibilidad a la fragmentación y/o estar incluidas dentro de las especies comúnmente afectadas por atropellamiento de fauna.
- -Ser conspicuas, para facilitar su identificación durante los monitoreos.

- Tener limitaciones funcionales o comportamentales para el uso de estructuras de pasos de fauna.
- Ser especies carismáticas y/o de valor de uso para la comunidad, de modo que el monitoreo pueda extenderse a acciones de base comunitaria.
- Contar con estudios de requerimientos de hábitat, que permitan establecer hipótesis de base para los monitoreos.

Se hace una caracterización de grupos de fauna para identificar especies o grupos de especies que son especialmente vulnerables a la fragmentación generada por la infraestructura de transporte. Posteriormente, se hace un análisis de las características que deben tener los pasos de fauna que se propongan con el fin de restablecer la conectividad funcional para las especies o grupos de especies identificadas. Estas especies focales se pueden emplear incluso como indicadores del estado de la conectividad funcional entre fragmentos de ecosistemas aislados por la infraestructura vial. A continuación, se presentan los grupos y especies focales identificados para la región amazónica y se caracterizan algunos de los potenciales impactos de la infraestructura carretera sobre ellos.

5.4.1 Aves

Para la Amazonía colombiana se ha registrado 1158 especies de aves, lo que representa aproximadamente el 75% de las especies del país; esta cifra no es de ninguna manera definitiva y podría aumentar con el resultado de nuevos muestreos y con la distribución potencial de algunas especies, se estima podrían ser más de 1400 (SIAC - Sistema de Información Ambiental de Colombia, 2018).

En el área de influencia de la iniciativa Corazón de la Amazonía se encuentran algunas áreas definidas como de importancias para la conservación de las aves, como el PNN Serranía de Chiribiquete (BirdLife international, 2018), y las riberas del río Duda en el PNN Tinigua (BirdLife International, 2018).

Para el área de las riberas del río Duda, en más de 15 años de investigación se han registrado cerca de 441 especies de aves, y se han realizado estudios sobre paujiles como *Crax salvini* y *Crax alector* y sobre frugívoros como *Querula purpurata*. (BirdLife International, 2018), y se han realizado inventarios de aves para el PNN Serranía de Chiribiquete, y para el área de la Serranía de la Lindosa.

En cuanto al impacto de la fragmentación de áreas naturales, sobre las aves, se ha concluido que algunas especies son más sensibles que otras, como se muestra a continuación:

- En la cordillera Occidental de Colombia se identificaron procesos de extinción local de casi un tercio de la avifauna, asociados a la fragmentación del bosque, identificando como grupos especialmente vulnerables a los frugívoros grandes y a los insectívoros del sotobosque (Kattan, Alvarez-López, & Giraldo, Forest fragmentation and bird extinctions: San Antonio eighty years later, 1994), (Rengifo, 1999).
- En la región de Cuyabeno en Ecuador se encontró que las aves insectívoras del interior del bosque tenían más probabilidades de estar ausentes en áreas fragmentadas (Canaday, 1997).
- En el bosque atlántico en Brasil se encontró que en fragmentos pequeños había ausencia relativa de frugívoros (Bovo, y otros, 2014).
- En la isla de Barro Colorado, en el canal de Panamá, a pesar de tener área de 1.500 hectáreas, se encontró que se han extinguido más de 50 especies de aves y muchas otras han tenido declinaciones significativas (Robinson W. D., 1999).
- Un estudio centrado en aves insectívoras del sotobosque en la región de Manaus (Brasil), mostró que algunas especies (*Cyphorhinus arada*, *Hylophilus ochraceiceps* y *Thamnomanes ardesiacus*) no se encuentran en fragmentos pequeños, mientras que hay otras especies moderadamente sensibles (*Formicarius colma* and *T. caesius*) si están en fragmentos pequeños, mientras que otras especies (*Percnostola rufifrons* and *Hypocnemis cantator*) encuentran ventajas en la fragmentación y se encuentran en todos los tipos de hábitat.
- En otro estudio en la región de Manaus, se identifica algunas especies como proclives a patrones de extinción local en fragmentos pequeños (*Myrmornis torquata*, *Grallaria varia*, *Hyllopezus macularius*), y otras como *Myrmothera campanisona* se calificaron como tolerantes a la fragmentación (Stratford & Stouffer, 2015).

En un estudio en áreas de la municipalidad de Pará al este de la Amazonia brasileña, se encontró una relación negativa entre la densidad de carreteras y la riqueza y la composición de especies de aves al interior del bosque, en áreas de baja deforestación (Ahmed, y otros, 2018). Al interrumpir los patrones de movimientos, las vías alteran la riqueza de especies y la composición creando metapoblaciones inestables, aislando subpoblaciones de especies que pueden terminar siendo vulnerables a extinciones locales (Ahmed, y otros, 2018). Adicionalmente, la presencia de vías genera una serie de cambios ambientales como la proliferación de bordes de hábitat que resulta en la alteración de microclimas, luz y niveles de follaje, que a su vez favorece a las especies de bordes o de claros, por lo que en las áreas de bordes se observa una reducción de especies insectívoras especialistas, solitarias y terrestres (Ahmed, y otros, 2018), y aún las

vías angostas pueden alterar los movimientos de muchas especies de aves asociadas al interior del bosque, particularmente las insectívoras (Ahmed, y otros, 2018). Por el contrario, la conectividad permite mantener un alto número de especies y de individuos, y permite que las aves utilicen diferentes tipos de fragmentos (Martenen, Pimentel, & Metzger, 2008).

Para otras especies, la creación de corredores resulta en un incremento poblacional, como el caso de los cuervos (*Corvus alba*) en Sudáfrica, Botswana y Zimbabwe (Grant, Seymour, & Foord, 2017), asociado a la disponibilidad alimento en áreas abiertas y a la disponibilidad de sitios de anidamiento en los postes de telégrafo.

Por otro lado, aunque no se considera que es un impacto de magnitud inferior al generado por la fragmentación, el atropellamiento de aves debe ser tenido en cuenta dentro de las medidas de manejo al momento de diseñar y/o adecuar una vía. En un estudio de 2010 en la actual Ruta del Sol en el departamento del Cesar, se encontró que las aves eran el segundo grupo con más registros de atropellamiento (17,4%), después de los mamíferos, teniendo mayor frecuencia dos especies que aprovechan cadáveres: el caracara de cabeza amarilla (*Milvago chimachima*) con 3,8 y el gallinazo (*Coragyps atratus*) con 2,4%, junto con la lechuza *Tyto alba* (3,5%), que mantiene un vuelo a baja altura y que puede verse atraída por una mayor densidad de presas en el derecho de vía, y seguidos por dos especies principalmente insectívoras que podrían asociarse con las áreas abiertas del derecho de vía: el garrapatero (*Crotophaga ani*) con 1,8% y el pechiamarillo (*Pitangus sulphuratus*) con 1,8% (Payán, Soto, Díaz-Pulido, Benitez, & Hernández, 2013). En carreteras de la zona de los Montes de María (Sucre) se encontró que las aves representan solo el 4,2% de la fauna atropellada siendo dominantes el gallinazo (*C. atratus*) y el pechiamarillo (*P. sulphuratus*) con 1,4% cada una (de la Ossa-Nadjar & de la Ossa, 2013); en otra vía primaria entre Toluviejo y la ciénaga La Caimanera (Sucre), se encontró que las aves representan el 28,8% de la fauna atropellada, siendo dominantes el garrapatero (*C. ani*) y los gallinazos (*C. atratus* y *Cathartes aura*) con el 32,3% y el 29,0% del grupo respectivamente (de la Ossa & Galván-Guevara, 2015). En un estudio en un tramo de la Troncal del Caribe que bordea el Parque Nacional Natural Tayrona, se encontró un bajo atropellamiento de aves, que parece relacionarse con la presencia de árboles de altura considerable a los lados de la carretera, que podrían facilitar la conectividad para este grupo (Adárraga Caballero & Gutiérrez Moreno, 2017).

5.4.1.1 Especies focales

Dado que, en términos generales, las aves frugívoras y las insectívoras de sotobosque se identifican como las más vulnerables a la fragmentación, se seleccionó un grupo de 4 familias de aves frugívoras relativamente grandes o insectívoras de sotobosque, con presencia en la Amazonia colombiana. Para cada una de ellas se presenta una evaluación inicial de su potencial como indicador de

impactos ambientales generados por la infraestructura de transporte terrestre, y se profundiza en los hábitos de algunas de las especies más promisorias para dicho fin.

Cracidae

En la Amazonía colombiana esta familia incluye pavas y paujiles, siendo los segundos (géneros *Crax*, *Mitu*, *Pauxi* y *Nothocrax*) de hábitos terrestres, frugívoros y restringidos casi completamente a interior de bosque y por lo tanto con mayores restricciones para desplazarse entre fragmentos (Brooks, The utility of hotspots identification for forest management: cracids as bioindicators, 2006) (Brooks & Strahl, 2000).

Por ser aves con presiones por cacería, por destrucción / fragmentación de hábitat (Kattan, Muñoz, & Kikuchi, 2016), y por ser poblaciones relativamente fáciles de monitorear, se han propuesto como poblaciones indicadoras del estado de los bosques (Franco & Santamaría, 1995) (Brooks & Strahl, 2000). Es necesario destacar que el conocimiento de los hábitos y la ecología de los crácidos en general es débil y requiere del desarrollo de investigaciones puntuales, al punto que esta necesidad es la primera de las recomendaciones en el Plan de conservación publicado por la UICN (Brooks & Strahl, 2000).

En el listado de aves del PNN Serranía de Chiribiquete (Álvarez, y otros, 2003), se reporta la presencia de 3 paujiles: *Mitu tomentosum*, *Mitu salvini*, y *Crax alector*, de los cuales los dos últimos han sido reportados también para la estación de investigación de la Universidad de los Andes en el PNN Tinigua (Cadena, y otros, 2000). De estas especies, la que cuenta con mayor información es la que se presenta a continuación:

***Mitu salvini*:**

En estudios en el PNN Tinigua se han determinado rangos de hábitat de entre 155 hectáreas (Franco & Santamaría, 1995), y 72 hectáreas (Parra, Agudelo, Molina, & Londoño, 2001), incluyendo principalmente áreas de bosque ripario, bosque maduro y en menor proporción bosque de ladera, áreas abiertas; el uso de las coberturas de bosque está determinado por los cambios en la distribución y abundancia de frutas en los bosques inundable y maduro (principalmente *Guarea guidonia*), por lo que se concluye que esta variable es determinante en sus desplazamientos (Santamaría & Franco, 2000). El uso de áreas abiertas y bosques riparios se asocia a la búsqueda de invertebrados, especialmente cangrejos y durante el inicio de la temporada de lluvias. Los bosques inundables en el área de estudio fueron los únicos utilizados para anidación, por lo que aparentemente son de vital importancia para esta especie.

Los trabajos en el PNN Tinigua sugieren que esta especie es monógama (parejas estables a lo largo de varios años), y muestran que los grupos están integrados por dos adultos, macho y hembra, y una cría (Franco & Santamaría, 1995). Dentro de sus actividades diarias se incluyen, además de la alimentación, periodos de descanso, acicalamiento, baños de tierra y vigilancia. Esta última actividad (vigilancia) parece presentarse cuando perciben algo que los pone en alerta, lo que se explica por la variedad de depredadores que pueden alimentarse de ellos, incluyendo águilas, felinos, y seres humanos.

En cuanto a sus desplazamientos, se tiene que son diurnos y aunque pueden volar para pasar obstáculos como ríos, raramente lo hacen, limitando generalmente el vuelo para desplazarse entre ramas, o del suelo a ramas. En un seguimiento de 19 días en la cuenca del río Duda sólo se observaron vuelos de larga distancia en dos ocasiones (Yumoto, 1999).

Trogonidae

Son aves frugívoras e insectívoras, anidan en cavidades naturales, troncos huecos, o en cavidades que ellos mismos excavan en termiteros, avisperos o troncos sin vida (Hilty & Brown, 2001). De las 5 especies que coinciden en los listados de aves del PNN Serranía de Chiribiquete (Álvarez, y otros, 2003) y del PNN Tinigua (Cadena, y otros, 2000), *Trogon rufus* es el que menos parece asociarse a áreas intervenidas y por tanto se restringe al interior del bosque (Skuth, 1959), donde se puede encontrar en estratos medios o bajos, y a menudo en el sotobosque donde incluso persigue grupos de hormigas legionarias (Hilty & Brown, 2001), y llega a asociarse a los recorridos de alimentación de cusumbos (*Nasua nasua*) (Beisiegel, 2007). Esta especie en particular anida en cavidades que excava en troncos “muertos en pie”, de menor diámetro que otros trogones (Skuth, 1959).

Para el trogón de cola blanca (*T. viridis*), una especie que a diferencia de *T. rufus* está habituada a áreas intervenidas, en un estudio en Mato Grosso, Brasil (Lees & Peres, 2009) se encontró que sólo cruzan espacios abiertos de hasta 12m, por lo que podría esperarse que *T. Rufus* encuentre barreras en áreas abiertas de menor tamaño.

Formicariidae

Es una familia de aves principalmente insectívoras, que se alimenta en el suelo o cerca de él. La especie *Chamaeza nobilis* está en los listados de aves del PNN Serranía de Chiribiquete (Álvarez, y otros, 2003) y del PNN Tinigua (Cadena, y otros, 2000), se asocia a bandadas mixtas que siguen ejércitos de hormigas legionarias y hace parte de las aves que no cruzan espacios abiertos (Lees & Peres, 2009) y por lo tanto podría ser un buen indicador de impactos relacionados con fragmentación y pérdida de conectividad.

Thamnophilidae

Son aves insectívoras que forrajea principalmente en el sotobosque y que suelen hacer parte de bandadas mixtas. Para el Batará gris (*Thamnophilus aethiops*), reportado para PNN Chiribiquete, se registra que en un estudio en Mato Grosso, Brasil (Lees & Peres, 2009), solo cruzó espacios abiertos de hasta 7m, mientras que según otros autores se asocia a claros (Wunderle, Willig, & Pinto Henriques, 2005).

5.4.2 Mamíferos

Para el sector norte del PNN Serranía de Chiribiquete se reportan 82 especies de mamíferos, pertenecientes a 8 órdenes, 18 familias y 63 géneros (Mantilla-Meluk, y otros, 2017), abarcando el 15,6% de la diversidad de mamíferos de Colombia.

Al igual que otros grupos de fauna, los mamíferos se ven afectados principalmente por la fragmentación y la pérdida de conectividad, que afecta de forma diferencial a las especies en consideración a sus capacidades de dispersión físicas y comportamentales. Las vías pueden alterar procesos muy locales como el comportamiento de dispersión de semillas por parte de roedores (Cui, y otros, 2018), hasta procesos de gran escala como la conectividad y rangos de hábitat para grandes felinos (Poessel, y otros, 2014).

De forma más directa, las vías se convierten en barreras que limitan los desplazamientos, lo cual se evidencia en los registros de atropellamiento de fauna. Si bien no hay estudios específicos sobre el atropellamiento de mamíferos en las vías de la Amazonia colombiana, es factible hacer inferencias a partir de las investigaciones desarrolladas sobre ese tema en otras partes del país:

- En una vía de Antioquia en 2008 (Delgado Vélez, 2014), se registró mortalidad de 15 de las 30 especies de mamíferos reportadas para el departamento, siendo los más abundantes los marsupiales (56%), seguidos de carnívoros (24%) y roedores (18%).
- En un tramo de 174 km de la Ruta del Sol, en el Cesar, encontró que el 55,9% de los animales atropellados son mamíferos de 32 especies, siendo las de mayor frecuencia el oso hormiguero (*Tamandua mexicana*) con 27,1%, la chucha o fara (*Didelphis marsupialis*) con 13,5%, y el zorro cañero o cangrejero (*Cerdocyon thous*) con 9,1% (Payán, Soto, Díaz-Pulido, Benitez, & Hernández, 2013).
- En la región de los Montes de María en el periodo 2011-2012 (de la Ossa-Nadjar & de la Ossa, 2013), encontró que los mamíferos representan el 19,2% de la fauna atropellada, con una amplia dominancia de la chucha o fara (*Didelphis*

marsupialis) con el 70,5% del grupo, seguida de lejos por el zorro cañero (*Cercopithecus thous*) y el oso hormiguero (*Tamandua mexicana*) con el 1,4% cada uno.

- En la carretera de Toluviejo a la ciénaga La Caimanera (Sucre), se concluyó que el 28,1% de los animales atropellados son mamíferos, siendo los más abundantes el zorro cañero o cangrejero (*C. thous*), el oso hormiguero (*T. mexicana*) y la chucha (*D. marsupialis*) con 10,9%, 7,7% y 6,1% respectivamente (de la Ossa & Galván-Guevara, 2015). La vía de este estudio discurre por áreas con relictos de bosques (Montes de María), por sabanas antrópicas y por áreas de manglar, y 44,6% de los mamíferos atropellados se encontraron en áreas de sabanas antropizadas, lo que se podría asociar a una menor densidad de estructuras hidráulicas que puedan actuar como pasos de fauna.
- En la Troncal del Caribe, en el Vía Parque Isla de Salamanca y en límites del Parque Nacional Natural Tayrona, se encontró que los mamíferos son el grupo con mayor frecuencia de atropellamientos, con el 37% de los casos registrados, siendo dominantes el mapache (*Procyon cancrivorus*) y la chucha (*D. marsupialis*), que aportaron respectivamente el 14,4% y el 12,0% del total de datos (Adárraga Caballero & Gutiérrez Moreno, 2017).
- En la Reserva del Bosque de Yotoco (Valle del Cauca), se encontró que algunas especies de pequeños mamíferos transitan de forma paralela a la carretera por tramos de hasta 600 metros sin atravesarla, mientras que otros la atraviesan con relativa frecuencia, haciendo evidente un efecto inhibición parcial al cruce de la vía que puede estar asociado a diversos factores como evitar áreas abiertas con alta probabilidad de depredación, alteraciones en condiciones microambientales, cambios en la estructura vegetal, o por el alto nivel de tráfico de la vía (3.000 vehículos diarios), entre otros (Vargas-Salinas & López-Aranda, 2012).

Al igual que los resultados de estudios en otras áreas de Latinoamérica, los estudios de atropellamiento de fauna en Colombia indican de forma reiterada que los grupos de mamíferos más afectados son los Xenarthra y los marsupiales. Esta conclusión encuentra apoyo adicional en los resultados de estudios en Brasil (Brum, Santos-Filho, Canale, & Ignacio, 2018) (Pracucci Gomes, Alves da Rosa, & Bager, 2012).

5.4.2.1 Xenarthra

Es un grupo de mamíferos que únicamente se encuentra en América y se caracteriza por presentar unas articulaciones vertebrales a nivel lumbar que son únicas entre los mamíferos. Cobia 3 órdenes bien diferenciados:

- Osos hormigueros (Vermilingua)
- Perezosos (Folívora)
- Armadillos (Cingulata)

Aunque tienen bajas densidades de población, una o más especies de xenartras se ubica entre las 5 más atropelladas en el 90% de los estudios de atropellamiento de fauna, y el grupo representa más del 50% de los atropellamientos reportados en el 33,3% de los artículos científicos publicados sobre el tema para el área del El Cerrado en Brasil (Ribeiro, Silveira Miranda, & Rodriguez de Araujo, 2017). Algunas características de los xenartra pueden contribuir a su alta tasa de atropellamiento, por ejemplo, la mayoría tienen mala visión y su anatomía los impide moverse con agilidad, los armadillos carecen de una membrana ocular que ayuda a capturar luz en condiciones de baja luz y que genera un reflejo cuando recibe una luz fuerte, algunos hormigueros tienen un rango auditivo que no capta el ruido de los motores y del tráfico, y los perezosos son de movimientos notablemente lentos.

5.4.2.2 Vermilingua: Hormigueros

Los hormigueros habitan bosques tropicales y sabanas, y encuentran refugio en árboles, troncos huecos o madrigueras construidas por otros animales; se alimentan básicamente de hormigas, termitas y otros insectos, utilizando sus fuertes garras delanteras para romper los nidos, y su larga y pegajosa lengua para capturar las presas (también consumen algunas frutas). Tienen un buen sentido del olfato, pero baja capacidad visual y auditiva. Por requerimientos metabólicos (baja temperatura corporal), su actividad es menor en las horas de mayor insolación, y por la misma razón, el uso del hábitat está relacionado con la temperatura ambiental (Desbiez & Medri, 2010). Para Colombia se registran las siguientes 4 especies, siendo *Tamandua mexicana* la única para la que no se tienen reportes en Amazonia.

Cyclopes didactylus:

Son hormigueros pequeños, restringidos a coberturas de bosque tropical y de hábitos arborícolas y nocturnos; aunque pueden desplazarse en el suelo, rara vez descienden de los árboles (Nowak & Paradiso, 1983). Al ser pequeños, arborícolas y nocturnos, son difíciles de encontrar

Myrmecophaga tridactyla:

Es el más grande de los hormigueros, alcanzando entre 18 y 39 kg. Se encuentra en áreas pantanosas, bosques y sabanas; un estudio en El Cerrado brasileño

encontró que utiliza áreas agrícolas y puede utilizar las carreteras como corredores de desplazamiento (Gaudin, Hicks, & Di Blanco, 2018), sin embargo parece evitar carreteras con tránsito de más de 2.600 vehículos por día (Pinto, Bager, Clevenger, & Grilo, 2018). Puede cruzar ríos nadando y realizar galopes cortos aunque normalmente se desplaza lentamente; llega a usar un área de hasta 9.000 hectáreas (Nowak & Paradiso, 1983), y en un estudio en Brasil se afirma que para mantener una población viable se requiere un área de entre 24.700 y 49.800 hectáreas con una densidad máxima de 0,21 km/km² de carreteras (Pinto, Bager, Clevenger, & Grilo, 2018). En cuanto a la densidad de individuos, para el área del Pantanal en Brasil se encontró que hay entre 0,1 individuos por hectárea en áreas abiertas y 0,2 individuos por hectárea en áreas boscosas (Desbiez & Medri, 2010).

Tamandua tetradactyla:

Es de tamaño mediano, alcanzando alrededor de 7 kg; es principalmente nocturno, hábil trepador de árboles y de desplazamiento lento en el suelo (Nowak & Paradiso, 1983) y utiliza árboles y cuevas de armadillos para descansar (Hayssen, 2011). El área que usa un individuo está entre 100 y 375 hectáreas (Hayssen, 2011), y en el Pantanal brasileño se encontró que tienen una densidad de entre 0,12 individuos por hectárea en áreas abiertas y 0,41 individuos por hectáreas en coberturas de bosques (Desbiez & Medri, 2010).

Tanto *M. tridactyla* como *T. tetradactyla* están entre las 5 especies con más registros de atropellamientos en el 33% de los estudios de atropellamiento de fauna silvestre para el área de El Cerrado en Brasil (Ribeiro, Silveira Miranda, & Rodriguez de Araujo, 2017). Esta situación, junto con una baja tasa de natalidad y una baja densidad de población lleva a que se estime que el atropellamiento del oso palmero (*M. tridactyla*) en el área de El Cerrado en Brasil, podría llevar a la población local a su extinción en unos 15 años (Ribeiro, Silveira Miranda, & Rodriguez de Araujo, 2017). Adicionalmente, datos que están siendo actualmente procesados por la Fundación Palmarito muestran como tendencia que los hormigueros están entre las especies más atropelladas en la Orinoquía colombiana

Para efectos de planear estrategias de monitoreo del impacto de la infraestructura de transporte terrestre sobre la fauna, los hormigueros tienen algunas características llamativas como el ser conspicuos (al menos los géneros Tamandúa y Myrmecophaga) y tener grandes rangos domésticos, pero su baja densidad poblacional llevaría a que los registros sean escasos, dificultando el análisis de la información.

5.4.2.3 Folívora: Perezosos

Para el país se registran tres especies de perezosos según la estrategia nacional para la conservación de perezosos (Moreno & Plese, 2005): *Bradypus variegatus*,

Choloepus didactylus, *Choloepus hoffmanni*. De estas especies, sólo las 2 primeras tienen registros para la región amazónica (Morales-Jiménez, Sánchez, Poveda, & Cadena, 2004) (Plese, Reyes-Amaya, Castro-Vasquez, Giraldo, & Feliciano, 2016).

Tienen un muy buen sentido del olfato y baja capacidad auditiva; son herbívoros que se alimentan casi exclusivamente de hojas y frutas, y si bien pasan la mayor parte del tiempo en árboles y sus movimientos son en general muy lentos, ocasionalmente se desplazan por agua nadando pero no pueden pararse en el suelo y caminar por lo que se limitan a cortos desplazamientos (arrastrándose) (Nowak & Paradiso, 1983). En un estudio en Panamá se encontró que solo el 11% de los individuos de *Bradypus variegatus* mostraba movimientos diarios de 38 metros o más, mientras que el 54% de los individuos de *Choloepus hoffmanni* superaban esa distancia (Sunquist & Montgomery, 1973).

Los perezosos del género *Choloepus* tienen limitaciones térmicas y suelen estar activos únicamente durante el día, mientras que los del género *Bradypus* no muestran picos de actividad en el día o en la noche (Sunquist & Montgomery, 1973), sin embargo, se ha encontrado que los individuos de este último género pasan de un árbol a otro aproximadamente 4 veces menos que los individuos de *Choloepus* y por lo tanto tienen una dieta de menor variedad (Nowak & Paradiso, 1983). Para *B. variegatus* se ha estimado un “home range” de 41,4 árboles de 24 especies diferentes, y preferencia por árboles con doseles expuestos al sol (Hayssen, *Bradypus variegatus* (Pilosa: Bradypodidae), 2010).

Estas limitaciones en locomoción aumentan su vulnerabilidad a la fragmentación por la dificultad que implica pasar de un fragmento a otro cuando no cuenta con corredores de conectividad en los que las ramas se entrelacen de forma continua; los espacios abiertos se convierten en barreras insuperables para ellos (Moreno & Plese, 2005). Al mismo tiempo, se considera (Moreno & Plese, 2005) que la pérdida de conectividad entre fragmentos de bosque puede conducir a extinciones locales por aislar a estos animales de potenciales parejas reproductivas y de lugares estacionales de alimentación.

Si bien los perezosos no suelen estar entre la fauna con más reportes de atropellamiento, si alcanzan el 25% de los registros de atropellamiento en un estudio en El Cerrado en Brasil (Ribeiro, Silveira Miranda, & Rodriguez de Araujo, 2017), y el 0,6% en un estudio de 2010 en la Ruta del Sol en el departamento del Cesar (Payán, Soto, Díaz-Pulido, Benitez, & Hernández, 2013)

En cuanto a la presión que genera el comercio ilegal de especies, si bien la información disponible indica que esta se concentra en el norte del país y no en la Amazonía, se estima que el 90% de los perezosos capturados para comercio ilegal de especies mueren en las manos de traficantes o compradores, y el 10% termina en centros de rehabilitación (Moreno & Plese, 2005). La apertura de vías al facilitar

el acceso a áreas antes remotas y generar bordes de bosque, podría aumentar la cantidad de encuentros entre los cazadores ilegales y los perezosos.

En cuanto a la conveniencia de utilizar estas especies para monitorear el impacto de la infraestructura de transporte terrestre, se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Son altamente vulnerables a la fragmentación, puesto que los espacios abiertos se convierten en barreras que cruzan con dificultades.
- Son de movimientos lentos, y altamente vulnerables a atropellamientos cuando cruzan vías vehiculares.
- La coloración de su pelaje, las posiciones que suelen adoptar, y su quietud hacen que sea relativamente difícil observarlos.

Si bien los dos primeros puntos los convierten en organismos llamativos para estrategias de monitoreo, el tercer punto dificulta la realización de inventarios y conteos en áreas de bosque denso, por lo que se recomienda descartarlos como especies focales para monitoreo del impacto de las vías.

5.4.2.4 Cingulata: Armadillos

Se caracterizan por una capa de protección con placas duras unidas por piel flexible, que forma un caparazón más o menos flexible, según la especie. Tienen buen sentido de la vista, del oído y del olfato, se alimentan de insectos y otros invertebrados, pequeños vertebrados, material vegetal y carroña; son de hábitos terrestres y cuentan con fuertes garras que les permiten excavar y rasgar; pueden correr relativamente rápido, y son hábiles excavadores de madrigueras (Nowak & Paradiso, 1983).

Para Colombia se registran 6 especies (debe tenerse en cuenta que la taxonomía del grupo ha sufrido cambios en los últimos años), de las cuales 4 han sido reportadas en la Amazonia: *Priodontes maximus*, *Cabassous unicinctus*, *Dasypus kappleri*, y *Dasypus novemcinctus*.

Priodontes maximus:

Es el más grande del grupo, puede medir 1,5 metros de nariz a cola y llega a pesar 60 kg. Habita bosques poco alterados y usualmente cerca del agua, es nocturno y de movimientos ágiles, se alimenta principalmente de termitas, pero también aprovecha hormigas, otros insectos y pequeños invertebrados, larvas, serpientes y carroña (Nowak & Paradiso, 1983).

Cabassous unicinctus:

Conocido como armadillo cola de trapo por carecer de placas protectoras en la cola, habita bosques húmedos y sabanas, es solitario, nocturno, terrestre y de movimientos lentos, se alimenta de termitas y de hormigas, y suele hacer madriguera en termiteros abandonados, con una sola entrada (Morales-Jiménez, Sánchez, Poveda, & Cadena, 2004).

Dasypus kappleri:

Son armadillos medianos de hasta 11 kg, de hábitos principalmente nocturnos que habitan bosques húmedos; se alimentan de termitas, hormigas, otros insectos y pequeños vertebrados; sus madrigueras se encuentran cerca de las orillas de años y ríos (Morales-Jiménez, Sánchez, Poveda, & Cadena, 2004).

Dasypus novemcinctus:

Son armadillos medianos de hasta 6 kg, de hábitos principalmente nocturnos que habitan bosques y matorrales en áreas húmedas, generalmente con vegetación densa; se alimentan de hormigas, termitas, otros insectos, pequeños vertebrados, hongos, frutas y carroña, y excavan grandes madrigueras de hasta 2m de largo, con varias entradas (Morales-Jiménez, Sánchez, Poveda, & Cadena, 2004). Generalmente son de movimientos lentos, pero pueden desplazarse relativamente rápido, generalmente hacia la madriguera en comportamiento de huida (Nowak & Paradiso, 1983). Un estudio en Florida (Estados Unidos) encontró que tienen un área doméstica (“home range”) de entre 1,1 y 13,8 hectáreas (Nowak & Paradiso, 1983).

Los armadillos no se incluyen entre los grupos de mayor atropellamiento de fauna, al menos en los estudios realizados en Colombia, sin embargo en un estudio en el área de El Cerrado en Brasil (Ribeiro, Silveira Miranda, & Rodriguez de Araujo, 2017), representaron el 44% de los registros de atropellamiento

5.4.2.5 Didelphimorphia

Es un grupo diverso con más de 60 especies y en general son animales pequeños y muy adaptables, con picos de actividad en horas de la tarde y la noche y con hábitos que van desde terrestres hasta semiacuáticos y arborícolas, y que dependiendo de la especie, se alimentan de frutas, invertebrados, o pequeños vertebrados. Para la región amazónica colombiana en general se reportan 6 especies (Morales-Jiménez, Sánchez, Poveda, & Cadena, 2004), y para el PNN Serranía de Chiribiquete se reportan 5 especies (Mantilla-Meluk, y otros, 2017). A continuación se hace una breve descripción de 2 de estas especies, por ser las mejor conocidas:

Chucha, fara, o runcho (Didelphidae: *Didelphis marsupialis*).

Son animales de hasta 84,5 cm de longitud (con cola) y 1,6 kg de peso, muy adaptables y recursivos, que habitan sabanas y todos los tipos de bosques, son principalmente nocturnos, solitarios y semiarborícolas; se alimentan de insectos, gusanos, pequeñas serpientes, frutas y néctar. Esta especie se encuentra en toda Colombia, en altitudes inferiores a 2.000 m.s.n.m. (Morales-Jiménez, Sánchez, Poveda, & Cadena, 2004).

En 5 de los 6 estudios colombianos de atropellamiento de fauna que se citan más arriba, se menciona que *Didelphis marsupialis* es una de las especies con más registros, es una de las especies de mamíferos más abundantes y ubicuas en el trópico americano (Sunquist, Austad, & Sunquist, 1987). Estudios de su rango doméstico han concluido que utiliza entre 0,25 y 0,75 hectáreas en tierras bajas en Panamá y entre 0,25 y 2,75 hectáreas en bosque húmedo de montaña (Adler, Arboledo, & Travi, 2010).

Por su adaptabilidad, pueden ocupar áreas intervenidas y aún áreas semiurbanas, por lo que no pueden ser consideradas como indicadores de fragmentación de áreas naturales. Sin embargo, al ser una de las especies más comúnmente reportadas en los registros de atropellamiento de fauna en el país, podrían tomarse como indicadores de la efectividad de los pasos de fauna, especialmente en áreas intervenidas.

Chucha de agua, o runcho de agua (Didelphidae: *Chironectes minimus*).

Alcanzan 0,7 kg de peso y 71,8 cm de longitud (con cola), habitan bosques secos y húmedos hasta los 2.000 de altitud en toda Colombia, y son nocturnos, solitarios y semiacuáticos. Se alimentan de insectos, crustáceos, ranas y peces que consiguen al interior y en las orillas de los cuerpos de agua. Descansan en madrigueras en las orillas de los ríos, construidas con hojas y pasto (Morales-Jiménez, Sánchez, Poveda, & Cadena, 2004).

5.4.2.6 Otros grupos de mamíferos

A continuación, se analizan los hábitos y requerimientos de hábitat de algunos mamíferos presentes en la Amazonía colombiana, que podrían ser utilizados como indicadores de la conectividad e integridad de los ecosistemas, y/o como indicadores de la efectividad de los pasos de fauna por factores como su forma de locomoción, su capacidad para superar obstáculos como áreas abiertas o desniveles, y su facilidad de detección e identificación.

Churuco o mono lanudo (Atelidae: *Lagothrix lagothricha*):

Es un primate relativamente grande que puede pesar hasta 10,8 Kg (Nowak & Paradiso, 1983), catalogado como especie vulnerable (VU) según la resolución 1912 de 2017 de Minambiente, por amenazas a su supervivencia como la deforestación, la fragmentación de hábitat y la cacería (García-Toro, Link, Páez-Crespo, & Stevenson, 2019). Esta especie se encuentra en toda la región amazónica colombiana, con registros desde el río Duda hasta el límite con Brasil (Defler T. R., 2013), incluyendo el PNN Chiribiquete (Mantilla-Meluk, y otros, 2017). Vive en grupos de entre 10 y 49 individuos que se desplazan juntos o en subgrupos en busca de frutas, en recorridos que se relacionan de forma directa con el tamaño del grupo y con la disponibilidad de fruta, y de forma negativa con la calidad del hábitat ya que tienden a evitar áreas abiertas y degradadas donde la producción de frutos es generalmente menor que en el bosque maduro (Stevenson, 2006). Por lo anterior, sus rangos de hábitat tienen entre 100 hectáreas (Di Fiore, 2003) en el Parque Nacional Yasuní en Ecuador, a entre 200 en PNN Tinigua y 1.000 hectáreas en la parte Sur-oriental de la Amazonia colombiana (García-Toro, Link, Páez-Crespo, & Stevenson, 2019).

Permanece habitualmente en el dosel del bosque en alturas entre 20 y 30 m sobre el suelo, aunque suele descender hasta 10 o 12 m de altura e incluso ocasionalmente baja al suelo por algún fruto caído (Defler T. R., 2010). Los recorridos diarios dependen de la disponibilidad de alimentos, y en promedio alcanzan entre 1.500 m en el área del río Duda y 2.880 m en el área del río Apaporis (Defler T. R., 2010). En estos recorridos es común verlos acompañados de otras especies de primates como el chiquico (*Saimiri sciureus*) y el maicero (*Cebus apella*), y el sonido de las frutas que van cayendo a su paso atrae aves como paujiles y mamíferos como venados (*Mazama americana* y *Mazama gouazoubira*), guaras (*Dasyprocta fuliginosa*), cerillos (*Tayassu tajacu*) y puercos de monte (*Tayassu peccari*) (Defler T. R., 2010). Esta asociación con otras especies podría ser utilizada como herramienta para atraer especies hacia los pasos de fauna terrestres que podrían estar ubicados por debajo de pasos de fauna arbóreos en rutas de forrajeo de los churucos.

Danta o tapir (Tapiridae: *Tapirus terrestris*):

Esta especie, conocida también como “tapir de tierras bajas” es el único tapir en la Amazonia colombiana, alcanza hasta 2,2m de longitud, 1,1 m de altura, y 250 kg; se alimenta principalmente de frutas y hojas, y suele encontrarse cerca de cuerpos de agua permanentes o estacionales (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2005). Son animales relativamente longevos, con bajas densidades poblacionales, con bajas tasas de natalidad, y por lo tanto, con baja capacidad de recuperar poblaciones afectadas. Adicionalmente son muy susceptibles a la fragmentación y a la pérdida de conectividad ya que al atravesar

áreas alteradas suelen ser presa de depredadores y cazadores, pueden ser objeto de atropellamiento en carreteras, y pueden adquirir enfermedades del ganado (García, Medici, Naranjo, Novarino, & Leonardo, 2012).

Sus patrones de actividad son principalmente nocturnos y según un estudio en la provincia de Misiones en Argentina, la probabilidad de detectarlos es proporcional a la presencia de cuerpos de agua y al ancho de las trochas, y es inversamente proporcional a la presión de cacería (Cruz, Paviolo, Bó, Thompson, & Di Bitetti, 2014). En general utilizan bosques riparios y evitan áreas abiertas, también usan cuerpos de agua como áreas de descanso, o como rutas entre áreas de alimentación, y usan áreas de vegetación densa como sitios de descanso diurno. Suelen utilizar un sistema de trochas para moverse entre las áreas de descanso, de forrajeo y de defecación. Los desplazamientos habituales pueden incluir recorridos nocturnos de 10 km para utilizar un saladero (Tobler, 2008).

En un área protegida de la Mata Atlántica en Brasil, se registraron rangos de hábitat de entre 1.100 y 14.200 ha, con solapamientos de 37% de las áreas de diferentes individuos (García, Medici, Naranjo, Novarino, & Leonardo, 2012), y en un estudio en la cuenca media del río Caquetá, en Colombia, se registró un rango de hábitat de 5.196 ha para un individuo subadulto que se mantuvo durante los 7 meses de seguimiento (rastreo satelital) a distancias inferiores a 400m de los cuerpos de agua (Gonzales Delgado, 2016), manteniendo rutas con pocos cambios de altitud y descansando durante el día en áreas ligeramente más altas, por fuera de las rutas.

En cuanto a las especies vegetales preferidas por los tapires de tierras bajas, se ha encontrado que estas difieren según la zona en que se realice el estudio, y en términos generales parece reflejar la disponibilidad de frutos en el área. Para el caso de los estudios en la cuenca media del río Caquetá, se encuentra un mayor consumo de frutos de la palma canangucha o moriche (*Mauritia flexulosa*) a lo largo de todo el año (Gonzales Delgado, 2016) (Vélez, Espeleta, Rivera, & Armenteras, 2017).

Saíno, puerco de monte, o pecarí de collar (Tayassuidae: *Pecari tajacu*).

Son animales grandes, de hasta 1,25 m de largo y 35 kg de peso, viven en grupos de entre 2 y 20 individuos (Morales-Jiménez, Sánchez, Poveda, & Cadena, 2004), en bosques húmedos y secos hasta 2.000 m de altitud en toda Colombia, y se ha registrado en el PNN Chiribiquete (Mantilla-Meluk, y otros, 2017). Se alimentan principalmente de frutas, caracoles, invertebrados y pequeños vertebrados, incluyendo serpientes.

Son ligeramente más pequeños que el pecarí labiado o cafuche (*Tayassu pecari*) que vive en grupos mucho más numerosos de hasta 300 individuos y aunque suelen ocupar los mismos hábitats y consumir recursos similares, no fueron registrados en el norte del PNN Chiribiquete (Mantilla-Meluk, y otros, 2017). Por el tamaño de los

grupos, el pecarí labiado requiere grandes áreas de hábitat, que en una isla en la Amazonia brasileña se calculó en 10.960 ha (Judas & Henry, 1999) y en la Mata Atlántica, en 2.550 ha (Keuroghlian, Eaton, & Longland, 2004).

El tamaño del área de hábitat del pecarí de collar tiene una relación positiva con la producción de fruta en el bosque, aumentando en las temporadas de lluvias cuando las frutas son más abundantes. En un estudio en una isla en la Amazonia brasileña se determinaron rangos de hábitat de hasta 1.170 ha (Vieira Fragoso, 1999), en la Mata Atlántica hasta 443 ha (Keuroghlian, Eaton, & Longland, 2004), y en la Guyana francesa entre 157 y 243 ha (Judas & Henry, 1999). Si bien en algunos de los estudios las áreas de los diferentes grupos se solapan, los grupos (piaras) no suelen interactuar entre sí (Judas & Henry, 1999). Se destacan el uso repetitivo de caminaderos o senderos entre áreas de alimentación y descanso, y el seguimiento ocasional de tropas de primates del género *Cebus*, aprovechando su habilidad para ubicar árboles con frutos, y la lluvia de frutas que van cayendo a su paso (Robinson & Eisenberg, 1985).

Al vivir en grupos relativamente pequeños y ocupar áreas más pequeñas que las del pecarí labiado, el pecarí de collar puede tolerar mejor la alteración del hábitat (Vieira Fragoso, 1999) (Keuroghlian, Eaton, & Longland, 2004), y a diferencia del pecarí de collar no utiliza áreas abiertas como sabanas, limitándose a áreas de bosque, humedales con palmas y vegetación ribereña (Vieira Fragoso, 1999).

Venado de cola blanca (Cervidae: *Odocoileus virginianus*).

Es el venado de mayor tamaño en Colombia, y su distribución geográfica (Morales-Jiménez, Sánchez, Poveda, & Cadena, 2004) sólo exceptúa el Norte de la península de la Guajira, y el Sur de la Amazonia. Si bien esta especie no se reporta en los registros de atropellamiento de fauna del país, si está incluida como una de las principales especies involucradas en colisiones fauna-vehículos en Estados Unidos, por lo cual su comportamiento en relación con los pasos de fauna ha sido objeto de estudios (Donaldson, 2005), (Branden, y otros, 2008)

5.4.3 Reptiles:

Un estudio en el área protegida Barbas-Bremen, localizada entre los departamentos de Caldas y Risaralda (López-Herrera, León-Yusti, Guevara-Molina, & Vargas-Salinas, 2016), en una zona en la que una vía secundaria intercepta varios corredores de conectividad, encontró que a pesar de la presencia de relictos de bosques, las serpientes con mayor susceptibilidad al atropellamiento en la carretera son las que se asocian a áreas abiertas y no las serpientes arborícolas asociadas a las áreas con cobertura boscosa. Sin embargo, esta conclusión también es indicio de que la vía secundaria podría estar actuando como una barrera para el

desplazamiento de las serpientes de hábitos arbóreos. En otro estudio en esta misma vía secundaria (Quintero-Ángel, Osorio-Dominguez, Vargas-Salinas, & Saavedra-Rodriguez, 2012) se concluye que la alta tasa de atropellamiento de serpientes en la zona se asocia a factores como su baja velocidad de desplazamiento, al uso de la superficie de la vía como fuente de calor (Arroyave, y otros, 2006), y al comportamiento de permanecer quietas cuando un vehículo se acerca.

En algunos estudios de atropellamiento de fauna realizados en el país se menciona a las serpientes entre los herpetos con mayor frecuencia de eventos, como se muestra a continuación:

- En el departamento del Cesar los reptiles alcanzaron el 25,3% de los registros de atropellamiento de fauna silvestre, siendo los de mayor abundancia la iguana (*Iguana iguana*) con 10,6% y la boa (*Boa constrictor*) con el 5,6%; el grupo de las serpientes alcanzó un total de 10,9%, mientras que los cocodrilos y las tortugas alcanzaron respectivamente 0,9 y 0,6% (Payán, Soto, Díaz-Pulido, Benitez, & Hernández, 2013).
- En vías cercanas a los Montes de María en el periodo 2011-2012 (de la Ossa-Nadjar & de la Ossa, 2013), encontró que los reptiles representan el 35,4% de la fauna atropellada, con una amplia dominancia de las serpientes con el 85,4% del grupo.
- En la carretera de Toluviejo a la ciénaga La Caimanera (Sucre) encontró que los reptiles conforman el 21,8% de los atropellamientos de fauna silvestre, y que dentro de este grupo las iguanas (*I. iguana*) aportan el 48,9%, seguidas por las serpientes con el 39,4% y por los lagartos del género *Ameiva* con el 11,7% (de la Ossa & Galván-Guevara, 2015).
- En la Troncal del Caribe, En el Vía Parque Isla de Salamanca y en límites del Parque Nacional Natural Tayrona, se encontró que los reptiles aportan el 19,71% de los casos registrados, siendo dominantes la boa (*Boa constrictor*) y la iguana (*I. iguana*), que representan respectivamente el 14,9% y el 4,8% del total de datos (Adárraga Caballero & Gutiérrez Moreno, 2017). En las conclusiones de este estudio se destaca que un porcentaje importante de los atropellamientos se registró en las bermas de la vía, por lo que se infiere que algunos de estos eventos pueden ser intencionales por tratarse de animales consideradas como dañinas o peligrosas.

Adicionalmente, en cuatro estudios de atropellamiento de fauna en Brasil, los reptiles aportan cifras cercanas al 14% del total de registros (Lima Santos, y otros, 2017), (Pracucci Gomes, Alves da Rosa, & Bager, 2012), (Machado, Fontes, Mendes, Moura, & Romao, 2015), principalmente serpientes. En Rio Grande del

Sur, Brasil en un estudio enfocado en el atropellamiento de reptiles, el 70% de los registros correspondió a serpientes (Oliveira Goncalves, y otros, 2018).

Estudios en el Lago Jackson, en Florida (Estados Unidos), dividido por una autopista por la que transitan 21.500 vehículos al día, concluyen que la mortalidad de las tortugas que buscaban alcanzar el lado opuesto de la vía llegaba al 98%. La instalación de barreras de 0,6m de altura que dirigen a las tortugas y otra fauna de tamaño pequeño hacia alcantarillas que dan paso al otro lado de la vía, redujeron la mortalidad a menos del 1% (Aresco, 2003).

5.4.3.1 Serpientes

En términos generales las serpientes necesitan un rango doméstico (“home range”) de tamaño relativamente grande para cubrir sus necesidades de alimentación, refugio y reproducción. Esto conlleva a que en sus desplazamientos lleguen a cruzar con frecuencia las vías que discurren por sus hábitats, lo que aunado a ser relativamente lentas en su locomoción, hace que sean especialmente susceptibles al atropellamiento (Quintero-Ángel, Osorio-Dominguez, Vargas-Salinas, & Saavedra-Rodriguez, 2012). Si bien las serpientes tienden a evitar las vías, cuando “deciden” cruzarlas lo hacen en ángulos muy cercanos a los 90° (Shine, Lemaster, Wall, Langkilde, & Mason, 2004), minimizando así el recorrido sobre el sustrato artificial, se debe tener en cuenta que entonces su cuerpo se encontrará en posición perpendicular al sentido de tránsito de los vehículos, aumentando la exposición al atropellamiento.

Una investigación desarrollada en el estado de Amazonas, Brasil, en el que en 83 días de recorrido de un tramo de 50 km, registró encontraron 156 serpientes atropelladas, encontrando que el 61,5% eran de hábitos terrestres, el 16,03% de hábitos arborícolas, el 17% semiarborícolas, el 7,69% fosoriales y el 0,64% de hábitos acuáticos (Mashio, Santos-Costa, & Prudente, 2016). En el análisis del estudio en mención se afirma que las serpientes se ven obligadas con frecuencia a abandonar su hábitat primario y cruzar barreras naturales y/o artificiales, lo cual explica la presencia de especies arborícolas, fosoriales y acuáticas en los registros de atropellamiento.

Por su parte, en un estudio de atropellamiento de serpientes en la vía entre Villavicencio y Puerto López (Rincón, Urbina, Galeano, Bock, & Páez, 2019), se encontraron cadáveres de 33 especies diferentes que representan casi la totalidad de especies registradas para el departamento, sin encontrar diferencias significativas entre las coberturas aledañas a la vía, ni entre la precipitación, y por ende, la humedad del suelo.

Un impacto indirecto de la infraestructura de transporte, sobre las serpientes, es que los rastros de feromonas que guían a los machos en la búsqueda de hembras

reproductivas son más difíciles de seguir en la superficie de las vías aún en vías destapadas que sobre coberturas naturales. En un estudio en la provincia de Manitoba en Canadá (Shine, Lemaster, Wall, Langkilde, & Mason, 2004) se prepararon rastros de feromonas en áreas naturales y cruzando vías, y se encontró que cuando los machos que seguían el rastro llegaban al borde de la vía, se detenían abruptamente, algunos abandonaban el rastro y se dispersaban a otras actividades, mientras que los que optaban por continuar tras el rastro, cruzaban la vía aumentando la velocidad de desplazamiento y minimizando el uso de la lengua para comprobar el rastro, hasta alcanzar el borde opuesto de la vía.

En cuanto a los reptiles que habitan en el Corazón de la Amazonia, se cuenta con un listado preparado a partir de la revisión de colecciones previas obtenidas durante algunas expediciones al parque (Súarez-Mayorga & Lynch, 2017)

Tabla 1. Especies de reptiles registradas y esperadas para el PNN Serranía de Chiribiquete.

Grupo	Familia	Número de especies registradas	Otras especies que podrían estar en el área
Serpientes	Boidae	2	3
	Colubridae	25	27
	Elapidae	4	4
	Leptotyphlopidae	1	1
	Viperidae	3	2
	Typhlopidae	0	3
	Amphisbaenidae	2	1
Lagartos	Dactyloidae	4	1
	Gymnophthalmidae	9	4
	Iguanidae	1	0
	Phyllodactylidae	1	0
	Polychrotidae	0	1
	Scincidae	1	0
	Sphaerodactylidae	1	2
	Teiidae	3	1
	Tropiduridae	4	0
Tortugas	Chelidae	0	6
	Kinosternidae	0	1
	Podocnemidae	2	2
	Testudinidae	1	1
Caimanes	Alligatoridae	2	0

Fuente: Adaptado de (Súarez-Mayorga & Lynch, 2017)

La información disponible al momento no permite identificar especies o grupos específicos de serpientes o de otros reptiles presentes en la Amazonia, que sean

más sensibles que otras a los impactos generados por la infraestructura de transporte terrestre, o que puedan tomarse como indicadores de la efectividad de los pasos de fauna que se deben implementar en las vías que se propongan para esta región.

5.4.4 Anfibios

Este grupo incluye las ranas, las salamandras y las cecilias (o serpientes ciegas), siendo las primeras las más estudiadas por abundancia y diversidad.

5.4.4.1 Impactos de la infraestructura vial sobre los anfibios

Si bien los estudios de ecología de carreteras no suelen centrarse en este grupo, los anfibios son especialmente sensibles a la apertura de vías en áreas predominantemente naturales. En una carretera cerrada al uso desde 2010 en el amazonas ecuatoriano, se encontró que el efecto de borde altera la composición de especies de anfibios hasta una distancia de 100 metros al interior del bosque (Maynard, Aall, Saenz, Hamilton, & Kwiatkowski, 2016); mientras que en una vía estrecha y con baja densidad de uso abierta en la reserva de la biósfera Yasuní, también en la Amazonia ecuatoriana, se encontró que las ranas que habitan en bromelias sobre árboles a alturas entre 20 y 45 metros de altura, son menos abundantes cerca de la vía (McCracken & Forstner, 2014).

Algunos autores afirman que los anfibios están entre los vertebrados más afectados por el atropellamiento en carreteras (Beebee, 2013) pero que ese impacto se subestima por los métodos de muestreo. Una comparación entre muestreos realizados desde un vehículo a una velocidad entre 40 y 60 km/h, en comparación con muestreos caminando (Pereira, Calabuig, & Wachlevski, 2018), mostró que desde el carro sólo se registraba el 4% de los individuos y el 22% de las especies, dejando de lado las especies más pequeñas.

Los anuros son susceptibles al atropellamiento, en parte porque necesitan moverse entre diferentes ambientes para completar sus ciclos de vida (Pereira, Calabuig, & Wachlevski, 2018), y cuando las vías separan los hábitats de los individuos inmaduros de los hábitats de la fase adulta, se ven obligados a cruzar las carreteras, exponiéndose aún más por sus bajas velocidades de desplazamiento (Bouchard, Ford, Eigenbord, & Fahrig, 2009) y por su susceptibilidad a la deshidratación.

De los siete estudios de atropellamiento de fauna en Colombia que se revisaron, 3 tienen registros de anfibios:

- En el departamento del Cesar los anfibios alcanzaron el 1,5% de los registros de atropellamiento de fauna silvestre, (Payán, Soto, Díaz-Pulido, Benitez, & Hernández, 2013).
- En vías cercanas a la región de los Montes de María en el periodo 2011-2012, se encontró que los anfibios representan el 40,7% de la fauna atropellada, con una amplia dominancia del sapo común (*Rhinella marina*) con el 82,6% del grupo, 2012 (de la Ossa-Nadjjar & de la Ossa, 2013).
- En la carretera de Toluviejo a la ciénaga La Caimanera en Sucre, se encontró que los anfibios conforman el 21,3% de los atropellamientos de fauna silvestre, y que dentro de este grupo son dominantes los sapos del género *Rhinella* con el 31,5% (de la Ossa & Galván-Guevara, 2015). La vía de este estudio discurre por áreas con relictos de bosques (Montes de María), por sabanas antrópicas y por áreas de manglar, y 48,9% de los anfibios atropellados se encontraron en áreas de sabanas antropizadas, lo que se podría asociar a una menor densidad de estructuras hidráulicas que puedan actuar como pasos de fauna.

La probabilidad de atropellamiento fue calculada para una carretera en la península de Djursland, al norte de Dinamarca (Hels & Buchwald, 2001), encontrando que para vías con tráfico promedio diario de 3.207 vehículos, la probabilidad de atropellamiento oscila entre 0,34 a 0,61, pero que en vías de mayor tráfico la probabilidad aumentaba a entre 0,89 y 0,98, por lo que para 2 especies de ranas, se estimó una mortalidad anual por atropellamiento del 10% de la población, cifra que para el caso de la Amazonia podría tener consecuencias alarmantes sobre la viabilidad de la población y podría conducir a extinciones locales.

Por último, para el caso de los anfibios se debe tener en cuenta que algunas especies presentan eventos reproductivos en los que se reúnen grandes cantidades de individuos, ocasionando migraciones locales que se asocian con mortandades masivas por atropellamiento (Monge-Nájera, 2018), (Zhang, y otros, 2018).

La fuerte asociación de los anfibios con áreas húmedas permanentes o estacionales facilita la identificación de sitios en los cuales se deberían implementar medidas de manejo como pasos de fauna. Al respecto, un análisis de las medidas empleadas para mitigar los impactos de las carreteras sobre los anfibios (Beebee, 2013) afirma que los pasos subterráneos junto con barreras que conduzcan hacia ellos son probablemente la mejor opción.

En cuanto a los anfibios que habitan en el Corazón de la Amazonia, se cuenta con un listado preparado a partir de la revisión de colecciones previas obtenidas durante algunas expediciones al Parque Nacional Natural Serranía de Chiribiquete (Súarez-Mayorga & Lynch, 2017)

Tabla 2: Especies de anfibios registradas y esperadas para el PNN Serranía de Chiribiquete.

Grupo	Familia	Número de especies registradas	Otras especies que podrían estar en el área
Ranas	Brachycephalidae	3	2
	Bufo	10	1
	Centrolenidae	1	0
	Dendrobatidae	4	3
	Hemiphractidae	0	1
	Hylidae	20	17
	Leptodactylidae	11	2
	Microhylidae	3	2
	Pipidae	0	1
	Ranidae	0	1
Cecilias	Caeciliidae	0	1
	Siphonidae	0	2
	Typhlonectidae	0	2
Salamandras	Plethodontidae	0	1

Fuente: Adaptado de (Súarez-Mayorga & Lynch, 2017)

La información disponible al momento no permite identificar especies o grupos de especies de anfibios presentes en la Amazonia, que puedan tomarse como indicadores de la integridad de los ecosistemas frente a los impactos generados por la infraestructura de transporte terrestre, o que puedan tomarse como indicadores de la efectividad de los pasos de fauna que se deberían implementar en las vías que se propongan para esta región.

5.4.5 Peces

La Amazonia colombiana comprende 8 cuencas y 78 subcuencas, para las cuales se ha registrado una diversidad de al menos 675 especies de peces (Bogotá-Gregory & Maldonado-Ocampo, 2006), destacándose los órdenes Characiformes con 14 familias y 367 especies y Siluriformes con 11 familias y 228 especies. Esta diversidad de peces es utilizada por los habitantes de la región como fuente de alimentos (subsistencia), como instrumento de intercambio y en algunos casos también como fuente de recursos económicos (Instituto Amazónico de investigaciones científicas - Sinchi, 2000).

El color de las aguas de los ríos de la Amazonia se puede clasificar en tres categorías, con características diferenciadas de condiciones fisicoquímicas y de disponibilidad de nutrientes, como se muestra a continuación (Prieto-Piraquive, 2000):

- Aguas blancas: Blancas: Transportan gran cantidad de sedimentos arrastrados desde la cordillera de los Andes, tienen baja transparencia, contenido alto de nutrientes y un valor de pH cercano al neutro. Los ríos de aguas blancas como el Amazonas presentan una alta riqueza ictiológica y de fauna acuática, tanto en el cauce del río como en las áreas aledañas sujetas a inundaciones periódicas. El sistema del río Amazonas y sus planos de inundación son los responsables de la mayor productividad pesquera de las aguas continentales.
- Negras: Drenan áreas rocosas de granitos y cuarzitas; deben su color al alto contenido de ácidos húmicos ocasionados por la descomposición parcial de la materia orgánica, lo que le brinda características de pH ácidas, baja transparencia y pobreza en nutrientes disueltos, repercutiendo en una pobre biota acuática.
- Claras: Drenan suelos lateríticos poco frecuentes en la zona, son transparentes, con pH ligeramente ácido y pobreza en nutrientes disueltos, la biota acuática es similar a la que habita en aguas negras.

Tanto en los ríos de aguas claras como en los de aguas negras, las condiciones fisicoquímicas limitan el crecimiento de vida acuática vegetal, desde fitoplancton hasta macrófitas, limitando entonces la disponibilidad de alimento para los peces. La principal fuente alimenticia en estos ríos es material alóctono (Prieto-Piraquive, 2000), y proviene de la cobertura vegetal riparia (como frutos, semillas e insectos) y de elementos aportados por la escorrentía que lava suelos especialmente pobres en nutrientes. En estas condiciones, se desarrolla una comunidad de peces con alta riqueza de especies, poca abundancia de individuos, y baja biomasa aunada a dominancia de especies pequeñas (Prieto-Piraquive, 2000).

Estas características de los ríos, junto con aspectos como el tipo de ecosistema que cruzan, la presencia de aguas rápidas (raudales, saltos o chorros) y la disponibilidad de áreas de agua lénticas permanentes (lagunas y madre viejas) o estacionales (áreas de inundación en planicie y/o en bosque), generan condiciones de hábitat, que a su vez determinan la diversidad y composición de especies que habitan en determinados tramos de los ríos. Algunas especies son especialistas para determinados hábitats y tienen movimientos limitados a lo largo de las cuencas, y por lo tanto son más sensibles a impactos puntuales en el agua, mientras que otras especies utilizan diferentes hábitats, presentando migraciones longitudinales (a lo largo de los ríos) y/o laterales (hacia los tributarios y/o aguas lénticas).

Para la Amazonia colombiana se han identificado al menos 68 especies migratorias (Zapata & Usma, 2013), incluyendo especies de grandes bagres (Siluriformes: Aaridae) que llegan a migrar más de 3.000 kilómetros desde el estuario del Amazonas y las cabeceras de sus afluentes en Colombia y Perú (Zapata & Usma, 2013). Algunas de estas migraciones no se restringen al bioma amazónico, y alcanzan el piedemonte andino, como en el caso del río Putumayo, donde se

registran migraciones hasta la cuenca alta del río Mocoa, que involucran especies como *Prochilodus nigricans*, *P. rubrotaeniatus*, *Astyanax fasciatus*, *Schizodon fasciatus*, *Salminus hilarii*, *Brycon melanopterus* y *Pimelodus spp.* (Ortega-Lara, Maldonado-Ocampo, & Usma, 2009).

Para el área específica del Corazón de la Amazonia también se han registrado migraciones de peces, como en el caso de la cuenca del río Mesay (de aguas negras), en la zona Suroriental del PNN Serranía de Chiribiquete, en la que se presentan migraciones de especies como *Leporinus agassizii*, *L. fasciatus*, *Brycon falcatus*, *B. melanopterus*, *Myloplus rubriinnis*, *Hydrolycus scomberoides*, *Raphiodon vulpinus* y *Pimelodus blochii*, que utilizan las grandes extensiones de planicies inundadas como fuente de alimentos (principalmente frutas y semillas) durante periodos de aguas altas entre julio y septiembre (Blanco-Parra & Bejarano-Rodríguez, 2006).

5.4.5.1 Impactos de la infraestructura vial sobre las poblaciones de peces

La construcción y operación de carreteras puede generar impactos sobre los cuerpos de agua y sobre las comunidades hidrobiológicas que los habitan; los principales impactos son:

- Alteración y/o taponamiento de los puntos más altos de las cabeceras de quebradas, por la construcción de terraplenes, sustituyendo obras hidráulicas.
-
- Cambios en la hidrodinámica (velocidad, profundidad, turbulencia, y/o presencia de desniveles) y en la dinámica de sedimentos por modificación de las condiciones de las orillas, al canalizar cauces, estabilizar taludes, alterar rondas de protección, y al implementar estructuras hidráulicas.
- Reducción y/o eliminación de la cobertura vegetal riparia.
-
- Aporte de sedimentos por los movimientos de tierra de las actividades de construcción, o por erosión generada por modificación de las orillas y taludes.
-
- Alteración de caudales, por encauzamiento y entrega de escorrentías que se acumulan mediante estructuras hidráulicas, en lugar de fluir libremente.
-
- Aporte de contaminantes como hidrocarburos, por escorrentía desde la superficie de la vía.

Un aumento en el aporte de sedimentos a los cuerpos de agua puede generar aumento en los sólidos suspendidos, reduciendo la cantidad de luz que llega a los organismos vegetales y por lo tanto, reduciendo su productividad al afectar la disponibilidad y calidad el alimento disponible para los herbívoros. Un aumento en

la cantidad de sedimentos que llegan al cauce puede generar áreas de depósito que ocupan parte del cauce, cambiando las condiciones del fondo y de las orillas. En ríos de aguas claras y/o negras un aumento en la escorrentía proveniente de áreas agrícolas, altera la dinámica de nutrientes, lo que podría llevar a un cambio en la composición de especies.

Por su parte, un aumento en la velocidad del agua podría generar limitaciones para los organismos acuáticos con menor capacidad de desplazamiento. Al respecto debe tenerse en cuenta que además de factores intrínsecos a la especie, la capacidad natatoria de un pez está condicionada por la velocidad, la temperatura, la turbulencia y el oxígeno disuelto en el agua (Ottburg & Blank, 2015).

La velocidad del agua puede aumentar por efecto de canalizaciones y/o dragados del cauce, por el estrechamiento del cauce por causa de estructuras hidráulicas subdimensionadas, o por modificación de las orillas. Estos aumentos de la velocidad de flujo del agua pueden causar a su vez erosión en las orillas del cauce aumentando la llegada de sedimentos, o erosión en el fondo del cauce, generando saltos y/o remansos a entrada y/o a la salida de las estructuras hidráulicas, resuspensión de sedimentos, o profundización del cauce.

Los cambios en la vegetación riparia alteran la cantidad de luz que llega al cuerpo de agua y la temperatura de la misma (por insolación). La eliminación de la cobertura forestal riparia en el caso de los ríos de aguas claras y/o negras, implica una reducción de la disponibilidad de alimento, en hábitats que son naturalmente pobres en nutrientes, y por lo tanto, podrían generar cambios en la abundancia y composición de especies.

Las estructuras hidráulicas utilizadas para la construcción de carreteras sobre cuerpos de agua, constituyen una barrera para el desplazamiento de peces cuando: (i) están subdimensionadas y crean un aumento en la velocidad del agua; (ii) tienen una profundidad de agua insuficiente; (iii) sus dimensiones son pequeñas para el paso de algunas especies; (iv) tiene caídas de agua al ingreso o a la salida (por diseño o por erosión); y/o porque (v) están bloqueadas con residuos (Ottburg & Blank, 2015).

6 Lineamientos para construcción y/o adaptación de pasos de fauna

6.1 Toma de decisiones

El análisis de la necesidad de pasos de fauna, y su consecuente implementación se ha elevado a la categoría de programas nacionales en países como Holanda (<https://www.mjpo.nl/english/>) y Alemania (<https://www.bmu.de/download/das-bundesprogramm-wiedervernetzung/>), con programas de “desfragmentación” para los que se han definido inicialmente intervenciones en 2015 y 93 puntos respectivamente. También se puede tomar como ejemplo el programa europeo del corredor transfronterizo Alpes-Cárpatos que busca implementar un sistema de pasos de fauna que permita evitar la pérdida de conectividad entre estos dos sistemas montañosos de Austria y Eslovaquia (https://ec.europa.eu/regional_policy/en/projects/austria/innovative-alps-carpathians-corridor-re-establishes-a-major-migration-route-for-wild-animals).

Al nivel de ordenamiento ambiental de un territorio se deben identificar los corredores de conectividad funcional, que se requiere proteger y/o recuperar para mantener la biodiversidad a nivel regional, y se deben identificar los cruces y acercamientos entre dichos corredores y la infraestructura (existente y/o en planeación) para hacer una evaluación del estado de la conectividad funcional en dichas áreas y plantear las acciones necesarias para su protección y/o recuperación.

Aunque la aproximación desde el ordenamiento territorial y la planeación ambiental del territorio es la deseable, se debe considerar también la aproximación desde los proyectos de infraestructura, aplicando los lineamientos de infraestructura verde vial y los conceptos de la jerarquía de la mitigación, que involucren en este caso medidas efectivas para mitigar el efecto de barrera.

6.1.1 ¿Cuándo se deben incluir pasos de fauna?

En términos generales, la construcción de Sistemas de pasos de fauna es necesaria cuando la infraestructura de transporte afecta la funcionalidad de corredores de conectividad ecológica o cuando genera fragmentación de ecosistemas. El proceso de decisión implica contar con la siguiente información:

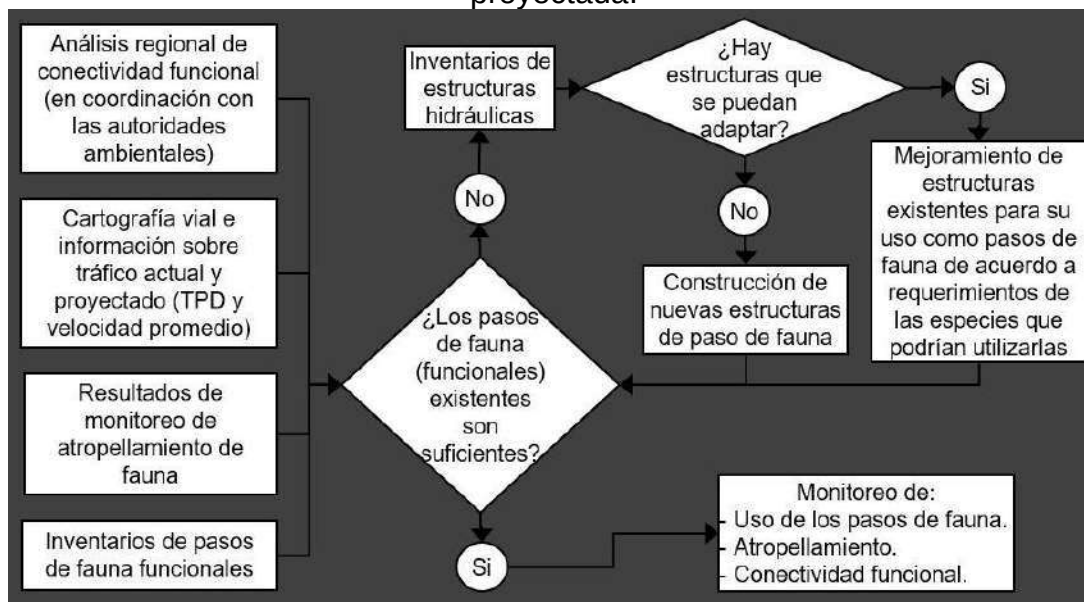
1. **Análisis de conectividad ecológica funcional:** Se sugiere partir de los resultados de análisis previos que recomiende la autoridad ambiental regional, y en ausencia de análisis previos se sugiere implementar la metodología desarrollada por el Instituto Sinchi para la identificación de corredores ecológicos, incluyendo en el análisis la información de los requerimientos de movilidad de las especies focales

(en el capítulo 5 de este documento se presentan los lineamientos para la selección de las especies focales). Se deben tener en cuenta aspectos como:

- a) Las especies focales deben ser seleccionadas utilizando criterios de conectividad funcional, criterios de limitaciones al desplazamiento, criterios poblacionales.
 - b) Los corredores definidos desde el análisis de funcionalidad pueden ser desde coberturas boscosas o rondas hídricas, hasta áreas de pastos (por ejemplo, para osos hormigueros) o aún áreas con muy escasa vegetación (para especies de áreas xerofíticas y subxerofíticas).
 - c) La escala de análisis debe considerar tanto el nivel regional (1:50.000 o 1:25.000) como la escala local (1:10.000 o 1:5.000, o más detallada).
2. Cartografía vial y características de la infraestructura y de su uso: Cuando las características de diseño y las condiciones de uso de la infraestructura generan una barrera para el libre movimiento de la fauna silvestre, impidiendo o dificultando su paso de un lado al otro de la infraestructura, se deben considerar variables como:
- a) Cuando el TPD es superior a 288 (en promedio 1 vehículo cada 5 minutos), cuando la velocidad de circulación sobrepasa los 60 km/h, y/o cuando el efecto de borde de la vía (ruido, luz, microclima, etc.) pueda alejar a las especies focales, se genera un efecto barrera que no necesariamente se manifiesta en atropellamiento de fauna.
 - b) Las curvas horizontales y/o verticales que desembocan en áreas de conectividad funcional, dando menos tiempo al conductor y a los animales para reaccionar generan condiciones propicias para el atropellamiento de fauna.
3. Resultados del monitoreo de atropellamiento de fauna: Para el caso de vías ya construidas que son sometidas a acciones de rehabilitación o mejoramiento, y para el caso de construcción de segundas calzadas adosadas a las existentes, se puede contar con información sobre las áreas de mayor frecuencia de atropellamiento como indicadores de puntos donde se requieren pasos de fauna. Sin embargo, esta información debe ser complementada con el análisis de conectividad funcional para identificar posibles áreas adicionales en que se requiera implementar este tipo de estructuras.
4. Inventario de pasos de fauna funcionales: Hace referencia únicamente a las estructuras que cumplan con las condiciones establecidas para cada tipología de paso de fauna, definidas en el capítulo 6 de este documento. Para el caso de las vías ya construidas, esta información puede basarse en el inventario de

estructuras hidráulicas, y para el caso de vías en proceso de planeación o construcción, en la información de diseños fase 3, o de ingeniería de detalle.

Figura 4: Proceso general de definición sobre la necesidad, o no, de incluir Sistemas de pasos de fauna en infraestructura de transporte ya construida, o proyectada.



Fuente: Elaboración propia.

La evaluación de si los pasos de fauna son suficientes, o no, se hará utilizando la siguiente información:

1. Proyecciones de la franja de conectividad intervenida por el proyecto, el rango de movimiento de las especies focales, y de ser posible, estimaciones de sus tamaños poblacionales.
2. Resultados de monitoreos de atropellamientos de fauna silvestre, identificando puntos de concentración de estos eventos, así como las especies afectadas (para el caso de las vías ya construidas)
3. Resultados de monitoreo del uso de los pasos de fauna existentes en el proyecto, o en proyectos en condiciones ecosistémicas similares.

Se deben realizar estudios poblacionales de las especies focales, que permitan, además de estimar los tamaños poblacionales, estimar el estado de las metapoblaciones a cada lado de la infraestructura vial, sus tendencias de crecimiento (o decrecimiento), y la disponibilidad de recursos a uno y otro lado de la vía.

Para el caso de vías ya construidas, que sean objeto de análisis para mejorar su permeabilidad para el flujo de la fauna silvestre, se hacen las siguientes precisiones:

- Realizar el inventario de estructuras hidráulicas de la vía, para la planeación de las actividades de mantenimiento, rehabilitación o mejoramiento, recopilando información sobre localización y dimensiones de la estructura, altura de la lámina de agua, disponibilidad de pasos secos, y condiciones de las coberturas vegetales circundantes.
- Si el resultado de los monitoreos de atropellamiento de fauna silvestre indica la presencia de “puntos calientes” de atropellamiento, es claro que se requieren medidas de mitigación que incluyan sistemas de pasos de fauna, entre otras medidas de manejo.

Para el caso de las vías que se encuentran en fase de planeación, se hacen las siguientes precisiones:

- El inventario de estructuras hidráulicas que requerirá la construcción y operación de la vía, en este caso con la información de las memorias de cálculo que incluye tanto características de las estructuras como del cauce y su caudal esperado. se obtendría del diseño en fase 3 (“ingeniería de detalle”), o al menos un estimativo inicial en el diseño en fase 2.
- Si bien no se contaría con datos propios de atropellamiento de fauna, se podría recurrir a datos obtenidos de vías cercanas, o que discurren por ecosistemas similares

6.1.2 ¿Dónde se deben ubicar los pasos de fauna?

En el análisis de la ubicación y la tipología de los pasos de fauna deben converger tanto los determinantes de diseño vial, como las condiciones de conectividad funcional que se requiere mantener y/o restaurar. El orden de prioridad para determinar la localización de las estructuras se asocia al resultado de los análisis de conectividad funcional del área de influencia, y en especial al concepto de rutas de mínima resistencia o rutas de menor costo (Lee, Chon, & Ahn, 2014), que se emplea en los análisis de conectividad funcional, y debe ser consistente con los requerimientos de movilidad de las especies focales.

En términos generales, se deben implementar pasos de fauna en los tramos viales en los que la infraestructura corta corredores de conectividad funcional de nivel local y/o regional, y en los que se identifica la posibilidad de restablecer corredores de conectividad funcional entre otros corredores existentes y/o entre fragmentos de ecosistemas naturales, a ambos lados de la infraestructura vial.

Con respecto a las condiciones topográficas y de cobertura del suelo, si bien se debe hacer un análisis de los hábitos y requerimientos de movilidad de las especies focales, en general se deberían priorizar las siguientes áreas:

- Cauces permanentes o estacionales, y sus rondas de protección.
- Remanentes puntuales de conectividad para el caso de la infraestructura vial ya construida, o donde se prevea que se cortarán elementos de conectividad funcional para el caso de la infraestructura proyectada.
- Divisorias de aguas.
- Otros puntos en los que la infraestructura de transporte discurre en terraplén facilitando la construcción de pasos inferiores, o donde la infraestructura discurre por debajo de dos taludes laterales facilitando la construcción de pasos superiores.

Las estructuras deben distribuirse a lo largo del tramo de forma tal que se favorezca la permeabilidad para para las especies focales y de ser posible para el mayor número de especies posible, así como el uso de diferentes tipologías de pasos de fauna en cada punto (por ejemplo, un paso para fauna terrestre ya sea superior o inferior, junto con un puente de dosel).

Se recomienda que tanto los corredores de conectividad como los fragmentos de coberturas naturales que se busca conservar o fomentar mediante los pasos de fauna, sean objeto de declaratoria como áreas de conservación.

En relación con la construcción de una doble calzada, se debe garantizar que los pasos de fauna que sean construidos tengan continuidad en la calzada ya existente mediante las obras de adecuación o mejoramiento que sean necesarias, de modo que los pasos de fauna no se vean truncados en los separadores.

6.1.3 ¿Cuántos pasos de fauna deben ser?

El número de pasos de fauna, al igual que su ubicación (que se discute en el siguiente punto), debe ser definido a partir del análisis de conectividad funcional y del análisis de los desplazamientos que realizan las especies focales.

Para los tramos de vía en los que no se interrumpen elementos de conectividad ecológica evidentes ni se genera fragmentación de ecosistemas naturales, se debe garantizar la permeabilidad de la vía para el cruce de la fauna silvestre terrestre que habita áreas transformadas aun cuando no haya coberturas boscosas cercanas, por lo cual se debe contar con al menos:

- Una estructura de paso para fauna grande (coeficiente de apertura ≥ 0.75) cada cinco kilómetros.
- Una para fauna mediana (ca ≥ 0.4) cada dos kilómetros.
- Una estructura de paso para fauna pequeña (ca ≥ 0.2) en cada kilómetro.

Es de aclarar, que las estructuras de mayor tamaño pueden ser utilizadas también por fauna pequeña y mediana siempre y cuando se agreguen elementos que les proporcionen refugio como ramas, y rocas.

Para los tramos de vía en los que el análisis de conectividad ecológica determina que se está interrumpiendo el flujo de fauna actual o potencial, el número de pasos de fauna debe ser:

- Proporcional a la magnitud de la interrupción, medida en términos del ancho del corredor afectado (o lo que es lo mismo: la longitud del tramo de interrupción).
- Consecuente con la magnitud de los fragmentos que une el corredor, como un indicador indirecto del volumen de fauna que se podría desplazar por él.

Para este caso, en lugar de solicitarse el establecimiento de un número específico de estructuras de paso de fauna por unidad de longitud, se recomienda emplear dos elementos que contribuyan a la toma de la decisión:

1. El porcentaje del tramo de interrupción de conectividad que debe ser restituido como pasos de fauna, por ejemplo, si la interrupción de conectividad mide 1.000m y le corresponde reestablecer un 5%, se deberán implementar pasos de fauna efectivos que sumen al menos 50m.
2. Un número mínimo de puntos de concentración de pasos de fauna, representados por ejemplo, por un puente de dosel y un box culvert, o por una batería de alcantarillas, siempre en función de los requerimientos de las especies focales. Este número mínimo de puntos está dado por las relaciones que se establecen en la siguiente tabla:

Tabla 3: Cálculo de la sección total de pasos de fauna a construir en el tramo de conectividad afectada por el proyecto.

Características de la conectividad afectada por el proyecto.	Porcentaje de la longitud del tramo de corredor afectado, que debe restituirse en pasos de fauna.	Número mínimo de puntos con estructuras de pasos de fauna.
Conectividad entre fragmentos de ecosistemas y/o coberturas naturales aisladas con áreas de menos de 1km ²	5,0%	2

Características de la conectividad afectada por el proyecto.	Porcentaje de la longitud del tramo de corredor afectado, que debe restituirse en pasos de fauna.	Número mínimo de puntos con estructuras de pasos de fauna.
Conectividad entre fragmentos con áreas de 1 a 5 km ²	7,5%	3
Conectividad entre fragmentos de ecosistemas y/o coberturas naturales con áreas de 5 a 10 km ²	10,0%	4
Conectividad entre coberturas naturales continuas de más de 10 km ² , entre áreas protegidas del SINAP, entre áreas identificadas en portafolios de conservación, y/o en los corredores de conectividad regional definidos por el Sinchi.	15,0%	5

Fuente: Elaboración propia.

La tabla anterior permite hacer una estimación inicial de la magnitud de las estructuras de pasos de fauna que se deberán construir en los tramos que afecten de forma directa o indirecta la conectividad entre ecosistemas naturales, permitiendo que desde la etapa de diseño se calculen las obras requeridas, por ejemplo:

Tabla 4: Ejemplo del cálculo del número mínimo de pasos de fauna a establecer en tramos viales que cortan elementos de conectividad ecológica.

Características de la conectividad afectada por el proyecto	Longitud de la superposición de la vía y el ecosistema natural	Longitud a restituir en pasos de fauna (sumatoria del ancho efectivo de los pasos de fauna)	Número mínimo de pasos de fauna	Ejemplo de posibles arreglos
Fragmento aislado de menos de 1 km ²	500 m	500m * 5% = 25m	2	Opción 1: 2 puentes de 12,5m cada uno. Opción 2: 1 pontón de 10m, 2 Box de 6m y 3 pasos arbóreos de 1m.
Corredores de conectividad regional definidos por Sinchi	1 km	1 km * 15% = 150m	5	Opción 1: 1 puente de 40m, 4 pontones de 20m de ancho, 5 box de 5m y 10 pasos arbóreos de 0,5m

	10 km	$10 \text{ km} * 15\% = 1,5\text{km}$	5	Opción 1: 5 viaductos de 200m, 4 puentes de 50m, 20 box de 10m, 40 alcantarillas de 2m y 20 pasos arbóreos de 1m.

Fuente: Elaboración propia.

El resultado que se obtenga de la tabla anterior debe ser analizado a la luz de la permeabilidad de cada vía, evaluada en función del TPD (tráfico promedio diario) y de la velocidad de circulación, bajo la lógica que, a menor permeabilidad, mayor demanda de estructuras de paso de fauna, y viceversa. Por ejemplo, para el caso de carreteras de segundo y tercer orden con TPD inferiores a 288, se podría reducir la exigencia de pasos de fauna, teniendo en cuenta su alta permeabilidad, a menos que para dicha vía se prevea un aumento del TPD.

El área efectiva de los pasos de fauna se refiere al área que puede ser utilizada por la fauna durante al menos tres cuartas partes del año en las áreas inundables y al 100% del año en las áreas no inundables. Por ejemplo, en un puente de 100m de luz, en el que el cálculo del periodo de retorno indica que en el punto máximo de inundación el cauce alcanzará 95m de ancho, el área efectiva como paso de fauna será solo de 5m. Para el caso de las alcantarillas redondas. El área efectiva será igual al radio de la circunferencia (la cuerda que corresponde a un sector de 60° de circunferencia).

Por último, se debe tener en cuenta que en tramos de vía con condiciones homogéneas en cuanto a conectividad funcional para fauna, la conectividad aumenta cuando hay un mayor número de estructuras de pasos de fauna aun cuando estas sean de tamaño mediano como por ejemplo box culvert o pontón, en contraste a la opción de establecer o adecuar una o unas pocas estructuras de mayores dimensiones (Karlson, 2015).

6.1.4 ¿Qué tipos (tipología general) de pasos de fauna se deben implementar?

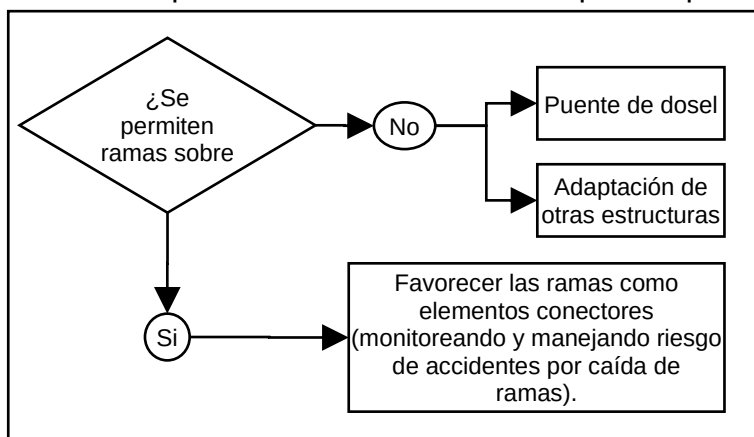
La tipología de los pasos de fauna debe responder a las necesidades identificadas en los análisis de conectividad funcional y de identificación de requisitos de movilidad de las especies focales. A continuación se presentan las tipologías generales de pasos de fauna

6.1.4.1 Pasos de fauna para especies arborícolas.

Los pasos arbóreos son utilizados por primates entre otros grupos de mamíferos que discurren por el dosel y las ramas de los árboles. En los casos en que las

consideraciones de seguridad eliminan la posibilidad de tener árboles con ramas por encima de la vía (carreteras primarias) que permitan mantener la conectividad sobre las rutas de desplazamiento identificadas, se requiere sustituir dichas ramas con puentes de dosel que podrían ser desde cuerdas o guayas (para perezosos) o puentes de cuerdas (para primates, marsupiales, ardillas), hasta estructuras rígidas como ramas artificiales o las estructuras de las señales elevadas del tipo “Pasavías” (Ministerio de Transporte, 2004).

Figura 5: Definición del tipo de estructura a construir, para especies arborícolas.



Fuente: Elaboración propia.

En los casos en que la normativa y las consideraciones de seguridad vial permitan la permanencia de ramas por encima de la vía, se deberá fomentar dicha opción de conectividad, manteniendo un monitoreo periódico del estado fitosanitario de los árboles y de las ramas, de modo que se eviten accidentes por caídas de los mismos.

6.1.4.2 Pasos de fauna para especies terrestres.

Los pasos para especies terrestres favorecen el flujo o movimiento de especies de aves, mamíferos, anfibios y reptiles. Para el caso de las aves insectívoras de sotobosque cuya movilidad está limitada al interior de la cobertura arbórea, los pasos terrestres deberán contar con una muy buena iluminación natural y con la presencia continua de arbustos, razones por las cuales las opciones de pasos de fauna se limitan ya sea a pasos superiores (desde puentes hasta ecoductos), o a pasos inferiores conformados por pontones, puentes y/o viaductos.

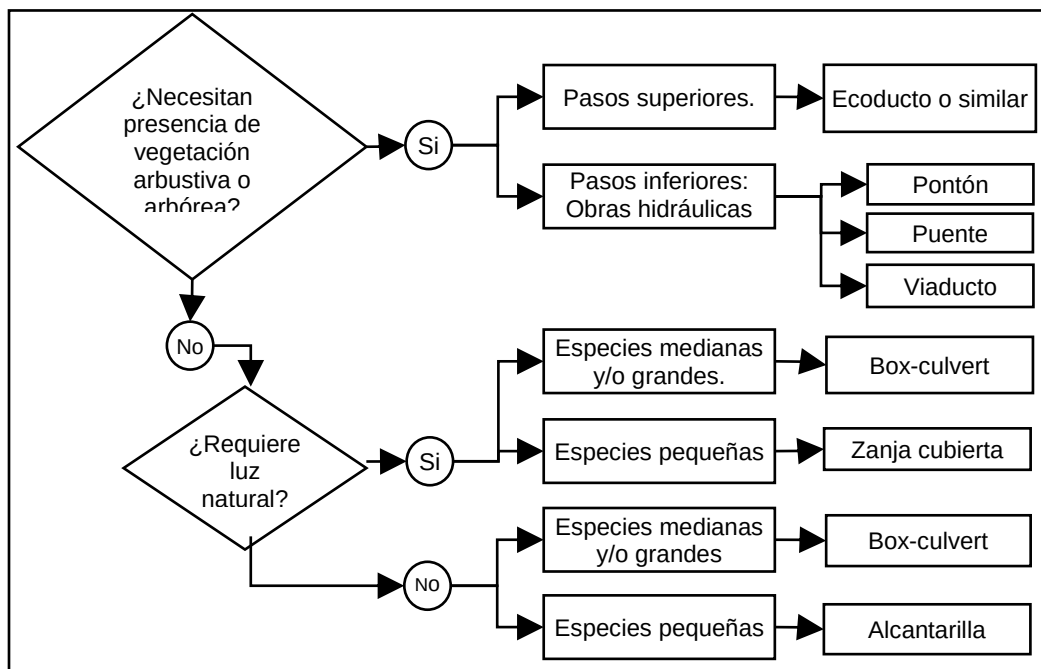


Figura 6: Definición del tipo de estructura a construir, para especies terrestres y aves.

Fuente: Elaboración propia.

También se pueden utilizar estructuras tipo box-culvert (alcantarillas de sección rectangular), o alcantarillas más pequeñas, siempre y cuando garanticen la disponibilidad de un paso seco y seguro durante todo el año. Estas estructuras son muy utilizadas como soluciones para el cruce de cuerpos de agua permanentes o estacionales, y en algunos casos se podrían adaptar las estructuras ya existentes, por ejemplo, generando pasarelas seguras cuando la estructura está sobredimensionada con respecto al caudal del cuerpo de agua.

Para grupos faunísticos con especies de menor tamaño como artrópodos (v. g. cangrejos), anfibios, reptiles o pequeños mamíferos, se pueden utilizar alcantarillas superficiales protegidas en su parte superior con rejas removibles, teniendo en consideración que por estas estructuras no debe circular agua en ningún momento, por lo que no pueden estar ubicadas en depresiones, y serían más adecuadas en áreas altas como divisorias de aguas, o terraplenes.

6.1.4.2.1 Índice de apertura

Teniendo en cuenta que los hábitos de movilidad de la fauna silvestre determinan su disposición a utilizar un paso de fauna, se ha desarrollado el concepto de índice o coeficiente de apertura (Donaldson, 2005) (Mata Estacio, 2007), que resulta de dividir el área de sección de la estructura, por su longitud (de entrada, a salida). El

índice de apertura (IA), o coeficiente de apertura (CA) es entonces un indicador de la amplitud relativa de un paso de fauna inferior (excluyendo las zanjas superficiales), y se infiere que mientras mayor sea su valor, mayor será la capacidad de la estructura para actuar como un paso de fauna multiespecie, que incluya especies de mayor tamaño y/o grupo de individuos (para el caso colombiano, el ejemplo de un grupo de animales de tamaño mediano o grande sería una piara de pecaríes).

Es necesario aclarar que si bien el índice de apertura es un indicador útil para evaluar los diseños de pasos de fauna, no debe tomarse de forma aislada, ya que debe acompañarse del análisis de otras características de la estructura, tales como la sección del paso que permanece seco durante todo el año (o al menos durante la mayoría del año para el caso de bosques inundables), las condiciones de las áreas de aproximación, las condiciones de las barreras de encauzamiento, y la conectividad con corredores de conectividad funcional para las especies focales.

En términos generales, para los pasos de fauna se recomienda optar por el máximo coeficiente de apertura que se pueda obtener desde el diseño de ingeniería, manteniéndose dentro de límites razonables, es decir, evitando combinaciones como una gran altura (h) y un ancho o luz (a) muy pequeña, o viceversa.

Figura 7: Índice de apertura.



Fuente: (Mata Estacio, 2007)

La literatura disponible (Donaldson, 2005) (California Department of Transportation, 2007) (Mata Estacio, 2007), para fauna grande determina que se requiere un IA de al menos 0,75, para fauna mediana al menos 0,4 y para fauna pequeña al menos 0,2. Se hace énfasis en que la relación entre los valores del índice de apertura y los tamaños de fauna es una simplificación basada en los resultados de estudios previos, con el fin de facilitar el análisis. Claramente hay especies que responden diferente, por ejemplo, en el estudio de Mata Estacio (2007) se encontró que el erizo europeo siendo muy pequeño solo utilizó los pasos inferiores amplios, mientras que los tejones siendo mamíferos de tamaño mediano evitaron los pasos amplios.

Por ejemplo, para un box-culvert de 2,5m de alto y 3m de ancho de que atraviese una vía de calzada sencilla (7,65m de calzada + 2m de bermas = 9,65m de largo), se tendría un coeficiente de apertura de 0,78, suficiente para mamíferos medianos; pero si se emplea un box-culvert con la misma sección en una doble calzada (15,3m de las dos calzadas + 1m de separador + 2m de bermas = 18,3 m de largo), el coeficiente de apertura sería de 0,41, suficiente para fauna mediana.

Para el caso de la zanjas abiertas o alcantarillas superficiales, por ser estructuras con orificios de ventilación e iluminación en su parte superior y por estar diseñadas para organismos de tamaño muy pequeño, el índice de apertura puede ser de 0,01, que se alcanza fácilmente con una estructura de 0,5m de ancho, 0,3m de alto y 12m de largo (i. a.= 0,013).

Tabla 5: Ejemplos de cálculo del índice de apertura, para tres tipos de secciones de estructuras de paso de fauna inferior.

Para estructuras de sección rectangular					Para estructuras de sección redonda				Para estructuras de sección semicircular (media circunferencia)			
Ancho (a)	Alto (h)	Área de la sección	Largo (L)	Índice de apertura (IA)	Radio (r)	Área de la sección	Largo (L)	Índice de apertura (IA)	Radio (r)	Área de la sección	Largo (L)	Índice de apertura (IA)
a	h	=a*h	L	=(a*h)/L	R	= $\pi*r^2$	12	=($\pi*(r^2)$)/L	r	=($\pi*r^2$)/2	12	=($(\pi*(r^2)/2)/L$)
2	2	4	12	0,33	1	3,14	12	0,26	1	1,57	12	0,13
10	4	40	12	3,33	5	78,5	12	6,54	5	39,25	12	3,27

Fuente: Elaboración propia.

Dado que el índice de apertura es una razón geométrica, se requiere establecer mínimos de ancho y alto para las estructuras de paso inferior, según su tipología. Esto para evitar casos en los que el IA resulte alto pero la estructura sea especialmente baja y ancha (por ejemplo, si es 0,5m de alto y 25m de ancho, con una longitud de 12 metros, el IA es 1,04), o alta y estrecha (por ejemplo, si es de 1m de ancho y 25m de alto con la misma longitud de 12 metros, el IA es de 2,08).

Tabla 6: Valores mínimos de altura, ancho e índice de apertura, para las estructuras a considerar como pasos de fauna inferiores.

Tipología del paso de fauna	Valores mínimos aceptables para un paso de fauna			Ejemplo con una calzada sencilla (7,65m de ancho más 2m de bermas)	
	Ancho/radio o mínimo (m)	Altura/radio o mínimo (m)	Mínimo índice de apertura (I.A.) aceptable	Longitud (m)	I.A. resultante
Puente	10	2	0,750	9,65	2,073

Tipología del paso de fauna	Valores mínimos aceptables para un paso de fauna			Ejemplo con una calzada sencilla (7,65m de ancho más 2m de bermas)	
	Ancho/radio mínimo (m)	Altura/radio mínimo (m)	Mínimo índice de apertura (I.A.) aceptable	Longitud (m)	I.A. resultante
Pontón o Box culvert	3	2,5	0,750	9,65	0,777
Alcantarilla redonda	1,5	1,5	0,400	9,65	0,732
Alcantarilla redonda	0,9	0,9	0,250	9,65	0,264

Fuente: Elaboración propia.

Tal y como se estableció previamente, el índice de apertura por sí solo no garantiza las condiciones necesarias para que un paso de fauna sea efectivo, y se debe cumplir con otros requisitos, que se derivan del análisis de requerimientos de movilidad de las especies focales seleccionadas para el área. Los requisitos generales se presentan en el siguiente capítulo de esta guía.

En cuanto a las alcantarillas redondas de 0,6m de diámetro, para el caso de una vía en calzada sencilla, aún sin considerar las bermas, sólo alcanzan un índice de apertura de 1,12, que resulta insuficiente para la mayor parte de la fauna, y probablemente solo será utilizada por especies habituadas a galerías. Por esta razón, las alcantarillas de 0,6m de diámetro no son consideradas aptas como pasos de fauna para efectos de esta guía.

Tanto en puentes como en boxes y alcantarillas, en el caso de dobles calzadas, se debe evaluar la opción de eliminar la parte superior de la estructura al pasar por el separador que divide las dos calzadas, de modo que se aumente la entrada de luz natural. Esta abertura debe tener elementos que eviten que la fauna salga por ella, y elementos que eviten la entrada de sedimentos y residuos desde las calzadas.

6.1.4.3 Pasos de fauna para especies acuáticas.

El tipo de obra a implementar para el cruce de un cauce permanente o estacional está determinado principalmente por el cálculo de la sección ocupada por el caudal máximo del periodo de retorno analizado. En todo caso, se deberá garantizar que las orillas del cauce se mantengan sin alteraciones al igual que el cauce en sí mismo, razón por la cual se favorecerá la utilización de puentes y/o pontones, o de box-culverts en lugar de alcantarillas redondas, y se debe evitar el uso de estructuras de vadeo.

Los pasos de fauna para especies acuáticas deben mantener adicionalmente la cobertura vegetal original de la ronda de protección, de modo que se garanticen las condiciones de sombrío y de aporte de material vegetal (hojas y frutos) que se tendría en condiciones naturales.

En los casos en que se interviene el cauce, se deben mantener las condiciones originales de flujo, en cuanto a velocidad y turbulencia, y se debe mantener el sustrato por ser el hábitat de organismos bentónicos.

6.2 Síntesis de la información requerida para toma de decisiones alrededor de los Sistemas de pasos de fauna.

Se presenta una serie de variables ambientales (del medio biótico) y de diseño que deben ser tenidas en cuenta en las etapas de planeación de proyectos de infraestructura vial, haciendo énfasis en la necesidad y en las ventajas de involucrar de manera temprana la información de ordenamiento territorial, los análisis de fragmentación y conectividad, y en general, lineamientos de infraestructura verde vial.

6.2.1 Inventario de obras hidráulicas, puentes y túneles

Para el caso de los proyectos en etapa de planeación, se puede recurrir a los datos de campo levantados para el diseño hidráulico, o mejor aún, a los diseños hidráulicos aun si son incipientes. Para el caso de los proyectos que se encuentran en operación, el inventario se podría extraer de las memorias de diseño, de las herramientas de planeación de acciones de mantenimiento, o en su defecto, de los recorridos de las actividades de mantenimiento.

El inventario debe proporcionar información sobre:

- Localización, características (tipología, ancho y altura (o diámetro), longitud, característica del encole y el descole), y estado de conservación de alcantarillas, box-culverts, pontones, puentes y viaductos.
- Características de los cuerpos de agua (caudal, dimensiones de la ronda de protección según Decreto 2245 de 2017, coberturas vegetales) que cruzan, con el fin de evaluar la posibilidad de adaptarlos como pasos de fauna.

6.2.2 Análisis de fragmentación y conectividad.

El objetivo es identificar tanto conectividades existentes como como conectividades potenciales que pueden ser restauradas o generadas, y para esto se propone:

- Cubrir al menos 5 km a cada lado de la vía, por ser el área en que se suelen presentar los impactos más significativos.
- Realizar análisis estructural, y análisis funcional para especies focales que presenten limitaciones a la movilidad.
- Se sugiere incluir en el análisis de conectividad funcional, el uso de modelos de ocupación-detección (Santos, Mota Ferreira, Aguiar, & Ascensao, 2018).

Los análisis de fragmentación y conectividad pueden tomar como fundamento la propuesta del Sinchi, (2018) que se basó en la propuesta del “Índice Espacial de Huella Humana” (IEHH) (Correa et al, 2017; Etter et al, 2006). El análisis de la conectividad puede considerar escenarios multiespecie (Correa Ayram et al., 2017), que se fundamenta en utilizar especies de diferentes rangos de acción con el objeto de modelar la conectividad estructural y funcional del paisaje (Correa Ayram et al., 2014; Payán et al., 2016; Rabinowitz & Zeller, 2010).

6.2.3 Monitoreo de atropellamientos de fauna silvestre.

Para obtener esta información se recurre a dos fuentes complementarias; la primera basada en los registros obtenidos mediante esquemas formales de monitoreo estandarizado que permiten comparaciones estadísticas entre ellos y la segunda en información recolectada mediante herramientas de ciencia ciudadana, que permiten obtener información complementaria sobre incidentes de atropellamiento en tramos y horarios diferentes a los que son objeto del monitoreo formal.

Este registro debe sistematizarse a partir de información estandarizada que permita comparaciones entre diferentes vías y/o entre diferentes periodos de tiempo, y la aplicación de procedimientos estadísticos para garantizar que el esfuerzo invertido en la obtención de los datos se pueda ver reflejado en conclusiones robustas.

En general los estudios orientados a evaluar la efectividad de los muestreos de fauna atropellada (Zimmermann Teixeira, Pfeifer Coelho, Beraldo Esperandio, & Kindel, 2013), (Smith & van der Ree, 2015), (Abra, Huijser, Pereira, & Ferraz, 2018) llegan a las siguientes conclusiones:

- La velocidad de desplazamiento del observador debe ser igual o inferior a 30 km/h, para poder detectar cadáveres de vertebrados pequeños.
- Registros realizados a pie o en bicicleta aportan más datos que los obtenidos en recorridos en automóvil.
- El registro debe extenderse a las bermas de la vía

- Es necesario retirar los cadáveres ya registrados.
- Los recorridos deben realizarse antes de que el personal de mantenimiento retire los cadáveres.
- Los tramos monitoreados deben incluir tramos con estructuras de paso de fauna, para evaluar su efectividad.
- El equipo de monitoreo debe incluir personal especializado para la identificación de los especímenes, teniendo en cuenta que puede resultar difícil por la condición del cadáver. Un estudio en el estado de Sao Paulo (Brasil) concluyó que el personal de mantenimiento logra hacer identificaciones correctas de las especies comunes de fauna atropellada, pero encuentra dificultades en la identificación de especies poco comunes y entre especies muy parecidas entre ellas (Abra, Huijser, Pereira, & Ferraz, 2018).
- Los monitoreos deben ser de largo plazo, ya que los puntos de mayor frecuencia de atropellamiento suelen variar en el tiempo, ya sea por cambios en la densidad poblacional de las especies, por alteraciones de las rutas de desplazamiento de la fauna, o por condiciones climáticas (Zimmermann Teixeira, Pfeifer Coelho, Beraldo Esperandio, & Kindel, 2013).

En un experimento reciente en Portugal, se utilizó un mecanismo de detección consistente en sistemas de escáner ubicados en un remolque que al ser llevado por un carro a 30km/h (Sillero, Ribeiro, Franch, Silva, & Lopes, 2018) genera imágenes digitales de la superficie de la vía e identifican la presencia de cadáveres de anfibios y su localización. Si bien su eficacia fue inferior a la alcanzada por personas haciendo el mismo recorrido en vehículos a la misma velocidad, se trata de un sistema en proceso de desarrollo.

Para el análisis de los datos de atropellamiento de fauna debe tenerse en cuenta que los puntos de mayor frecuencia de registros no necesariamente indican los puntos donde más animales cruzan la vía (Hobday & Minstrell, 2008), ya que pueden existir puntos de cruce que por sus características (visibilidad, velocidad del tráfico, disponibilidad de estructuras para paso seguro, entre otras), sean más utilizados y no generen registros de atropellamiento. Para esto, se sugiere complementar el análisis de los datos con información espacial sobre las características de los ecosistemas circundantes, e información sobre la densidad y la velocidad del tráfico, además de mediciones de la distancia de visibilidad.

6.2.4 Papel de las herramientas de “ciencia ciudadana”.

La recolección de reportes de voluntarios en el área de influencia de proyectos viales aporta información que no se limita a los tramos viales que son objeto de

monitoreo formal, ni a los horarios estrictos de los monitoreos formales, por lo que se constituye en una fuente de datos valiosa a pesar de no responder a una estructura de monitoreo formal y por lo tanto, representar dificultades a la hora de analizar los datos. Un resultado adicional de las plataformas públicas de reportes es que acerca y sensibiliza al público y a los medios de comunicación a la problemática del atropellamiento de fauna y podría llegar a generar cambios en el comportamiento de los conductores, y en algunos casos, podría llevar a los operadores viales a ser más proclives a mejorar la permeabilidad de la vía.

Una experiencia exitosa de recolección de información por medio de una herramienta de ciencia ciudadana es la aplicación Recosfa de la Red Colombiana de Seguimiento a la Fauna Atropellada, la cual simplifica en su interfaz imágenes que representan a las principales especies de individuos objeto de atropellamiento en el país para que sean fácilmente reconocidos por los usuarios de la herramienta, que no necesitan ningún grado de preparación en el reconocimiento de individuos de fauna o identificación de especies. La herramienta incluye dentro de sus funcionalidades la opción para la toma de registro fotográfico y en caso de que los restos del ejemplar atropellado no puedan reconocerse, al menos provee las coordenadas de localización del lugar en el que se produjo el incidente de atropellamiento, que junto con todos los demás datos, alimenta una base de datos que en la actualidad identifica a Recosfa como la aplicación de ciencia ciudadana con la más amplia información de atropellamiento de fauna silvestre en el país y como la que ha alcanzado el mayor grado de reconocimiento.

También como datos complementarios, se podría recolectar información de aseguradoras y autoridades policivas, sobre eventos de atropellamiento de fauna en los que los vehículos y/o sus ocupantes resultaran lesionados.

Otra herramienta es el aplicativo Sukunbun administrado por el Instituto Nacional de Vías (Invias), el cual permite identificar y hacer seguimiento a diversas especies de relevancia ecológica que se observan en las vías administradas por el Instituto. Los administradores viales diligencian la información de los avistamientos y atropellamientos, la cual permite crear una base de datos con la información recopilada y posteriormente genera un mapa de vulnerabilidad faunística que identifica las zonas con mayor riesgo de atropellamiento.

6.2.5 Monitoreo del estado de las poblaciones de grupos con alta probabilidad de ser afectados por el efecto de barrera.

Esta información se puede obtener mediante al menos tres líneas de estudio, cada una de ellas mayores o menores dificultades dependiendo del grupo de fauna que se pretenda estudiar:

- Estudios de dinámica poblacional que mediante muestreos repetitivos permitan estimar los tamaños poblacionales y la composición etaria de los grupos.
- Métodos genéticos que permitan estimar el nivel de entrecruzamiento entre metapoblaciones a ambos lados de la infraestructura vial.
- Rastreo de individuos mediante transmisores activos como por ejemplo radiocollares, o mediante transmisores pasivos que sean leídos en estaciones ubicadas por ejemplo en los pasos de fauna.

6.2.6 Evaluación de la efectividad de los pasos de fauna existentes

La evaluación de la efectividad debe ir más allá del conteo de animales que utilizan la estructura (van der Grift & van der Ree, 2015), debe incluir registro de atropellamiento de fauna en el área de influencia de la estructura, registro de animales que se acercan a la estructura y no la cruzan, y monitoreo de los tamaños poblacionales para determinar la proporción de individuos que utilizan la estructura, entre otras variables. Adicionalmente, la estructura del monitoreo debería estandarizarse para facilitar la comparación entre pasos de fauna, de modo tal que en el mediano plazo se puedan hacer inferencias sobre las características que resultan más adecuadas para algunas especies.

Al respecto se propone:

- Elaboración y mantenimiento de un inventario nacional de pasos de fauna, a cargo de las autoridades ambientales, en el que los operadores viales reporten como mínimo: Ubicación en coordenadas Magna Sirgas Origen Único Nacional, categoría (inferior o superior), Tipología (puente dosel, alcantarilla, Box culvert, etc), Dimensiones (Altura, Longitud, Ancho), medidas complementarias (mecanismos de barrera o direccionamiento de la fauna), Especies focales, Ecosistema de emplazamiento, Fecha de puesta en operación, operador vial a cargo, sistema de monitoreo de efectividad, periodicidad del monitoreo y resultados.
- Selección de un grupo de pasos de fauna en operación, como base para un monitoreo de efectividad, orientado a ajustar las características de diseño en relación con la fauna que debería utilizarlos.

En el punto 6.4 de este documento se establecen lineamientos de monitoreo de la efectividad de los pasos de fauna.

6.3 Parámetros de diseño para los pasos de fauna

Un paso de fauna efectivo para especies terrestres debe cumplir al menos con las siguientes condiciones generales:

- Satisfacer los requerimientos de movilidad de las especies focales a las que pretende servir.
- Proporcionar un pasaje que esté disponible de forma permanente, por encima de la cota máxima de inundación (el área de paso libre para fauna terrestre es el área que se considerará como paso de fauna).
- Tanto el paso de fauna como su área de aproximación deben permanecer libres de ocupación antrópica, y no deben ser empleados como pasos de ganado o pasos peatonales.
- Ser objeto de monitoreo periódico para determinar su efectividad, que se puede medir por ejemplo en término del número de individuos y/o de especies que lo utilizan, o en términos de la reducción en el número de individuos de fauna atropellados en el tramo vial.
- Ser objeto de mantenimiento periódico para garantizar su efectividad.
- El diseño debe hacerse con el apoyo de biólogos especializados en los diferentes grupos de fauna que se pretende atender, esto para maximizar la eficiencia de la estructura (y por lo tanto, de la inversión de recursos).
- Los materiales tanto para la construcción del paso de fauna como el de estructuras complementarias, deben seleccionarse cuidadosamente con el fin de evitar aquellos que puedan ocasionar lesiones a la fauna.

Para aumentar su efectividad, los pasos de fauna deben ser tan cortos y rectos como sea posible, de modo que se facilite la visibilidad de un extremo desde el otro. Por lo tanto, se recomienda que sean perpendiculares a la carretera.

Se recomienda que la totalidad del paso de fauna mantenga las características de hábitat que requieren las especies para su desplazamiento, por ejemplo, para el caso de ecoductos, viaductos, puentes y pontones, se deben agregar estructuras como hileras de piedras o ramas que provean cobijo para especies pequeñas. Para el caso de Box culverts y alcantarillas, se sugiere que el sustrato para el desplazamiento de los animales esté cubierto por tierra en lugar de concreto limpio.

Con respecto al acondicionamiento de las zonas de aproximación a los pasos de fauna, se establecen las siguientes condiciones generales:

- En términos generales, el área de aproximación debe tener una cobertura similar a la de los ecosistemas que se busca conectar y debe responder a los requerimientos de movilidad de las especies focales, de modo que en las rutas

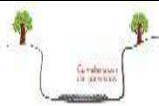
de conectividad que se planteen se minimicen los cambios de cobertura, favoreciendo así su utilización por parte de la fauna silvestre. Adicionalmente estas zonas de aproximación deben contar con barreras que bloqueen el paso de la fauna hacia el corredor vial (estas se detallan en la ficha 10), y en el caso de vías de alto flujo vehicular, se debe evaluar la necesidad de agregar barreras de ruido y/o de iluminación.

- Evitar árboles que produzcan grandes cantidades de frutas, y/o que las produzcan durante largo tiempo (deben atraer para el paso y no para convertirse en sitio de residencia).
- Agregar elementos como piedras y ramas que favorezcan la presencia de especies de tamaño pequeño.
- En áreas de baja pluviosidad y en el caso de pasos orientados a anfibios, incluir charcas que les permitan mantener la humedad de su piel, y que al mismo tiempo funcionarían como abrevaderos para fauna de mayor tamaño. Además, se debe evitar el uso de mallas galvanizadas.

Es de aclarar que en este documento no se busca llegar a definir las condiciones específicas de plantación, ni un listado de especies vegetales a promover, para esto se debe partir de los resultados del análisis de cada área desde la conectividad funcional para la fauna, desde los lineamientos de la política nacional de restauración y lineamientos que para ello establezcan las autoridades ambientales, desde los lineamientos del punto “8.3.6 Plantaciones” del Manual de diseño geométrico de carreteras (Instituto Nacional de Vías - Invia, 2008), y desde las consideraciones de seguridad tanto para la estructura vial como para sus usuarios.

Las condiciones topográficas condicionan las tipologías a emplear, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 7: Condiciones topográficas en las que se viabilizan las diferentes tipologías de pasos de fauna terrestre.

Tipologías						
Puente de dosel	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Ecoducto	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Viaducto	No	Si	Si	Si	Si	Si
Puente o pontón	No	Si	Si	Si	Si	Si
Box culvert	No	No	No	Si	Si	Si
Alcantarilla	No	No	No	Si	Si	Si

Zanja abierta	No	No	No	Si	Si	Si

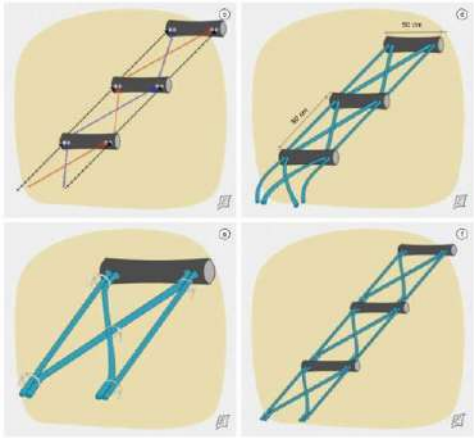
Fuente: Elaboración propia

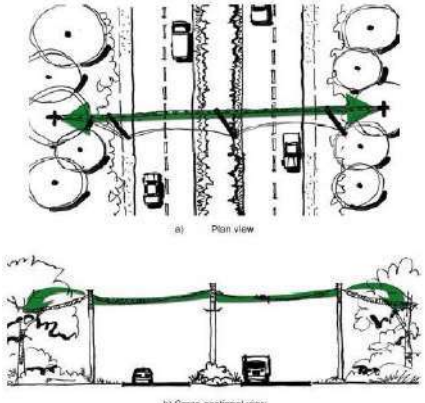
A continuación, se describen, mediante fichas técnicas, las condiciones específicas para cada una de las tipologías definidas en el capítulo anterior, y se incluyen fichas específicas para las condiciones requeridas para las zonas de aproximación, para las barreras de encauzamiento y para las estrategias de monitoreo.

Para ejemplificar los costos de las estructuras de paso de fauna, se realizaron cálculos de costos de construcción calculando costos de obra y presupuesto para cada tipología y para las estructuras de barrera. En los casos en que es aplicable, se incluye una comparación entre los costos en proyectos de construcción y los costos en casos hipotéticos de mejoramiento de las estructuras. Es de aclarar que los ejemplos que se presentan a continuación se basan en la información actualizada de precios unitarios de INVIAS para la Dirección Territorial Caquetá, que cubre las vías de la Amazonia, y están enmarcados en el caso de una vía primaria de calzada sencilla bidireccional de dos carriles, con 7,30 m de ancho de calzada, 20 m de faja de retiro y 60 m de derecho de vía, tal como se establece en la Ley 1228 de 2008.

Ficha 1. Puente de dosel

Ficha 01: Paso superior mediante puente de dosel	
Grupos de fauna a los que puede atender: Fauna terrestre arborícola, incluyendo primates, perezosos, marsupiales, erizos, y ardillas, entre otros.	
Generalidades: Estructura que cruza la vía haciendo las veces de ramas que conectan dos lados de una barrera, generando permeabilidad para la fauna arbórea. Mientras sea posible, se debe mantener como primera opción el favorecimiento de árboles a cada lado de la vía (túnel verde”), cuyas ramas se entrecruzan formando un dosel de conectividad natural (Balbuena, Alonso, Panta, García, & Gregory, 2019), que además de proveer paso para la fauna arbórea, reduce el efecto de borde generado por la vía (Goosem, y otros, 2010) (Gregory, Charrasco-Rueda, Alonso, Kolowski, & Deichmann, 2017). Sin embargo, se deben tener en cuenta los riesgos que implican las ramas por encima de la vía, que podrían caer generando riesgo de accidentes de tránsito. Adicional al tablero del puente, debe contar con una cuerda o cable para permitir el paso de fauna que se desplaza colgando de las ramas. Esta cuerda o cable además dificulta la depredación por parte de aves rapaces. En las estructuras de soporte localizadas en el derecho de vía, se deben agregar elementos para evitar el acceso de personas que escalen al tablero.	
Condicionantes topográficas Aunque se hace más simple en terreno plano, esta tipología es aplicable en todas las condiciones topográficas contempladas, variando únicamente la altura de los soportes y en menor medida la pendiente de la superficie de paso.	
Estructura tipo	
Figura 8: Estructura tipo – Puente de dosel 	Figura 9: Detalle de estructura tipo – Puente de dosel 

Fuente: Elaboración propia.	Fuente: Elaboración propia.
Requisitos mínimos de diseño: • Dimensiones: - Gálibo $\geq 5\text{m}$, igual al establecido para puentes peatonales. - Ancho del tablero $\geq 0,3\text{m}$. (en vías terciarias se puede sustituir por una cuerda de entre 2,5 y 10 cm de diámetro). - Cuerda superior (para paso de perezosos), con diámetro entre 4 y 10 cm. - Debe soportar, además del peso de la estructura, y las cargas generadas por el viento, el peso de los individuos que podrían utilizarla de forma simultánea. Por ejemplo, en el caso del mono araña (Ateles belzebuth) donde un individuo llega a pesar 12kg y se han reportado grupos de hasta 100 individuos (Nowak & Paradiso, 1983), se debe tener en cuenta un total de 1.200 kg de fauna sobre el puente. - La superficie de paso puede ser de cuerdas entrecruzadas, malla, o cuerdas perpendiculares a las exteriores, o puede cubrirse con un tablero rígido o semirígido. La elección del tipo de superficie dependerá del análisis de requerimientos de movilidad de las especies que podrían utilizar la estructura. • La superficie de paso: - Tanto el tablero como las cuerdas deben tener alto coeficiente de fricción y deben estar constituidos por materiales con bajo coeficiente térmico e ignífugos. - Los elementos que constituyen estas estructuras deben tener fijos los puntos de enlace (nodos de la retícula) para evitar que sus movimientos atrapen extremidades de los animales.	Otras características para tener en cuenta: - Generalmente es una estructura liviana soportada en cables y con tablero rígido o en malla, pero puede ser reemplazada por estructuras rígidas como señales elevadas del tipo “pasavías”. - En caso de que la estructura cuente con un apoyo en el separador de la vía, se deberá incluir una medida para evitar que la fauna pueda bajar al separador ya que se generaría riesgo de atropellamiento. - Se puede agregar una estructura que haga las veces de techo (continua, o no) para protección ante depredadores, sin embargo, para esta opción se debe tener en cuenta la altura máxima (en posición de desplazamiento) de la fauna que utilizaría la estructura. - Para reducir el vaivén de la estructura por el aire desplazado por grandes vehículos, se debe considerar, entre otras opciones, aumentar el gálibo. Figura 10: Ejemplo de superficie con cuerdas entrelazadas.  Fuente: (Zimmermann Teixeira, Pfeifer Coelho, Beraldo Esperandio, & Kindel, 2013).

- Los tableros constituidos por cuerdas deben contar con elementos rígidos espaciados para mantener la distancia entre las cuerdas exteriores. El espacio entre estos elementos rígidos dependerá del análisis de los limitantes de la fauna local. Estos elementos rígidos deben estar anclados para evitar que giren sobre su eje. • Conectividad con las áreas de aproximación: - Debe contar con estructuras de conexión del paso de fauna, con las áreas de cobertura arbórea por fuera del derecho de vía. Pueden ser desde simplemente cuerdas, hasta puentes de tablero rígido, dependiendo del análisis de requerimientos de movilidad para las especies focales. - Debe incluir estructuras de barrera o encauzamiento que limiten el acceso de la fauna al corredor vial. • Otros requisitos: - Debe garantizar condiciones de seguridad para el tránsito, bajo lineamientos del Ministerio de Transporte para estructuras en el derecho de vía, ya sea como señales tipo pasavías, o como puentes peatonales. - Debe minimizar el movimiento de la estructura por efecto del viento o por movimientos de la fauna que la utiliza. - Los postes de la estructura no deben tener luminarias ni cableado eléctrico. Esto, para evitar riesgos de electrocución, daños a las luminarias, y/o alteración del comportamiento de la fauna por la iluminación nocturna. - Los elementos para evitar que personas escalen en las estructuras de soporte, deben ubicarse a una altura entre 3,5 y 4,5m.	- Enriquecer con vegetación, para lo cual se puede favorecer el crecimiento (controlado) de enredaderas de especies nativas de la región. Esto proporcionaría sombra y protección contra posibles depredadores. - Agregar estaciones de descanso (sin fuente de alimento evitar que se convierta en sitio de residencia), en pasos especialmente largos como los de las dobles calzadas. Figura 11: Esquema de paso de fauna sobre doble calzada, según el Departamento de Transporte de Queensland, Australia.  a) Plan view b) Cross-sectional view Fuente: (Department of Transport and Main Roads, 2010).

- Cuando se implementen varios puentes de dosel en un mismo tramo, deberán estar separados al menos por 50m para reducir la probabilidad de comportamientos agresivos entre tropas de primates.	
Figura 12: Estructura tipo puente colgante con tablero rígido y cuerda superior.  Fuente: Darío Correa	Figura 13: Cuerdas conectando un puente de dosel a los árboles cercanos por fuera del derecho de vía.  Fuente:
Figura 14: Cobertura arbórea con dosel continuo por encima de la vía.  Fuente: Darío Correa	Figura 15: Señal tipo pasavías, adecuada con un tablero rígido.  Fuente: (Federal Highway Administration - U.S. Department of Transportation, 2011)
Requisitos mínimos de mantenimiento - Verificación periódica de los elementos de soporte (cuerdas, guayas, tablero, etc.), y recambio preventivo. - Verificación periódica de la conectividad (continuidad de caminos por las ramas) entre el ecosistema natural y la estructura.	Alternativas para la adecuación de estructuras existentes: - Adaptar estructuras como las señales elevadas del tipo pasavías, reforzándolas y creando una pasarela adecuada. - En pasos inferiores de fauna terrestre se pueden agregar cuerdas o ramas para generar pasos para fauna

	arborícola. Estos elementos no deben estar unidos a la estructura del tablero para evitar el acceso de los animales al mismo.
Costo de construcción: Las especificaciones del ejemplo son: Luz de 25m y gálibo de 5,5m; sobre postes de concreto a cada lado de la vía (por fuera de la faja de retiro), tablero rígido continuo sobre guaya metálica (igual que los tensores), 100m de guaya de 2cm, para soporte del tablero (50m) y para los tirantes de anclaje (50m). pernos de amarre. 100m de cuerda, sogá o manila de 2,5cm para paso de perezosos (30m) y para accesos desde árboles cercanos (70m). 10m ² de tablero en madera plástica (unidades de 2m de largo x 0,5m de ancho).	Bibliografía recomendada: -Balbuena, D. Alonso, A., Panta, M, García, A, Gregory, T. 2019. Mitigating tropical forest fragmentation with natural and semi-artificial canopy bridges. Diversity. 11(66): 1-12. -Gregory, T., Carrasco, F., Alonso, A., Kolowski, J., Deichmann, L. 2017. Natural canopy bridges effectively mitigate tropical forest fragmentation for arboreal mammals. Scientific Reports. 7(3892): 1-11. -Weston, N., Goosem, M., Marsh, H., Cohen, M., Wilson, R. 2011. Using canopy bridges to link habitat for arboreal mammals: Successful trials in the wet tropics of Queensland. Australian mammalogy. 33: 93-105. -Zimmerman, F., Cambara, R., Godoy, C., Chein, A., Kindel, A. 2013. Canopy bridges as road overpasses for wildlife in urban fragmented landscapes. Biota Neotropical. 13: 117-123.

Unidad	Metro lineal (m)
Cantidad	1 puente de 25m de largo
Precio unitario (costo directo, por metro lineal)	\$ 883.399
Valor total (costo directo)	\$ 22.084.975

Ficha 2. Paso superior: Ecoducto.

Ficha 02: Ecoductos
Grupos de fauna a los que puede atender: Fauna terrestre en general.
Generalidades: • Estructura que cruza la vía por encima, mediante una estructura del tipo “falso túnel”, para el paso seguro de fauna terrestre, pero que por la presencia de vegetación arbustiva y en algunos casos, arbórea, puede ser utilizado también por fauna arborícola y aves. • Cuenta con vegetación en la superficie de desplazamiento, que da continuidad a la cobertura vegetal a ambos lados de la vía. Esta vegetación puede ir desde hierbas y pequeños arbustos hasta árboles, dependiendo de los requerimientos de movilidad de las especies focales y de las dimensiones de la estructura. • Puede estar adosado, o integrado con pasos para peatones y/o vehículos, manteniendo barreras de separación entre el área dedicada a la fauna y el área peatonal-vehicular. • Para efectos de esta guía, en la tipología “Ecoducto” confluyen, entre otras, las prescripciones técnicas dadas en el documento análogo del gobierno español (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente - España, 2015) para las categorías de ecoducto (ancho $\geq 80\text{m}$), paso superior específico para fauna (ancho de 20 a 80m), y paso superior multifuncional (ancho de 20 a 50m, e incluye calzada vehicular o peatonal), cuyas diferencias se centran en el ancho de la estructura y en si el uso se destina sólo a paso de fauna o si se combina con paso de personas y/o vehículos. • La superficie por encima de los túneles “verdaderos” puede ser considerada como paso de fauna siempre y cuando genere conectividad mediante pendientes inferiores al 45%. En este caso se aceptan pendientes superiores al 30% por tratarse de superficies naturales no intervenidas, que pueden haber sido empleadas previamente por la fauna local). • Tipología constructiva: Falso túnel, bóveda y otras tipologías empleadas para la construcción de puentes. • Para su construcción, se puede emplear material de excavación generado en cortes de la construcción de la vía, reduciendo así la necesidad de áreas de depósito junto con los costos y los impactos ambientales asociados.
Condicionantes topográficas Se hace más simple cuando la vía discurre por debajo de los dos taludes, y si bien es viable en todas las condiciones topográficas contempladas, resulta más costosa en la condición de vía en terraplén puesto que exige mayores movimientos de tierras.

Figura 16: Estructura tipo - Ecoducto



Fuente: Elaboración propia.

Requisitos mínimos de diseño:

- Dimensiones:
 - Debe cumplir con las especificaciones del INVIAS para pasos a desnivel, puentes y/o túneles establecidas en documentos como el Manual de diseño geométrico de carreteras (Instituto Nacional de Vías - INVIAS, 2008), en cuanto a gálibo, ancho de la calzada inferior con sus bermas, señalización, y demás consideraciones de diseño civil.
 - Pendiente de los accesos, inferior al 30%.
 - Al menos 20m de ancho cuando las coberturas a conectar son arbóreas, o 10m cuando se trata de coberturas arbustivas o de herbazales. En este ancho se deben mantener franjas laterales de

Otras características para tener en cuenta:

- Las estructuras con el centro ligeramente más alto que los extremos facilitan la localización del paso por parte de la fauna.
- En la superficie de paso se pueden agregar elementos como pocetas con agua que simulen charcas para facilitar el paso de anfibios, y elementos como ramas y montones de piedras que proporcionen refugio a la fauna de menor tamaño.
- Mientras se obtiene una cobertura arbórea en la superficie, se pueden agregar estructuras para conformar puentes de dosel.
- Se recomienda que los accesos sean más anchos que la estructura de paso, para facilitar la canalización de la fauna.

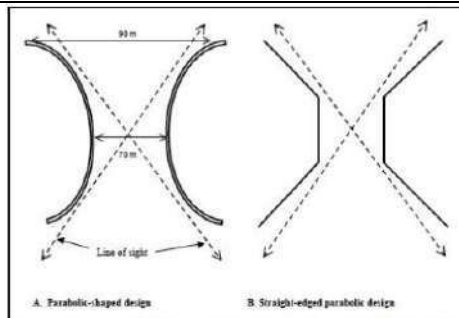
Figura 17: Opciones de diseño que aumentan el ancho del área de aproximación a la estructura de paso.

seguridad de 2m de ancho (a cada lado) en suelo desnudo o gravilla que demarquen los márgenes de la estructura, y en las que se deben instalar barreras semiopacas para limitar tanto la visibilidad en los dos sentidos, como el ingreso del ruido y la luz del tráfico.

- Si se trata de una estructura de uso mixto (paso de fauna y paso vehicular), se requieren al menos 15m de ancho para el paso de fauna y una separación física, visual y auditiva establecida mediante una barrera opaca y continua de al menos 3,5m de altura, dejando al menos 2m entre la barrera y la cobertura arbórea.

- La superficie de paso:

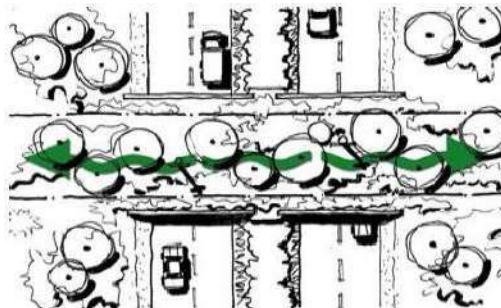
- La vegetación debe ser similar a la de las áreas que se pretende conectar.
- El sustrato debe ser adecuado (contenido orgánico, granulometría, profundidad, etc.) para el enraizamiento de la vegetación deseada, y en todo caso se debe reducir su profundidad al acercarse a los bordes, para limitar el crecimiento arbóreo. Los lineamientos españoles recomiendan 0,3m para herbáceas, 0,6m para arbustos, y 1,5m para árboles.
- El material de suelo a emplear debe provenir preferiblemente de áreas cercanas para garantizar que el banco de semillas y las micorrizas favorezcan en crecimiento de vegetación nativa de la región.



Fuente: (Federal Highway Administration - U.S. Department of Transportation, 2011)

- Siembra y mantenimiento de la vegetación deseada, evitando especies que produzcan grandes cantidades de frutas, y/o que las produzcan durante largo tiempo.
- Uso de tierra proveniente de áreas aledañas para aprovechar el banco de semillas y minimizar el riesgo de introducción de especies foráneas.
- Sistema de riego al menos para la fase inicial de establecimiento de la vegetación.

Figura 18: Esquema de adecuación de la cobertura arbórea sobre un ecoducto.



Fuente: (Department of Transport and Main Roads, 2010)

- Control del drenaje, permitiendo la evacuación del agua superficial, evitando procesos erosivos y protegiendo la estructura de soporte mediante capas aislantes. • Conectividad con las áreas de aproximación: - Debe mantener continuidad entre las coberturas del suelo que se busca conectar, para lo cual se deben adelantar programas de restauración o enriquecimiento con especies nativas de la región. - Se puede tener en cuenta el Anexo 8. <i>“Guías Técnicas para la Restauración Ecológica de los Ecosistemas Colombianos”</i> del documento <i>“Plan Nacional de Restauración. Restauración ecológica, rehabilitación y recuperación de áreas disturbadas se establecen los atributos para tener en cuenta en la selección de especies en la restauración”</i>. - Los accesos deben ser al menos tan anchos como la estructura de paso. - Debe incluir estructuras de barrera o encauzamiento que limiten el acceso de la fauna al corredor vial.	
Figura 19: Ecoducto “Ecolink”, en Singapur, conecta dos áreas protegidas (Bukit Timah Nature Reserve, y Central Catchment Nature Reserve) pasando sobre la autopista Bikit Timah. Tiene una longitud de 62m y un ancho de 50m en el punto más estrecho	Figura 20: Túnel vial generando un paso de fauna superior con cobertura arbórea continua.

 Fuente: https://www.thefinder.com.sg/healthy-living/ask-the-experts/what-eco-link-bke-and-why-it-important/, consultado el 3 de abril de 2020	 Fuente: Darío Correa
Figura 21: Ecoducto para paso de la migración periódica de cangrejos entre el bosque y el mar, en Christmas Island (Australia)  Fuente: https://insh.world/nature/the-christmas-island-miracle-the-migration-of-the-bright-red-crab/, consultado el 5 de abril de 2020.	Figura 22: Ecoducto en la ruta 101 en Misiones, Argentina.  Fuente: https://www.argentinaforestal.com/2020/03/23/ciencia-en-accion-por-los-bosques-diego-varela-junto-al-equipo-de-investigadores-del-ceiba-aportan-conocimientos-estrategicos-para-la-conservacion-de-la-biodiversidad-del-bosque-atlantico/, consultado el 5 de abril de 2020.
Requisitos mínimos de mantenimiento - Riego de la vegetación durante los primeros años, para favorecer el establecimiento de las plantas sembradas y la germinación del banco de semillas. - Podas periódicas para garantizar ausencia de	Alternativas para la adecuación de estructuras existentes: - Adecuación, o adición de estructuras adosadas, de puentes de carreteras secundarias o terciarias que cruzan vías primarias. - Arborización de la parte superior de túneles existentes, y establecimiento de barreras de encauzamiento, para adecuarlos como pasos de fauna

obstáculos importantes, y para evitar el crecimiento hacia las áreas laterales de seguridad. - Inspección y mantenimiento periódico de las condiciones de la cobertura vegetal y del drenaje de la superficie de paso. - Inspección y mantenimiento periódico del drenaje y de las barreras perimetrales.									
Costo de construcción: Las especificaciones del ejemplo son: Falso túnel de 20m de ancho en terreno plano, con capacidad para soportar árboles en una franja central de 10m de ancho (incluye consideraciones de resistencia, manejo de aguas, resistencia a las raíces), y barreras laterales de seguridad semiopacas. <table border="1" data-bbox="488 905 1133 1171"> <tr> <td>Unidad</td><td>Unidad (obra completa)</td></tr> <tr> <td>Cantidad</td><td>1</td></tr> <tr> <td>Precio unitario (costo directo)</td><td>\$ 1.008.388.685</td></tr> <tr> <td>Valor total (costo directo)</td><td>\$ 1.008.388.685</td></tr> </table> -		Unidad	Unidad (obra completa)	Cantidad	1	Precio unitario (costo directo)	\$ 1.008.388.685	Valor total (costo directo)	\$ 1.008.388.685
Unidad	Unidad (obra completa)								
Cantidad	1								
Precio unitario (costo directo)	\$ 1.008.388.685								
Valor total (costo directo)	\$ 1.008.388.685								

Ficha 3. Paso inferior: Viaductos

Ficha 03: Paso inferior mediante Viaducto
Grupos de fauna a los que puede atender: Fauna terrestre en general y fauna acuática cuando se cruzan cuerpos de agua evitando o minimizando su intervención (revisar los requisitos para pasos de fauna acuática).
Generalidades: -Son puentes con más de 2 puntos de apoyo, y como pasos inferiores de fauna sirven para todo tipo de especies de fauna silvestre mientras sean suficientemente amplios. -Permiten mantener hábitats poco alterados en la superficie por debajo de ellos, albergando hasta coberturas arbóreas cuando el gálibo es suficiente. -Es la alternativa de mayor eficiencia como paso de fauna inferior, y reemplaza a la construcción de terraplenes con pasos inferiores (boxes o alcantarillas) espaciados entre sí. -Los viaductos de grandes dimensiones podrían albergar, además del paso de fauna, una franja para circulación de vehículos, en cuyo caso deberá contar una barrera de al menos 2,5m de altura (ver especificaciones para barreras, en la Ficha 10) entre los dos servicios, y la calzada vehicular debería situarse próxima a uno de los estribos. -
Condicionantes topográficas Es aplicable en todas las condiciones topográficas contempladas, con excepción de la condición en la cual la vía se encuentra por debajo de los dos taludes circundantes.
Figura 23: Estructura tipo – Viaducto



Fuente: Elaboración propia.

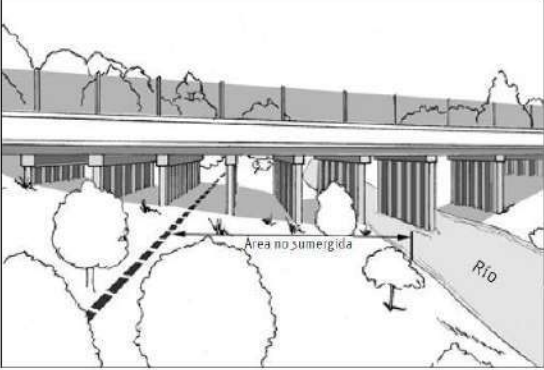
Requisitos mínimos de diseño:

- Dimensiones:
 - El área destinada a paso de fauna debe tener al menos 5m de ancho libre entre estructuras de apoyo, y al menos 3m de gálibo.
- La superficie de paso:
 - El sustrato debe ser como el de las áreas que se pretende conectar.
 - El sustrato debe ser adecuado (contenido orgánico, granulometría, profundidad, etc.) para el enraizamiento de la vegetación deseada.
 - El material de suelo a emplear debe provenir de áreas cercanas para garantizar que el banco de semillas y las micorrizas favorezcan el crecimiento de vegetación nativa de la región.
 - Incluir elementos como ramas o amontonamientos de piedras para proveer refugio para la fauna de menor tamaño. Mientras sea compatible con la seguridad del

Otras características para tener en cuenta:

- Si el viaducto no cruza un cuerpo de agua, se deben incluir elementos como charcas de agua para anfibios.
- En caso de no tener cobertura arbórea, se debe considerar la opción de incluir un puente de dosel adaptado a las condiciones del viaducto (por ejemplo, puede requerir reducción del gálibo).
- En estructuras donde se prevean (o registren) eventos de colisión de aves con vehículos, se deberán instalar elementos que aumenten la altura de las barandas externas aumentando su visibilidad.

Figura 24: Esquema de áreas bajo un viaducto

diseño de la estructura, debe favorecerse la presencia de vegetación arbustiva y arbórea. - Restauración de las áreas destinadas al paso de fauna que hayan sido intervenidas previamente, como por ejemplo las vías de servicio utilizadas para la construcción de las pilas o soportes. • Conectividad con las áreas de aproximación: - Debe incluir estructuras de barrera o encauzamiento que limiten el acceso de la fauna al corredor vial. • Otros requisitos: - Evitar o minimizar, durante la etapa constructiva, la intervención de la vegetación, el sustrato y el cauce.	 Fuente: (Quintero J. D., 2016). - Evitar el paso de vehículos por debajo del viaducto, o utilizar barreras físicas para separar las áreas de corredor vial de las áreas de paso de fauna.
Figura 25: Viaducto alto en el norte de Inglaterra. Minimiza la intervención en el río dando continuidad a los hábitats para la fauna.  Fuente: (Luell, y otros, 2003).	Figura 26: Viaducto alto que permite completa continuidad de hábitats para la fauna.  Fuente: (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente - España, 2015).
Figura 27: Viaducto bajo en la autopista A20 en Alemania. Minimiza la intervención en la llanura de inundación y elimina la necesidad de curvas horizontales en la vía.	Figura 28: Viaducto diseñado para minimizar la intervención en la llanura de inundación y eliminar la necesidad de curvas horizontales en la vía.

 Fuente: Fuente: (Luell, y otros, 2003).	 Fuente: (Federal Highway Administration - U.S. Department of Transportation, 2011).
Requisitos mínimos de mantenimiento - Monitoreo y poda periódica de la vegetación que pudiera acercarse a la estructura del tablero. - Monitoreo de la permeabilidad del paso de fauna, Inspección y mantenimiento periódico de las barreras.	Alternativas para la adecuación de estructuras existentes: Se pueden adaptar áreas de viaductos existentes, en los que la superficie de paso se encuentre alterada al punto de no ser viable como paso para fauna silvestre. - Fomentar el crecimiento de vegetación en el terreno por debajo del viaducto existente, para lo cual puede requerirse iniciar con la descompactación del suelo. - La vegetación a fomentar debe ser seleccionada para que no genere riesgo de afectación a la estructura, ya sea por el enraizamiento, o por daños en estructuras de drenaje ocasionados por las ramas. - Limitar el acceso de personas al área de paso de fauna.
Costo de construcción: Para el caso de un viaducto, se selecciona un ejemplo con las siguientes especificaciones: 70m de longitud, con estructura conformada por tres apoyos con cimentación profunda tipo caisson, 2 por apoyo. La pila central, conformada por columnas de diámetro 2 m. Sobre estos caisson, se construyen vigas cabezales, que sirven de apoyo de las tres vigas postensadas de 35 m de longitud en cada luz. En la parte central el viaducto tiene una altura libre de 18.65 m. • Cimentación: caisson estribo 1 y 2 de diámetro 1.50 m, y 10 m de profundidad. Dos en cada estribo. Para la Pila central, los caissons son de 2 m de diámetro y 17 m de profundidad. • Infraestructura: Estribos de sección 10.76 m x 2.10 m x 1.76 m con su respectivo espaldar. La pila central tiene dos columnas de 2 m de diámetro y altura 17 m, sobre estos se construye una viga cabezal de sección 10.36 m x 2.00 m x 1.76 m.	

- Superestructura: Conformada por 6 vigas postensadas (3 por luz) en sección “I” de 35 m de longitud y 2 m de altura. La losa superior tiene un ancho de 10.75 m con baranda de concreto a cada lado, para un ancho libre de 10 m.

Unidad	Viaducto de 70m
Cantidad	1
Precio unitario (costo directo)	\$ 2.222.325.237
Valor total (costo directo)	\$ 2.222.325.237

Ficha 4. Estructuras hidráulicas mayores: Puentes

Ficha 04: Estructuras hidráulicas mayores: puentes y pontones
Grupos de fauna a los que puede atender: Fauna terrestre en general y fauna acuática cuando se cruzan cuerpos de agua evitando o minimizando su intervención (revisar los requisitos para pasos de fauna acuática).
Generalidades: -Estructuras hidráulicas mayores que al ser utilizadas como paso de fauna actúan como soluciones de conectividad para todo tipo de fauna silvestre, siendo su única limitante, el gálibo. -Según el Manual de diseño geométrico de carreteras (Instituto Nacional de Vías - INVIAS, 2008), los pontones son estructuras de drenaje con luz menor o igual a 10m, mientras que la luz de los puentes es mayor a 10m. Se diferencian de los viaductos al tener como únicos puntos de apoyo los estribos en sus dos extremos. -Permiten mantener la continuidad de los ecosistemas con poca o ninguna alteración en la superficie por debajo de la estructura, cuando el gálibo es suficiente. -No se considerarán como pasos de fauna las áreas con pendientes superiores al 50%.
Condicionantes topográficas Si bien son empleados principalmente para salvar depresiones del terreno, son aplicables en todas las condiciones topográficas contempladas, con excepción de la condición en la cual la vía se encuentra por debajo de los dos taludes circundantes. Aunque se hace más simple en topografía plana, esta tipología es aplicable en todas las condiciones topográficas contempladas, variando únicamente la altura de los soportes y en menor medida la pendiente de la superficie de paso.
Figura 29: Estructura tipo – Puente y pontón



Fuente: Elaboración propia.

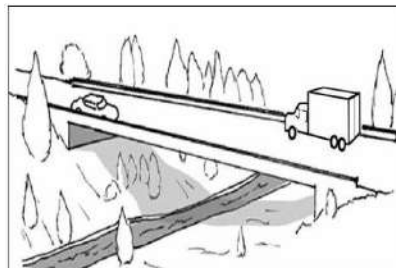
Requisitos mínimos de diseño:

- Dimensiones:
 - El área destinada a paso de fauna debe tener:
 - 0,5m de ancho libre y 1m de gálibo como dimensiones mínimas para fauna pequeña.
 - 1m de ancho y 4m de gálibo, como dimensiones mínimas para fauna grande.
- La superficie de paso:
 - El sustrato debe ser similar de las áreas que se pretende conectar.
 - El sustrato debe ser adecuado (contenido orgánico, granulometría, profundidad, etc.) para el enraizamiento de la vegetación deseada.
 - El material de suelo a emplear debe provenir de áreas cercanas para garantizar que el banco de semillas y las micorrizas favorezcan el crecimiento de vegetación nativa de la región.

Otras características para tener en cuenta:

- Idealmente, las pilas deben estar por fuera de las márgenes del cauce y de la ronda hídrica, garantizando así un paso seco durante todo el año por superficies con mínima intervención, y manteniendo las condiciones naturales del cauce y la ronda hídrica.
- Considerar la instalación de elementos desviadores de vuelo en los bordes de la calzada de servicio de puentes altos y/o largos, para reducir el riesgo de colisión de las aves con los vehículos en circulación.

Figura 30: Esquema de áreas bajo un puente



- Incluir elementos como ramas o amontonamientos de piedras para proveer refugio para la fauna de menor tamaño. Mientras sea compatible con la seguridad del diseño de la estructura, debe favorecerse la presencia de vegetación arbustiva y arbórea. • Conectividad con las áreas de aproximación: - Debe incluir estructuras de barrera o encauzamiento que limiten el acceso de la fauna al corredor vial. - La pendiente entre el paso de fauna y su entorno debe ser $\leq 30^\circ$.	Fuente: (Quintero J. D., 2016).
Figura 31: Puentes paralelos en autopista de doble calzada en el Parque Nacional Banff, en Canadá.  Fuente: (Luell, y otros, 2003).	Figura 32: Pontón de uso exclusivo para paso de fauna.  Fuente: Darío Correa.
Figura 33: Puente con pilas fuera de la ronda, dejando libre el paso de fauna terrestre y sin intervención el cauce.  Fuente: Darío Correa.	Figura 34: Pontón con paso de fauna en uno de sus lados.  Fuente: Darío Correa.

Requisitos mínimos de mantenimiento - Estar libre de elementos que obstaculicen el paso dentro de la estructura y en los accesos. - Mantenimiento de elementos orientados a proveer refugio para fauna de menor tamaño.	Alternativas para la adecuación de estructuras existentes: • En puentes y pontones en los que la superficie de paso se encuentre alterada al punto de no ser viable como paso para fauna silvestre: - Fomentar el enriquecimiento de vegetación en el terreno por debajo del viaducto existente, para lo cual puede requerirse iniciar con la descompactación del suelo. - La vegetación a fomentar debe ser seleccionada para que no genere riesgo de afectación a la estructura, ya sea por el enraizamiento, o por daños en estructuras de drenaje por el crecimiento de las ramas. - Limitar el acceso de personas al área de paso de fauna. • En puentes y pontones en los que no haya opciones de paso de fauna terrestre por ausencia de espacio entre las pilas y el cauce, o por tener una pendiente superior al 50% en el talud de la orilla del cauce: - Adecuar pasarelas adosadas a las pilas del puente o pontón. Estas deben tener las siguientes dimensiones mínimas: ▪ 0,5m de ancho libre y 1m de gálibo, como dimensiones mínimas para fauna pequeña. ▪ 1m de ancho y 4m de gálibo, como dimensiones mínimas para fauna grande.
Costo de construcción: Para el caso de un puente, se selecciona un ejemplo con las siguientes especificaciones: 25m de luz, sobre un cauce de 15m de ancho, dejando 5m de ronda hídrica a cada lado y 8m de gálibo sobre el cauce. Estribos con fundación profunda, vigas en concreto postensadas; 11m de ancho incluyendo 2 bermas de 1m, andén de 1m en ambos costados, y barreras vehiculares en ambos lados.	

Unidad	Unidad (obra completa)
Cantidad	1
Precio unitario (costo directo)	\$ 1.471.123.427
Valor total (costo directo)	\$ 1.471.123.427

Para el caso de la construcción de un pontón de 8m de luz, con cimentación superficial tipo zapata, y un vástago o muro sobre estas. Vástago que sirve de apoyo de la losa reforzada. El pontón tiene una altura libre de 5.50 m. Cimentación con zapata de sección 12 m x 3 m x 0.50 m; Infraestructura: Vástagos en cada extremo de sección 12 m x 5.80 m x 0.70 m, sobre estos se apoya una losa reforzada; Superestructura: Losa reforzada de con un ancho de 10.75 m con baranda de concreto a cada lado, para un ancho libre de 10 m, y un espesor de 0.80 m.

Unidad	Unidad (obra completa)
Cantidad	1
Precio unitario (costo directo)	\$ 329.376.643
Valor total (costo directo)	\$ 329.376.643

Si en lugar de tratarse de un proyecto de construcción, se tratase de un reemplazo de puente vehicular, retirando por ejemplo un puente de 15m de luz en el que el cauce no tiene ronda libre, para reemplazarlo por el puente del ejemplo anterior, los costos son:

Unidad	Unidad (obra completa)
Cantidad	1
Precio unitario (costo directo)	\$ 1.475.918.560
Valor total (costo directo)	\$ 1.475.918.560

Ficha 5. Estructuras hidráulicas menores: Box culvert (alcantarillas de sección cuadrada)

Ficha 05: Estructuras hidráulicas menores: Box culvert	
Grupos de fauna a los que puede atender: Fauna terrestre en general y fauna acuática cuando se cruzan cuerpos de agua evitando o minimizando su intervención (revisar los requisitos para pasos de fauna acuática).	
Generalidades: • Son alcantarillas de sección cuadrada, generalmente de más de 1m de altura y ancho. • Suelen ser muy pequeñas como para incorporar una parte de la ronda de protección del cauce, razón por la cual, para ser consideradas como paso seguro de fauna terrestre, deben incluir una estructura adicional que actúe como paso seco permanentemente. • La estructura debe estar diseñada para mantener los caudales máximos de diseño a un nivel inferior al paso seco.	
Condicionantes topográficas A menos que canalicen una corriente de agua, no resulta práctico en las siguientes condiciones:	
	Cuando uno o sus dos extremos se ubiquen muy cerca de un talud con pendiente positiva pronunciada, ya que exigiría retirar una gran cantidad de material para construir accesos mediante rampas con pendiente $\leq 30^\circ$. Adicionalmente, requerirían obras adicionales de drenaje para mantener la condición de paso seco durante la totalidad del año.
Fotografía de estructura tipo	
Figura 35: Estructura tipo – Box con pasarelas elevadas  Fuente: Elaboración propia.	Figura 36: Estructura tipo – Box con pasarelas bajas  Fuente: Elaboración propia.
Requisitos mínimos de diseño: • Dimensiones: - Para el caso de los Box culvert que además de conducir agua fungen	Otras características para tener en cuenta: - En las estructuras con 3m o más de altura, se puede agregar una cuerda u

como pasos de fauna, el área destinada a paso de fauna debe tener al menos:

- 0,3m de ancho libre y 0,5m de gálibo, para fauna pequeña.
- 0,5m de ancho libre y 1m de gálibo, para fauna mediana.
- 1m de ancho y 4m de gálibo, para fauna grande.

- Para el caso de los Box culvert que se dedican enteramente a paso de fauna, se deben garantizar las siguientes dimensiones mínimas:

- Para fauna pequeña: ancho 1m, alto 1m, índice de apertura 0,2.
- Para fauna mediana: ancho 2m, alto 2m, índice de apertura 0,4.
- Para fauna grande: ancho 2m, alto 4m, índice de apertura 0,73.

- La superficie de paso:

- En las estructuras de dedicación exclusiva al paso de fauna, el sustrato debe ser similar al de las áreas que se pretende conectar y en ella no se deben generar empozamientos.

- Debe incluir estructuras de barrera o encauzamiento que limiten el acceso de la fauna al corredor vial.

- La pendiente entre el paso de fauna y su entorno debe ser $\leq 30^\circ$.

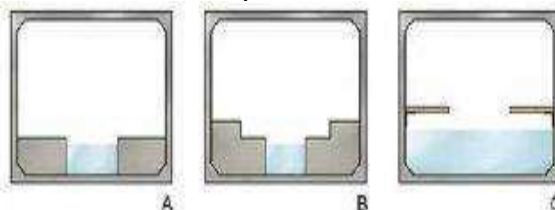
- Evitar las pasarelas en superficie metálica, por su corta vida ante la corrosión y por los riesgos de generar bordes afilados que generen cortes y heridas a los individuos.

- Agregar elementos para proporcionar refugio a fauna pequeña, por ejemplo, ramas o hileras de rocas.

- Conectividad con las áreas de aproximación:

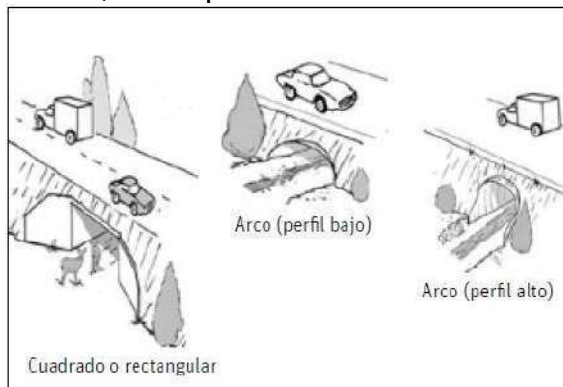
otros elementos rígidos que permitan elaborar versiones simples de pasos arbóreos que serían utilizados principalmente por marsupiales y roedores.

Figura 37_: Secciones transversales de Box culverts con pasos de fauna.



Fuente: (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente - España, 2015).

Figura 38: Opciones de diseño de Box-culvert, como pasos de fauna.



Fuente: (Quintero J. D., Guía de buenas prácticas para carreteras ambientalmente amigables, 2106)

- El sustrato debe ser como el de las áreas que se pretende conectar.
 - El sustrato debe ser adecuado (contenido orgánico, granulometría, profundidad, etc.) para el enraizamiento de la vegetación deseada.
 - El material de suelo a emplear debe provenir de áreas cercanas para garantizar que el banco de semillas y las micorrizas favorezcan en crecimiento de vegetación nativa de la región.
 - Incluir elementos como ramas o amontonamientos de piedras para proveer refugio para la fauna de menor tamaño. mientras sea compatible con la seguridad del diseño de la estructura, debe favorecerse la presencia de vegetación arbustiva y arbórea.
- Otros requisitos:
- Las barreras deben incluir la parte superior de la estructura,

Figura 39: Box culvert en Kenia, para paso de elefantes.



Fuente: (Straziuso, 2011)

Figura 40: Box culvert con pasarelas a ambos lados.



Fuente: (van der Grift & van der Sluis, Design of an ecological network for Piano di Navelli (Abruzzo), 2003)

Figura 41: Box para fauna pequeña (ancho 1,2m, alto 0,8m, largo 40m.), en la carretera A50 en Holanda.



Fuente: (Luell, y otros, 2003)..

Figura 42: Box culvert con pasarelas a ambos lados.



Fuente: Darío Correa.

Requisitos mínimos de mantenimiento

- Retirar los elementos que obstaculicen el paso dentro de la estructura y en los accesos.
- Mantenimiento de elementos orientados a proveer refugio para fauna de menor tamaño.

Alternativas para la adecuación de estructuras existentes:

- Cuando se trate de estructuras subdimensionadas respecto a los caudales de diseño, se deben implementar pasarelas adosadas a las paredes laterales, de modo que permitan el tránsito de fauna pequeña (implica el acondicionamiento de accesos).
- En estructuras donde no se puedan acondicionar las pasarelas, se deberá optar por reemplazarlas por estructuras similares de mayor capacidad, o por adicionar otra estructura, o por establecer varias estructuras adicionales aledañas.

Figura 43: Alternativa de adaptación de un box hidráulico agregando dos alcantarillas para paso de fauna seco.



Fuente: (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, 2015)

Costo de construcción:

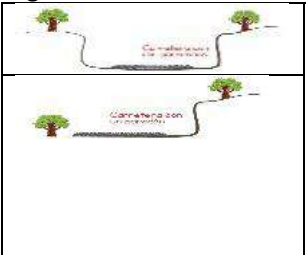
Para el caso de un box culvert, se selecciona un ejemplo con las siguientes especificaciones: 4m de ancho x 3m de alto, que incluya pasarelas de 50cm de ancho (paso de fauna) en ambos lados:

Unidad	Unidad (obra completa)
Cantidad	1
Precio unitario (costo directo)	\$ 156.090.319
Valor total (costo directo)	\$ 156.090.319

Se propone como ejemplo, el cambio de una alcantarilla de 90cm de diámetro por un box culvert con las características del ejemplo anterior:

Unidad	Unidad (obra completa)
Cantidad	1
Precio unitario (costo directo)	\$ 167.994.537
Valor total (costo directo)	\$ 167.994.537

Ficha 6. Estructuras hidráulicas menores: Alcantarillas

Ficha 06: Estructuras hidráulicas menores: Alcantarilla	
Grupos de fauna a los que puede atender: Fauna terrestre mediana y pequeña.	
Generalidades: -Hace referencia específicamente a las alcantarillas de sección redonda. -En nuestro medio suelen ser de entre 45 y 120 cm de diámetro, aunque en algunos casos se utilizan tubos de concreto reforzado de hasta 365 cm de diámetro. -Para ser consideradas como paso de fauna, deben mantener un paso seco permanente, siendo preferibles las alcantarillas diseñadas de forma específica como paso de fauna terrestre (por lo tanto, sin conducción de agua). Para adaptar una alcantarilla diseñada para conducción de agua, se debe implementar una plataforma que sirva como paso seco permanente. -Para el caso de las alcantarillas dedicadas exclusivamente para paso de fauna. Se tomará como ancho del paso solamente el radio de la estructura. Esto, en razón a que la fauna terrestre solo podría caminar por el segmento inferior de la circunferencia, que para el caso será definido como la cuerda (en el concepto geométrico) resultante de un ángulo de 60 grados, la cual tiene una longitud igual al radio de la circunferencia.	
Condicionantes topográficas A menos que canalicen una corriente de agua, no resulta práctico en las siguientes condiciones:	
	Cuando uno o sus dos extremos se ubicarían muy cerca de un talud con pendiente positiva pronunciada ya que exigiría retirar una gran cantidad de material para construir accesos mediante rampas con pendiente $\leq 30^\circ$. Adicionalmente, requerirían obras adicionales de drenaje para mantener la condición de paso seco durante la totalidad del año.
Figura 44: Estructura tipo – Alcantarilla redonda	



Fuente: Elaboración propia.

Requisitos mínimos de diseño:

- Dimensiones:
 - Para el caso de las alcantarillas que además de conducir agua fungen como pasos de fauna, el área destinada a paso de fauna debe tener al menos:
 - Al menos 0,3m de ancho libre y 0,5m de gálibo, para fauna pequeña.
 - Al menos 0,5m de ancho libre y 1m de gálibo, para fauna mediana.
 - Al menos 1m de ancho y 4m de gálibo, para fauna grande.
 - Para el caso de las alcantarillas que se dedican enteramente a paso de fauna, se deben garantizar las siguientes dimensiones mínimas:
 - Para fauna pequeña: diámetro 0,9m, índice de apertura 0,2.
 - Para fauna mediana: diámetro 1,5m, índice de apertura 0,4.
 - Para fauna grande: diámetro 3,7m, índice de apertura 0,73.

Otras características para tener en cuenta:

- En las estructuras con 3m o más de altura, se puede agregar una cuerda u otros elementos rígidos que permitan elaborar versiones simples de pasos arbóreos que serían utilizados principalmente por marsupiales y roedores.

Figura 45: Tubos para proporcionar refugio a especies de tamaño pequeño. en una alcantarilla con dedicación exclusiva a paso de fauna de especies medianas..

- La superficie de paso:
 - En lo posible, especialmente en las estructuras de dedicación exclusiva a paso de fauna, el sustrato debe ser similar al de las áreas que se pretende conectar y en ella no se deben generar empozamientos.
 - Debe incluir estructuras de barrera o encauzamiento que limiten el acceso de la fauna al corredor vial.
 - La pendiente entre el paso de fauna y su entorno debe ser $\leq 30^\circ$.
 - Evitar las pasarelas en superficie metálica, por su corta vida ante la corrosión y por los riesgos de generar heridas.
 - Agregar elementos para proporcionar refugio a fauna pequeña, por ejemplo, ramas o hileras de rocas.

- Conectividad con las áreas de aproximación:
 - El sustrato debe ser como el de las áreas que se pretende conectar.
 - El sustrato debe ser adecuado (contenido orgánico, granulometría, profundidad, etc.) para el enraizamiento de la vegetación deseada.
 - El material de suelo a emplear debe provenir de áreas cercanas para garantizar que el banco de semillas y las micorrizas favorezcan en crecimiento de vegetación nativa de la región.
 - Incluir elementos como ramas o amontonamientos de piedras para proveer refugio para la fauna de menor tamaño. mientras sea compatible con la seguridad del diseño de la estructura, debe favorecerse la presencia de vegetación arbustiva y arbórea.



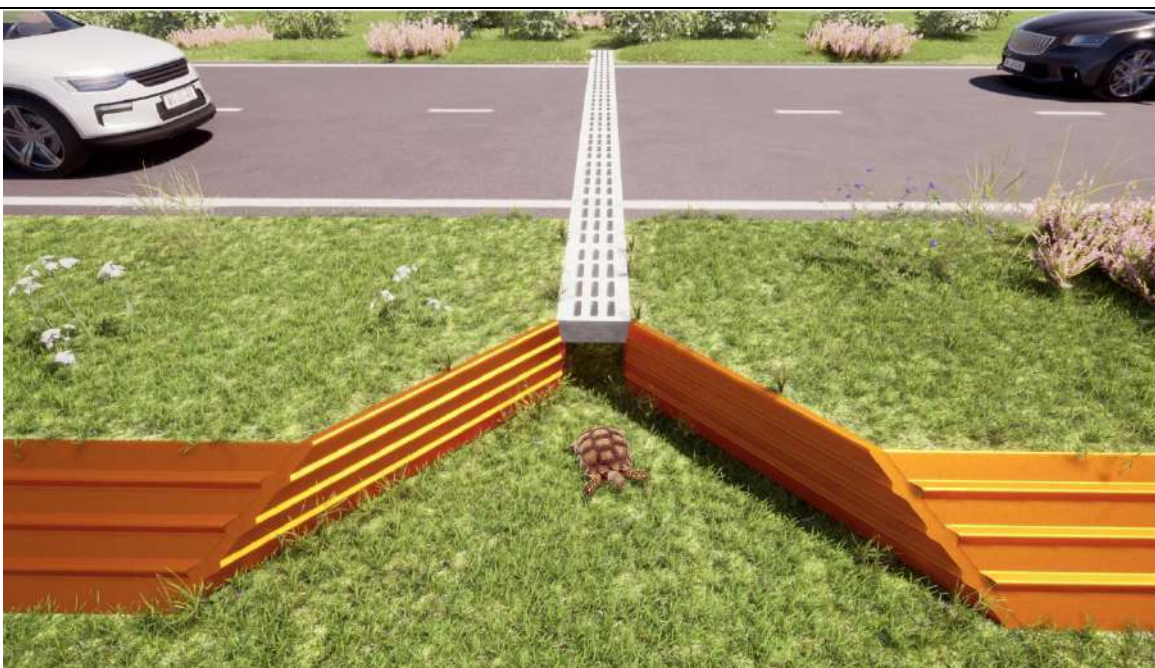
Fuente: (Federal Highway Administration - U.S. Department of Transportation, 2011).

• Otros requisitos: - Las barreras deben incluir la parte superior de la estructura,	
Figura 46: Alcantarilla para fauna pequeña, con recuperación de la vegetación circundante.  Fuente: Darío Correa.	Figura 47: Batería de tres alcantarillas.  Fuente: Darío Correa.
Requisitos mínimos de mantenimiento - Despeje de elementos que obstaculicen el paso dentro de la estructura y en los accesos. Mantenimiento de elementos orientados a proveer refugio para fauna de menor tamaño.	Alternativas para la adecuación de estructuras existentes: - Cuando se trate de estructuras con un área libre respecto a los caudales de diseño, se podrían implementar pasarelas adosadas a las paredes laterales, de modo que permitan el tránsito de fauna pequeña (implica el acondicionamiento de accesos). Figura 48: Hilera de piedras generar un paso seco en una alcantarilla con poco flujo de agua. 

	Fuente: (Federal Highway Administration - U.S. Department of Transportation, 2011).																
Costo de construcción: Las especificaciones del ejemplo son: alcantarilla de sección redonda en concreto, de 90 cm de diámetro: <table> <tr> <td>Unidad</td><td>Unidad (obra completa)</td></tr> <tr> <td>Cantidad</td><td>1</td></tr> <tr> <td>Precio unitario (costo directo)</td><td>\$ 17.274.785</td></tr> <tr> <td>Valor total (costo directo)</td><td>\$ 17.274.785</td></tr> </table> En el caso de reemplazar una alcantarilla de 60cm de diámetro por dos alcantarillas de 90cm de diámetro (puede dedicarse una a conducción hidráulica, y la otra al paso de fauna): <table> <tr> <td>Unidad</td><td>Unidad (obra completa)</td></tr> <tr> <td>Cantidad</td><td>2</td></tr> <tr> <td>Precio unitario (costo directo)</td><td>\$ 65.166.358</td></tr> <tr> <td>Valor total (costo directo)</td><td>\$ 65.166.358</td></tr> </table>		Unidad	Unidad (obra completa)	Cantidad	1	Precio unitario (costo directo)	\$ 17.274.785	Valor total (costo directo)	\$ 17.274.785	Unidad	Unidad (obra completa)	Cantidad	2	Precio unitario (costo directo)	\$ 65.166.358	Valor total (costo directo)	\$ 65.166.358
Unidad	Unidad (obra completa)																
Cantidad	1																
Precio unitario (costo directo)	\$ 17.274.785																
Valor total (costo directo)	\$ 17.274.785																
Unidad	Unidad (obra completa)																
Cantidad	2																
Precio unitario (costo directo)	\$ 65.166.358																
Valor total (costo directo)	\$ 65.166.358																

Ficha 7. Zanjas abiertas o alcantarillas superficiales

Ficha 07: Zanjas abiertas o alcantarillas superficiales
Grupos de fauna a los que puede atender: Fauna terrestre pequeña, incluyendo invertebrados, anfibios, reptiles, y pequeños mamíferos.
Generalidades: - Para permitir un paso seguro para fauna de menor tamaño, como anfibios (ranas, y salamandras) y reptiles (lagartijas y tortugas terrestres), pequeños mamíferos (ratones, chuchas, armadillos, entre otros). Se ha utilizado exitosamente también como paso de fauna para cangrejos de la familia Gecarcinidae en sus migraciones entre áreas boscosas y el mar. - Por ser específicos para algunas especies, su localización debe restringirse a las áreas en que el análisis de conectividad funcional y/o las observaciones <i>in situ</i> indiquen que hay o podría haber rutas de desplazamiento. - Consiste en un paso de sección rectangular (para facilitar el desplazamiento de los anfibios) en la que la parte superior cuenta con orificios de ventilación y por los que ingresa la luz del sol. - Son estructuras dedicadas exclusivamente a la función de paso de fauna, no tienen funcionalidad para el drenaje de aguas de escorrentía y deben permanecer libres de encharcamientos para no comprometer en ningún momento su funcionalidad.
Condicionantes topográficas Es aplicable en todas las condiciones topográficas, siempre y cuando se garanticen que se encuentra por encima del nivel de las aguas, las cunetas y/o del terreno circundante, de modo tal que no sea objeto de canalización de escorrentías, ni de retención de agua.
Figura 49: Estructura tipo – Alcantarilla superficial



Fuente: Elaboración propia.

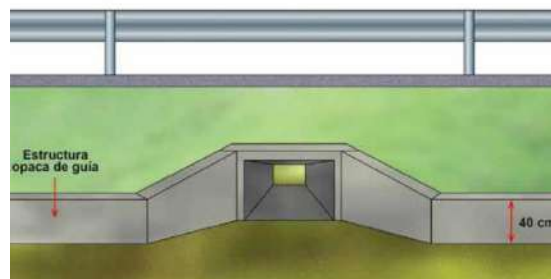
Requisitos mínimos de diseño:

- Dimensiones:
 - Al menos 0,4m de ancho y 0,3m de alto, manteniendo coeficiente de apertura ≥ 0.01 .
- La superficie de paso:
 - Debe tener una cobertura ligera de arena o suelo, que coincida con el suelo de las áreas circundantes.
- Conectividad con las áreas de aproximación:
 - En las superficies de aproximación y en el acceso se deben evitar escalones o rampas con pendientes superiores al 15%.
 - Debe mantener vegetación arbustiva de porte bajo, que sin dificultar el paso de los animales, los oculte parcialmente de depredadores.
- Otros requisitos:
 - Las barreras deben tener al menos 40cm de altura, ser de un material sin orificios y de baja fricción, y deben

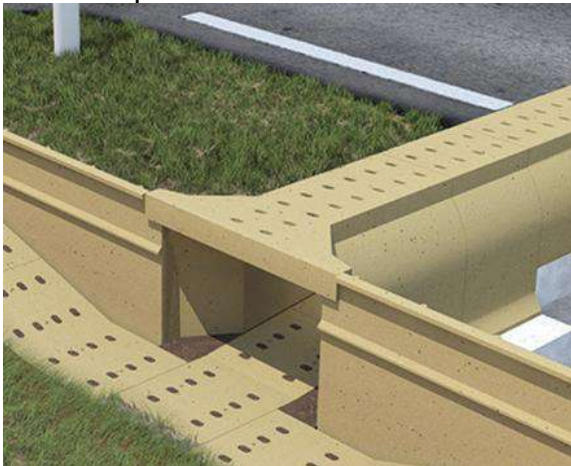
Otras características para tener en cuenta:

- Para facilitar el mantenimiento, se recomienda que la parte superior de la estructura, o al menos el 50% de ella pueda ser removido periódicamente para retirar de forma eficiente el material acumulado.

Figura 50: Esquema general para paso de anfibios.



Fuente: (Federal Highway Administration - U.S. Department of Transportation, 2011).

incluir una pestaña superior que evite que sean escaladas. - Las barreras deben conducir directamente hacia los pasos.	
Figura 51: Alcantarilla superficial en módulos prefabricados.  Fuente: www.acousa.com, consultada el 3 de marzo de 2020.	Figura 52: Alcantarilla superficial para paso de cangrejos en Christmas Island, Australia.  Fuente: https://www.christmas.net.au/20km-of-barriers-31-underpasses-and-1-bridge-getting-ready-for-the-great-crab-migration/, consultada el 4 de marzo de 2020.
Figura 53: Paso de anfibios, con estructura de guía en embudo.  Fuente: (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, 2015).	Figura 54: Paso de anfibios o alcantarilla superficial  Fuente: (Luell, y otros, 2003).
Requisitos mínimos de mantenimiento - Inspección frecuente para retirar sedimentos y residuos (las aperturas superiores hacia la superficie de rodadura de la vía hacen que el	Alternativas para la adecuación de estructuras existentes: - Cuando se trate de estructuras hidráulicas con un área libre respecto a los caudales de diseño, se podrían implementar pasarelas adosadas a

mantenimiento se requiera con mayor frecuencia que en otras estructuras).

- Inspección frecuente (y corrección donde sea necesario) de las barreras, verificando su continuidad, los sistemas de escape, y el estado de la pestaña superior.

Figura 55: Mantenimiento de una alcantarilla superficial de gran tamaño, diseñada para paso de cangrejos en Christmas Island, Australia.



Fuente:

<https://www.christmas.net.au/20km-of-barriers-31-underpasses-and-1-bridge-getting-ready-for-the-great-crab-migration/>, consultada el 4 de marzo de 2020.

las paredes laterales, de modo que permitan el tránsito de fauna pequeña (implica el acondicionamiento de accesos).

Figura 56: Hilera de piedras generar un paso seco en una alcantarilla con poco flujo de agua.



Fuente: (Federal Highway Administration - U.S. Department of Transportation, 2011).

Costo de construcción:

Para este tipo de estructura se selecciona un ejemplo con las siguientes especificaciones: zanja de 30cm de altura y 40cm de ancho, por 10m de largo, con losas removibles en concreto con orificios para ventilación. Incluye las adecuaciones de acceso (aletas), y 2m de barreras con pestañas o salientes que impidan que los individuos de fauna pequeña escalen o escapen.

Unidad	Unidad (obra completa)
Cantidad	1
Precio unitario (costo directo)	\$ 7.407.258
Valor total (costo directo)	\$ 7.407.258

Ficha 8. Pasos para fauna acuática

Ficha 08: Pasos para fauna acuática
Grupos de fauna a los que puede atender: Fauna acuática, diseñadas principalmente para el paso de peces, pero abarcando soluciones de movilidad para mamíferos acuáticos e invertebrados.
Generalidades: • Estructuras de diferentes tipologías constructivas, con características comunes que permiten a la fauna pasar de un lado al otro de la vía utilizando el cauce como paso seguro. • En condiciones ideales, mantienen intacta la integridad del cauce, sin alteraciones en el sustrato ni en las condiciones de flujo del agua. • El diseño de la estructura de drenaje debe garantizar que no se producirán fenómenos de socavación u otros efectos que puedan alterar el flujo del agua. Especialmente se debe evitar la formación de desniveles que generen obstáculos que dificulten el tránsito de la fauna acuática. • Para el caso de dobles calzadas u otra infraestructura con derechos de vía superiores a 20 metros, se deberá garantizar el acceso de luz y ventilación, para lo cual se debe considerar la interrupción de la estructura de drenaje en el separador. • Si bien en algunos tipos de infraestructura, principalmente en presas, se emplear soluciones de paso de fauna acuática como las “escaleras de peces”, se debe tener claridad sobre las limitaciones de movilidad que puedan tener las especies de peces para las cuales se construye la estructura, así como los costos de mantenimiento de las mismas. • Se recomienda que las estructuras sean amplias, tanto para acoger crecientes del cauce, como para permitir el paso de las especies de fauna acuática que evitan tramos del cuerpo de agua con poca luz (Department of Transport and Main Roads, 2010). • Se hace claridad en que los pasos para fauna acuática que se tienen en cuenta en este documento se refieren a las obras de drenaje de los cruces entre los cuerpos de agua y sus rondas y la infraestructura vial.
Condicionantes topográficas Únicamente es aplicable cuando se implementa en un cauce ya sea natural o artificial, y cuando la pendiente del cauce logra ser superada por las características de movilidad de las especies focales.
Figura 57: Estructura tipo – Paso para fauna acuática



Fuente: Elaboración propia.

Requisitos mínimos de diseño:

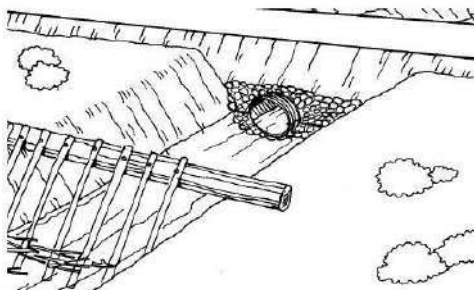
Dado que en esta categoría confluyen diversas tipologías de estructuras, no se establecen dimensiones específicas para el diseño.

Se debe evitar toda intervención del cauce y de su ronda hídrica, manteniendo las estructuras de apoyo por fuera de la misma (con el fin de no interrumpir el paso de la fauna terrestre).

Para las estructuras de drenaje menores (alcantarillas y box culvert), se recomienda emplear estructuras de sección abierta que permitan mantener el sustrato original del cauce, o en su defecto, emplear estructuras de sección cerrada que entonces deben ser instaladas de modo tal que queden hundidas en el terreno y se puedan recrear las condiciones del fondo o sustrato del lecho del cauce.

Otras características para tener en cuenta:

- La presencia de pequeñas áreas de remanso en el descole podrían facilitar que los peces remonten el cauce.
- En cauces permanentes o estacionales, la instalación de rejas metálicas que eviten la entrada de elementos que puedan obstruir o reducir el caudal.
- Para reducir la velocidad y turbulencia del agua, se pueden instalar disipadores, aunque esto implica un aumento en la frecuencia de mantenimiento el sedimento se acumula en ellos reduciendo su eficiencia (Department of Transport and Main Roads, 2010). Una opción alterna (por experimentar en el país) es la ubicación de elementos con superficies irregulares como cuerdas muy desgastadas (“mussel spat ropes”) que generen reducción de velocidad y turbulencia creando puntos donde los organismos puedan “descansar” del esfuerzo de avanzar en contra de la corriente (David, Tonkin, Taipeti, & Hokianga, 2014), (Ottburg & Blank, 2015), (CTC & Associates, 2018).

• Conservación de la fisonomía natural del cauce en el paso: - Mantener condiciones similares a las condiciones naturales de turbulencia y velocidad de flujo del agua, de composición del sustrato, y de presencia de vegetación en las orillas de modo que la fauna acuática pueda desplazarse tanto a favor como en contra de la corriente. - Minimizar la longitud de intervención, el ancho del cauce y la pendiente de este evitando desniveles o turbulencias que generen condiciones de flujo diferentes a las naturales. - En todos los casos, la estructura deberá permitir que en su interior se mantenga una lámina de agua acorde a las condiciones particulares del cauce y de las condiciones climáticas. • Conectividad con las áreas de aproximación: - Evitar desniveles o turbulencias que generen condiciones de flujo diferentes a las naturales. No podrán ser consideradas como paso para fauna acuática aquellas estructuras que presenten en el encole y/o en el descole, desniveles pronunciados o áreas de turbulencia que limiten el paso de los peces.	Figura 58: Ejemplo de rejilla para prevenir el ingreso de elementos grandes al paso de fauna acuática.  Fuente: (Keller & Sherar, 2004).
Figura 59: Uso de una alcantarilla de sección abierta, para minimizar la intervención del cauce.	Figura 60: Puente sobre el río Cauca, en Paletará, Cauca, con el cauce libre de intervención.

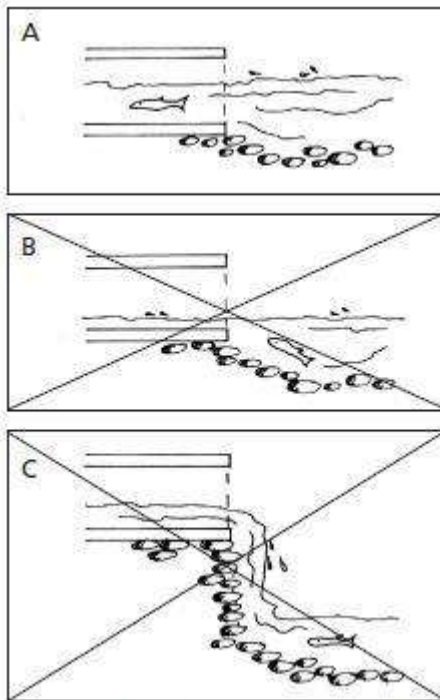


Fuente: (Keller & Sherar, 2004).



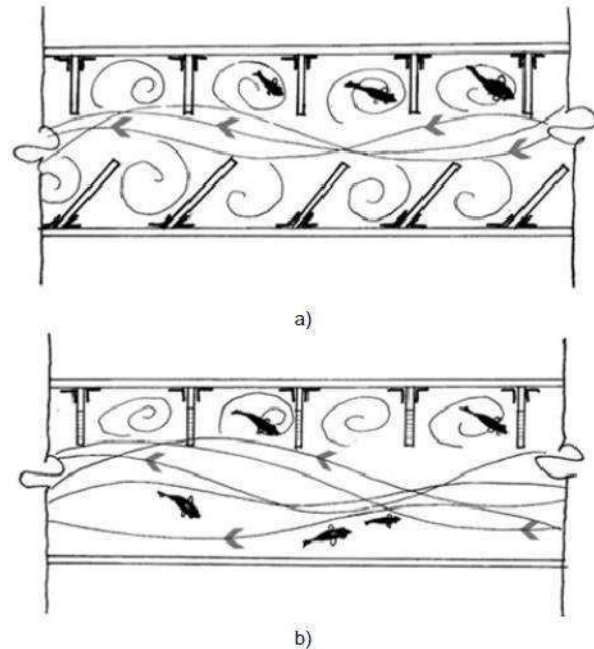
Fuente: Darío Correa.

Figura 61: Situaciones a evitar en el descole.



Fuente: (Luell, y otros, 2003).

Figura 62: Uso de disipadores de energía (en uno y en ambos lados) para facilitar el paso de fauna acuática.



Fuente: (Department of Transport and Main Roads, 2010).

Requisitos mínimos de mantenimiento

- Retiro de residuos y elementos que obstaculicen el flujo del agua y/o que alteren las condiciones de este.
- Dragado periódico de las zonas de remanso en el descole.
- Limpieza periódica en los deflectores y/o en las rejillas del encole, junto con inspección de su

Alternativas para la adecuación de estructuras existentes:

- Eliminar las condiciones de socavación y desniveles en encoles y descoles (puede requerir la reinstalación de la estructura).
- Reducir la velocidad del agua y generar remansos mediante disipadores y/o cuerdas (mussel ropes).

estado e implementación del mantenimiento preventivo y correctivo que sea necesario.	- Establecer áreas de remanso en el encole y el descole
Costo de construcción: Las especificaciones de un pontón de 10m de luz y 5m de gálibo:	
Unidad	Unidad (obra completa)
Cantidad	1
Precio unitario (costo directo)	\$ 411.720.804
Valor total (costo directo)	\$ 411.720.804
En el caso de reemplazar un box de 5m de ancho por el pontón del ejemplo, para rehabilitar la funcionalidad del cauce y la ronda hídrica dejando como mínimo 2m libres a cada lado de la estructura que pueda ser empleada como paso de fauna terrestre:	
Unidad	Unidad (obra completa)
Cantidad	2
Precio unitario (costo directo)	\$ 453.653.759
Valor total (costo directo)	\$ 453.653.759

Ficha 9. Barreras para encauzar la fauna hacia el paso seguro

Ficha 09: Barreras para encauzar la fauna hacia el paso seguro
Grupos de fauna a los que puede atender: Fauna terrestre, incluyendo fauna arborícola.
Generalidades: -Deben ubicarse en tramos identificados como de alto riesgo de atropellamiento de fauna silvestre, como complemento a las estructuras de paso de fauna terrestre para cumplir dos funciones a saber: evitar el acceso de la fauna al corredor vial, y encauzar a la fauna hacia las estructuras de paso seguro. -El diseño específico debe definirse a partir del análisis de la movilidad de la fauna afectada por el efecto barrera generado por la infraestructura vial, esto incluye

variables como su altura sobre el suelo y su resistencia a embates de algunas especies.

- La barrera debe instalarse de tal forma que no queden espacios entre ella y el sustrato, y debe estar asegurada a él de modo que no permita el paso de pequeños animales que puedan empujar su borde inferior.
- En caso de emplear elementos reticulados para la barrera, estos deben tener los puntos de cruce (nodos de la retícula) fijos para evitar que atrapen las extremidades de los animales.

Estructura tipo:

Figura 63: Estructura tipo – Barrera



Fuente: Elaboración propia.

Figura 64: Detalle de la parte inferior de la barrera, con dispositivo antiescalada.



Fuente: Elaboración propia.

Dimensiones

Las dimensiones específicas, las características de diseño y los materiales de construcción de cada barrera deben responder a las características de la fauna local, Como punto de partida se establecen las siguientes:

- Altura sobre el terreno: 1,8m.
- Material: Malla electrosoldada con ojo de 10cm, con una banda inferior de 0,4m de mayor densidad, o en otro material (para fauna pequeña).
- En áreas de suelo profundo, debe tener continuidad al menos 0,2m bajo el suelo, para desestimular el paso de fauna fosorial.
- La altura de la malla puede ser variable en función de al pendiente del área circundante. Si la vía discurre en terraplén, la malla ubicada en el talud puede ser un poco más baja ya que el terraplén aumentará su altura, caso contrario a cuando el talud tiene pendiente positiva, que la altura de la barrera deberá aumentarse ya que la pendiente facilita que sea sobrepasada de un salto.
- Los soportes deben ubicarse del lado del corredor vial para evitar que se conviertan en elementos por los cuales la fauna acceda la parte superior de la barrera.
- Para efectos de facilitar la inspección periódica y los trabajos de mantenimiento que se requieran, es aconsejable dejar un corredor de servicio (por fuera del corredor vial) entre la barrera y la pantalla vegetal, o entre la barrera y la vegetación arbustiva y/o arbórea. Este espacio

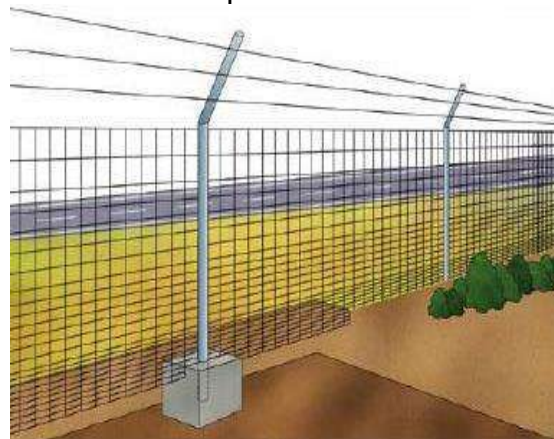
facilitará adicionalmente la poda de la vegetación que pudiera alcanzar la barrera y servir de acceso a su borde superior.

Figura 65: Combinación de barrera y pantalla vegetal.



Fuente: (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, 2015).

Figura 66: Barrera con borde superior en ángulo hacia el exterior (fuera del corredor vial), y aumento de la densidad en la parte inferior.



Fuente: (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, 2015).

Figura 67: Barrera en cerco de alambre, sobre la entrada de una alcantarilla diseñada como paso de fauna.



Fuente: (Federal Highway Administration - U.S. Department of Transportation, 2011).

Figura 68: Adaptación de la barrera en depresiones y/o cruce de cauces o desagües.



Fuente: (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, 2015).

- Para el caso de pequeños mamíferos, anfibios e invertebrados, la barrera desde la que debe partir el análisis es de 40cm de altura sobre el sustrato, de un material continuo con bajo coeficiente de fricción, y contar con una pestaña en la parte alta que evite que superen esta barrera.

Figura 69: Estructura opaca de metal para guiar a la fauna más pequeña hacia el paso seguro.



Fuente: (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, 2015).

Figura 70: Barrera provisional para anfibios y reptiles.



Fuente: (Federal Highway Administration - U.S. Department of Transportation, 2011).

Extensión y extremos

La extensión de la barrera debe responder al análisis de la conectividad funcional como herramienta para identificar las áreas por las cuales la fauna silvestre podría acercarse al corredor vial. Se establecen los siguientes parámetros:

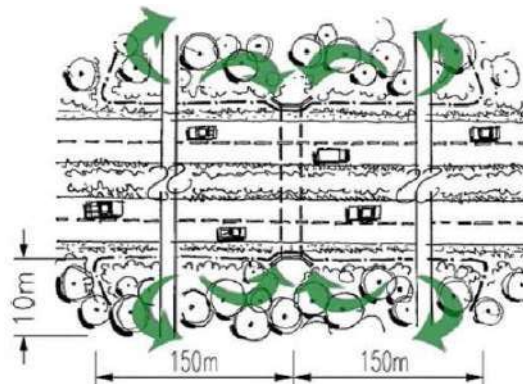
- Debe terminar en tramos de la vía que sean rectos.
- En los extremos se debe considerar la instalación de un área con sustrato irregular como cascajo, para desestimular el paso de la fauna hacia el corredor vial.
- Los extremos de la barrera deben estar curvados hacia el exterior del corredor vial.

Figura 71: Lecho de piedras utilizado como cambio de sustrato al final de la barrera.



Fuente: (Federal Highway Administration - U.S. Department of Transportation, 2011).

Figura 72: Cerramiento de la barrera en sus extremos.



Fuente: (Department of Transport and Main Roads, 2010).

- La longitud de la barrera debe ser proporcional al área en que se interrumpió la conectividad funcional para la fauna silvestre, y a la tipología de la estructura, y debe tener al menos la longitud que se indica en la siguiente tabla:

Grupo de estructuras	Longitud de la barrera, a cada lado de la estructura.
Ecoductos	500m
Puentes, pontones y box culvert de 5m o más de ancho	150m
Box culvert y alcantarillas entre 0,6 y 5m de ancho	50m
Zanjas abiertas	20m

- En los puntos de cruce con otras vías, privadas o públicas, se recomienda dar continuidad a la barrera mediante portones o estructuras del tipo “pasaganado”, que eviten el acceso de la fauna silvestre hacia el corredor vial. En el caso de utilizar pasaganados, en su interior se debe incluir una rampa que permita la salida, alejándose de la vía, de la fauna que caiga en la estructura.

Figura 73: Puerta con pasaganado en apertura de la barrera para paso de fauna silvestre.



Fuente: (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, 2015).

Sistemas de escape

Son las estructuras y dispositivos que permiten a los animales que por una u otra razón se encuentran en el derecho de vía, escapar hacia el lado externo de las barreras sin tener que desplazarse hasta el extremo de ellas.

Si bien hay opciones de mecanismos como puertas que solo operan en un sentido, se recomienda optar por estructuras simples que exijan muy poco de bajo

mantenimiento y que permitan a la fauna alcanzar la parte superior de la barrera y saltar hacia el lado externo, estas estructuras pueden ser tan simples como rampas con pendientes de entre 30 y 45° (construidas en tierra y empedradas), paralelas a la barrera, o amontonamientos de ramas y/o piedras.

Figura 74: Ejemplo de rampa de escape, en tierra.



Fuente: Elaboración propia.

Requisitos mínimos de mantenimiento	Alternativas para adecuación de estructuras existentes
- El mantenimiento periódico debe corregir los desperfectos como levantamientos puntuales de la malla. -	- Cuando el derecho de vía esté demarcado por cercas de alambre, se debe evaluar la opción de aumentar la altura (1,8m) y/o la densidad del alambrado (0,15m) y agregar elementos de mayor densidad en la parte inferior.

Costo de construcción:	
Para el caso de un paso de fauna acuático, se selecciona una barrera en malla de triple torsión, extendiéndose 150m a cada lado del paso de fauna:	
Unidad	Unidad (obra completa)
Cantidad (m lineal)	1
Precio unitario (costo directo)	\$ 45.357

Valor total (costo directo)	\$ 13.607.236

Para la misma barrera, pero en malla de polietileno:

Unidad	Unidad (obra completa)
Cantidad (m lineal)	1
Precio unitario (costo directo)	\$ 29.702
Valor total (costo directo)	\$ 8.910.586

6.4 Monitoreo de la eficiencia de los pasos de fauna

El seguimiento se planea en dos líneas, el seguimiento al uso de los pasos de fauna, y el seguimiento al atropellamiento de fauna silvestre. En la medida en que los pasos de fauna sean construidos y entren en operación, se espera que los índices de atropellamiento, al menos en los tramos intervenidos, se reduzca.

1. Seguimiento a la efectividad de los pasos de fauna.

Los pasos de fauna deben ser objeto de monitoreo para identificar tanto aciertos como elementos que deben ser objeto de mejoramiento tanto en los pasos objeto de monitoreo, como en los pasos que se construirán en el futuro. Se deben obtener datos de las especies y del número de individuos que los utilizan, así como de fluctuaciones temporales en la frecuencia de uso. Para esto, se recomienda el uso de las siguientes técnicas en pasos para fauna terrestre y arbórea:

- Redes densas por debajo de los puentes de dosel, para interceptar heces (requiere monitoreo muy frecuente para detectar las heces antes de que se degraden.
- Cámaras trampa en accesos y en el paso, para comparar especies y número de individuos que se acercan y los que efectivamente pasan. Se recomienda implementar elementos de comparación de altura y longitud en el campo visual de la cámara, para estimar las tallas de los animales capturados con esta técnica.
- Trampas de huellas al interior de los pasos inferiores.

La evaluación de los casos de bajo éxito debe profundizar en la identificación de las causas de dichos resultados, las cuales pueden estar asociadas con aspectos de diseño, construcción y ubicación de los pasos de fauna o de sus medidas complementarias; los pasos de fauna deben ajustarse para corregir y mejorar dichos aspectos.

2. Monitoreo del atropellamiento de fauna silvestre.

Este registro debe crearse a partir de información estandarizada que permita comparaciones entre diferentes vías y/o entre diferentes periodos de tiempo, y la aplicación de procedimientos estadísticos para garantizar que el esfuerzo invertido en la obtención de los datos se pueda ver reflejado en conclusiones robustas.

A continuación se establecen lineamientos generales para el monitoreo estructurado del atropellamiento de fauna silvestre en proyectos viales.

a) ¿Dónde monitorear?

Con el fin de comparar el atropellamiento de fauna silvestre bajo diferentes niveles de medidas de manejo, se deben realizar monitoreos estandarizados en:

- i. Tramos donde se han implementado pasos de fauna.
- ii. Tramos donde se han detectado atropellamientos, pero las medidas implementadas se limitan a señalización y control de la velocidad.
- iii. Tramos en los que no se han implementado medidas de manejo.

En primera instancia se deben cubrir los tramos para los que se identifica una superposición entre la infraestructura de transporte y los corredores de conectividad funcional para la fauna silvestre, sin embargo, es deseable incluir también tramos ajenos a dicha conectividad, que funcionen como tramos de control.

b) ¿Cómo monitorear?

Para permitir comparaciones, la intensidad y los métodos de muestreo deben estandarizarse, para lo cual se propone lo siguiente para cada unidad de muestreo:

- i. Longitud del tramo: 5 km.
- ii. Periodicidad (mínima) de muestreo: una vez cada dos semanas.
- iii. Área de muestreo básica: Superficie de rodadura y bermas.
- iv. Área de muestreo complementaria: Cunetas y franja de seguridad de la vía. Los especímenes hallados en esta área se pueden haber desplazado después de ser atropellados o golpeados en otro sitio.
- v. Velocidad de desplazamiento: Entre 20 y 30km/h.
- vi. Medio de desplazamiento: Carro o bicicleta.
- vii. Horario de muestreo: entre las 6 y las 9 a.m.
- viii. Datos a registrar: Hora de inicio del recorrido, número de observadores, abscisa y coordenadas del punto en que se encuentra el animal, localización del animal con respecto a la berma, especie, sexo y longitud total del espécimen (cuando sea posible).

Los cadáveres deben ser retirados una vez se registren, para evitar recuentos, y los animales que se encuentren con lesiones deben ser conducidos al centro de manejo de fauna que sea autorizado por la autoridad ambiental regional.

6.5 Propuesta de señalización vial para pasos de fauna.

En Colombia, el diseño y la ubicación de las señales de tránsito debe hacerse de forma acorde a lo establecido en el “Manual de señalización vial (Ministerio de Transporte, 2004) (Ministerio de Transporte, 2015). En relación con la fauna, en dicho manual se cuenta con señales preventivas, reglamentarias e

informativas, que pueden ser horizontales y/o verticales. Dentro de las señales preventivas se cuenta con la “SP-49: Animales en la vía”, que según la descripción del manual “(...) se empleará para advertir al conductor la posibilidad de tránsito de animales sobre la vía. Su colocación no deberá entenderse como una autorización tácita para que el ganado sea movilizado caminando por las vías”.



El manual de señalización vial (Ministerio de Transporte, 2015) se deja abierta la opción de utilizar otras figuras de animales en la señal SP-49, sin embargo, no establece lineamientos específicos para informar y/o prevenir a los conductores sobre la proximidad de un punto donde la fauna silvestre cruza la vía sobre su superficie o donde hay pasos de fauna. Por esta razón, las empresas concesionarias de las vías han optado por crear nuevas señales, como las que se muestran a continuación:

Figura 76: Señal preventiva (por el fondo amarillo), con siluetas pequeñas de 4 animales diferentes.	Figura 77: Señal preventiva anunciando paso de hormigueros.	Figura 78: Señal preventiva anunciando paso de zorros.
		
Fuente: Darío Correa.	Fuente: https://www.cunaguaro.co/	Fuente: Darío Correa.
Figura 79: Señal preventiva	Figura 80: Señal preventiva anunciando paso de armadillos.	Figura 81: Señal preventiva anunciando paso de iguanas

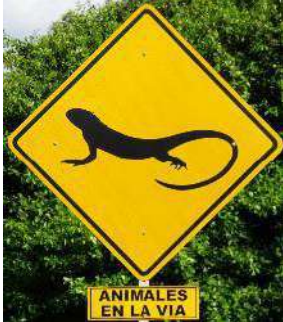
anunciando paso de armadillos.		
		
Fuente: www.recosfa.com	Fuente: https://www.cunaguaro.co/	Fuente: http://www.latin-wife.com/blog/colombia/road-signs/ , el 17 de abril de 2019.

Figura 82: Señal preventiva anunciando paso de una especie sin identificar.	Figura 83: Señal preventiva anunciando paso de una especie sin identificar.	Figura 84: Señal preventiva anunciando paso de una especie sin identificar
		
Fuente: Darío Correa.	Fuente: https://www.cunaguaro.co/	Fuente: www.recosfa.com

Figura 85: Señal preventiva anunciando paso de primates.	Figura 86: Señal preventiva anunciando paso de primates.	Figura 87: Señal preventiva anunciando paso de primates.
		

Fuente: <http://www.latin-wife.com/blog/colombia/road-signs/>, el 17 de abril de 2019.

Fuente: <https://www.motorcyclistonline.com/epic-rides-forget-what-youve-been-told-about-riding-in-colombia#page-5>, el 2 de abril de 2019.

Si bien es clara la necesidad de utilizar señales informativas y preventivas para aumentar el estado de alerta de los conductores ante el riesgo de eventos de colisión fauna - vehículos, no hay claridad sobre su efectividad para evitar el atropellamiento de fauna silvestre (Luell, y otros, 2003), (van der Grift, Seiler, Rosell, & Semeonova, 2017). Y en estudios desarrollados en las vías de la Orinoquia colombiana se encontró que los conductores no necesariamente reconocen el mensaje de estas señales (Fundación Cunaguaro, comunicación personal). Esta situación se puede explicar debido a que las señales de tránsito no son necesariamente percibidas por los conductores, ya que los según resultados de estudios comportamentales, sólo del 5% al 25% de las señales verticales son observadas por los conductores (Johansson & Backlund, 1970), (Drory & Shinar, 1982), (Costa, y otros, 2014).

Adicionalmente, se ha demostrado que la comprensión de las señales de tránsito está fuertemente correlacionada con tres principios: familiaridad, estandarización, y compatibilidad entre el símbolo y el concepto (Shinar & Vogelzang, 2013), y que las señales de tránsito sólo pueden ser efectivas cuando los usuarios comprenden claramente su significado (Yuan, Ma, Lei, & Xu, 2014). Estas razones llevan a concluir que la diversidad de señales de tránsito orientadas a indicar la presencia de fauna silvestre también reduce la capacidad de los conductores para identificar el mensaje que se pretende transmitir.

Por lo anterior, para que la señalización de tránsito orientada a prevenir las colisiones vehículo – fauna silvestre, cumpla su propósito, se hace necesario unificar los modelos de señalización y establecer reglas claras para su utilización. Al respecto, se debe traer a colación que para aumentar la efectividad de la señalización, en la sección 1.7 del “Manual de señalización vial (Ministerio de Transporte, 2004) (Ministerio de Transporte, 2015) se establecen los siguientes criterios que debe cumplir toda señal de tránsito “para cumplir integralmente su objetivo”:

- a) ser necesaria.
- b) ser visible y llamar la atención.
- c) ser legible y fácil de entender.
- d) dar tiempo suficiente al actor del tránsito para responder adecuadamente.
- e) infundir respeto.
- f) ser creíble.

Adicionalmente, en el literal b del punto 1.8.1 del Manual de señalización vial (Ministerio de Transporte, 2015), establece que el diseño debe

asegurar que “Su forma, tamaño, colores y diagramación del mensaje se combinen para que este sea claro, sencillo e inequívoco”.

En virtud de lo establecido en el artículo tercero de la Ley 1383 de 2010, le corresponde al Ministerio de Transporte la responsabilidad de determinar los elementos y dispositivos de señalización vial para el territorio nacional, sin embargo, ante la ausencia de señales dedicadas a indicar la proximidad de un punto donde se puede encontrar fauna silvestre en la vía, y ante la proliferación de señales que con diferentes imágenes buscan suplir dicha ausencia, pero que por su heterogeneidad no entregan un mensaje claro, se hacen las siguientes recomendaciones:

- a) Reducir su diversidad por medio de la adopción en la normativa de tránsito nacional, de dos modelos estandarizados. Se sugiere emplear los siguientes:

Tabla 8: Propuesta de señalización para pasos de fauna

Categoría	Señal preventiva 1	Señal preventiva 2
Propósito	Indicar que durante el siguiente tramo con longitud X, se debe estar alerta para dar prioridad de paso a la fauna silvestre.	Alertar y prevenir sobre la presencia de cruces de fauna en la vía, con el propósito de que se reduzca la velocidad para evitar colisiones vehículo – fauna silvestre.
Modelo	Figura 88: Señal indicando la longitud del tramo con presencia de fauna silvestre, basada en una adaptación española de la señal P-24 de la comunidad europea.  Fuente: (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, 2015)	Figura 89: Señal preventiva para indicar la presencia de fauna silvestre terrestre, adoptada en Costa Rica.  Fuente: (Pomareda, y otros, 2014).

Propuesta	Usar como base las señales SP-33 y SP-47 A, de la norma colombiana de señalización de tránsito: Figura 90: Señales SP33 y SP47A Fuente: Manual de señalización vial (Ministerio de Transporte, 2015), Incluyendo la banda de los 3 animales de la señal preventiva 2 que se propone (con los cambios en 2 de las siluetas. Agregando una placa inferior que indique a que distancia empieza el área de paso de fauna. Utilizando como fondo el color amarillo de la mayoría de las señales preventivas. Figura 91: Señal Propuesta de señal preventiva para indicar cercanía a un paso de fauna silvestre.	De los 3 animales, dejar el venado en el centro (tiene presencia en todo el país y es carismático), y cambiar los otros dos, por siluetas (negras) de: - Zarigueya, por ser la especie con más registros de atropellamiento (en otro archivo va una opción de imagen para la silueta). - Primate, representando a las especies arborícolas, siguiendo el modelo de la siguiente señal (¿ligeramente erguido? La idea es que se note muy fácilmente que es un primate): Figura 92: Señal adaptada para indicar paso de primates.  Fuente: Darío Correa. Mantener las proporciones del modelo de Costa Rica, entre las siluetas y la señal, para que la superficie reflectiva sea suficientemente grande. Para mantener coherencia con la señal SP-49 de la norma colombiana, los animales deben estar caminando hacia la izquierda. Utilizar el color amarillo de las señales preventivas nacionales. Figura 93: Propuesta de señal preventiva para indicar la ubicación de un paso de fauna silvestre.

	  Fuente: Elaboración propia. Por debajo de la señal principal, como un complemento, un rectángulo tan ancho como el principal, en fondo blanco con reborde y letras negras que establezcan la distancia a la que empieza el área en que se puede encontrar fauna silvestre en la vía.	  Fuente: Elaboración propia Se mantienen, la forma de rombo, el reborde negro la representación vertical de la vía cruzada por la banda horizontal verde compuesta por líneas curvas, y la placa inferior de fondo amarillo, reborde y letras negras con la leyenda “Cruce de fauna”.

Fuente: Elaboración propia.

- b) Limitar su uso a los puntos donde se registran atropellamientos de fauna silvestre y/o a puntos donde los análisis de conectividad indican que habría riesgo de atropellamiento.
- c) Limitar el número de señales, a sólo una en cada sentido de tránsito para cada tramo en que se identifica la presencia de fauna silvestre en el corredor vial.
- d) Indicar al conductor lo que debe hacer, agregando advertencias de límites de velocidad (debidamente soportadas por las autoridades de tránsito y señalizadas) y elementos luminosos como luces intermitentes que aumenten su visibilidad y que sean activados únicamente durante los periodos de mayor actividad de la fauna en el área de la vía (Luell, y otros, 2003).
- e) Usar con medidas complementarias como elementos para la reducción de la velocidad de los vehículos (Luell, y otros, 2003), preferiblemente que induzcan vibración al vehículo como las bandas alertadoras.

- f) Utilizar como elementos provisionales hasta la construcción de un paso de fauna apropiado para las especies involucradas.

En donde se registren aumentos periódicos del riesgo de atropellamiento, se recomienda el uso de señales preventivas provisionales que indiquen la necesidad de reducir la velocidad, y de “señales de mensaje variable” (según la nomenclatura del Manual de señalización vial). El uso de estas herramientas como complemento de la señalización instalada de forma permanente genera importantes reducciones de las colisiones fauna-vehículo, llegando al 50% en algunos casos (Sullivan, Williams, Messmer, Hellinga, & Kyrychenko, 2004). En la Amazonia podría aplicarse para temporadas de lluvias en las que la fauna terrestre puede encontrar refugio y/o rutas de desplazamiento en la infraestructura vial que permanezca por encima del nivel del agua.

Si la vía lo permite, se recomienda combinar la señalización vertical con reductores de velocidad como otra forma de indicar al conductor que en la zona se debe disminuir la velocidad. Esta señalización puede ser reforzada, implementando medidas encaminadas al cumplimiento de los límites de velocidad. Además, se recomienda reforzar la señalización de advertencia con fondos amarillos fluorescentes y retro reflectantes (Iuell et al., 2003; Pomareda et al., 2014).

El uso de señales que se activen mediante sistemas de detección de movimientos o detectores de calor ha probado ser efectivo para evitar colisiones entre vehículos y fauna de tamaño grande, permite alertar de la presencia de fauna a su alrededor aproximadamente 200 m gracias a las diferencias térmicas entre el cuerpo del animal y su entorno o por el movimiento. La efectividad de estas señales se basa principalmente en que no advierten de un riesgo potencial, sino de un peligro real, sin embargo, se debe tener en cuenta que estos sensores tendrían dificultades para detectar movimientos de fauna mediana y pequeña, y requieren absoluta ausencia de obstáculos en su campo de registro, (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, 2015), por lo que su uso debe preferirse en zonas relativamente llanas donde la vegetación no sea obstáculo entre los animales y los sensores. De igual forma, se debe garantizar la conexión a una fuente de energía propia (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 2010; RACC, 2011).

El uso de la señalización debe acompañarse de estrategias de educación vial y ambiental, y de campañas de comunicación, para concientizar sobre la importancia de reducir la velocidad en las áreas de posible presencia de fauna silvestre, y para inducir cambios en actitudes comunes como la tendencia de algunos conductores a atropellar intencionalmente algunos grupos de fauna, principalmente serpientes.

7 Identificación de las tipologías de paso de fauna adecuadas para las especies focales.

Este capítulo se incluye como un ejemplo enfocado en las especies focales identificadas en el capítulo 5 de esta cartilla, y por lo tanto, circunscrito a la región de la Amazonía colombiana.

7.1 Aves

En general tienen alta movilidad y mediante el vuelo podrían superar fácilmente las barreras de la infraestructura de transporte. Sin embargo, hay algunos grupos de especies con alta sensibilidad a la fragmentación de los ecosistemas, relacionada principalmente con limitaciones a cruzar áreas abiertas, razón por la cual la presencia de una vía con su faja de retiro genera una barrera que podría fragmentar la población, poniendo en riesgo la supervivencia de las especies.

Se destacan las limitaciones de dos grupos de aves para los cuales se requiere garantizar la presencia de pasos de fauna al desarrollar infraestructura de transporte en áreas predominantemente naturales de la Amazonia:

Tabla 9: Tipologías de pasos de fauna para aves identificadas como especies focales.

Grupos con limitaciones de movilidad	Criterios					
Grandes frugívoros	Tipos de estructura que utilizarían					
	Tipo	Ecoducto	Puente de dosel	Viaductos, puentes, pontones y box culverts grandes	Alcantarillas	Zanjas cubiertas
	Uso	Si	No	Si	No	No
	Requerimientos:					
	Para el caso de los grandes frugívoros con poca tendencia a volar como paujiles, se requieren estructuras exclusivas para paso de fauna, o mixtos (para paso de fauna y canalización de aguas), que garanticen pasos secos con suelo natural y cobertura vegetal de arbustos. La presencia de vegetación arbustiva a lo largo del paso de fauna, en el caso de pasos inferiores, implica un coeficiente o índice de apertura muy alto que garantice el ingreso de iluminación natural.					
Insectívoros de sotobosque	Tipos de estructura que utilizarían					
	Tipo	Ecoducto	Puente de dosel	Viaductos, puentes, pontones y box culverts grandes	Alcantarillas	Zanjas cubiertas
	Uso	Si	No	Condicionado	No	No
	Requerimientos:					
	Teniendo en cuenta que algunas especies evitan cruzar áreas abiertas aún en longitudes de 7,5 metros, distancia que es inferior al ancho de una calzada sencilla de dos carriles según las especificaciones de INVIAS, las medidas para reestablecer la conectividad se limitan a pasos en los que haya presencia continua de arbustos, por lo que se requieren grandes coeficientes de apertura, y por lo tanto se preferirán estructuras tipo puente, viaducto o ecoducto.					

Fuente: Elaboración propia.

7.2 Mamíferos

Los mamíferos como grupo taxonómico incluyen desde especies grandes rangos de hábitat como los grandes felinos, hasta especies con rangos de hábitat muy pequeños y con fuertes limitaciones a la movilidad como los perezosos. La información presentada en las páginas previas permite definir criterios para garantizar el paso seguro de un lado al otro de la vía, para especies de mamíferos afectados por el efecto de barrera que generan las carreteras, asumiendo que al cumplir estos criterios se estaría garantizando también el paso de las demás especies.

Tabla 10: Tipologías de pasos de fauna para mamíferos identificados como especies focales.

Grupos con limitaciones de movilidad	Criterios					
Mamíferos: Hormigueros	Tipos de estructura que utilizarían					
	Tipo	Ecoducto	Puente de dosel	Viaductos, puentes, pontones y box culverts grandes	Alcantarillas	Zanjas cubiertas
	Uso	Si	Condicionado	Si	Si	No
	Requerimientos: En general son muy móviles, pero teniendo en cuenta la posición de las manos al apoyarse para caminar, se considera poco probable que utilicen sustratos duros por largas distancias					
	La especie de mayor tamaño, conocida como “oso palmero” (<i>Myrmecophaga trydactyla</i>) podría utilizar como pasos de fauna, desde alcantarillas grandes y bien ventiladas (tiene mala visión, pero muy buen olfato), hasta pasos superiores con vegetación y suelo natural, y lo mismo se estima para las especies del género Tamandúa (osos mieleros) que aun cuando puede subir árboles, no se caracteriza por desplazarse de un árbol a otro por las ramas. La especie más pequeña (<i>Cyclopes didactylus</i>), de hábitos casi completamente arborícolas, podría utilizar pasos de fauna arbóreos, con requerimientos similares a los de los perezosos, es decir elementos rígidos o muy poco flexibles que se puedan utilizar para desplazarse colgando.					

Grupos con limitaciones de movilidad	Criterios					
Mamíferos: Perezosos	Tipos de estructura que utilizarían					
	Tipo	Ecoducto	Puente de dosel	Viaductos, puentes, pontones y box culverts grandes	Alcantarillas	Zanjas cubiertas
	Uso	Condicionado	Si	Condicionado	No	No
	Requerimientos: Su desplazamiento se realiza principalmente colgando de las ramas, y aunque puede desplazarse en el suelo, lo hace con gran dificultad y exponiéndose a depredadores, razón por la cual los pasos de fauna para estas especies se limitan a puentes de dosel. Debe tenerse en cuenta que algunos estudios han concluido que prefieren desplazarse por ramas de 5 cm de diámetro (o más). El uso de pasos de fauna superiores e inferiores estará restringido a aquellas estructuras en las que se cuente con cobertura arbórea continua, permitiendo el paso ininterrumpido a través de ramas del grosor suficiente.					

Grupos con limitaciones de movilidad	Criterios					
Mamíferos: Armadillos	Tipos de estructura que utilizarían					
	Tipo	Ecoducto	Puente de dosel	Viaductos, puentes, pontones y box culverts grandes	Alcantarillas	Zanjas cubiertas
	Uso	Si	No	Si	Si	Si
	Requerimientos:					
	Por ser organismos que cavan y que utilizan madrigueras, podrían utilizar pasos de fauna inferiores con coeficientes de apertura relativamente reducidos (superior a 0,02), siempre y cuando permanezcan sin lámina de agua y libres de obstrucciones, por lo que se requieren mantenimientos rutinarios (debe tenerse en cuenta que el mantenimiento rutinario de estructuras con tan bajo coeficiente de apertura resulta dispendioso).					
	También utilizarían pasos de fauna más abiertos, por lo que no están restringidos a las estructuras de tipo alcantarilla.					
Mamíferos: Marsupiales	Tipos de estructura que utilizarían					
	Tipo	Ecoducto	Puente de dosel	Viaductos, puentes, pontones y box culverts grandes	Alcantarillas	Zanjas cubiertas
	Uso	Si	Si	Si	Si	Si
	Requerimientos:					
	Las especies presentes en América son pequeñas y muy adaptables y no tendrían limitaciones para utilizar pasos de fauna inferiores estrechos, mientras no se encuentren obstruidos. Algunas especies podrían utilizar inclusive pasos de fauna parcialmente cubiertos por agua.					
	La chucha o fara (<i>Didelphis marsupialis</i>) es la de mayor tamaño, y podría utilizar fácilmente alcantarillas de 0,5m de diámetro, que en una longitud de 10m que equivalen a una calzada sencilla con sus bermas, implican un coeficiente de apertura de sólo 0,025.					

Grupos con limitaciones de movilidad	Criterios					
Mamíferos: Primates	Tipos de estructura que utilizarían					
	Tipo	Ecoducto	Puente de dosel	Viaductos, puentes, pontones y box culverts grandes	Alcantarillas	Zanjas cubiertas
	Uso	Condicionado	Si	Condicionado	No	No
	Requerimientos: Su modo principal de desplazamiento está entre caminar por las ramas y avanzar balanceándose mientras cuelgan de ellas (braquiación). Por lo tanto, la solución de conectividad para los primates consiste en garantizar pasos a través de las ramas de los árboles o de estructuras similares, para lo cual se pueden emplear puentes de dosel, o pasos en los que se permita el crecimiento de árboles, como ecoductos y grandes pasos inferiores.					
Mamíferos: Dantas	Tipos de estructura que utilizarían					
	Tipo	Ecoducto	Puente de dosel	Viaductos, puentes, pontones y box culverts grandes	Alcantarillas	Zanjas cubiertas
	Uso	Si	No	Si	Condicionado	No
	Requerimientos: Son animales de tamaño grande, por lo que se requieren pasos de fauna con coeficientes de apertura de al menos 0,75, que deben estar ubicados en cercanía a cuerpos de agua y en lo posible, ser continuación de sus “caminaderos”.					

Grupos con limitaciones de movilidad	Criterios					
Mamíferos: Saínos o pecaríes	Tipos de estructura que utilizarían					
	Tipo	Ecoducto	Puente de dosel	Viaductos, puentes, pontones y box culverts grandes	Alcantarillas	Zanjas cubiertas
	Uso	Si	No	Si	Condicionado	No
	Requerimientos: Además de ser animales grandes, suelen desplazarse en grupos, por lo que los pasos de fauna para ellos no deberían ser estructuras estrechas. Deben ser pasos con suelo natural y al igual que en el caso anterior, su efectividad aumentará si los pasos están ubicados como continuación de sus rutas habituales.					
Mamíferos: venado de cola blanca (<i>Odocoileus virginianus</i>)	Tipos de estructura que utilizarían					
	Tipo	Ecoducto	Puente de dosel	Viaductos, puentes, pontones y box culverts grandes	Alcantarillas	Zanjas cubiertas
	Uso	Si	No	Si	Condicionado	No
	Requerimientos: Los estudios en Virginia, Estados Unidos (Donaldson, 2005) muestran que los pasos inferiores utilizados por esta especie tienen al menos 3,65m (12 pies) de altura, cobertura arbórea al menos a 5 metros de los accesos de la estructura y deben permitir ver el hábitat al otro lado de la estructura. El estudio en mención indica que estructuras de menor altura pueden ser utilizadas por esta especie siempre y cuando sean suficientemente amplias para tener un coeficiente de apertura de al menos 0,25.					

Grupos con limitaciones de movilidad	Criterios					
Mamíferos: Manatíes	Tipos de estructura que utilizarían					
	Tipo	Ecoducto	Puente de dosel	Viaductos, puentes, pontones y box culverts grandes	Alcantarillas	Zanjas cubiertas
	Uso	No	No	Condicionado	Condicionado	No
	Requerimientos: Al ser organismos acuáticos y por sus dimensiones sólo utilizarán pasos de fauna acuática en las que la columna de agua tenga al menos 1,2m de profundidad, y baja velocidad de flujo. Estos pasos de fauna deben permitir la comunicación entre ríos y áreas lacustres y de inundación.					

Fuente: Elaboración propia.

7.3 Reptiles

La información de las páginas anteriores, además de evidenciar la necesidad de establecer medidas de manejo que garanticen el paso seguro de las serpientes de un lado al otro de las carreteras, proporciona las bases necesarias para establecer requisitos mínimos de diseño para los pasos de fauna que podrían ser utilizados por este y por otros grupos de reptiles.

Tabla 11: Tipologías de pasos de fauna para reptiles identificados como especies focales.

Grupos con limitaciones de movilidad	Criterios					
Reptiles: Serpientes	Tipos de estructura que utilizarían					
	Tipo	Ecoducto	Puente de dosel	Viaductos, puentes, pontones y box culverts grandes	Alcantarillas	Zanjas cubiertas
	Uso	Si	No	Si	Si	Si

	Requerimientos: En términos generales, las serpientes evitarán discurrir por superficies duras en la que los rastros olfativos suelen permanecer por menor tiempo, por lo que los pasos de fauna para ellas deben contar con un sustrato natural. Aparte de esa condición, podrían utilizar los diferentes tipos de pasos de fauna tanto superiores como inferiores, siendo la única excepción los pasos de fauna arbóreos, que si bien podrían ser utilizados por serpientes arborícolas, al estar demasiado expuestos tanto al sol como a depredadores se estima que serían poco utilizados.

Fuente: Elaboración propia.

7.4 Anfibios

La caracterización de los impactos de la infraestructura de transporte sobre los anfibios permite decantar criterios básicos para el diseño de pasos de fauna que puedan ser utilizados por este grupo.

Tabla 12: Tipologías de pasos de fauna para anfibios identificados como especies focales.

Grupos con limitaciones de movilidad	Criterios					
Anfibios: Ranas	Tipos de estructura que utilizarían					
	Tipo	Ecoducto	Puente de dosel	Viaductos, puentes, pontones y box culverts grandes	Alcantarillas	Zanjas cubiertas
	Uso	Si	No	Si	Condicionado	Condicionado
	Requerimientos: Podrían utilizar diferentes tipos de pasos, incluyendo los de menor coeficiente de apertura, siempre y cuando se mantenga una humedad relativa alta que evite la deshidratación de la piel. Por la misma razón es recomendable generar espacios de alta humedad en las áreas de aproximación al paso de fauna. Las especies predominantemente arborícolas, como las ranas del género <i>Cochranella</i> (Centrolenidae) tendrían limitaciones para el uso de las estructuras más pequeñas (Alcantarillas y zanjas cubiertas), por					

	lo que ante la presencia de estas especies se debe optar por pasos que puedan incluir vegetación herbácea y arbustiva en su interior y por lo tanto, que cuenten con un mayor coeficiente de apertura.

Fuente: Elaboración propia.

7.5 Peces

Las consideraciones de pasos de fauna para peces se enfocan en permitir el paso en las estructuras que cruzan cuerpos de agua de menores dimensiones, ya sean permanentes o estacionales, y que suelen ser cruzados utilizando estructuras hidráulicas menores como alcantarillas y box-culvert, o en los casos más críticos, terraplenes que cortan completamente el flujo del agua.

Tabla 13: Criterios biológicos para el diseño de pasos de fauna para peces.

Tabla 13. Criterios biológicos para el diseño de pases de fauna para peces.						
Grupos con limitaciones de movilidad		Criterios				
Peces	Tipos de estructura que utilizarían					
	Tipo	Ecoducto	Puente de dosel	Viaductos, puentes, pontones y box culverts grandes	Alcantarillas	Zanjas cubiertas
	Uso	No	No	Si	Si	No
	Requerimientos:					
	Las estructuras deben garantizar el paso del agua manteniendo las condiciones naturales de velocidad, caudal y profundidad, al igual que las condiciones de los márgenes u orillas del cuerpo de agua, de modo tal que aún los peces sin adaptaciones para luchar contra la corriente puedan hacer el cruce de forma segura encontrando remansos en el trayecto. Cuando no sea posible mantener las orillas, se deben incluir elementos dentro del agua, que generen los remansos. Adicionalmente, se debe garantizar la conectividad del cauce en los puntos de entrada y salida de la estructura, evitando (o corrigiendo, de ser necesario) procesos de socavación.					
En los casos de cauces temporales que comunican cuerpos de agua principales con áreas naturalmente inundables, se debe garantizar el flujo normal del agua en periodos de inundación,						

	En las canalizaciones de cauces lóticos para vías fluviales, se deben garantizar áreas de remansos, y las obras hidráulicas deben garantizar la permanencia de la dinámica de sedimentación natural, tanto en áreas de remansos naturales como en áreas de bancos de arena, especialmente en las asociadas a desembocaduras de afluentes.

Fuente: Elaboración propia.

8 Elementos de base para un análisis financiero de los pasos de fauna.

8.1 Costos generales de una carretera:

Previo al análisis del cálculo de las cantidades de obra y presupuesto de los pasos de fauna, es necesario presentar la clasificación que estipula el INVIAS en el numeral “1.2. Clasificación de carreteras”, del Manual de diseño geométrico de carreteras (Instituto Nacional de Vías - Invias, 2008), donde se establece que las carreteras se clasifican según su funcionalidad y según el tipo de terreno por donde discurren. A continuación, en la siguiente tabla se presenta dicha clasificación.

Tabla 14: Clasificación de las carreteras

Según su funcionalidad.	Primarias	Troncales, transversales y accesos a capitales de departamentos, se consideran deben funcionar pavimentadas.
	Secundarias	Unen cabeceras municipales y/o conectan con una vía primaria, pueden funcionar pavimentadas o en afirmado.
	Terciarias	Unen cabeceras municipales con sus veredas o unen veredas, deben funcionar en afirmado, si se pavimentar deben cumplir las condiciones de una vía secundaria.
Según el tipo de terreno (topografía predominante).	Plano	Pendientes transversales al eje la vía menor a 5°, mínimo movimiento de tierras durante la construcción, pendientes longitudinales normalmente menores de (3%), el alineamiento permite a los vehículos pesados mantener aproximadamente la misma velocidad que la de los vehículos livianos.
	Ondulado	Pendientes transversales al eje de la vía entre 6° - 13°, requiere moderado movimiento de tierras durante la construcción, pendientes longitudinales 3% - 6%, el alineamiento obliga a los vehículos pesados a reducir velocidades significativamente por debajo de las de los vehículos livianos.
	Montañoso	Pendientes transversales al eje de la vía entre 13° - 40°, requiere grandes movimientos de tierra durante la construcción, razón por la cual presenta dificultades en el trazado y en la explanación, pendientes longitudinales entre 6% - 8%), alineamiento obliga a los vehículos pesados a operar a bajas velocidades en rampa durante distancias considerables y en oportunidades frecuentes.

	Escarpado	Pendientes transversales al eje de la superiores a 40°, demandan el máximo movimiento de tierras durante la construcción, grandes dificultades en el trazado y en la explanación, generalmente sus pendientes longitudinales son superiores a 8%, alineamiento obliga a los vehículos pesados a operar a menores velocidades sostenidas en rampa que en aquellas a las que operan en terreno montañoso.

Fuente: Adaptado de (Instituto Nacional de Vías - Invias, 2008)

Con el objeto de hacer una valoración de la incidencia real de los costos en que se incurre al implementar pasos de fauna en proyectos de construcción de vías y/o en los proyectos de intervención de vías existentes, es necesario definir previamente los tipos de contratos y proyectos donde aplicaría la implantación de estas obras: construcción, mantenimiento periódico y/o conservación, mejoramiento, pavimentación, rehabilitación, entre otros. A continuación, se presentará una descripción del alcance de cada una de esas intervenciones, junto con una estimación general de costo por kilómetro de intervención,

Tabla 15: Tipología de proyectos y costo estimado por kilómetro de intervención (Valores expresados en pesos colombianos, calculados con una tasa de cambio a dólares estadounidenses, de \$3.750 pesos por dólar).

Tipo de proyecto	Descripción	Costos estimados por kilómetro
Construcción	Construcción de una nueva infraestructura, donde no existía una y representa un aumento en la malla vial. Incluye el conjunto de todas las obras de infraestructura a ejecutar en una vía, proyectadas en un tramo faltante mayor al 30% de una vía existente y/o en variantes. Se consideran también como proyectos de construcción, las segundas calzadas, pares viales o calzadas adosadas a calzadas existentes, puentes.	- \$15.000.000.000 - \$30.000.000.000 /Km para terreno montañosos y escarpado (incluye predios); en calzada sencilla. - \$12.000.000.000 /Km para terreno ondulado (incluye predios); calzada sencilla. - \$8.000.000.000 / Km para terreno plano (incluye predios). - \$26.500.000.000 - \$65.000.000.000 /Km para terreno montañosos y escarpado (incluye predios; en doble calzada. - Carreteras Secundarias en asfalto: \$1.100.000.000 - \$5.250.000.000.

		- Carreteras Terciarias en asfalto (normalmente no se asfaltan): \$1.100.000.000 - \$3.200.000.000. - Carreteras Terciarias en huellas de concreto (placa huella): \$785.000.000 - \$1.250.000.000 - Puentes: \$4.000.000/m² – \$12.000.000/m². - Túneles: \$20.000.000 /m para tipo A1- \$55.000.000/m para tipo E2, para secciones de túnel entre 68 m² sin solera – hasta 110 m² con solera.
Mantenimiento periódico y/o proyectos de conservación	Se entiende por proyectos de mantenimiento periódico, el conjunto de todas las obras a ejecutar en una vía, que se realizan en vías pavimentadas y/o en vías en afirmado, que comprende la realización de actividades de conservación y/o mantenimiento periódico, a intervalos variables, relativamente prolongados, destinados primordialmente a recuperar los deterioros de la capa de rodadura ocasionados por el tránsito y/o por fenómenos climáticos, también podrá contemplar la construcción de algunas obras de protección, faltantes en la vía. Las principales actividades son: reconfiguración y recuperación de la banca; limpieza mecánica y reconstrucción de cunetas; escarificación del material de afirmado existente; extensión y compactación de material para recuperación de los espesores de afirmado iniciales; reposición de pavimento en algunos sectores; bacheo y/o parcheo. Reconstrucción de obras	- \$200.000.000.000 /km/año para terreno montañoso y escarpado - \$120.000.000.000 /km/año para terreno ondulado y plano

	de drenaje; construcción de obras de protección y drenajes; demarcación lineal; señalización vertical	
Mejoramiento	Proyectos que tienen por objeto mejorar las especificaciones técnicas de la infraestructura de transporte existente, o mejorar los niveles de servicio para los cuales se concibió inicialmente. Se trata de proyectos que por condiciones especiales de demanda u otras condiciones de planificación, se hace necesario mejorar sus condiciones de servicio.	- \$3.500.000.000 /km para terreno montañoso y escarpado (incluye estructura de pavimento completa, 10 obras de drenaje, obras en concreto, estabilización de taludes, puentes, sin predios).
Pavimentación	Proyectos que tienen por objeto mejorar las especificaciones técnicas de la estructura de pavimento existente, garantizando la prestación del servicio de acuerdo a las necesidades actuales y futuras del corredor vial.	- \$1.150.000.000 /km para vía primaria (no incluye obras de estabilización taludes, ni obras de drenaje, ni puentes). - \$600.000.000 /km para vía secundaria (no incluye obras de estabilización taludes, ni obras de drenaje, ni puentes).
Rehabilitación	Proyectos destinados a la reconstrucción de infraestructura de transporte existente, cuya condición de operación ha sufrido deterioro y por tanto su nivel de servicio es inferior al nivel para el cual fue diseñado y construido el proyecto. En este tipo de proyectos se considera la reconstrucción total o parcial de la infraestructura existente, con el fin de recuperar su nivel de servicio.	- \$1.300.000.000 /km, la intervención se hace unos 10 años después de construida la vía. Incluye estructura de pavimento completa, 10 obras de drenaje, obras en concreto, estabilización de taludes, puentes, (sin predios)
A1Reemplazo de puentes vehiculares	Proyectos que tienen por objeto construir un nuevo puente en el mismo lugar o en otro seleccionado de acuerdo con el alineamiento de la vía prestando la misma conectividad, y con el fin de mejorar la prestación del servicio	- \$60.000.000 /m, Incluye: cimentación, estribos, pilas, superestructura, rodadura, barandas.

	de acuerdo a las necesidades actuales y futuras del corredor vial.	

Fuente: Elaboración propia, a partir de costos territoriales del INVIAS (Los valores aquí reportados son simplemente de referencia y corresponden a la experiencia de esta consultoría).

8.2 Costo relativo de los pasos de fauna

Teniendo en cuenta los ejemplos de costos señalados para cada tipología de pasos de fauna, y los costos de intervención por kilómetro señalados en la tabla anterior, se presentan dos casos para ejemplificar el costo relativo de los pasos de fauna dentro de los costos de un proyecto vial:

Caso 1:

Se va a licitar el contrato de rehabilitación de una carretera de 5 km de longitud en la Amazonia, y se requiere incorporar 2 pasos de fauna por kilómetro de los cuales se tienen las siguientes tipologías para ser adaptadas como pasos de fauna: 7 alcantarillas de Ø 0,90 m, 1 pontón de 8 m, 2 box culvert de 4 m X 3 m y 10 estructuras de barreras metálicas.

- La rehabilitación para los 5 km tienen un costo de \$6.500.000.000 aproximadamente,
- Al totalizar los costos de intervención, para incluir en el proyecto vial los 10 pasos de fauna, se tiene que los costos de implantación son de \$1.291.148.944.

La incidencia de inclusión de las tipologías de pasos de fauna presentados en este documento es alta, puesto que implicarían un 19,86% adicional al valor de las obras. Este incremento se debe a la inclusión de demoliciones, excavaciones, remoción de tuberías, demolición e instalación de nueva estructura de pavimento, entre otros.

Es más económico conservar las obras existentes sin removerlas, y construir unas nuevas obras de manera individual, cuyo costo ascendería a \$762.480.778, siendo la incidencia sobre el costo total del proyecto de un 11,73%.

Caso 2:

Se va a licitar la construcción de una nueva carretera de 5 km de longitud en la Amazonia, y se requiere incorporar 2 estructuras de pasos de fauna por kilómetro de los cuales se tienen las siguientes tipologías: 7 alcantarillas de Ø 0,90 m, 1 pontón de 8 m, 2 box culvert de 4 m X 3 m y 10 estructuras de barreras metálicas.

- La construcción para los 5 km tiene un costo de \$60.000.000.000 aproximadamente,
- Al totalizar los costos de intervención, para incluir en el proyecto vial los 10 pasos de fauna, se tiene que los costos de implantación son de \$762.480.778.

La incidencia de inclusión de las tipologías de pasos de fauna en un proyecto nuevo es baja, puesto que, al incorporar las obras desde la planeación inicial del proyecto, el incremento en costo frente a un proyecto sin pasos de fauna sería de sólo el 1,27%.

8.3 Fuentes y mecanismos de financiación

En términos generales, se estima que el financiamiento de los pasos de fauna para proyectos nuevos debería incorporarse por parte de las entidades (Ministerio de Transporte, DNP, Gobernaciones y Alcaldías, entre otros) desde la etapa de prefactibilidad de los proyectos carreteros, hasta llegar en Fase III o Estudios y Diseños Definitivos para Construcción, con estos costos ya incluidos. La experiencia y las estimaciones de costos expresados previamente en este documento demuestran que la incorporación de diseños más robustos y de intervención temprana, en el mediano y largo plazo resultan más económicos.

Es necesario que en los Proyectos de Concesión Vial se empiece a incluir Lineamientos de Infraestructura Verde Vial (LIVV), y particularmente la incorporación de pasos de fauna. Es incomprensible que proyectos de más de USD\$500.000.000 no cuenten dentro de su estructuración y posterior construcción la construcción de Sistemas de pasos de fauna.

Para corredores viales existentes, y teniendo en cuenta el impacto que pueda tener sobre el costo total de las obras, se recomienda utilizar otros mecanismos, como son utilizar la provisión que se tiene para la implementación del Plan de Adaptación de la Guía de Manejo Ambiental del Subsector Vial (PAGA) (normalmente los contratos con entidades como INVIAS, Secretarías de Infraestructura departamentales y municipales, incluyen un valor o porcentaje para ajustes, obras complementarias, obras adicionales, obras ambientales del PAGA, entre otros). Se recomienda destinar los recursos necesarios y suficientes tanto para la gestión ambiental integral del proyecto como para la construcción de pasos de fauna.

Se recomienda revisar y analizar la posibilidad de utilizar hasta el 10% de los recursos de regalías de minería y explotación de hidrocarburos, así como de líneas de transmisión de energía y poliductos, en la implementación de LIVV y Sistemas de pasos de fauna.



A través de cooperación y/o financiación con la Banca Multilateral (CAF, BID, Banco Mundial, IFC, BID Investment) para proyectos de gran impacto sobre la biodiversidad en la Amazonia, implementando las Políticas de Salvaguardas Ambientales de la Banca Multilateral a todos los proyectos en la Amazonia.

En relación con la participación de terceros, se sugiere involucrar la participación del sector privado y productivo como ejecutores y financiadores de las obras, compensando y otorgando bonos descontados de impuestos a los contribuyentes.

8.4 Recomendaciones

La incorporación de estas obras, mediante la intervención temprana desde las etapas de prefactibilidad y factibilidad, incide notablemente en la reducción de costos de los proyectos, es así como es necesario hacer el llamado para incorporar dentro de los Requerimientos Técnicos de los Estudios y Diseños del INVIAS, ANI y Secretarías de Infraestructura departamentales y municipales, entre otros, los pasos de fauna y los LIVV. Igualmente, es necesario incorporar los dentro de los formularios de cantidades de obra, presupuesto y documentos de licitación de obras, para que su implantación no implique un costo adicional dentro de los contratos de obra, y sea una realidad su construcción.

Dentro del análisis que debe hacerse en una etapa posterior de este documento, está el análisis de sensibilidad de la relación costo / beneficio por la implementación de estas obras. En esa matriz de análisis deberán incluirse, además de los costos de construcción, elementos como los costos de transporte, de operación y mantenimiento de la vía, los pasivos ambientales, los costos evitados por cierre de las vías, la valoración económica de atropellamientos de fauna, los beneficios ambientales de tener ecosistemas viables en el mediano y largo plazo (permanencia de las especies y de los servicios ambientales), y la reducción de costos de mantenimiento que se asocia al aumento de capacidad hidráulica de las estructuras.

9 Bibliografía

- Abra, F. D., Huijser, M. P., Pereira, C. S., & Ferraz, K. (2018). How reliable are your data? Verifying species identification of road-killed mammals recorded by road maintenance personnel in São Paulo State, Brazil. *Biological Conservation*, 225, 42-52.
- Adárraga Caballero, M. A., & Gutiérrez Moreno, L. C. (2017). Mortalidad de vertebrados silvestres en dos segmentos de la carretera troncal del Caribe a su paso a través de dos ecosistemas de interés biológico en la costa Caribe colombiana (Magdalena). *Memorias III seminario internacional de ciencias ambientales SUE-Caribe* (págs. 169-173). Barranquilla: Universidad del Atlántico.
- Adler, G. H., Arboledo, J. J., & Travi, B. L. (2010). Population dynamics of *Didelphis marsupialis* in northern Colombia. *Studies Neotropical Fauna and Environment*, 32, 7-11. doi:10.1076/snfe.32.1.7.13462.
- Ahmed, S. E., Lees, A. C., Moura, N. G., Gardner, T. A., Barlow, J., Ferreira, J., & Ewers, R. M. (2018). Road networks predict human influence on Amazonian bird communities. *Proceedings of the Royal Society B*, 281, 1-9. doi:dx.doi.org/10.1098/rspb.2014.1742.
- Alagmir, M., Campbell, M. J., Sloan, S., Goosem, M., Clements, G. R., Mahmoud, M. I., & Laurance, W. F. (2017). Economic, Socio-Political and Environmental Risks of Road Development in the Tropics. *Current Biology*, 27, 1130-1140.
- Álvarez, M., Umaña, A. M., Mejía, G. D., Cajiao, J., von Hildebrand, P., & Gast, F. (2003). Aves del Parque Nacional Natural Serranía de Chiribiquete, Amazonía - Provincia de la Guyana, Colombia. *Biota Colombiana*, 49-63.
- Aresco, M. J. (2003). Highway mortality of turtles and other herpetofauna at Lake Jackson, Florida, USA, and the efficacy of a temporary fence/culvert system to reduce roadkills. *Proceedings of the 2003 International Conference on Ecology and Transportation* (págs. 433-449). Raleigh, North Carolina, USA: Center for Transportation and the Environment, North Carolina State University.
- Arévalo, J. E., & Newhard, K. (2011). Traffic noise affects forest bird species in a protected tropical forest. *Revista de biología tropical*, 59(2), 969-980.
- Arroyave, M. d., Gomez, C., Gutierrez, M. E., Múnera, M. P., Zapata, P. A., Vergara, I. C., . . . Ramos, K. C. (2006). Impactos de las carreteras sobre la fauna silvestre y sus principales medidas de manejo. *Revista EIA - Escuela de Ingeniería de Antioquia*, 45-57.
- Bank, A. D. (2011). *India: Preparing the Bihar urban development project - Underwater noise impacts on Ganges river dolphin*. Bihar, India: Asian Development Bank.
- Baraloto, C., Alverga, P., Báez, S., Barnes, G., Bejar, N., Da Silva, I., . . . Perz, S. (2015). Effects of road infrastructure on forest value across a tri-national Amazonian frontier. *Biological conservation*, 191, 374-381.

- Beebee, T. J. (2013). Effects of Road Mortality and Mitigation Measures on Amphibian Populations. *Conservation Biology*, 00(0), 1-12. doi:10.1111/cobi.12063.
- Beisiegel, B. d. (2007). Foraging association between coatis (*Nasua nasua*) and birds of the Atlantic Forest, Brazil. *Biotropica*, 39(2), 283-285. doi:10.1111/j.1744-7429.2006.00255.x.
- Bellis, M. (2008). *Evaluating the effectiveness of wildlife crossing structures in Southern Vermont*. Amherst, USA: University of Massachusetts.
- Benítez-López, A., Alkemade, R., & Verweij, P. A. (2010). The impacts of roads and other infrastructure on mammal and bird populations: A meta-analysis. *Biological Conservation*, 143, 1307-1316.
- Benten, A., Hothorn, T., Vor, T., & Ammer, C. (2018). Wildlife warning reflectors do not mitigate wildlife-vehicle collisions on roads. *Accident Analysis and Prevention*, 120, 64-73.
- BirdLife international. (09 de 12 de 2018). *Data Zone: Parque Nacional Natural Chiribiquete*. Obtenido de Birdlife International: Data zone: Parque Nacional Natural Chiribiquete: <http://datazone.birdlife.org/eba/factsheet/319>.
- BirdLife International. (09 de 12 de 2018). *Data Zone: Riberas del río Duda*. Obtenido de Birdlife International: Data zone: Riberas del río Duda: <http://datazone.birdlife.org/site/factsheet/19073>.
- Blanco-Parra, M. d., & Bejarano-Rodríguez, I. (septiembre de 2006). Alimentación y reproducción de las principales especies ícticas del río Mesay durante el período de "aguas altas". *Revista de Biología Tropical*, 54(3), 853-859.
- Bliss-Ketchum, L. L., de Rivera, C. E., Turner, B. C., & Weisbaum, D. M. (2016). The effect of artificial light on wildlife use of a passage structure. *Biological Conservation*, 199, 25-28.
- Bogotá-Gregory, J. D., & Maldonado-Ocampo, J. A. (2006). Peces de la zona hidrogeográfica de la Amazonía, Colombia. *Biota Colombiana*, 7(1), 55-94.
- Bouchard, J., Ford, A. T., Eigenbord, F. E., & Fahrig, L. (2009). Behavioral Responses of Northern Leopard Frogs (*Rana pipiens*) to Roads and Traffic: Implications for Population Persistence. *Ecology and Society*, 14(2), 1-10. Obtenido de <http://www.ecologyandsociety.org/vol14/iss2/art23/>.
- Bovo, A. A., Ferraz, K. M., Magioli, M., Alexandrino, E. R., Hasui, É., Ribeiro, M. C., & Tobias, J. A. (2014). Habitat fragmentation narrows the distribution of avian functional traits associated with seed dispersal in tropical forest. *Perspectives in ecology and conservation*, 16, 90-96.
- Branden, A. W., Lopez, R. L., Roberts, C. W., Silvy, N. J., Owen, C. B., & Frank, P. A. (2008). Florida Key deer *Odocoileus virginianus clavium* underpass use and movements along a highway corridor. *Wildlife Biology*, 14, 155-163.
- Brooks, D. M. (2006). The utility of hotspots identification for forest management: cracids as bioindicators. *Acta Zoologica Sinica*, 52 (supplement), 199-201.
- Brooks, D. M., & Strahl, S. D. (2000). *Curassows, Guans and Chachalacas. Status Survey and Conservation Action Plan for Cracids 2000–2004*. Cambridge, UK: IUCN Publication Services Unit.

- Brown, G. P., Phillips, B. L., Webb, J. K., & Shine, R. (2006). Toad on the road: Use of roads as dispersal corridors by cane toads (*Bufo marinus*) at an invasion front in tropical Australia. *Biological Conservation*, 133, 88-94. doi:10.1016/j.biocon.2006.05.020.
- Brum, T. R., Santos-Filho, M., Canale, G. R., & Ignacio, A. R. (2018). Effects of roads on the vertebrates diversity of the Indigenous Territory Paresi and its surrounding. *Brazilian Journal of Biology*, 78(1), 125-132. doi:10.1590/1519-6984.08116.
- Brumm, H. (2004). the impact of environmental noise on song amplitude in a territorial bird. *Journal of Animal Ecology*, 73, 434-440.
- Bunkley, J. P., McClure, C. J., Kleist, N. J., Francis, C. D., & Barber, J. R. (2015). Anthropogenic noise alters bat activity levels and echolocation calls. *Global ecology and conservation*, 3, 62-71. doi:10.1016/j.gecco.2014.11.002.
- Cadena, D. C., Alvarez, M., Parra, J. L., Jiménez, I., Mejía, C. A., Santamaría, M., . . . Londoño, G. A. (2000). The birds of CIEM, Tinigua National Park, Colombia: an overview of 13 years of ornithological research. *Cotinga*, 13, 46-54.
- California Department of Transportation. (2007). *Wildlife Crossings Guidance Manual*. Davies, California: University of California.
- Canaday, C. (1997). Loss of insectivorous birds along a gradient of human impact in Amazonia. *Biological Conservation*, 77, 63-77.
- Chaves, M. E., Santamaría, M., & Sánchez, E. (2007). *Alternativas para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad en los Andes colombianos. Resultados 2002-2007*. Bogotá, Colombia: Instituto de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Costa, M., Simone, A., Vignali, V., Lantieri, C., Bucchi, A., & Dondi, G. (2014). Looking behavior for vertical road signs. *Transportation research part F*, 23, 147-155.
- Cruz, P., Paviolo, A., Bó, R. F., Thompson, J. J., & Di Bitetti, M. S. (.2014). Daily activity patterns and habitat use of the lowland tapir (*Tapirus terrestris*) in the Atlantic Forest. *Mammalian biology*, 79, 376-383. doi:10.1016/j.mambio.2014.06.003.
- CTC & Associates. (2018). *Using mussel spat rope to facilitate small fish passage in culverts*. Saint Paul, Minnesota, USA: Minnesota Department of Transportation.
- Cui, J., Chen, W., Newman, C., Han, W., Buesching, C., Macdonald, D., . . . Zhou, Y. (2018). Roads disrupt rodent scatter-hoarding seed-dispersal services: implication for forest regeneration. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 34, 102-108. doi:10.1016/j.ppees.2018.08.006.
- Cunnington, G. M., & Fahrig, L. (2010). Plasticity in the vocalizations of anurans in response to traffic noise. *Acta Oecologica*, 36, 463-470. doi:10.1016/j.actao.2010.06.002.
- D'Angelo, G., & Van der Ree, R. (2015). Use of reflectors and auditory deterrents to prevent wildlife-vehicle collisions. En R. Van der Ree, D. J. Smith, & C. Grilo,

- Handbook of road ecology* (pág. 522). Chichester, West Sussex, UK.: John Wiley & Sons.
- David, B. O., Tonkin, J. D., Taipeti, K. W., & Hokianga, H. T. (2014). Learning the ropes: mussel spat ropes improve fish and shrimp passage through culverts. *Journal of applied ecology*, 51, 214-223. doi:10.1111/1365-2664.12178
- de la Ossa, J., & Galván-Guevara, S. (2015). Registro de la mortalidad de fauna silvestre por colisión vehicular en la carretera Toluviejo - ciénaga La Caimanera, Sucre, Colombia. *Biota Colombiana*, 16(1), 67-77.
- de la Ossa-Nadjar, O., & de la Ossa, J. (2013). Fauna silvestre atropellada en dos vías principales que rodean los Montes de María- Sucre- Colombia. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*, 5(1), 158-164.
- Defler, T. R. (2010). *Historia natural de los primates colombianos*. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Defler, T. R. (2013). Species richness, densities and biomass of nine primate communities in eastern Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de ciencias*, XXXVII(143), 253-262.
- Delgado Vélez, C. A. (2014). Adiciones al atropellamiento vehicular de mamíferos en la vía de El Escobero, Envigado (Antioquia), Colombia. *Revista EIA. Escuela de Ingeniería de Antioquia*, 1122, 147-153.
- Department of Transport and Main Roads. (2010). *Fauna Sensitive Road Design Manual, Volume 2: Preferred Practices* (Vol. 2). Brisbane, Queensland, Australia. Obtenido de <https://www.tmr.qld.gov.au/business-industry/Technical-standards-publications>.
- Desbiez, A. L., & Medri, I. M. (2010). Density and Habitat use by Giant Anteaters (*Myrmecophaga tridactyla*) and Southern Tamanduas (*Tamandua tetradactyla*) in the Pantanal, Tamanduas (*Tamandua tetradactyla*) in the Pantanal. (S. a. IUCN/SSC Anteater, Ed.) *Edentata*, 4-10. doi:<http://dx.doi.org/10.1896/020.011.0102>.
- Di Fiore, A. (2003). Ranging Behavior and Foraging Ecology of Lowland Woolly Monkeys (*Lagothrix lagotricha poeppigii*) in Yasuni National Park, Ecuador. *American Journal of Primatology*, 47-66.
- Dirección de Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos. (2018). *Manual de compensación del componente biótico*. Bogotá, Colombia: Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible.
- Donaldson, B. M. (2005). *The use of highway underpasses by large mammals in Virginia and factors influencing their effectiveness*. Richmond, Virginia, Estados Unidos.: Virginia Department of Transportation .
- Dood, C. K., Barichivich, W. J., & Smith, L. L. (2004). Effectiveness of a barrier wall and culverts in reducing wildlife mortality on a heavily traveled highway in Florida. *Biological Conservation*, 118, 619-631. doi:10.1016/j.biocon.2003.10.011.
- Drory, A., & Shinar, D. (1982). The effects of roadway environment and fatigue on sign perception. *Journal of safety research*, 13, 25-32.
- Eigenbrod, F., Hecnar, S. J., & Fahring, L. (2009). Quantifying the Road-Effect Zone: Threshold Effects of a Motorway on Anuran Populations in Ontario, Canada.

- Ecology and Society*, 14(1), 1-18. Obtenido de <http://www.ecologyandsociety.org/vol14/iss1/art24/>.
- Farhadinia, M. S., Hunter, L. T., Jourabchian, A., Hosseini-Zavarei, F., Akbari, H., Ziaie, H., . . . Jowkar, H. (2015). The critically endangered Asiatic cheetah *Acinonyx jubatus venaticus* in Iran: A review of recent distribution and conservation status. *Biodiversity Conservation*, 2017(26), 1027-1046. doi:DOI 10.1007/s10531-017-1298-8.
- Federal Highway Administration - U.S. Department of Transportation. (2011). *Wildlife crossings Structure handbook. Design and evaluation in North America*. (A. P. Clevenger, Ed.) Lakewood, Colorado, Estados Unidos: U.S. Department of Transportation.
- Federal Highway Administration. (2008). *Wildlife-vehicle collision reduction study. Report to Congress*. Bozeman, Montana: U.S. Department of Transportation.
- Forman, R. T., & Alexander, L. E. (1998). Roads and their major ecological effects. *Annual Review of Ecology Evolution and Systematics*, 29, 207-231.
- Franco, A. M., & Santamaría, M. (1995). Area vital, hábitos alimenticios y otros aspectos de historia natural del paujil Mitu Salvini. *Congreso internacional sobre el manejo de fauna en la Amazonía* (págs. 267-282). Iquitos, Perú: Congreso internacional sobre el manejo de fauna en la Amazonía.
- García, M. J., Medici, E. P., Naranjo, E. J., Novarino, W., & Leonardo, R. S. (2012). Distribution, habitat and adaptability of the genus *Tapir*. *Integrative Zoology*, 7, 346-355. doi:10.1111/j.1749-4877.2012.00317.x.
- García-Toro, L. C., Link, A., Páez-Crespo, E. J., & Stevenson, P. R. (2019). Home range and daily traveled distances of highland colombian woolly monkeys (*Lagothrix lagothricha lugens*): comparing spatial data from GPS collars and direct follows. En R. Reyna-Hurtado, & C. A. Chapman, *Movement ecology of neotropical forest mammals. Focus on social animals* (pág. 274). Suiza: Springer International Publishing.
- Gaudin, T. J., Hicks, P., & Di Blanco, Y. (2018). *Myrmecophaga tridactyla* (Pilosa: Myrmecophagidae). *Mammalian Species*, 50(956), 1-13. doi:10.1093/mspecies/sey001.
- Glista, D. J., DeVault, T. L., & DeWoody, J. A. (2009). A review of mitigation measures for reducing wildlife mortality on roadways. *Landscape and Urban Planning*, 91, 1-7. doi:10.1016/j.landurbplan.2008.11.001.
- Gonzales Delgado, T. M. (2016). *Movimiento de Tapirus terrestris en la parte media del río Caquetá - Amazonía colombiana*. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Goosem, M., Harding, E. K., Chester, G., Tucker, N., Harris, C., & Oakley, K. (2010). *Roads in rainforest: Best practice guidelines for planning, design and management*. Cairns, Australia, Australia: Reef and rainforest research centre Limited.
- Grant, J., Seymour, C., & Foord, S. (2017). The effect of infrastructure on the invasion of a generalist predator: Pied crows in southern Africa as a case-study. *Biological Conservation*, 205, 11-15.

- Gregory, T., Charrasco-Rueda, F., Alonso, A., Kolowski, J., & Deichmann, J. L. (2017). Natural canopy bridges effectively mitigate tropical forest fragmentation for arboreal mammals. *Scientific reports*, 7, 1-11. doi:0.1038/s41598-017-04112-x.
- Guariguata, M. R., & Kattan, G. H. (2002). *Ecología y conservación de bosques neotropicales*. Costa Rica: Libro Universitario Regional (EULAC-GTZ).
- Hayssen, V. (2010). *Bradypus variegatus* (Pilosa: Bradypodidae). *Mammalian species*, 42(850), 19-32.
- Hayssen, V. (2011). *Tamandua tetradactyla* (Pilosa: Myrmecophagidae). *Mammalian Species*, 43(875), 64-74. doi:10.1644/875.1.
- Hels, T., & Buchwald, E. (2001). The effect of road kills on amphibian populations. *Biological Conservation*, 99, 331-340.
- Hilty, S. L., & Brown, W. L. (2001). *Guía de las aves de Colombia* (1 ed.). (H. Álvarez López, Trad.) Bogotá: Asociación Colombiana de Ornitología.
- Hobday, A. J., & Minstrell, M. L. (2008). Distribution and abundance of roadkill on Tasmanian highways: human management options. *Wildlife research*, 35, 712-726. doi:10.1071/WR08067.
- Hoskin, C. J., & Goosem, M. W. (2010). Road Impacts on Abundance, Call Traits, and Body Size of Rainforest Frogs in Northeast Australia. *Ecology and Society*, 15(3), 1-15. Obtenido de <http://www.ecologyandsociety.org/vol15/iss3/art15/>.
- Huijser, M. P., Mosler-Berger, C., Olsson, M., & Strein, M. (2015). Wildlife warning signs and animal detection systems aimed at reducing wildlife-vehicle collisions. En R. van der Ree, D. J. Smith, & C. Grilo, *Handbook of road ecology* (pág. 522). Chichester, West Sussex, England: John Wiley & Sons Ltd.
- Ibisch, P. L., Hoffmann, M. T., Kreft, S., Pé'er, G., Kati, V., Biber-Freudenberger, L., . . . Selva, N. (2016). A global map of roadless areas and their conservation status. *Science*, 354(6318), 1423-1427. doi:10.1126/science.aaf7166
- Instituto Amazónico de investigaciones científicas - Sinchi. (2000). *Peces de importancia económica en la cuenca amazónica colombiana*. Bogotá: Scripto Ltda.
- Instituto Nacional de Vías - INVIAS. (2008). *Manual de diseño geométrico de carreteras*. Bogotá, Colombia: Ministerio de Transporte.
- INVIAS, I. N. (2011). *Guía de manejo ambiental de proyectos de infraestructura, subsectos vial*. Bogotá: Somos Impresores Ltda.
- Johansson, G., & Backlund, F. (1970). Drivers and road signs. *Ergonomics*, 13, 749-759.
- Judas, J., & Henry, O. (1999). Seasonal variation of home range of collared peccary in tropical rain forests of French Guiana. *Journal of Wildlife Management*, 63(2), 546-552.
- Karlson, M. (2015). *Road ecology for environmental assessment - PhD thesis*. Royal Institute of Technology (KTH). Stockholm, Sweden: Royal Institute of Technology (KTH).

- Kattan, G. H., Alvarez-López, H., & Giraldo, M. (1994). Forest fragmentation and bird extinctions: San Antonio eighty years later. *Conservation Biology*(8), 138-146.
- Kattan, G. H., Muñoz, M. C., & Kikuchi, D. W. (2016). Population densities of curassows, guans, and chachalacas (Cracidae): Effects of body size, habitat, season, and hunting. *The Condor*, 118, 24-32. doi:0.1650/CONDOR-15-51.1
- Kaur, H., Torma, A., Galle-Szpisjak, N., Seat, J., Lorinczi, G., Módra, G., & Gallé, R. (2019). Road verges are important secondary habitats for grassland arthropods. *Journal of insect conservation*, 23, 899-907. doi:10.1007/s10841-019-00171-9.
- Keller, G., & Sherar, J. (2004). *Ingeniería de caminos rurales: Guía de campo para las mejores prácticas de administración de caminos rurales*. México: Instituto Mexicano del Transporte.
- Keuroghlian, A., Eaton, D. P., & Longland, W. S. (2004). Area use by white-lipped and collared peccaries (*Tayassu pecari* and *Tayassu tajacu*) in a tropical forest fragment. *Biological Conservation*, 120, 411-425.
- King, E. A., & Murphy, E. (2016). Environmental noise - "Forgotten" or "ignored" pollutant? *Applied acoustics*, 112, 211-215. doi:10.1016/j.apacoust.2016.05.023.
- Kroll, G. (2015). An Environmental History of Roadkill: Road Ecology and the Making of the Permeable Highway. *Environmental History*, 20, 4-28. doi:10.1093/envhis/emu129.
- Lee, J. A., Chon, J., & Ahn, C. (2014). Planning landscape corridors in ecological infrastructure using least-cost path methods based on the value of ecosystem services. *Sustainability*, 6, 7564-7585. doi:10.3390/su6117564.
- Lees, A. C., & Peres, C. A. (2009). Gap-crossing movements predict species occupancy in Amazonian forest fragments. *Oikos*, 118, 280-290. doi:10.1111/j.1600-0706.2008.16842.x.
- León M., O. A., & Vargas Ríos, O. (2011). 41. Estrategias para el control, manejo y restauración de áreas invadidas por retamo espinoso (*Ulex europaeus*) en la vereda El Hato, localidad de Usme, Bogotá D.C. En S. P. Reyes B., & O. Vargas Ríos, *La restauración ecológica en la práctica: Memorias del I Congreso colombiano de restauración ecológica*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Lima Santos, R. A., Ascesao, F., Lopes Ribeiro, M., Bager, A., Santos-Reis, M., & Aguiar, L. M. (2017). Assessing the consistency of hotspot and hot-moment patterns of wildlife road mortality over time. *Perspectives in Ecology and Conservation*, 15, 56-60. doi:10.1016/j.pecon.2017.03.003.
- López-Herrera, D. F., León-Yusti, M., Guevara-Molina, S. C., & Vargas-Salinas, F. (2016). Reptiles en corredores biológicos y mortalidad por atropellamiento vehicular en Barbas-Bremen, Quindío, Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas Físicas y Naturales*, 40(156), 484-493. doi:10.18257/raccefyn.334.

- Luell, B., Beckker, G. J., Cuperus, R., Dufek, J., Fry, G., Hicks, C., . . . Wandall, B. L. (2003). *Wildlife and Traffic: A European*. Bruselas, Bélgica: European Co-operation in the Field of Scientific and Technical.
- Machado, F. S., Fontes, M. A., Mendes, P. B., Moura, A. S., & Romao, B. d. (2015). Roadkill on vertebrates in Brazil: seasonal variation and road type comparison. *North-western journal of zoology*, 11(2), 247-252.
- Madadi, H., Moradi, H., Soffianian, A., Salmanmahiny, A., Senn, J., & Geneletti, D. (2017). Degradation of natural habitats by roads: Comparing land-take and noise effect zone. *Environmental Impact Assessment Review*, 65, 147-155. doi:10.1016/j.eiar.2017.05.003.
- Mantilla-Meluk, H., Mosquera-Guerra, F., Trujillo, F., Pérez, N., Velasquez-Valencia, A., & Vargas Pérez, A. (2017). Mamíferos del sector Norte del Parque Nacional Natural Serranía de Chiribiquete. *Revista colombiana Amazónica*(10), 99-134.
- Martenen, A. C., Pimentel, R. G., & Metzger, J. P. (2008). Relative effects of fragment size and connectivity on bird community in the Atlantic Rain Forest: Implications for conservation. *Biological conservation*, 141, 2184-2192.
- Mashio, G. F., Santos-Costa, M. C., & Prudente, A. L. (2016). Road-Kills of Snakes in a Tropical Rainforest in the Central Amazon Basin, Brazil. *South American Journal of Herpetology*, 11(1), 46-53. doi:10.2994/SAJH-D-15-00026.1.
- Mata Estacio, C. (2007). *Utilización por vertebrados terrestres de los pasos de fauna y otras estructuras transversales de dos autovías del Centro-Noroeste peninsular*. Madrid, España: Universidad Autónoma de Madrid.
- Maynard, R. J., Aall, N. C., Saenz, D., Hamilton, P. S., & Kwiatkowski, M. A. (2016). Road-edge Effects on Herpetofauna in a Lowland Amazonian Rainforest. *Tropical Conservation Science*, 9(1), 264-290.
- McCracken, S. F., & Forstner, M. R. (2014). Oil Road Effects on the Anuran Community of a High Canopy Tank Bromeliad (*Aechmea zebrina*) in the Upper Amazon Basin, Ecuador. *PLOS ONE*, 9(1), 1-12. doi:10.1371/journal.pone.0085470.
- Meese, R. J., Shilling, F. M., & Quinn, J. F. (2007). *Wildlife Crossings Guidance Manual*. Daies, California, USA.: California Department of Transportation Environmental Division.
- Mendes, S., Colino-Rabanal, V. J., & Peris, S. J. (2011). Bird song variations along an urban gradient: The case of the European blackbird (*Turdus merula*). *Landscape and Urban Planning*, 99, 51-57. doi:10.1016/j.landurbplan.2010.08.013.
- Millot, S., Vandewalle, P., & Parmentier, E. (2011). Sound production in red-bellied piranhas (*Pygocentrus nattereri*, Kner): an acoustical, behavioural and morphofunctional study. *The Journal of Experimental Biology*, 214, 3613-3618. doi:10.1242/jeb.061218.
- Milton, S. J., Dean, W. J., Sielecki, L. E., & van der Ree, R. (2015). The function and management of roadside vegetation. En R. van der Ree, D. J. Smith, & C. Grilo, *Handbook of road ecology* (págs. 373-381). Chichester, West Sussex, UK.: John Wiley & Sons.

- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente - España. (2015). *Prescripciones técnicas para el diseño de pasos de fauna y vallados perimetrales (segunda edición revisada y ampliada)*. (2 ed.). Madrid: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.
- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. (2015). *Prescripciones técnicas para el diseño de pasos de fauna y vallados perimetrales (segunda edición)*. Madrid, España: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2005). *Programa nacional para la conservación del género Tapirus en Colombia*. Bogotá, Colombia: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2012). Política nacional para la gestión integral de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos - PNGIBSE. Bogotá, Colombia.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2016). Programa nacional para la conservación y uso sostenible de las especies del superorden Xenarthra presentes en Colombia : plan de acción 2014-2023. Aguilar Isaza, Nathalia, Plese, Tinka, Rojano, Cesar.
- . Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2020). Guía de Manejo Ambiental para vías Terciarias. Bogotá, Colombia: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial
- Ministerio de Medio Ambiente, de España. (2006). *Prescripciones técnicas para el diseño de pasos de fauna y vallados perimetrales. Documentos para la reducción de la fragmentación de hábitats causada por infraestructura de transporte*. Madrid, España: Organismo Autónomo Parques Nacionales.
- Ministerio de Transporte. (2015). *Manual de señalización vial. Dispositivos uniformes para regulación del tránsito en calles carreteras y ciclorrutas de Colombia*. Bogotá: Ministerio de transporte.
- Ministerio de Transporte. (2004). *Manual de señalización: Dispositivos para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclorrutas de Colombia*. Bogotá, Colombia: Ministerio de transporte.
- Monge-Nájera, J. (2018). Road kills in tropical ecosystems: A review with recommendations for mitigation and for new research. *Revista de Biología Tropical*, 66(2), 722-738.
- Morales-Jiménez, A. L., Sánchez, F., Poveda, K., & Cadena, A. (2004). *Mamíferos terrestres y voladores de Colombia, guía de campo*. Bogotá: Ramos López.
- Moreno, S., & Plese, T. (2005). *Estrategia nacional para la conservación de perezosos de tres uñas, Bradypus sp., y de dos uñas, Choloepus sp. en Colombia*. Medellín: Fundación UNAU - CORANTIOQUIA.
- Nowak, R. M., & Paradiso, J. L. (1983). *Walker's Mammals of the world*. Baltimore, USA: Johns Hopkins Press Ltd.
- Oliveira Gonçalves, L., Janish Álvarez, D., Zimmermann Texeira, F., Schuck, G., Pfeifer Coelho, I., Beraldo Esperandio, I., . . . Kindel, A. (2018). Reptile road-kills in Southern Brazil: Composition, hot moments and hotspots. *Science of the Total Environment*, 615, 1438-1445. doi:10.1016/j.scitotenv.2017.09.053.

- Ortega-LAra, A., Maldonado-Ocampo, J., & Usma, S. (2009). Inventario preliminar de la ictiofauna de la cuenca alta de los ríos Mocoa y Putumayo (piedemonte amazónico), Colombia. *Actualidades biológicas*, 31(1), 45-46.
- Ottburg, F., & Blank, M. (2015). Solutions to the impacts of roads and other barriers on fish and fish habitats. En R. van der Ree, D. J. Smith, & C. Grilo, *Handbook of road ecology* (pág. 522). Chichester, West Sussex, UK: John Wiley & Sons.
- Parchizadeh, J., Shilling, F., Gatta, M., Bencini, R., Qashqaei, A., Adibi, M. A., & Williams, S. T. (2018). Roads threaten asiatic cheetahs in Iran. *Current Biology Magazine*, 28, R1141-R1142. doi:10.1016/j.cub.2018.09.005.
- Pardo Ibarra, T. (27 de Mayo de 2019). Un campesino no tiene 2 millones para tumbiar una hectárea de bosque. *El Tiempo*. Obtenido de <https://www.eltiempo.com/vida/medio-ambiente/asi-es-el-negocio-de-la-deforestacion-en-el-guaviare-367604>.
- Parra, J. L., Agudelo, M., Molina, Y., & Londoño, G. (2001). Use of space by a pair of Salvin's curassows (*Mitu salvinii*) in northwestern colombian Amazon. *Ornitología Neotropical*, 12(3), 189-204.
- Parris, K. M. (2015). Ecological impact of road noise and options for mitigation. En R. van der Ree, D. J. Smith, & C. Grilo, *Handbook of road ecology* (pág. 522). Chichester, West Sussex, UK.: John Wiley & Sons Ltd.
- Parris, K. M., & Schneider, A. (2009). Impacts of Traffic Noise and Traffic Volume on Birds of Roadside Habitats. *Ecology and Society*, 14(1), 1-23. Obtenido de <http://www.ecologyandsociety.org/vol14/iss1/art29>.
- Parris, K. M., Velik-Lord, M., & North, J. M. (2009). Frogs call at a higher pitch in traffic noise. *Ecology and Society*, 14(1), 1-25. Obtenido de <http://www.ecologyandsociety.org/vol14/iss1/art25/>.
- Payán, E., Soto, C., Díaz-Pulido, A., Benitez, A., & Hernández, A. (2013). Wildlife road crossing and mortality: Lessons for wildlife friendly road design in Colombia. *Proceedings of the 2013 International Conference on Ecology and Transportation (ICOET 2013)* (págs. 1-18). Scottsdale: ICOET 2013. Obtenido de http://www.icoet.net/icoet_2013/.
- Pereira, A. d., Calabuig, C., & Wachlevski, M. (2018). Less impacted or simply neglected? Anuran mortality on roads in the Brazilian semiarid zone. *Journal of Arid Environments*, 150, 28-33. doi:10.1016/j.jaridenv.2017.11.015.
- Pinto, F. A., Bager, A., Clevenger, A. P., & Grilo, C. (2018). Giant anteater (*Myrmecophaga tridactyla*) conservation in Brazil: Analysing the relative effects of fragmentation and mortality due to roads. *Biological Conservation*, 228, 148-157. doi:10.1016/j.biocon.2018.10.023.
- Plese, T., Reyes-Amaya, N., Castro-Vasquez, L., Giraldo, S., & Feliciano, O. (2016). Distribution and current state of knowledge of Hoffmann's two-toed sloth (*Choloepus hoffmanni*) in COlombia, with comments on the variation of its external morphological traits. *Therya*, 7(3), 407-421. doi:10.12933/therya-16-412.
- Poessel, S., Burdett, C., Boydston, E. E., Lyren, L. M., Alonso, R. S., Fisher, R. N., & Crooks, K. R. (2014). Roads influence movement and home ranges of a

- fragmentation sensitive carnivore, the bobcat, in an urban landscape. *Biological Conservation*, 180, 224-232. doi:10.1016/j.biocon.2014.10.010.
- Pomareda, E., Araya, D., Ríos, Y., Arévalo, E., Aguilar, M. C., & Menacho, R. M. (2014). *Guía ambiental: Vía samigables con al vida silvestre*. San José, Costa Rica: Comité científico de la Comisión Vías y Vida Silvestre.
- Pracucci Gomes, A. L., Alves da Rosa, C., & Bager, A. (2012). Variação sazonal da fauna selvagem atropelada na rodovia MG 354, Sul de Minas Gerais – Brasil. *Biotemas*, 25(1), 73-79. doi:10.5007/2175-7925.2012v25n1p73.
- Prieto-Piraquive, E. F. (2000). *Estudio ictiológico de un caño de aguas negras de la Amazonía colombiana, Leticia - Amazonas*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Quintero, J. D. (2016). *Guía de buenas prácticas ambientalmente amigables*. The Nature Conservancy / Latin America Conservation Council.
- Quintero, J. D. (2106). *Guía de buenas prácticas para carreteras ambientalmente amigables*. Washington , USA: The Nature Conservancy / Latin America Conservation Council.
- Quintero, J. D., Roca, R., Morgan, A., Mathur, A., & Shi, X. (2010). *Smart green infrastructure in tiger range countries*. Washington, USA.: The International Bank for Reconstruction and Development.
- Quintero-Ángel, A., Osorio-Dominguez, D., Vargas-Salinas, F., & Saavedra-Rodriguez, C. A. (2012). Roadkill rate of snakes in a disturbed landscape of Central Andes of Colombia. *Herpetology notes*, 5, 99-105.
- Rautsaw, R. M., Martin, S. A., Lanctot, K., Vincent, B. A., Bolt, M. R., Seigel, R. A., & Parkinson, C. L. (2018). On the Road Again: Assessing the Use of Roadsides as Wildlife Corridors for Gopher Tortoises (*Gopherus polyphemus*). *Journal of herpetology*, 52(2), 136-144. doi:10.1670/17-013.
- Rengifo, L. M. (1999). Composition changes in a sub-Andean avifauna after long-term forest fragmentation. *Conservation Biology*(13), 1124-1139.
- Ribeiro, P., Silveira Miranda, J. E., & Rodriguez de Araujo, D. (2017). The effect of roadkills on the persistence of xenarthran populations: The case of the Brazilian Cerrado. *Edentata*, 18, 51-61. doi:10.2305/IUCN.CH.2017.
- Rincón, A. M., Urbina, C. N., Galeano, S. P., Bock, B. C., & Páez, V. P. (2019). Road kill of snakes on a highway in an Orinoco ecosystem: Landscape factors and species traits related to their mortality. *Tropical Conservation Science*, 12, 1-18. doi:10.1177/1940082919830832.
- Robinson, J. G., & Eisenberg, J. F. (1985). Group size and foraging habits of the collared peccary *Tayassu tajacu*. *Journal of Mammalogy*, 66(1), 153-155.
- Robinson, W. D. (Febrero de 1999). Long-term changes in the avifauna of Barro Colorado island, Panama, a tropical forest isolate. *Conservation biology*, 13(1), 85-97.
- Rowse, E. G., Lewanzik, D., Stone, E. L., Harris, S., & Jones, G. (2016). Chapter 7. Dark matters: The effects of artificial lighting on bats. En C. C. Voight, & T. Kingston, *Bats in the anthropocene: Conservation of bats in a changing world*. (pág. 605). Springer International Publishing. doi:10.1007/978-3-319-2520-9_7.

- Santamaría, M., & Franco, A. M. (2000). Frugivory of Salvin's curassow in a rainforest of the colombian Amazon. *Wilson Bulletin*, 112(4), 473-481.
- Santos, R. A., Mota Ferreira, M., Aguiar, L. M., & Ascensao, F. (2018). Predicting wildlife road-crossing probability from roadkill data using occupancy-detection models. *Science of the total environment*, 64, 629-637. doi:10.1016/j.scitotenv.2018.06.107.
- Schutt, P. (2008). *Analysis of road kill data from Ankarafantsika National Park, Madagascar*. Duke University. Durham: Duke University.
- Selva, N., Switalski, A., Kreft, S., & Ibsch, P. L. (2015). Why keep areas road-free? The importance of roadless areas. En R. Van der Ree, D. J. Smith, & C. Grilo, *Handbook of road ecology* (pág. 522). Chichester, West Sussex, U.K.: John Wiley & Sons.
- Shilling, F., & Waetjen, D. (2016). *Impact of wildlife-vehicle conflict on drivers and animals*. Davies, California: University of California: Road Ecology Center.
- Shinar, D., & Vogelzang, M. (2013). Comprehension of traffic signs with symbolic versus text displays. *Transportation research part F*, 18, 72-82.
- Shine, R., Lemaster, M., Wall, M., Langkilde, T., & Mason, R. (2004). Why Did the Snake Cross the Road? Effects of Roads on Movement and Location of Males by Garter Snakes (*Thamnophis sirtalis parietalis*). *Ecology and Society*, 9(1), 1-13. Obtenido de <http://www.ecologyandsociety.org/vol9/iss1/art9>.
- SIAC - Sistema de Información Ambiental de Colombia. (22 de Noviembre de 2018). <http://181.225.72.78/Portal-SIAC-web/faces/Dashboard/Biodiversidad2/amazonas/amazonia.xhtml>. Obtenido de http://www.siac.gov.co/siac_general: <http://181.225.72.78/Portal-SIAC-web/faces/Dashboard/Biodiversidad2/amazonas/amazonia.xhtml>
- Sillero, N., Ribeiro, H., Franch, M., Silva, C., & Lopes, G. (2018). A road mobile mapping device for supervised classification of amphibians on roads. *European Journal of Wildlife Research*, 64(77), 1-6. doi:10.1007/s10344-018-1236-4.
- Sinchi. (2018). *Metodología homologada para realizar estudios de fragmentación, motores de fragmentación y conectividad ecológica en el paisaje amazónico colombiano, en tres diferentes ámbitos de alcance geográfico: regional, subregional y local*. Bogotá D.C.: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas - SINCHI.
- Sistema Urubu. (30 de 04 de 2020). Obtenido de <https://sistемаurubu.com.br/dados/>.
- Skuth, A. F. (March de 1959). Life history of the black-throated trogon. *The Wilson Bulletin*, 71(1), 5-18.
- Smith, D. J., & van der Ree, R. (2015). Field methods to evaluate the impacts of roads on wildlife. En D. van der Ree, D. J. Smith, & C. Grilo, *Handbook of road ecology* (pág. 522). Chichester, West Sussex, UK.: John Wiley & Sons.
- Smith, D. J., van der Ree, R., & Rosell, C. (2015). Wildlife crossing structures: An effective strategy to restore or maintain wildlife connectivity across roads. En

- R. van der Ree, D. J. Smith, & C. Grilo, *Handbook of road ecology* (pág. 522). Chichester, Wes Sussex, UK.: John Wiley & Sons Ltd.
- Socha Baez, V. A., & Tapias Montañez, C. G. (2010). *Manual de pacificadores de velocidad en vías urbanas*. Tunja: Universidad pedagógica y tecnológica de Colombia (UTPC) - Escuela de transporte y vías.
- Sosa-Pérez, G., & MacDonald, L. H. (2017). Effects of closed roads, traffic, and road decommissioning on infiltration and sediment production: A comparative study using rainfall simulations. *Catena*, 159, 93-105. doi:10.1016/j.catena.2017.08.004.
- Stevenson, P. R. (2006). Activity and ranging patterns of colombian woolly monkeys in north-western Amazonia. *Primates*(47), 239-247. doi:10.1007/s10329-005-0172-6.
- Stratford, J. A., & Stouffer, P. C. (2015). Forest fragmentation alters microhabitat availability for Neotropical terrestrial insectivorous birds. *Biological conservation*, 188, 109-115.
- Straziuso, J. (29 de Enero de 2011). Kenya elephant underpass a hit. Tucson, Arizona, Estados Unidos. Obtenido de https://tucson.com/news/science/environment/kenya-elephant-underpass-a-hit/article_fe50f43e-b5a4-5134-a353-8c3fab6496cf.html.
- Súarez-Mayorga, A. M., & Lynch, J. D. (2017). Myth and truth on the herpetofauna of Chiribiquete: From lost world to the last world. *Revista colombiana amazónica*, 10, 177-190.
- Sullivan, T. L., Williams, A. F., Messmer, T. A., Hellinga, L. A., & Kyrychenko, S. Y. (2004). Effectiveness of temporary warning signs in reducing deer-vehicle collisions during mule deer migrations. *Wildlife Society Bulletin*, 32(3), 907-915. doi:10.2193/0091-7648(2004)032[0907:EOTWSI]2.0.CO;2.
- Sun, J., Raap, T., Pinxten, R., & Eens, M. (2017). Artificial light at night affects sleep behaviour differently in two closely related songbird species. *Environmental pollution*, 231, 882-889. doi:10.1016/j.envpol.2017.08.098.
- Sunquist, M. E., & Montgomery, G. G. (Noviembre de 1973). Activity patterns and rates of movement of two-toed and three-toed sloths (*Choloepus hoffmanni* and *Bradypus variegatus*). *Journal of mammalogy*, 54(4), 946-954. doi:10.2307/1379088.
- Sunquist, M. E., Austad, S. N., & Sunquist, F. (1987). Movement patterns and home range in the common opossum (*Didelphis marsupialis*). *Journal of mammalogy*, 68(1), 173-176. Obtenido de <http://www.jstor.org/stable/1381069>.
- Tobler, M. W. (2008). *The ecology of the lowland tapir in Madre de Dios, Perú: Using new technologies to study large rainforest mammals*. College Station, Texas, USA.: Texas A&M University.
- Valladares, F., Balaguer, L., Mola, I., Escudero, A., & Alfaya, V. (2011). *Restauración ecológica de áreas afectadas por infraestructuras de transporte. Bases científicas para soluciones técnicas*. Madrid, España: Fundación Biodiversidad.

- van der Grift, E. A., & van der Ree, R. (2015). Guidelines for evaluating use of wildlife crossing structures. En R. van der Ree, D. J. Smith, & C. Grilo, *Handbook of road ecology* (págs. 119-128). Chichester, West Sussex, UK.: John Wiley & Sons.
- van der Grift, E. A., & van der Sluis, T. (2003). *Design of an ecological network for Piano di Navelli (Abruzzo)*. Wageningen, Holanda: Alterra, Green world research.
- van der Grift, E. A., Seiler, A., Rosell, C., & Semeonova, V. (2017). *Safe roads for wildlife and people. SAFEROAD Final Report. CEDR Transnational Road Research Programme Call 2013*. Bruselas, Bélgica: CEDR - Concerence or European Directors of Roads.
- Vargas-Salinas, F., & López-Aranda, F. (2012). ¿Las carreteras pueden restringir el movimiento de pequeños mamíferos en bosques andinos de Colombia? Estudio de caso en el Bosque de Yotoco, Valle del Cauca. *Caldasia*, 342, 409-420.
- Vélez, J., Espeleta, J. M., Rivera, O., & Armenteras, D. (2017). Effects of seasonality and habitat on the browsing and frugivory preferences of *Tapirus terrestris* in north-western Amazonia. *Journal of Tropical Ecology*, 1-12. doi:10.1017/S0266467417000359.
- Vieira Fragoso, J. M. (1999). Perception of scale and resource partitioning by peccaries: Behavioral causes an ecological implications. *Journal of Mammalogy*, 80(3), 993-1003.
- Weaver, W., Weppner, E., & Hagans, D. (2014). *El libro verde: Manual de caminos forestales y rurales*. Ukiah, California. Estados Unidos: California Water Boards.
- Wells, K. D., & Schwartz, J. J. (2006). The behavioral ecology of anuran communication. En P. M. Narins, A. S. Fenf, R. R. Fay, & A. N. Popper, *Hearing and communication in amphibians* (pág. 366). New York: Springer. doi:10.1007/978-0-387-47796-1.
- Whittington, J., Low, P., & Hunt, B. (marzo de 2019). Temporal road closures improve habitat quality for wildlife. *Scientific reports*, 219(9), 1-10. doi:10.1038/s41598-019-40581-y.
- World Bank. (2007). *Environmental Impact Report of World Bank Financed Anhui Highway Project III*. Washington, USA: World Bank.
- Wunderle, J. M., Willig, M. R., & Pinto Henriques, M. (2005). Avian distribution in treefall gaps and understorey of terra firme forest in the lowland Amazon. *Ibis*, 109-129.
- Yuan, L., Ma, Y.-f., Lei, Z.-y., & Xu, P. (2014). Driver's comprehension and improvement of warning signs. *Advances in mechanical engineering*, 1-9. doi:10.1155/2014/582606.
- Yumoto, T. (1999). Seed dispersal vu Salvin's curassow, *Mitu salvini* (Cracidae), in a tropical forest of Colombia: Direct measurements of dispersal distance. *Biotropica*, 31(4), 654-660.

- Zapata, L. A., & Usma, J. S. (2013). *Guía de las especies migratorias de la biodiversidad en Colombia. Peces, Vol. 2*. Bogota: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible / WWF Colombia.
- Zhang, W., Shu, G., Li, Y., Xiong, S., Liang, C., & Li, C. (2018). Daytime driving decreases amphibian roadkill. *Peerj*, 1-18. doi:10.7717/peerj.5385.
- Zimmermann Teixeira, F., Pfeifer Coelho, A. V., Beraldo Esperandio, I., & Kindel, A. (2013). Vertebrate road mortality estimates: Effects of sampling methods and carcass removal. *Biological conservation*, 157, 317-323. doi:10.1016/j.biocon.2012.09.006.

The background image shows a dirt road that curves from the bottom left towards the center. To the right of the road is a grassy area with a wire fence. In the background, a large, leafy tree stands prominently against a cloudy sky. The overall scene is rural and natural.

**GUÍA DE
MANEJO
AMBIENTAL
PARA VÍAS
TERCIARIAS**

Tabla de Contenido

LISTA DE TABLAS.....	10
LISTA DE FIGURAS	11
AGRADECIMIENTOS	12
1. SIGLAS, ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS	13
2. DEFINICIONES.....	18
3. INTRODUCCIÓN	32
4. MARCO JURÍDICO.....	35
4.1. Normas aplicables.....	36
4.2. Aspectos jurídicos a considerar en la formulación y ejecución de proyectos ...	46
4.2.1. Formulación.....	46
4.2.2. Ejecución.....	48
5. MARCO DE POLÍTICA	50
5.1. Sector transporte.....	50
5.1.1. Marco institucional.....	50
5.1.2. Planes Nacionales de Desarrollo.....	51
5.1.3. Principales lineamientos de política definidos por el marco constitucional y legal	52
5.1.3.1. Constitución Política.....	52
5.1.3.2. Decreto Ley 2171 de 1992.....	53
5.1.3.3. Ley 105 de 1993	53
5.1.3.4. Ley 1682 de 2013	53
5.1.3.5. Documentos Conpes.....	54
5.1.4. Otras políticas públicas, planes y programas del Sector Transporte	55
5.1.4.1. Plan Estratégico Intermodal de Infraestructura de Transporte PEIIT y Plan Maestro de Transporte Intermodal PMTI.....	55
5.1.4.2. Plan 50/51 Vías Terciarias para la Paz	56
5.1.4.3. Programa Caminos para la prosperidad	57

5.1.4.4. Plan de acción sectorial de mitigación del cambio climático (PAS) sector transporte.....	57
5.1.4.5. Plan nacional de vías para la integración regional (PNVIR)	57
5.2. Sector ambiente y desarrollo sostenible	57
5.2.1. Marco institucional.....	57
5.2.2. Principales lineamientos de política definidos por el marco constitucional y legal	58
5.2.2.1. Constitución Política.....	58
5.2.2.2. Código de los Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.....	58
5.2.2.3. Ley 99 de 1993	58
5.2.2.4. Ley 165 de 1994	59
5.2.2.5. Ley 357 de 1997	59
5.2.2.6. Ley 388 de 1997	59
5.2.2.7. Decreto 3600 de 2007.....	60
5.2.2.8. Ley 1757 de 2015	60
5.2.2.9. Ley 1774 de 2016	60
5.2.2.10. Ley 1930 de 2018.....	60
5.2.2.11. Ley 1931 de 2018.....	60
5.2.2.12. Documentos Conpes.....	61
5.2.3. Otras políticas públicas, planes y programas del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible	61
5.2.3.1. Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico	61
5.2.3.2. Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE).....	62
5.2.3.3. Plan Nacional de Restauración Ecológica, Rehabilitación y Recuperación de Áreas Disturbadas	62
5.2.3.4. Política Nacional para la Gestión Sostenible de Suelo	62
5.2.3.5. Política nacional de cambio climático (PNCC)	62
5.2.3.6. Política nacional para el control de la deforestación y la gestión sostenible de los bosques	63
5.2.3.7. Política Nacional para Humedales interiores de Colombia	63

5.2.3.8. Visión Amazonia	63
5.2.3.9. Estrategia Integral de Control a la Deforestación y Gestión de los Bosques	63
5.3. Posconflicto.....	64
5.3.1. Marco institucional.....	64
5.3.2. Principales lineamientos de política definidos por el marco constitucional y legal	64
5.3.3. Otras políticas públicas, planes y programas del Posconflicto	65
5.3.3.1. Documentos Conpes.....	65
6. CRITERIOS DE GOBERNANZA.....	66
6.1. Contexto.....	66
6.2. Planeación y ejecución de proyectos viales de tercer orden que incorporen de manera temprana la dimensión ambiental.....	75
7. MAPA DE SENSIBILIDAD AMBIENTAL DEL TERRITORIO PARA LA INTERVENCIÓN DE VÍAS TERCARIAS.....	82
7.1. Sistema de información ambiental de Colombia	83
7.2. Análisis de sensibilidad ambiental.....	84
7.2.1. Metodología.....	85
7.2.2. Variables de sensibilidad física.....	89
7.2.2.1. Grado de degradación del suelo por erosión	89
7.2.2.2. Precipitación media anual	90
7.2.2.3. Zonas inundables.....	91
7.2.2.4. Riesgo de desastre	92
7.2.2.5. Pendiente del terreno.....	93
7.2.2.6. Otras variables físicas de interés	93
7.2.3. Variables de sensibilidad biótica.....	94
7.2.3.1. Presencia de áreas de especial interés ambiental.....	95
7.2.3.2. Tipo de cobertura.....	97
7.2.3.3. Frontera agrícola.....	99
7.2.3.4. Otras variables bióticas de interés	100
7.2.4. Variables de sensibilidad socioeconómica	101

7.2.4.1.	Comunidades étnicas.....	101
7.2.4.2.	Zonas de reserva campesina.....	102
7.2.4.3.	Títulos colectivos de comunidades negras	103
7.2.4.4.	Potencial arqueológico.....	103
7.2.5.	Mapa de sensibilidad ambiental del territorio a la intervención de vías de tercer orden.....	105
7.3.	Consideraciones para el desarrollo de proyectos	108
7.4.	Otras herramientas cartográficas para el desarrollo de proyectos	109
8.	TIPOLOGÍAS DE VÍAS Terciarias.....	111
8.1.	Definición de tipologías para carreteras.....	111
8.1.1.	Primarias	111
8.1.2.	Secundarias.....	111
8.1.3.	Terciarias.....	111
8.2.	Características estructurales y tipos de obras de intervención de vías terciarias	112
8.2.1.	Características estructurales y dimensiones	112
8.2.2.	Tipos de intervenciones.....	113
8.2.2.1.	Mantenimiento	114
8.2.2.2.	Rehabilitación	115
8.2.2.3.	Mejoramiento	115
8.3.	Recomendaciones de manejo ambiental	116
8.3.1.	Recomendaciones para el manejo ambiental de intervenciones en zonas de inestabilidad geotécnica.....	116
8.3.2.	Recomendaciones para el manejo ambiental de intervenciones en AEIA	116
8.3.3.	Recomendaciones para el manejo ambiental de áreas de importancia socioeconómica y cultural	117
8.3.4.	Recomendaciones para el manejo ambiental de áreas con potencial afectación hídrica	118
9.	LINEAMIENTOS PARA EL MANEJO DEL RECURSO HÍDRICO Y LA CONECTIVIDAD ECOSISTÉMICA	119
9.1.	Permisos para la intervención de cauces y rondas	119

9.1.1.	Concesión de aguas superficiales	119
9.1.2.	Permiso de vertimientos	120
9.1.3.	Permiso de ocupación de cauce.....	120
9.2.	Recomendaciones de manejo de rondas hídricas y pasos de fauna	120
9.2.1.	Obras sobre cauces	120
9.2.2.	Puentes ecológicos	121
9.2.3.	Señalización	121
9.2.4.	Reductores de velocidad	122
9.2.5.	Cercas de protección.....	122
9.2.6.	Educación ambiental y sensibilización	123
9.2.7.	Pasos de fauna.....	123
9.2.7.1.	Pasos aéreos	123
9.2.7.2.	Pasos inferiores	124
9.2.7.3.	Cercas para el rescate de anfibios.....	125
9.3.	Estrategias de adaptación frente a eventos de variabilidad climática	125
10.	LINEAMIENTOS PARA LA ELABORACIÓN DE LA LÍNEA BASE.....	127
10.1.	Fuentes de información a consultar	127
10.2.	Medio abiótico.....	127
10.2.1.	Geología.....	128
10.2.2.	Geomorfología.....	128
10.2.3.	Suelos	128
10.2.4.	Hidrología.....	128
10.2.5.	Calidad del agua	128
10.2.6.	Usos del agua	128
10.2.7.	Hidrogeología.....	129
10.2.8.	Geotecnia.....	129
10.2.9.	Meteorología	129
10.2.10.	Calidad de aire y ruido	129
10.3.	Medio biótico.....	129
10.3.1.	Flora	129

10.3.2.	Fauna	130
10.3.3.	Áreas de especial interés ambiental.....	130
10.4.	Medio socioeconómico	130
10.4.1.	Componente demográfico	130
10.4.2.	Aspectos político organizativos	131
11.	LINEAMIENTOS PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTOS	132
11.1.	Identificación de impactos.....	132
11.1.1.	Actividades propias del mantenimiento, rehabilitación y mejoramiento de vías terciarias	132
11.1.2.	Impactos ambientales ocasionados por la intervención de vías terciarias	138
11.2.	Metodología para la evaluación de impactos.....	142
11.2.1.	Definición del Área de Influencia	142
11.2.2.	Variables a evaluar.....	143
12.	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL	144
12.1.	Programa desarrollo y aplicación de la gestión ambiental	144
12.1.1.	Proyecto 1. Conformación de grupo de gestión ambiental.....	144
12.1.2.	Proyecto 2. Capacitación y concienciación	145
12.1.3.	Proyecto 3. Cumplimiento de requerimientos legales	147
12.2.	Programa de actividades constructivas	150
12.2.1.	Proyecto 1. Manejo integral de materiales de construcción	150
12.2.2.	Proyecto 2. Manejo de áreas inestables	152
12.2.3.	Proyecto 3. Señalización en frentes de obras y áreas temporales.....	153
12.2.4.	Proyecto 4. Manejo Integral de residuos de construcción y demolición - RCD y lodos	155
12.2.5.	Proyecto 5. Manejo integral de residuos sólidos	157
12.3.	Programa de gestión del recurso hídrico	159
12.3.1.	Proyecto 1. Manejo de aguas superficiales y cuerpos de agua	159
12.3.2.	Proyecto 2. Manejo de residuos líquidos, domésticos e industriales....	161
12.4.	Programa de biodiversidad y servicios ecosistémicos	163
12.4.1.	Proyecto 1: Manejo del descapote y la cobertura vegetal	163

12.4.2.	Proyecto 2. Restauración de áreas afectadas.....	169
12.4.3.	Proyecto 3. Protección de fauna	171
12.4.4.	Proyecto 4. Protección de ecosistemas acuáticos y comunidades hidrobiológicas	176
12.4.5.	Proyecto 5. Estrategia de conectividad y calidad del hábitat.....	177
12.5.	Programa manejo de instalaciones temporales	178
12.5.1.	Proyecto 1. Instalación, funcionamiento y desmantelamiento de campamentos y sitios de acopio	179
12.5.2.	Proyecto 2. Instalación, funcionamiento y desmantelamiento de la planta de trituración y concreto.....	181
12.5.3.	Proyecto 3. Manejo de maquinaria, equipos y vehículos	182
12.6.	Programa de gestión social	184
12.6.1.	Proyecto 1. Atención a la comunidad	185
12.6.2.	Proyecto 2. Información a la comunidad	189
12.6.3.	Proyecto 3. Manejo de la infraestructura de predios y de servicios públicos	194
12.6.4.	Proyecto 4. Recuperación del derecho de vía.....	201
12.6.5.	Proyecto 5. Cultura vial y participación comunitaria	203
12.6.6.	Proyecto 6. Contratación de mano de obra local.....	206
12.6.7.	Proyecto 7. Proyectos productivos	209
12.6.8.	Proyecto 8. Protección del patrimonio arqueológico y cultural	211
12.6.9.	Proyecto 9. Gestión socio predial.....	212
13.	PLAN DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO.....	216
14.	RECOMENDACIONES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE VÍAS Terciarias. 236	
14.1.	Recomendaciones para la formulación de iniciativas de construcción de vías de tercer orden	236
14.2.	Recomendaciones ambientales para la ejecución de proyectos de construcción de vías de tercer orden.....	238
14.2.1.	Requerimientos legales para la construcción de vías terciarias	238
14.2.2.	Incorporación de consideraciones ambientales de diseño y proyecciones de mantenimiento.....	239

14.2.3.	Recomendaciones para la identificación del grado de vulnerabilidad de las vías ante amenazas naturales, antrópicas y de variabilidad climática.....	240
14.2.4.	La identificación y valoración de impactos directos, indirectos, sinérgicos y acumulativos	243
14.2.5.	Incorporación de medidas en el Plan de Manejo Ambiental tendientes a generar instancias de promoción y control para la gobernanza.....	244
14.2.6.	Presencia de áreas naturales.....	246
14.2.7.	Presencia de comunidades	248
14.2.7.1.	Territorios colectivos de grupos étnicos	248
14.2.7.2.	Zonas de Reserva Campesinas	248
14.2.7.3.	Servicios ecosistémicos	249
14.2.7.4.	Uso de los predios.....	250
14.2.7.5.	Existencia de sitios arqueológicos, culturales e históricos	250
14.2.7.6.	Conectividad de transporte.....	250
14.2.7.7.	Posconflicto.....	250
14.2.8.	Mecanismos de participación en la toma de decisiones.....	251
15.	RECOMENDACIONES DIRIGIDAS A ENTIDADES TERRITORIALES PARA INCORPORAR CRITERIOS DE INNOVACIÓN	252
15.1.	Recomendaciones para garantizar la sostenibilidad ambiental de las obras	254
15.1.1.	Estudiar y caracterizar los materiales existentes de la zona	254
15.1.2.	Sistema de suelo - cemento	254
15.1.3.	Estabilización de taludes con materiales reciclables y vegetación local	255
15.1.4.	Uso de maquinaria con sistemas de control de emisiones.....	257
15.2.	Materiales alternativos	257
15.2.1.	Señalización con lámina reflectante	257
15.2.2.	Control de polvo	257
15.2.3.	Poliúrea	258
15.2.4.	Cal.....	258
15.3.	Incentivos.....	258
15.3.1.	Comparación de proyectos viales	258

15.3.2.	Relación costo beneficio	260
15.3.3.	Calificación de propuestas	260
15.3.4.	Gestión de recursos adicionales	261
15.3.5.	Concursos de innovación	261
16.	RECOMENDACIONES DE MANEJO AMBIENTAL PARA INHABILITACIÓN DE ACCESOS TERRESTRES.....	262
16.1.	Criterios que orienten la identificación de accesos y carreteras a inhabilitar 262	
16.2.	Plan de cierre.....	262
16.2.1.	Aspectos relacionados con geomorfología, paisaje, estabilidad física, hidrología y suelos	264
16.2.2.	Aspectos sociales.....	265
16.2.3.	Aspectos ecológicos en función de la biodiversidad y servicios ecosistémicos.....	265
16.2.4.	Cronograma de actividades	266
17.	BIBLIOGRAFÍA.....	267
18.	ANEXOS	284

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Marco normativo aplicable a proyectos de construcción de vías terciarias	36
Tabla 4 Valoración de sensibilidad ambiental	88
Tabla 5 Asignación de sensibilidad por degradación del suelo por erosión	90
Tabla 6 Asignación de sensibilidad por precipitación	91
Tabla 7 Asignación de sensibilidad por zonas inundables	91
Tabla 8 Asignación de sensibilidad por grado de amenaza - exposición	92
Tabla 9 Asignación de sensibilidad por pendientes	93
Tabla 10 Asignación de sensibilidad para las áreas de especial interés ambiental	96
Tabla 11 Asignación de sensibilidad para el tipo de cobertura	97
Tabla 12 Indicadores de planes y programas	216
Tabla 13 Medidas de reducción del riesgo	242
Tabla 14 Criterios de sostenibilidad en infraestructura vial	252

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Temáticas que se consideran centrales para la gobernanza en la red de vías terciarias.....	67
Figura 7 Marco lógico para establecer el nivel de sensibilidad del área del proyecto para la intervención de vías terciarias.	108
Figura 8 Sección transversal típica en vías terciarias	112
Figura 9 Estado de una vía a través del tiempo con y sin mantenimiento.....	115
Figura 11 Poda de ramas.....	165
Figura 12 Realización de podas correctamente.	166
Figura 13 Proyecto de atención a la comunidad	186
Figura 14 Proyecto de información y divulgación.....	189
Figura 15 Proyecto manejo de la infraestructura de predios y de servicios públicos ..	194
Figura 16 Proyecto de recuperación del derecho de vía	201
Figura 17 Proyecto cultura vial y participación comunitaria.....	204
Figura 18 Proyecto de contratación de mano de obra	207
Figura 19 Proyectos productivos.....	210
Figura 20 Proyecto de gestión socio predial	213
Figura 21 Tipo de vulnerabilidad según el riesgo identificado.....	241
Figura 22 Esquema del sistema socioecológico	249



AGRADECIMIENTOS

Al equipo de consultoría INGETEC S.A., autor del documento con el equipo técnico compuesto por Andrés Amaya Villaneda, Iván Silva Quintero, Diana Patricia Téllez Gómez, Angélica Yineth Cubillos Romero, Milton Cesar Sandoval González, Guillermo León Castaño Suárez, Yaddy Helena Ruiz Rodríguez, Ángela María Calderón Rodríguez, Pablo Andrés Posada Rodríguez.

Al proyecto Amazon Sustainable Landscapes y Global Environmental Facility (GEF) CORAZON DE LA AMAZONIA por el financiamiento de la elaboración.

1. SIGLAS, ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS

AATIS:	Asociación de Autoridades Tradicionales Indígenas.
ACV:	Análisis de Ciclo de Vida.
AEIA:	Áreas de Especial Interés Ambiental.
ANH:	Agencia Nacional de Hidrocarburos.
ANLA:	Autoridad Nacional de Licencias Ambientales.
APC:	Agencia Presidencial de Cooperación Internacional de Colombia.
APP:	Asociación Público Privada.
ANR:	Agencia Nacional de Reincorporación.
ARD:	Agua residual doméstica.
ARnD:	Agua residual no doméstica.
ART:	Agencia de Renovación del Territorio.
BID:	Banco Interamericano de Desarrollo.
CAR:	Corporación Autónoma Regional.
CAV:	Centro de Atención y Valoración de fauna silvestre.
CAVR:	Centro de Atención, Valoración y Rehabilitación de fauna silvestre.
CBR:	California Bearing Ratio – Ensayo de Relación de Soporte de California.
CEPAL:	Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
CICOD:	Comisión Intersectorial para el Control de la Deforestación y la Gestión Integral para la Protección de Bosques Naturales.
Codechoco:	Corporación Autónoma Regional para el Desarrollo Sostenible del Chocó.

Conpes:	Consejo Nacional de Política Económica y Social.
DAA:	Diagnóstico Ambiental de Alternativas.
DAASU:	Dirección de Asuntos Ambientales Sectorial y Urbana.
DIMAR:	Dirección general marítima.
DNMI:	Distrito Nacional de Manejo Integrado.
EAE:	Evaluación Ambiental Estratégica.
EIA:	Estudio de Impacto Ambiental.
EOT:	Esquema de Ordenamiento Territorial.
Findeter:	Financiera de Desarrollo Territorial S. A.
GDB:	Geo Data Base.
GEI:	Gas Efecto Invernadero.
IAvH:	Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
ICANH:	Instituto Colombiano de Antropología e Historia.
IDEAM:	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.
INCO:	Instituto Nacional de Concesiones.
IGAC:	Instituto Geográfico Agustín Codazzi.
IIAP:	Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico.
Invemar:	Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras.
Invias:	Instituto Nacional de Vías.
LRE:	Lista roja de los ecosistemas terrestres de Colombia.

Minambiente: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Mintransporte: Ministerio de Transporte

OCAD: Órganos Colegiados de Administración y Decisión.

OIT: Organización Internacional del Trabajo.

PAGA: Programa de Adaptación de la Guía Ambiental.

PAS: Plan de Acción Sectorial de Mitigación del Cambio Climático.

PBOT: Plan Básico de Ordenamiento territorial.

PDET: Programas de Desarrollo con Enfoque Territorial.

PEIIT: Plan Estratégico Intermodal de Infraestructura de Transporte.

PIGCCS: Plan Integral de Gestión del Cambio Climático Sectorial.

PMT: Plan de manejo de tránsito.

PMTI: Plan Maestro de Transporte Intermodal.

PNGIBSE: Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos.

PNN: Parques Nacionales Naturales.

PNVIR: Plan Nacional de Vías para la Integración Regional.

POMCA: Plan de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas.

POMIUAC: Plan de ordenación y manejo integrado de la Unidad Ambiental Costera.

POT: Plan de Ordenamiento Territorial.

PSA: Pago por Servicios Ambientales.

PUEAA: Programa para el uso eficiente y ahorro del agua.

RAEE: Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.

Ramsar:	Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas.
RCD:	Residuos de construcción y demolición.
REAA:	Registro Único de Ecosistemas y Áreas Ambientales.
Recosfa:	Aplicación para el registro de avistamientos o incidentes de atropellamiento de fauna en carreteras.
Respel:	Residuos o desechos peligrosos.
RRU:	Reforma Rural Integral.
RUNAP:	Registro Único Nacional de Áreas Protegidas.
RVD:	Red Vial Departamental.
RVM:	Red Vial Municipal.
SAU:	Servicio de Atención al Usuario.
SENA:	Servicio Nacional de Aprendizaje.
SGC:	Servicio Geológico Colombiano.
SIHR:	Sistema de Información del Recurso Hídrico.
Sisaire:	Sistema de Información sobre Calidad del Aire.
SIUR:	Sistema de Información de Uso de Recursos Naturales.
SIAM:	Sistema de Información Ambiental Marina.
SIB:	Sistema de Información sobre Biodiversidad.
SNIF:	Sistema Nacional de Información Forestal.
SIBM:	Sistema de Información sobre Biodiversidad Marina.

SIAT-AC:	Sistema de Información Ambiental Territorial de la Amazonia Colombiana.
SIAT-PC:	Sistema de Información Ambiental Territorial del Pacífico Colombiano.
SIG-OT:	Sistema de Información Geográfica para la Planeación y el Ordenamiento Territorial.
SGP:	Sistema General de Participaciones.
SIAC:	Sistema de Información Ambiental de Colombia.
SIG:	Sistema de Información Geográfica.
SIG-OT:	Sistema de Información Geográfica para la Planeación y el Ordenamiento territorial.
SIMEC:	Sistema de Información Minero Energético Colombiano.
SINA:	Sistema Nacional Ambiental.
SINAP:	Sistema Nacional de Áreas Protegidas.
Sinchi:	Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi.
SULA:	Sistema de Información y Monitoreo de Parques Nacionales Naturales.
UNGRD:	Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres en Colombia.
UPRA:	Unidad de Planificación Rural Agropecuaria.
USAID:	Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional.
ZET:	Zonas Estratégicas para el Transporte.
ZODME:	Zona de Disposición de Materiales y Escombros.
ZVTN:	Zonas Veredales Transitorias de Normalización.

2. DEFINICIONES

Adaptación y mitigación al cambio climático: la adaptación es el proceso de ajuste a los efectos presentes y esperados del cambio climático. La mitigación es la gestión que busca reducir los niveles de emisiones de gases efecto invernadero en la atmósfera¹.

Alcance del proyecto, obra o actividad: incluye la planeación, emplazamiento, instalación, construcción, montaje, operación, mantenimiento, desmantelamiento, finalización o terminación de todas las acciones, actividades e infraestructura relacionada y asociada con las etapas de desarrollo².

Área de estudio: superficie de contexto general en la que se expresan espacialmente los efectos ambientales de ejecutar el proyecto³.

Área de influencia: área la que se manifiestan los impactos ambientales significativos derivados del desarrollo del proyecto, obra o actividad, en cualquiera de sus fases, sobre los componentes de los medios abiótico, biótico y socioeconómico⁴.

Área protegida: área definida geográficamente que ha sido designada o regulada, y administrada para alcanzar objetivos específicos de conservación⁵.

Área sensible: área terrestre o acuática que contiene características naturales o funciones ecológicas de tal importancia para justificar su protección con el mejor interés a largo plazo para las personas y el medio ambiente⁶.

¹ Ley 1931 (27 julio, 2018). Por la cual se establecen directrices para la gestión del cambio climático. Diario oficial. Bogotá. D.C., 2018.4p.

² Minambiente. Metodología General para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales. Bogotá. D.C., 2018. 228p.

³ *Ibíd.*, p.18.

⁴ Minambiente. Resolución 751 (26, marzo, 2015). Por la cual se adopta los términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental –EIA, requerido para el trámite de la licencia ambiental de los proyectos de construcción de carreteras y/o túneles con sus accesos y se toman otras disposiciones. Diario oficial. Bogotá. D.C., 2015. 22p.

⁵ Quintero J. Guía de nuevas prácticas para carreteras ambientalmente amigables.2016. 86p.

⁶ *Ibíd.*, p.86.

Asociación público privada: instrumento de vinculación de capital privado que se materializa en un contrato entre una entidad pública y una persona natural o jurídica de derecho privado, para la provisión de bienes públicos y sus servicios relacionados, que involucra la retención y la transferencia de riesgos entre las partes y mecanismos de pago relacionados con la disponibilidad y el nivel servicio de la infraestructura o servicio⁷.

Cambio climático: cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables⁸.

Competitividad territorial: competitividad sistémica que favorece la productividad de empresas eficientes (competitividad privada o de empresas), que tienen máximas externalidades positivas sobre el entorno territorial donde se encuentran, expresadas en trabajo para los habitantes locales, conservación ambiental y mejoramiento de las condiciones de vida de la población (rentas sociales), aspectos que a su vez permiten una competitividad privada o empresarial sostenible (UPRA, 2018).

Comunidad étnica: comunidad que comparte un origen, una historia, una lengua, y unas características culturales o rasgos físicos comunes, que ha mantenido su identidad a lo largo de la historia como sujeto colectivo. En Colombia se reconocen legalmente cuatro grupos étnicos: Indígenas, afrocolombianos (incluye afrodescendientes, negros, mulatos, palenqueros de San Basilio), raizales del archipiélago de San Andrés y Providencia y rom o gitano⁹.

Conflicto ambiental: controversia de intereses o de valores que se pueden presentar entre dos o más personas (naturales o jurídicas) que pretendan hacer un uso diferente e incompatible del territorio o de un mismo recurso natural¹⁰.

⁷ Ley 1508 (10, enero, 2012). Por la cual se establece el régimen jurídico de las Asociaciones Público Privadas, se dictan normas orgánicas de presupuesto y se dictan otras disposiciones. Diario oficial. Bogotá. D.C., 2012. 1p.

⁸ Convención de cambio climático. (1: 21, marzo, 1994: Nueva York). Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Nueva York.1994.

⁹ DANE. Página oficial. Bogotá [Consultado 6 de noviembre de 2018]. Disponible en: https://www.dane.gov.co/files/censo2005/etnia/sys/Glosario_etnicos.pdf.

¹⁰ Minambiente. Resolución 1402 (25, julio, 2018). Por la cual se adopta la Metodología General para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales y se toman otras determinaciones. Diario oficial. Bogotá. D.C., 2018. 19p.

Construcción: emplazamiento de obras nuevas que incluye el levantamiento o armado de algún tipo de infraestructura de transporte¹¹.

Corredor biológico: espacio geográfico delimitado que proporciona conectividad entre paisajes, ecosistemas y hábitat, naturales o modificados, y asegura el mantenimiento de la diversidad biológica y los procesos ecológicos y evolutivos¹².

Conectividad: característica del paisaje que define la capacidad de movimiento y dispersión de las especies, el intercambio genético, y otros flujos ecológicos a través de sus elementos constituyentes.

Conectividad estructural: se asocia directamente con la configuración espacial del paisaje, es decir con la continuidad de características físicas.

Conectividad funcional o ecológica: se asocia con el desarrollo de flujos ecológicos, por lo que depende del grupo biológico o proceso considerado.

Corredor de conectividad: conjunto de elementos lineales del paisaje cuyas características difieren de las circundantes y permiten el flujo de organismos entre parches de hábitat al asemejarse a las condiciones naturales originales.

Desarrollo rural con enfoque territorial: proceso de transformación productiva, institucional y social de los territorios rurales, en el cual los actores sociales locales tienen un papel preponderante y cuentan con el apoyo de las agencias públicas, privadas o de la sociedad civil, o unas u otras, con el objetivo de mejorar el bienestar de sus pobladores, con base en el uso sostenible de la biodiversidad, en particular los bienes naturales comunes renovables y los servicios ecosistémicos. Como resultado de este proceso se debe llegar a corregir los desequilibrios regionales en niveles de desarrollo¹³.

¹¹ Ley 1682 (23 noviembre, 2013). Por la cual se adoptan medidas y disposiciones para los proyectos de infraestructura de transporte y se conceden facultades extraordinarias. Diario oficial. Bogotá. D.C., 2013.5p.

¹² Biodiversidad mexicana. Corredores biológicos. [Consulta: 16 enero 2019] Disponible en: <https://www.biodiversidad.gob.mx/corredor/corredoresbio.html>.

¹³ Minagricultura. Informe de rendición pública de cuentas. Bogotá D.C, Colombia: El Ministerio, 2014.

Desarrollo sostenible: tipo de desarrollo que satisface las necesidades de la presente generación, promueve el crecimiento económico, la equidad social, la modificación constructiva de los ecosistemas y el mantenimiento de la base de los recursos naturales, sin deteriorar el medio ambiente y sin afectar el derecho de las generaciones futuras a utilizarlo para satisfacer sus propias necesidades¹⁴.

Desarrollo territorial: mejoramiento progresivo de las condiciones de vida de los habitantes de un determinado territorio. Incluye, además de las condiciones materiales de vida, condiciones de plenitud en el goce de las libertades, el ejercicio de los derechos, el cumplimiento de los deberes y la satisfacción de las necesidades de modo equitativo, justo, democrático y en paz y armonía con la naturaleza¹⁵.

Diagnóstico Ambiental de Alternativas: estudio que tiene como objeto suministrar la información para evaluar y comparar las diferentes opciones en las cuales sea posible desarrollar un proyecto, obra o actividad¹⁶.

Ecosistema: unidad estructural, funcional y de organización, constituida por organismos (incluido el hombre) y variables ambientales (bióticas y abióticas) en un área determinada¹⁷.

Enfoque territorial: aquel que permite potenciar el desarrollo rural para mejorar el bienestar de los habitantes en un territorio propiciando la participación y cooperación de todos los actores, y el aprovechamiento de sus bienes, en un proceso que lleve a la ordenación del territorio y la sostenibilidad ambiental¹⁸.

¹⁴ Minambiente. Metodología General para la Elaboración y Presentación de Estudios. Bogotá. D.C., 2018. 228p.

¹⁵ Minagricultura. Plan de desarrollo departamental. Guía para la incorporación del componente rural agropecuario. Bogotá D.C, 2015. 148p.

¹⁶ Minambiente. Diagnóstico ambiental de alternativas. Colombia. [Consulta: 15 enero 2019] Disponible en: <http://portal.anla.gov.co/diagnostico-ambiental-alternativas>.

¹⁷ Minambiente. Términos de referencia para la elaboración del estudio de impacto ambiental – EIA proyectos de explotación minera. Bogotá D.C.: 2016.

¹⁸ Minagricultura. Página oficial, Competencias institucionales del MADR en la implementación de la Ley 1448 de 2011. Bogotá [Consultado 10 de noviembre de 2018]. Disponible en: <https://www.minagricultura.gov.co/Paginas/competencias-institucionales-del-MADR.aspx>.

Estudio de Impacto Ambiental: conjunto de información con relación a los efectos del desarrollo de un proyecto que permite la toma de decisiones por parte de la autoridad ambiental ante la solicitud de un peticionario de licencia ambiental¹⁹.

Estudios y diseños definitivos: etapa del ciclo de los proyectos de infraestructura de transporte en que se elaboran los diseños detallados, tanto geométricos como de todas las estructuras y obras que se requieran, de tal forma que un constructor pueda materializar el proyecto. El objetivo de esta fase es materializar en campo el proyecto definitivo y diseñar todos sus componentes de tal manera que se pueda dar inicio a su construcción²⁰.

Evaluación Ambiental Estratégica: proceso sistemático que incorpora las consideraciones y criterios ambientales en los momentos claves del proceso de planeación de decisiones estratégicas, garantizando el equilibrio entre la sostenibilidad ambiental y los planes de desarrollo socioeconómico de un país, un sector y/o región²¹.

Factibilidad: etapa del ciclo de los proyectos de infraestructura de transporte en la que se diseña el proyecto y se efectúa la evaluación económica final, mediante la simulación con el modelo aprobado por las entidades contratantes. Tiene por finalidad establecer si el proyecto es factible para su ejecución, considerando todos los aspectos relacionados con el mismo²².

Fragmentación: proceso dinámico que implica la transformación del paisaje, particularmente la división de un área continua de una cobertura en dos o más porciones (parches) y por lo tanto la disminución del área total cubierta por la misma. En tal sentido, una reducción de un tipo particular de cobertura implicará fragmentación si y sólo si incrementa el número de parches del tipo de cobertura considerada, con un área total

¹⁹ Minambiente. Metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales. Bogotá D.C.: 2018.

²⁰ Ley 1682. Por la cual se adoptan medidas y disposiciones para los proyectos de infraestructura de transporte y se conceden facultades extraordinarias. En diario Oficial: noviembre, 2013. No. 48.987.

²¹ UDCA. Revista Geográfica Digital 2017. ISSN 1668-5180 [Consultado 12 de noviembre de 2018]. Disponible en: <http://revistas.unne.edu.ar/index.php/geo/article/download/2746/2429>.

²² Ley 1682. (22, noviembre, 2013). Por la cual se adoptan medidas y disposiciones para los proyectos de infraestructura de transporte y se conceden facultades extraordinarias. En diario Oficial: noviembre, 2013. No. 48.987.

menor a la original, los cuales quedarán separados unos de otros por una matriz transformada, generando patrones espaciales particulares.

Gas Efecto Invernadero - GEI: compuesto químico en estado gaseoso como el vapor de agua, el dióxido de carbono (CO_2), el metano (CH_4) y el óxido nitroso (N_2O) que se acumulan en la atmósfera de la Tierra y que son capaces de absorber la radiación infrarroja del Sol, aumentando y reteniendo el calor en la atmósfera²³.

Gestión del conocimiento: identificación de categorías de conocimiento necesario para apoyar la estrategia empresarial global, evaluación del estado actual del conocimiento de la empresa, y transformación de la base de conocimiento actual en una nueva y poderosa base de conocimiento, rellenando las lagunas de conocimiento²⁴.

Gestión del riesgo: proceso social de planeación, ejecución, seguimiento y evaluación de las políticas públicas y acciones permanentes para el conocimiento del riesgo y promoción de una mayor conciencia de este, impedir o evitar que se genere, reducirlo o controlarlo cuando ya existe y para prepararse y manejar las situaciones de desastre, así como para la posterior recuperación, entiéndase: rehabilitación y reconstrucción. Estas acciones tienen el propósito explícito de contribuir a la seguridad, el bienestar y calidad de vida de las personas y al desarrollo sostenible²⁵.

Gestión intersectorial: conjunto de acciones transversales multisectoriales encaminadas a potenciar el uso eficiente del territorio rural²⁶.

Gobernabilidad: conjunto de condiciones políticas para intermediar intereses y lograr el apoyo político para gobernar. La gobernabilidad depende del equilibrio dinámico entre la

²³ Minambiente. Gases efecto invernadero. [Consulta 14 enero 2019] Colombia. Disponible: <http://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article?id=462:plantilla-cambio-climatico-18>.

²⁴ GOPAL y GAGNON. Knowledge, information, learning and the IS manager". Computerworld (Leadership Series) 1995.

²⁵ Ley 1523. (24, abril, 2012). Por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones. En diario oficial: Abril, 2012.

²⁶ Minagricultura. Plan de desarrollo departamental. Guía para la incorporación del componente rural agropecuario. Bogotá D.C, 2015. 152p.

potestad de la sociedad de hacer demandas legítimas y la capacidad del sistema institucional para procesarlas de manera eficaz²⁷.

Gobernanza: interacciones entre estructuras, procesos y tradiciones que determinan cómo el poder es ejercido, cómo las decisiones son tomadas respecto a temas de interés público y cómo los ciudadanos u otros actores participan, para el logro de un desarrollo económico, social e institucional duradero y para un sano equilibrio entre el Estado, la sociedad civil y el mercado de la economía²⁸.

Grupo de interés: actor que participa directa o indirectamente desde etapas tempranas o avanzadas de los diferentes proyectos. Estos grupos interesados, deben ser considerados como un elemento esencial en la planificación estratégica y la evaluación ambiental²⁹.

Impacto acumulativo: impacto que resulta de efectos sucesivos, incrementales y/o combinados de proyectos, obras o actividades cuando se suman a otros impactos existentes, planeados y/o futuros razonablemente anticipados. Para efectos prácticos, la identificación, análisis y manejo de impactos acumulativos se debe orientar a aquellos que sean reconocidos como significativos, que se manifiestan en diversas escalas espacio-temporales³⁰.

Impacto ambiental: cualquier alteración en el sistema ambiental biótico, abiótico y socioeconómico, que sea adverso o beneficioso, total o parcial, que pueda ser atribuido al desarrollo de un proyecto, obra o actividad³¹.

Impacto sinérgico: resultado de las relaciones complejas entre impactos de un mismo proyecto o de varios proyectos. Un impacto sinérgico puede evidenciarse cuando el

²⁷ Guillaume Fontaine, Geert van Vliet, Richard Pasquis. Políticas ambientales y gobernabilidad en America Latina. Ecuador, 2007. 11p. disponible en: https://biblio.flacsoandes.edu.ec/shared/biblio_view.php?bibid=105782&tab=opac.

²⁸ Alcaldía mayor de Bogotá. Glosario. Secretaría distrital de ambiente. [Consulta: 18 enero de 2019] Disponible en: <http://www.ambientebogota.gov.co/web/transparencia/glosario>.

²⁹ Mineducación. Caracterización de grupos de interés. Bogotá D.C, 2016. 1p.

³⁰ ANLA. Glosario. [Consulta 14 enero 2019] Colombia. Disponible en: <http://portal.anla.gov.co/subdireccion-evaluacion-y-seguimiento>.

³¹ ANLA. Glosario. [Consulta 14 enero 2019] Colombia. Disponible en: <http://portal.anla.gov.co/subdireccion-evaluacion-y-seguimiento>.

efecto combinado de dos impactos sea mayor que su suma o cuando estos facilitan la aparición de un tercer impacto³².

Impacto residual: impacto cuyos efectos persisten en el ambiente, luego de aplicadas las medidas de prevención, mitigación y corrección, razón por la cual se deben aplicar medidas de compensación³³.

Jerarquía de la mitigación: secuencia de medidas diseñadas para manejar los impactos negativos de un proyecto, obra o actividad, que consiste en prevenir apropiadamente los impactos ambientales, minimizar y corregir aquellos que no puedan evitarse y en última instancia realizar las medidas de compensación necesarias³⁴.

Licencia Ambiental: autorización que otorga la autoridad ambiental competente, mediante acto administrativo, a una persona o empresa, para la ejecución de un proyecto, obra o actividad que conforme a la ley y asimismo a los reglamentos puede producir deterioro grave a los recursos naturales renovables o al medio ambiente, o introducir modificaciones considerables o notorias al paisaje. Establece los requisitos, obligaciones y condiciones que el beneficiario de la licencia ambiental debe cumplir para prevenir, mitigar, corregir, compensar y manejar los efectos ambientales del proyecto, obra o actividad autorizada³⁵.

Medida de compensación: acción dirigida a resarcir y retribuir a las comunidades, las regiones, las localidades y al entorno natural por los impactos o efectos negativos generados por un proyecto, obra o actividad, que no puedan ser evitados, corregidos o mitigados³⁶.

³² ANLA. Glosario. [Consulta 14 enero 2019] Colombia. Disponible en: <http://portal.anla.gov.co/subdireccion-evaluacion-y-seguimiento>.

³³ ANLA. Glosario. [Consulta 14 enero 2019] Colombia. Disponible en: <http://portal.anla.gov.co/subdireccion-evaluacion-y-seguimiento>.

³⁴ Minambiente. Manual de compensaciones del componente biótico. Bogotá, Colombia: Gobierno de Colombia. 2018.

³⁵ ANLA. Glosario. [Consulta 14 enero 2019] Colombia. Disponible en: <http://portal.anla.gov.co/subdireccion-evaluacion-y-seguimiento>.

³⁶ Minambiente. Metodología General Para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales. Bogotá D.C., 2018.

Medida de corrección: acción dirigida a recuperar, restaurar o reparar las condiciones del ambiente afectadas por un proyecto, obra o actividad³⁷.

Medida de mitigación: acción dirigida a minimizar los impactos y efectos negativos de un proyecto, obra o actividad sobre el ambiente³⁸.

Medida de prevención: acción encaminada a evitar los impactos y efectos negativos que pueda generar un proyecto, obra o actividad sobre el ambiente³⁹.

Mejoramiento: cambios en una infraestructura de transporte con el propósito de mejorar sus especificaciones técnicas iniciales. Estas actividades están sujetas a reglamentación dentro de los ciento veinte días calendario siguientes⁴⁰.

Ordenamiento Territorial: conjunto de acciones político-administrativas y de planificación física concertadas, emprendidas por los municipios o distritos y áreas metropolitanas, en ejercicio de la función pública que les compete, dentro de los límites fijados por la Constitución y las leyes, en orden a disponer de instrumentos eficientes para orientar el desarrollo del territorio bajo su jurisdicción y regular la utilización, transformación y ocupación del espacio, de acuerdo con las estrategias de desarrollo socioeconómico y en armonía con el medio ambiente y las tradiciones históricas y culturales⁴¹.

Participación: ejercicio de diálogo e interlocución entre diferentes actores, como requisito de procesos democráticos participativos, que son sustentadas en el debate, la deliberación y la toma de decisiones consensuadas, en pro de los intereses de una

³⁷ Minambiente. Metodología General Para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales. Bogotá D.C, 2018.

³⁸ Minambiente. Metodología General Para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales. Bogotá D.C, 2018.

³⁹ Minambiente. Metodología General Para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales. Bogotá D.C, 2018.

⁴⁰ Ley 1682. (22, noviembre, 2013). Por la cual se adoptan medidas y disposiciones para los proyectos de infraestructura de transporte y se conceden facultades extraordinarias. En diario oficial: Congreso de la república, 2013.

⁴¹ LEY 388 de 1997. (24 de julio de 1997). Por la cual se modifica la Ley 9ª de 1989, y la Ley 3ª de 1991 y se dictan otras disposiciones.

colectividad y del bien común; implica un diálogo de doble vía que garantice que las inquietudes y consideraciones de los diferentes actores⁴².

Plan de Manejo Ambiental: conjunto detallado de medidas y actividades que, producto de una evaluación ambiental, están orientadas a prevenir, mitigar, corregir o compensar los impactos y efectos ambientales debidamente identificados, que se causen por el desarrollo de un proyecto, obra o actividad. Incluye los planes de seguimiento, monitoreo, contingencia, y abandono según la naturaleza del proyecto, obra o actividad⁴³.

Posconflicto: período de tiempo que sigue a la superación total o parcial de los conflictos armados. Puede entenderse como un concepto de un único atributo: la reducción del número de homicidios relacionados con el conflicto por debajo de un umbral determinado, que le otorga o le niega el estatus de conflicto activo⁴⁴.

Prefactibilidad: etapa del ciclo de los proyectos de infraestructura de transporte en la que se realiza el prediseño aproximado del proyecto, presentando alternativas y se realiza la evaluación económica preliminar recurriendo a costos obtenidos en proyectos con condiciones similares, utilizando modelos de simulación debidamente aprobados por las entidades solicitantes. En esta fase se debe consultar la herramienta o base de datos que determine el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible para tal fin, dentro de la Ventanilla Integral de Trámites Ambientales en Línea (Vital). El objetivo de esta etapa es surtir el proceso para establecer la alternativa de trazado que a este nivel satisface en mayor medida los requisitos técnicos y financieros⁴⁵.

Reserva Forestal: figura de ordenamiento ambiental territorial que comprende tanto áreas públicas como privadas. Está conformada por las áreas establecidas por la Ley 2ª

⁴² OEA. La participación de la sociedad civil en la construcción de paz. Página oficial [Consultado 20 de noviembre de 2018] Disponible en: <https://www.mapp-oea.org/la-participacion-de-la-sociedad-civil-en-la-construccion-de-la-paz/>.

⁴³ ANLA. Glosario. [Consulta 14 enero 2019] Colombia. Disponible en: <http://portal.anla.gov.co/subdireccion-evaluacion-y-seguimiento>.

⁴⁴ Universidad del Rosario. Experimentos sobre reconciliación política en Colombia. Bogotá D.C. [consultado 20 de diciembre de 2018] Disponible en: <http://www.urosario.edu.co/jurisprudencia/reconciliacion/>.

⁴⁵ Ley 1682. (22, noviembre, 2013). Por la cual se adoptan medidas y disposiciones para los proyectos de infraestructura de transporte y se conceden facultades extraordinarias. En diario Oficial: noviembre, 2013. No. 48.987.

de 1959 y las reservas forestales protectoras y protectoras productoras declaradas por el Ministerio de la Economía Nacional, el Inderena y el Ministerio del Medio Ambiente⁴⁶.

Ronda hídrica: faja paralela a la línea de mareas máximas o la del cauce permanente de ríos y lagos, hasta de treinta metros de ancho que tienen como fin permitir el normal funcionamiento de las dinámicas hidrológicas, geomorfológicas y ecosistémicas propias de dichos cuerpos de agua⁴⁷.

Seguridad territorial: sostenibilidad de las relaciones entre la dinámica de la naturaleza y la dinámica de las comunidades en un territorio en particular. Este concepto incluye las nociones de seguridad alimentaria, seguridad jurídica o institucional, seguridad económica, seguridad ecológica y seguridad social (Ley 1523 de 2012)⁴⁸.

Sensibilidad ambiental: potencial de afectación (transformación o cambio) que pueden sufrir los componentes ambientales como resultado de la alteración de los procesos físicos, bióticos y socioeconómicos debida a las actividades de intervención antrópica del medio o debida a los procesos de desestabilización natural que experimenta el ambiente⁴⁹.

Servicios ecosistémicos: contribuciones directas e indirectas que hacen los ecosistemas al bienestar humano, esto se ve representado en elementos o funciones derivadas de los ecosistemas que son percibidas, capitalizadas y disfrutadas por el ser humano como beneficios que incrementan su calidad de vida. La estrecha relación que la biodiversidad tiene entre su estructura, composición y función y los sistemas sociales, se da a través de procesos ecológicos que son percibidos como beneficios que generan

⁴⁶ Minambiente. Reserva Forestal. [Consulta: 14 enero 2019] Disponible en: <http://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/914-plantilla-bosques-biodiversidad-y-servicios-ecosistematicos-58>.

⁴⁷ Minambiente. Decreto 2245 de 2017. (29, diciembre, 2017) Por el cual se reglamenta el artículo 206 de la Ley 1450 de 2011 y se adiciona una sección al Decreto 1076 de 2015, Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible, en lo relacionado con el acotamiento de rondas hídricas.

⁴⁸ Ley 1523 DE 2012. (24 de abril de 2012). Por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones. BOGOTÁ D.C: CONGRESO DE LA REPÚBLICA, 2012.

⁴⁹ ANLA. Glosario. [Consulta: 14 enero 2019] Disponible en: <http://portal.anla.gov.co/subdireccion-evaluacion-y-seguimiento>.

bienestar y permiten el desarrollo de los sistemas culturales humanos en sus dimensiones sociales, económicas, políticas, tecnológicas, simbólicas y religiosas⁵⁰.

Sistema de información geográfico: conjunto integrado de actores, políticas, procesos, y tecnologías, involucrados en la gestión de información ambiental del país, para facilitar la generación de conocimiento, la toma de decisiones, la educación y la participación social para el desarrollo sostenible⁵¹.

Suelo rural: tipo de suelo no apto para el uso urbano, por razones de oportunidad, o por su destinación a usos agrícolas, ganaderos, forestales, pesqueros, acuícolas y actividades análogas. Incluye el suelo suburbano en el que se mezclan los usos del suelo y las formas de vida del campo y la ciudad, diferentes a las clasificadas como áreas de expansión urbana, que pueden ser objeto de desarrollo con restricciones de uso, de intensidad y de densidad, garantizando el autoabastecimiento en servicios públicos domiciliarios. También pueden hacer parte del suelo rural los correspondientes a los corredores urbanos interregionales y el suelo marino⁵².

Suelo: cuerpo natural que consiste en capas de suelo (horizontes del suelo) compuestas de materiales de minerales meteorizados, materia orgánica, aire y agua. El suelo es el producto final de la influencia del tiempo y combinado con el clima, topografía, organismos (flora, fauna y ser humano), de materiales parentales (rocas y minerales originarios). Como resultado el suelo difiere de su material parental en su textura, estructura, consistencia, color y propiedades químicas, biológicas y físicas⁵³.

Territorio colectivo: territorio titulado a una comunidad. Estos territorios han sido reconocidos para las comunidades de indígenas mediante la figura de Resguardo

⁵⁰ Minambiente y IAvH. Biodiversidad y servicios ecosistémicos. En la planificación y gestión ambiental urbana. Colombia.:2017.

⁵¹ ANLA. Sistema de Información Geográfico. Página oficial [Consulta 10 de noviembre de 2018] Disponible en: <http://portal.anla.gov.co/sistema-informacion-geografica>.

⁵² Ley 388 de 1997. (24 de julio de 1997). Por la cual se modifica la Ley 9ª de 1989, y la Ley 3ª de 1991 y se dictan otras disposiciones.

⁵³ FAO. Portal de suelos de la FAO. Definiciones Clave. [Consulta: 21 enero 2019] Disponible en: <http://www.fao.org/soils-portal/about/definiciones/es/>.

indígena. A partir de la Ley 70 de 1993 también fueron reconocidos para las comunidades afro-colombianas⁵⁴.

Territorio rural: tipo de territorio cuya población se presenta de modo disperso o agrupado en núcleos poblacionales de baja densidad o carentes de población estable, principalmente ligados al uso y manejo de bienes naturales comunes tanto continentales como marítimo-costeros bajo determinadas formas de producción, patrones culturales y arreglos institucionales históricamente contruidos⁵⁵.

Territorio: espacio geográfico en el que una persona, grupo de personas, institución, o Estado ejercen control y dominio. En tanto producto social e histórico, el territorio puede ser de carácter urbano, rural, marítimo, insular o aéreo dotado de una determinada base de bienes naturales comunes, ciertas formas de producción, consumo e intercambio, así como bienes y servicios públicos rurales y una red de instituciones y formas de organización que se encargan de darle cohesión a la totalidad de los elementos constitutivos⁵⁶.

Variabilidad climática: variaciones del estado promedio y otros datos estadísticos del clima en escalas temporales y espaciales más amplias que las de los fenómenos meteorológicos puntuales. La variabilidad puede deberse a procesos internos naturales del sistema climático, lo que se conoce como variabilidad interna, o a procesos influenciados por fuerzas externas naturales o antropogénicas, lo que se denomina variabilidad externa⁵⁷.

Zona de reserva campesina: zona que se constituye y delimita por el Consejo Directivo del Incoder, en zonas de colonización, en las regiones en donde predomine la existencia de tierras baldías y en las áreas geográficas cuyas características agroecológicas y

⁵⁴ Semillas. Los territorios colectivos y los Consejos Comunitarios. Un balance necesario. Página oficial [Consulta 2 de enero de 2019] Disponible en: <http://www.semillas.org.co/es/los-territorios-colectivos-y-los-consejos-comunitarios-un-balance-necesario>.

⁵⁵ Minagricultura. Plan de desarrollo departamental. Guía para la incorporación del componente rural agropecuario. Bogotá D.C, 2015. 148p.

⁵⁶ Massiris, 2012; PNUD, 2011. Citado por MINAGRICULTURA. Lineamientos para el ordenamiento territorial rural agropecuario. Bogotá D.C, 2016. 10p.

⁵⁷ IPCC. Cambio Climático 2007. Informe de Síntesis. Suecia: Grupo Intergubernamental de expertos sobre el cambio climático. 2007.



socioeconómicas requieran la regulación, limitación y ordenamiento de la propiedad o tenencia de predios rurales⁵⁸.

Zonificación ambiental: proceso de sectorización de un área compleja en áreas relativamente homogéneas de acuerdo con las características y la sensibilidad ambiental que presenten los componentes de los medios abiótico, biótico y socioeconómico⁵⁹.

⁵⁸ Minagricultura. Página oficial. Zonas de reserva campesinas [Consulta 3 de enero de 2019] Disponible en: <https://www.minagricultura.gov.co/Normatividad/Paginas/Decreto-1071-2015/Zonas-de-reserva-campesina.aspx>.

⁵⁹ Minambiente. Metodología General para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales. Bogotá D.C, 2018.

3. INTRODUCCIÓN

Las vías terciarias representan aproximadamente el 70% de la red vial nacional y se encuentran distribuidas en casi la totalidad del territorio; constituyen la principal infraestructura para la comunicación y movilización de la población rural, contribuyen como lo hace el transporte fluvial y aéreo en las regiones apartadas al importante soporte y sostenimiento de las economías rurales. En contraste con tan fundamental función, en áreas del país destinadas de forma prioritaria a la conservación de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos que presta, las vías terciarias se están constituyendo en factor de transformación del territorio y hoy en día son calificadas como uno de los principales motores de deforestación.

El Conpes 3857, estableció los lineamientos de política pública para la gestión de la red terciaria, reconociendo que en el país existe un sinnúmero de vías terciarias construidas con trazados, diseños y tecnologías inadecuados que generan impactos ambientales negativos que resulta imprescindible cuantificar y cualificar y así mismo señala que es necesario tomar acciones para evitar que dichos impactos ambientales se sigan generando, mitigarlos o corregirlos y de ser posible, restaurar las condiciones preexistentes a la intervención de las áreas naturales afectadas.

En cumplimiento de lo establecido en el citado documento Conpes, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible identificó que en cumplimiento de sus tres primeros objetivos específicos se podía contribuir desde la instancia ambiental, en particular a:

- Llevar a cabo la actualización y elaboración de inventarios de la red terciaria para estandarizar y sistematizar la información de oferta y demanda de infraestructura vial, de manera que facilite la toma de decisiones.
- Implementar una metodología práctica para que las alcaldías puedan realizar la priorización de tramos de vías terciarias dentro de los municipios a partir del análisis a diferentes niveles (regional y por tramo), con base en criterios espaciales, sociales y económicos.
- Formular manuales y normatividad técnica para las intervenciones en las vías terciarias, que tengan en cuenta la disponibilidad de materiales en la zona, así como las necesidades de mantenimiento, para recomendar mejores métodos constructivos, tecnologías o materiales alternativos para la intervención de dicho tipo de vías, en caso de que apliquen.

Para el primer propósito, Minambiente formuló un atributo ambiental para ser incorporado como parte de aquellos que califican una vía inventariada, referido a la identificación de

los segmentos de la vía que se superponen con cuerpos de agua, y contribuir de esta forma a la toma de decisiones sobre las obras de arte que es necesario construir o adecuar para que dicha vía no afecte ni se vea afectada por tales cuerpos de agua. Para el segundo propósito construyó la Metodología de Criterios técnicos ambientales para la priorización de vías de tercer orden, atendiendo la orientación prevista en el Conpes. Para el tercer propósito, se elaboró la presente Guía de manejo ambiental para vías de tercer orden cuyo objeto es propiciar, en el ámbito de la autogestión, la incorporación de buenas prácticas durante la formulación y ejecución de proyectos de mantenimiento, rehabilitación y mejoramiento de vías de tercer orden.

Esta Guía ambiental es un documento técnico de orientación conceptual, metodológica y procedimental para apoyar la gestión, manejo y desempeño ambiental de los proyectos, obras o actividades de intervención de la infraestructura terciaria. Está dirigida, principalmente, a las alcaldías, las gobernaciones y el Instituto Nacional de Vías que en su calidad de administradores de la red terciaria tienen la responsabilidad de estructurar proyectos para su gestión, a las empresas consultoras y de ingeniería que participan en la elaboración de estudios y/o la ejecución de tales proyectos, y a las autoridades ambientales con el propósito de apoyar el cumplimiento de sus funciones como máxima autoridad ambiental en el área de su jurisdicción, específicamente aquellas que se relacionan con la evaluación, control y seguimiento ambiental de proyectos que demanden el uso y aprovechamiento de recursos naturales renovables, o tengan la potencialidad de generar impactos ambientales negativos.

A partir de su publicación, la Guía de Manejo Ambiental de Vías Terciarias, será el referente para la planeación y ejecución del manejo ambiental de los proyectos de intervención de vías de tercer orden, mediante el cual se facilita identificar de manera temprana el conjunto de requerimientos legales, técnicos, ambientales y sociales, posteriormente, dimensionar apropiadamente las intervenciones y estimar los costos y los tiempos que conlleva la gestión ambiental de los proyectos que se emprenderán, identificar las medidas de manejo y las consideraciones técnicas de forma, tiempo y lugar para su aplicación, y finalmente, emprender estrictamente el manejo ambiental programado en el marco de las actividades constructivas, todas ellas, en su conjunto, instancias necesarias para garantizar el éxito en el emprendimiento de la intervención de las vías terciarias.

En su parte inicial, la Guía comprende el conjunto de lineamientos de la política pública de los sectores de transporte y ambiente y desarrollo sostenible, complementado por el marco jurídico con los requisitos legales, permisos y autorizaciones propios de las actividades de intervención de vías terciarias. Posteriormente el documento incluye instrucciones dirigidas a la identificación de aspectos e impactos ambientales, la determinación del área de influencia del proyecto y su sensibilidad ambiental; así como

los presupuestos básicos para la formulación del Plan de Manejo Ambiental y el Plan de Seguimiento y Monitoreo.

De manera complementaria, la Guía incluye una herramienta cartográfica de carácter general que orienta la identificación de las condiciones de sensibilidad del área de influencia de un proyecto de intervención de vías de tercer orden de acuerdo a variables que incorporan entre otros aspectos, elementos de las determinantes ambientales del ordenamiento territorial, información de los medios abiótico, biótico y socioeconómico, y un mapa con las principales alertas tempranas provenientes de fuentes oficiales, con aspectos clave relacionados con la presencia de áreas protegidas y otras áreas de especial interés ambiental, territorios de propiedad colectiva de comunidades étnicas, y zonas que presentan niveles de riesgo para el desarrollo de las actividades constructivas.

Vale la pena anotar, que el alcance de las medidas de manejo ambiental incorporadas en la Guía, comprenden únicamente las actividades de intervención de vías existentes, habida cuenta de que la construcción de vías terciarias requiere de licencia ambiental previa, la cual se debe tramitar y obtener ante las autoridades ambientales regionales competentes, según su localización. No obstante, incluye un capítulo relacionado con recomendaciones técnicas y de manejo ambiental para proyectos de construcción de nueva infraestructura terciaria, que parte del reconocimiento de la magnitud de los impactos ambientales que se ocasionan, cuando no se realiza una planeación y ejecución adecuada de las medidas de manejo ambiental y del cumplimiento de requerimientos legales propios del desarrollo de dicha actividad. Finalmente, cuenta con un aparte de recomendaciones técnicas para la inhabilitación o desmantelamiento de carreteras que por haber perdido su funcionalidad, contravenir las determinantes ambientales del ordenamiento territorial, amenazar directa o indirectamente la conservación del patrimonio ambiental de su ámbito de influencia, trasgredir la normativa ambiental, dificultar el cumplimiento de las políticas ambientales o generar impactos ambientales significativos, deben ser objeto de esta medida.

4. MARCO JURÍDICO

El marco jurídico presenta una revisión de la normatividad vigente, aplicable al desarrollo de proyectos que incluyan obras de mantenimiento, rehabilitación y mejoramiento de vías terciarias. La guía entendida como un instrumento de autogestión, autorregulación, consulta, referencia conceptual y metodológica, en ningún caso puede suplir la normativa vigente.

Toda vía construida después de la entrada en vigencia de la Ley 99 de 1993, y su primer desarrollo reglamentario, debe haber surtido el proceso y contar con una licencia ambiental otorgada por la autoridad ambiental competente. Los proyectos que efectivamente se encontraban contruidos y operando antes de la entrada en vigor de dicha ley, a partir del cual se estableció el régimen de transición aplicable, se asume que no necesitaron desarrollar el proceso de licenciamiento.

Por medio del Decreto 769 de 2014, compilado en el Decreto único 1076 de 2015, se establecieron las actividades que no están sometidas al requisito de la licencia ambiental por el hecho de corresponder al mejoramiento de proyectos de infraestructura de transporte. Lo anterior sin perjuicio de los permisos y autorizaciones que resulten exigibles por el uso, aprovechamiento o afectación de los recursos naturales, incluyendo la sustracción o levantamiento de vedas. Advierte sobre la obligación a cargo del interesado en el sentido de elaborar un Programa de Adaptación de la Guía Ambiental (PAGA) y define el contenido mínimo del mismo.

El ámbito de aplicación de este decreto debe entenderse circunscrito a aquellos proyectos contruidos bajo el amparo de una licencia ambiental o del régimen de transición establecido en las normas aplicables al licenciamiento. En ningún caso deberá admitirse la aplicación de este régimen como instrumento para adelantar labores de mejoramiento, mantenimiento y rehabilitación de vías contruidas ilegalmente.

Precisa que la licencia habrá de hacerse exigible cuando las actividades de mejoramiento pretendan realizarse en áreas protegidas del Sistema Nacional de Áreas Protegidas SINAP o en zonas amortiguadoras del Sistema de Parques Nacionales Naturales debidamente delimitadas.

Por su parte, para proyectos licenciados, el Decreto 770 de 2014, que también hace parte de la norma compilatoria, establece el listado de cambios menores o ajustes normales en proyectos del sector de infraestructura de transporte que cuenten con licencia o su equivalente.

Para actividades no previstas expresamente en estos decretos, el interesado podrá solicitar el pronunciamiento previo de la autoridad, en concordancia con lo establecido en las normas de licenciamiento.

4.1. Normas aplicables

Tabla 1 Marco normativo aplicable a proyectos de construcción de vías terciarias

MARCO CONSTITUCIONAL	
NORMA	RELEVANCIA PARA EL DESARROLLO DE PROYECTOS DEL SECTOR VIAL
Constitución Política de Colombia	Establece la obligación del Estado y de las personas proteger las riquezas culturales y naturales de la Nación. En igual sentido, se refiere al deber del Estado de proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica, fomentar la educación para el logro de estos fines y planificar el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, acogiendo para el efecto el principio de desarrollo sostenible que establecen los tratados internacionales sobre la materia. Consagra el derecho de las personas a gozar de un ambiente sano y a participar en las decisiones que puedan afectarlo. Prevé las acciones populares como mecanismo para su defensa. Consagra que la construcción de obras de infraestructura física goza de especial protección del Estado. Establece los principios que rigen la función administrativa.

MARCO LEGAL	
NORMA	RELEVANCIA PARA EL DESARROLLO DE PROYECTOS DEL SECTOR VIAL
Ley 2 de 1959	Establecen con carácter de Zonas Forestales Protectoras, las siguientes zonas de reserva forestal: ▪ Zona de Reserva Forestal del Pacífico ▪ Zona de Reserva Forestal Central ▪ Zona de Reserva Forestal del Río Magdalena ▪ Zona de Reserva Forestal de la Sierra Nevada de Santa Marta ▪ Zona de Reserva Forestal de la Serranía de los Motilones ▪ Zona de Reserva Forestal del Cocuy ▪ Zona de Reserva Forestal de la Amazonía Para la determinación de los límites de cada una de estas zonas,

	es importante tener en cuenta las sustracciones y procesos de zonificación de que han sido objeto. El desarrollo de proyectos viales en las áreas de reserva debe surtir el trámite de evaluación de viabilidad de sustracción ante Minambiente.
Ley 23 de 1973	Establece disposiciones generales para prevenir y controlar la contaminación al ambiente y concede facultades al gobierno nacional para expedir el Código de los Recursos Naturales Renovables.
Decreto Ley 2811 de 1974 Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente	Regula el manejo de los recursos naturales renovables, a saber: 1. La atmósfera y el espacio aéreo nacional. 2. Las aguas en cualquiera de sus estados. 3. La tierra, el suelo y el subsuelo. 4. La flora. 5. La fauna. 6. Las fuentes primarias de energía no agotables. 7. Las pendientes topográficas con potencial energético. 8. Los recursos geotérmicos. 9. Los recursos biológicos de las aguas y del suelo y el subsuelo marinos. 10. Los recursos del paisaje. Define las condiciones para su uso y aprovechamiento, la contaminación y demás factores que deterioran el ambiente. Establece la titularidad de la nación sobre los recursos naturales renovables y demás elementos ambientales y regula los modos de adquirir el derecho a su uso, por ministerio de la ley, permiso, concesión y asociación. Define las reglas a que debe sujetarse la actividad administrativa en relación con el manejo de los recursos naturales renovables. Constituye el marco legal de áreas de manejo especial entre las que se incluyen las reservas forestales, los distritos de manejo integrado DMI, las cuencas hidrográficas en ordenación y los parques nacionales
Ley 99 de 1993	Establece los principios ambientales generales a los que debe atender la política ambiental colombiana, incluyendo, entre otros, el principio de precaución, la incorporación de costos ambientales, los estudios de impacto ambiental y el manejo integral del medio ambiente. Reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales

	renovables, organizando para el efecto el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y creando el Ministerio de Ambiente. Regula las entidades que conforman el sector ambiental y define su marco de competencias. Regula las tasas ambientales por el uso y aprovechamiento de los recursos naturales. Establece el marco legal de las licencias ambientales que incluye las actividades que generan impactos ambientales significativos y la introducción de modificaciones notorias al paisaje y otros instrumentos económicos de gestión ambiental. Regula los modos y procedimientos de participación ciudadana en materia ambiental. Establece las reservas de la sociedad civil.
Ley 9 de 1979	Dicta normas de carácter sanitario en aspectos relacionados con el uso de las aguas, la generación de vertimientos, residuos sólidos, emisiones atmosféricas y el uso de sustancias peligrosas.
Ley 21 de 1981	Aprueba el Convenio número 169 de la OIT sobre pueblos indígenas y tribales y establece las bases que determinan la exigibilidad de la consulta previa para proyectos que afecten a los grupos étnicos. En concordancia con lo establecido por la Ley 70 de 1993 para las comunidades negras.
Leyes 134 de 1994 y 1757 de 2015	Dictan disposiciones en materia de promoción y protección del derecho a la participación democrática.
Ley 373 de 1997	Establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua e impone obligaciones a los usuarios del recurso.
Ley 685 de 2001	Expide el Código de Minas, regula lo relacionado con el derecho a explorar y explotar las minas de propiedad estatal. Establece la autorización temporal como un mecanismo especial para acceder a los materiales requeridos para la construcción, reparación, mantenimiento y mejoras de las vías públicas. Incluye regulaciones referidas a los aspectos ambientales y los aspectos económicos y sociales de la minería.
Ley 1124 de 2007	Consagra que empresas a nivel industrial deben tener un departamento de gestión ambiental para velar por el cumplimiento de las normas ambientales.
Ley 1252 de 2008	Entre otras disposiciones, establece las obligaciones y el régimen de responsabilidad aplicable a la generación de residuos

	peligrosos.
Leyes 1258 de 2008	La Ley 1258 establece el comparendo ambiental para infracciones a las normas de aseo y el manejo de residuos.
Ley 1333 de 2009	Establece el régimen sancionatorio en materia ambiental, define el procedimiento y las medidas preventivas y sancionatorias que hay lugar a imponer por parte de las autoridades ambientales.
Ley 1523 de 2012	Adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres. Impone la obligación de realizar análisis de riesgo en proyectos de inversión pública.
Ley 1672 de 2013	Adopta lineamientos de política para la gestión de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.
Ley 1682 de 2013	Adopta medidas y disposiciones para los proyectos de infraestructura de transporte. Consagra unos principios orientadores de estos proyectos entre los que se incluye el cumplimiento de las normas ambientales y la incorporación de criterios de sostenibilidad. También se establece como principio orientador la implementación de medidas técnicas para reducir la vulnerabilidad de los sistemas de transporte por razón de los efectos reales o esperados del cambio climático. Incluye un capítulo referido a la gestión ambiental de los proyectos. Define aspectos ambientales a considerar durante los estudios de prefactibilidad y factibilidad de los proyectos y la necesidad de desarrollar un Estudio de Impacto Ambiental (EIA) como base para acceder a la licencia ambiental correspondiente. Regula las autorizaciones temporales mineras para proyectos viales.
Ley 1755 de 2015	Regula el derecho fundamental de petición.
Ley 1774 de 2016	Establece que los animales deben ser objeto de protección especial y establece como punibles algunas conductas relacionadas con el maltrato animal. Define unos principios que deben regir el trato a los animales. En el desarrollo de los proyectos debe velarse por la protección de la fauna.

Ley 1801 de 2016	Adopta el Código de Policía. Regula entre otros comportamientos los relacionados con el manejo de sustancias peligrosas, la protección de bienes inmuebles, el recurso hídrico, la flora, la fauna, el aire, el sistema nacional de áreas protegidas, el aprovechamiento ilícito de minerales y el manejo de escombros. Incluye disposiciones específicamente referidas a la protección de los animales.
Ley 1930 de 2018	Dicta disposiciones para la gestión integral de los páramos, reiterando la especial protección de que deben ser objeto. Señala que corresponde a Minambiente su delimitación, con base en la cual las corporaciones autónomas regionales deben proceder a la adopción de planes de manejo ambiental. Prohíbe expresamente la construcción de nuevas vías en áreas de páramo.
Ley 1931 de 2018	Establece directrices para la gestión de cambio climático, incluyendo la obligación de los municipios y distritos de implementar medidas de mitigación de GEI en materia de transporte e infraestructura. Establece los Planes Integrales de Gestión del Cambio Climático Sectoriales (PIGCCS), como instrumentos para identificar, evaluar y orientar la incorporación de medidas de mitigación de gases efecto invernadero y adaptación al cambio climático en las políticas y regulaciones de cada sector.

DESARROLLO REGLAMENTARIO	
Normas compiladas en el Decreto 1076 de 2015, único reglamentario del sector ambiente y desarrollo sostenible.	
TEMA	DISPOSICIONES QUE LO REGULAN
Flora – Recurso forestal	Incorpora las disposiciones del Decreto 1791 de 1996, que establece el régimen aplicable a los aprovechamientos forestales. Regula el permiso para la realización de aprovechamientos forestales únicos y establece el procedimiento para su otorgamiento. Advierte sobre la exigibilidad de medidas de compensación por este concepto. Incorpora lo dispuesto por el Decreto 877 de 1996 en el sentido que para otorgar un permiso único será necesaria la sustracción previa de la reserva forestal del área a aprovechar. La norma compilatoria fue adicionada con el Decreto 1930 de 2018, que establece las tasas compensatorias por aprovechamiento forestal. También fue adicionada por el Decreto 1007 de 2018, en

	el que se regula el cumplimiento de obligaciones ambientales a través del pago por servicios ambientales.
Fauna silvestre	Incorpora las disposiciones del Decreto 1608 de 1978, reglamentario del Código de los recursos naturales renovables. Allí se define la utilidad pública de las actividades de preservación y manejo de la fauna silvestre. Regula las actividades de repoblación y el control de actividades que pueden tener incidencia en la fauna silvestre.
Humedales	Incorpora las designaciones que se han hecho para ser incorporados en la lista de humedales de la Convención Ramsar.
Áreas protegidas	Se incorpora el Decreto 2372 de 2010 que reglamenta el Sistema Nacional de Áreas Protegidas SINAP y establece los principios en que se fundamenta. Establece y regula de manera general las diferentes categorías de áreas protegidas. Establece criterios para ser tenidos en cuenta por parte de la autoridad para efectos de resolver sobre las solicitudes de sustracción de áreas protegidas. Define el procedimiento para la sustracción de Distritos de Manejo Integrado que estableció el Decreto 2855 de 2006. Advierte sobre la necesidad de que las áreas protegidas cuenten con un plan de manejo adoptado por la autoridad competente y sean objeto de zonificación. Incorpora el Decreto 622 de 1977 que establece el marco reglamentario de las áreas del sistema de parques nacionales, incluyendo el régimen de prohibiciones. Incluye la regulación de las reservas de la sociedad civil, el procedimiento para su registro y el derecho de participación del propietario en los programas y proyectos que afecten la reserva, de acuerdo con lo establecido en el Decreto 1996 de 1999.
Licencias ambientales	Establece los proyectos para los que resulta exigible la licencia, las competencias, el procedimiento para su otorgamiento, el contenido de los estudios requeridos para el efecto, el control y seguimiento a las licencias otorgadas y demás regulaciones que sobre el tema se adoptaron a través del Decreto 2041 de 2014. Se establece la necesidad de concepto previo de la ANLA para el licenciamiento de proyectos viables por parte de la CDA, Corpoamazonia y CODECHOCÓ; conforme lo establecido en la Ley 99 de 1993. Incorpora el desarrollo de la ley de infraestructura en materia de actividades de mejoramiento que no requieren licencia y cambios

	menores dentro de proyectos licenciados. Se regula también lo relacionado con el permiso para la recolección de especímenes para la elaboración de estudios ambientales, establecido en el Decreto 3016 de 2013.
Participación ciudadana	Incluye la regulación del Decreto 330 de 2007 sobre audiencias públicas en materia de licencias y permisos.
Cuencas hidrográficas	Incorpora las disposiciones del Decreto 1640 de 2012 sobre la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas, incluyendo lo relacionado con los POMCA. A través del Decreto 50 de 2018 se adicionó la norma compilatoria en lo relacionado con el ordenamiento del recurso hídrico y los Consejos Ambientales Regionales de la Macrocuena (CARMAC).
Rondas hídricas	A través del Decreto 2245 de 2017 se adicionó la norma compilatoria con el desarrollo reglamentario de la Ley 1450 de 2011 sobre rondas hídricas y las bases para su acotamiento.
Uso del agua	Incluye las disposiciones relacionadas con las aguas no marítimas y el derecho a su uso, principalmente contenidas en el Decreto 1541 de 1978. Regula las concesiones de agua, el trámite para su otorgamiento y las obligaciones a cargo del concesionario. Establece la posibilidad de que las aguas sean objeto de reglamentación, en concordancia con el Decreto 3930 de 2010, que también hace parte de la norma compilatoria. Se incluye el marco regulatorio de las tasas por uso del agua, con las modificaciones introducidas por el Decreto 1155 de 2017. Con los Decretos 2099 de 2016 y 075 de 2017 fue modificado el decreto compilatorio en lo relacionado con la inversión del 1% en proyectos sometidos a licencia ambiental que involucren captaciones de agua. El Decreto 1090 de 2018 incorpora regulaciones sobre el Programa de Uso Eficiente y Ahorro del Agua establecido en la Ley 373 de 1997.
Intervención de cauces	Incluyen disposiciones del Decreto 1541 de 1978 que regulan el tema y establecen la exigibilidad de permiso por parte de la autoridad ambiental. Sin perjuicio de las que corresponden a la DIMAR en el ámbito de sus competencias.

Vertimientos	Incluye las disposiciones del Decreto 1541 de 1978 que se ocupan del tema, más las del Decreto 3930 de 2010, que regula lo relacionado con los vertimientos, las prohibiciones sobre la materia, el marco regulatorio para el establecimiento de normas de vertimiento, la exigibilidad de planes de contingencia para derrames y lo relacionado con el permiso de vertimientos y el trámite y demás condiciones para su otorgamiento. Se incluye el desarrollo reglamentario de las tasas retributivas por vertimientos al agua, con el ajuste introducido por el Decreto 2141 de 2016.
Aire	Contiene las regulaciones sobre protección y control de la calidad del aire que hacían parte del Decreto 948 de 1995, establece las bases para la determinación de normas de emisión atmosférica por fuentes fijas y móviles y de emisión de ruido. Brinda los criterios para determinar la exigibilidad de permiso de emisiones atmosféricas y establece las condiciones para su otorgamiento. Prevé permisos a cargo de los alcaldes para la emisión de ruidos que superen los estándares permitidos.
Manejo de residuos	Se incluye el desarrollo reglamentario del comparendo ambiental. El Decreto 284 de 2018 incorpora el desarrollo reglamentario en materia de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos RAEE.
Residuos peligrosos	Establece regulaciones sobre el manejo de residuos peligrosos que hacían parte del Decreto 4741 de 2005. Brinda criterios para la identificación de Respel, define el marco de responsabilidades de su generador y de los otros actores, fija las bases para el establecimiento de planes de gestión de devolución posconsumo y establece el registro de generadores de Respel.
Departamento de gestión ambiental	Incluye regulaciones para la conformación del departamento de gestión ambiental establecido en la Ley 1124 de 2007.
Régimen Sancionatorio	Incluye los criterios generales que deben tener en cuenta las autoridades ambientales para la imposición de las sanciones, establecidos en el Decreto 3678 de 2010.

OTRAS NORMAS	
NORMA	RELEVANCIA PARA EL DESARROLLO DE PROYECTOS DEL SECTOR VIAL
Resoluciones INDERENA 316 de 1974, 1408 y 1132 de 1975, 213 y 801 de 1977, 463 de 1982; Resoluciones Minambiente 1602 de 1995 y 020 de 1996 y Ley 61 de 1985	Establecen la veda de especies en el territorio nacional, por lo que se requiere la autorización de levantamiento de veda de Minambiente antes de las actividades de aprovechamiento. También es importante verificar la existencia de vedas en el ámbito regional.
Resoluciones Minambiente 1602 de 1995, 20 de 1996 y 924 de 1997	Establecen medidas para garantizar la sostenibilidad de los manglares. Adopta términos de referencia para elaborar estudios sobre el estado de los manglares y propuestas para zonificación y realización de actividades en estas áreas.
Resolución Minambiente 769 de 2002	Dicta disposiciones para la protección de los páramos. Consagra la obligación de las autoridades ambientales de establecer un plan de manejo ambiental, que establezca criterios de zonificación y ordenación ambiental. Deberá armonizarse con la Ley 1930 de 2018.
Resoluciones Minambiente 157 de 2004, 196 de 2006 y 1128 de 2006	Establecen medidas para la protección de los humedales, incluyendo el plan de manejo ambiental que corresponde elaborar y ejecutar a las autoridades ambientales a partir de una delimitación, caracterización y zonificación para la definición de sus medidas de manejo y uso sostenible.
Resolución Minambiente 627 de 2006	Establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental.
Resolución Minambiente 1362 de 2007	Establece los requisitos y el procedimiento para el registro de generadores de Rspel.
Resolución Minambiente 909 de 2008	Establece los parámetros de emisión por fuentes fijas. En virtud del principio de rigor subsidiario, la autoridad ambiental regional podrá establecer normas más restrictivas.

Resolución 2064 de 2010	Reglamenta las medidas posteriores a la aprehensión preventiva, restitución o decomiso de especímenes de especies silvestres de Fauna y Flora Terrestre y Acuática. Podrá aplicarse para el manejo de la fauna, cuando los proyectos lo requieran.
Resoluciones Minambiente 760 y 2153 de 2010	Adopta el Protocolo para el control y vigilancia de la contaminación atmosférica generada por fuentes fijas.
Resolución Minambiente 1526 de 2012	Establece los requisitos y el procedimiento para la sustracción de áreas en las reservas forestales nacionales y regionales, para el desarrollo de actividades consideradas de utilidad pública o interés social.
Resoluciones Minambiente 1527 de 2012 y 1274 de 2014	Señala las actividades de bajo impacto ambiental y que además, generan beneficio social, de manera que se puedan desarrollar en las áreas de reserva forestal, sin necesidad de efectuar la sustracción del área.
Resolución 1207 de 2014	Adopta disposiciones relacionadas con la reutilización de aguas residuales tratadas.
Resolución Minambiente 631 de 2015	Establece parámetros y valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público. En virtud del principio de rigor subsidiario, la autoridad ambiental regional podrá establecer normas más restrictivas.
Resolución Minambiente 0751 de 2015	Adopta términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental, requerido para el trámite de la licencia ambiental de los proyectos de construcción de carreteras y/o de túneles con sus accesos.
Decreto 1066 de 2015	Decreto Único Reglamentario del Sector Interior. Incorpora Decretos 1320 de 1998, 2613 de 2013 y 1372 de 2018, aplicables a los procesos de consulta previa que se requiera adelantar para el desarrollo de proyectos.
Decreto 1080 de 2015, Resolución 983 de 2010 Mincultura	Único Reglamentario del Sector Cultura. Incorporan decretos 763 de 2009 y 1530 de 2016, que reglamentan parcialmente las leyes 814 de 2003 y 397 de 1997 modificada por la Ley 1185 de 2008, en lo correspondiente al Patrimonio Cultural de la Nación de naturaleza material. Brindan el marco regulatorio para el plan de manejo arqueológico.

Resolución Minambiente 472 de 2017	Reglamenta la gestión integral de residuos generados de actividades de construcción y demolición RCD y establece pautas para la prevención o reducción, el aprovechamiento o la disposición final. Establece las obligaciones de los generadores, incluida la de formular, implementar y mantener actualizado un Programa de Manejo Ambiental de RCD.
Resolución Minambiente 1912 de 2017	Establece el listado de especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica en el territorio nacional y dicta otras disposiciones.
Resolución Minambiente 2254 de 2017	Establece los parámetros de emisión por fuentes móviles.
Resolución Minambiente 256 de 2018	Adopta la actualización del Manual de Compensaciones Ambientales del Componente Biótico. Deroga la Resolución 1517 de 2012.
Resolución Minambiente 1258 de 2018	Adopta términos de referencia para la elaboración del Diagnóstico Ambiental de Alternativas (DAA), en proyectos lineales de infraestructura de transporte (vías carreteras y líneas férreas, incluyendo túneles).
Resolución Minambiente 1402 de 2018	Adopta la Metodología General para la elaboración y presentación de estudios ambientales.

4.2. Aspectos jurídicos a considerar en la formulación y ejecución de proyectos

4.2.1. Formulación

El artículo 7º de la Ley 1682 de 2013 está referido a los aspectos que las entidades públicas y las personas responsables de la planeación de los proyectos de infraestructura de transporte deberán identificar y analizar integralmente durante su etapa de estructuración.

Entre otros, se incluyen los relacionados con los recursos, bienes o áreas objeto de autorización, permiso o licencia ambiental o en proceso de declaratoria de reserva, exclusión o áreas protegidas. Esta información puede ser solicitada a las autoridades ambientales competentes a partir de suministro del área de influencia del proyecto debidamente delimitado.

Definida la existencia de áreas protegidas o áreas de interés ambiental y ecosistemas estratégicos, deberá consultarse el régimen jurídico aplicable, para efectos de determinar la compatibilidad del proyecto y la eventual necesidad de sustracción. La sustracción, en caso de que se requiera, deberá haberse tramitado para poder acceder a las autorizaciones ambientales que en cada caso correspondan para el desarrollo del proyecto.

Para el caso de las reservas de la sociedad civil, deberá considerarse el consentimiento previo de su titular. Deberá consultarse lo establecido por la autoridad ambiental a través de los POMCA y en relación con el acotamiento de las rondas hídricas.

Por otra parte, se debe realizar el análisis de riesgos del proyecto, en la forma en que establece la Ley 1523 de 2012. Se debe establecer si la licencia ambiental es exigible de acuerdo con lo establecido en las normas que lo regulan. En cualquier caso, tratándose de vías existentes, podrá consultarse con la autoridad ambiental si existen pronunciamientos previos relacionados con el otorgamiento de licencia o plan de manejo ambiental.

Debe preverse lo relacionado con el suministro de fuentes de material que se requieran para el desarrollo del proyecto y verificar que las mismas cuenten con las respectivas autorizaciones de orden minero y ambiental. También deberá establecerse la disponibilidad de áreas para depósito de material sobrante y su cumplimiento de las normas que les resultan aplicables.

La Ley 1682 de 2013 también advierte sobre la necesidad de identificar la presencia de comunidades étnicas establecidas, para lo cual debe solicitarse al Ministerio del Interior una certificación en este sentido, también a partir del suministro del polígono con el área de influencia del proyecto. Con base en lo anterior, podrá determinarse la necesidad de adelantar procesos de consulta previa bajo la coordinación del mismo ministerio.

Deberán dimensionarse los impactos del proyecto que se pretende desarrollar sobre la flora y la fauna, adoptando las medidas que correspondan para prevenir y atender cualquier posible afectación sobre los animales silvestres, tomando en consideración lo dispuesto por la Ley 1774 de 2016.

La estructuración del proyecto deberá atender a los lineamientos que en materia de mitigación de cambio climático establece el Plan de acción sectorial de mitigación (PAS) Sector Transporte.

4.2.2. Ejecución

Para la ejecución de actividades de mantenimiento, rehabilitación y mejoramiento de vías terciarias se debe solicitar, ante la autoridad ambiental competente, los permisos y autorizaciones necesarios para el uso de recursos naturales, dentro de los que se encuentran:

- Aprovechamiento forestal.
- Levantamiento de veda.
- Sustracción de reserva forestal o distritos de manejo integrado.
- Colecta de especímenes para la elaboración de estudios ambientales.
- Autorizaciones necesarias para la captura, rescate y traslado de individuos de fauna.
- Concesión de aguas superficiales o subterráneas. En este segundo caso, se requerirá permiso de exploración previo.
- Vertimientos.
- Emisiones atmosféricas.
- Ocupación de cauces.

En los actos administrativos que otorgan los permisos o autorizaciones se incorporan las obligaciones que determinan las normas aplicables y demás requerimientos que se impongan al titular de la obligación. Entre otras cosas, el titular de los permisos deberá:

- Realizar los monitoreos con la periodicidad requerida, según el caso, como base para determinar el cumplimiento de los parámetros establecidos.
- Cumplir las medidas de manejo y compensación que en cada caso se establezcan.
- Pagar las tasas que correspondan, según el caso.

Se debe verificar el cumplimiento de las normas ambientales aplicables por parte de los potenciales proveedores de materiales de construcción, o realizar el suministro de agua o la gestión de los residuos generados.

Se debe verificar la necesidad de adelantar el registro como generador de residuos peligrosos. Se debe verificar la existencia de vedas del orden nacional o regional que puedan afectar el desarrollo del proyecto y tramitar el levantamiento de estas antes de realizar cualquier aprovechamiento.

Se debe formular, implementar y mantener actualizado un Programa de Manejo Ambiental de residuos de construcción y demolición y demás requisitos que se establecen sobre la materia. Así mismo, se deberá contemplar los estudios y requisitos mínimos necesarios para realizar la disposición de los residuos sobrantes de las excavaciones.



Debe determinarse la necesidad de adoptar planes de contingencia y control de derrames de hidrocarburos o sustancias nocivas para la salud, aprobados por la autoridad ambiental competente, y la elaboración de Planes de Gestión del Riesgo para el manejo de vertimientos en la forma en que establece el Decreto 1076 de 2015 (Decreto 3930 de 2010) o aquella que la modifique, sustituya o derogue.

El proyecto debe someterse en su desarrollo a los lineamientos que en materia de mitigación de cambio climático establece el Plan de Acción Sectorial de Mitigación (PAS) del Sector Transporte.

5. MARCO DE POLÍTICA

En este marco se contemplan las políticas del sector transporte y del sector ambiente y desarrollo sostenible que se relacionan con el mantenimiento, rehabilitación y mejoramiento de vías terciarias. Adicionalmente, se presenta la política de un tercer sector correspondiente al Posconflicto, con aplicabilidad especialmente en zonas rurales afectadas por el conflicto.

5.1. Sector transporte

5.1.1. *Marco institucional*

La Ley 105 de 1993 establece que corresponde al Ministerio de Transporte, a las entidades del orden nacional con responsabilidad en la infraestructura de transporte y a las entidades territoriales, la planeación de su respectiva infraestructura de transporte, determinando las prioridades para su conservación y construcción.

La formulación y adopción de la política nacional, planes, programas, proyectos del sector transporte, incluyendo lo relacionado con la infraestructura de transporte, se encuentran a cargo del Ministerio de Transporte, cuyo objeto, estructura organizacional y marco de competencias fue definido por el Decreto 87 de 2011. El mismo decreto define sus entidades adscritas, entre las que se encuentran las siguientes:

El Instituto Nacional de Vías (Invias), creado por el Decreto 2171 de 1992 y que con las modificaciones que le fueron introducidas por medio de los Decretos 2056 y 2067 de 2003, tiene a su cargo la ejecución de las políticas, estrategias, planes, programas y proyectos de la infraestructura no concesionada de la red vial nacional de carreteras primaria y terciaria, férrea, fluvial y de la infraestructura marítima, de acuerdo con los lineamientos dados por el Ministerio de Transporte. Este instituto tiene también a su cargo la red vial terciaria que le fuera transferida del Fondo Nacional de Caminos Vecinales en virtud de lo establecido por el numeral primero del artículo 15 del Decreto 1790 de 2003, que ordenó la liquidación de esta entidad.

La Agencia Nacional de Infraestructura (ANI), que en virtud del Decreto 4165 de 2011 asumió las competencias que correspondían al Instituto Nacional de Concesiones, (INCO), tiene por objeto planear, coordinar, estructurar, contratar, ejecutar, administrar y evaluar proyectos de concesiones y otras formas de Asociación Público Privada (APP), para el diseño, construcción, mantenimiento, operación, administración y/o explotación de la infraestructura pública de transporte en todos sus modos.

No obstante lo expresado en relación con las responsabilidades entregadas a Invias sobre la red terciaria, por medio de la Ley 715 de 2001 fueron definidas las bases para un proceso de descentralización del sector, definiendo responsabilidades de los departamentos⁶⁰ y de los municipios⁶¹ en relación con la planeación, construcción y mantenimiento de vías de la red secundaria y terciaria.

Sin perjuicio de lo anterior, la Nación ha mantenido injerencia sobre el desarrollo proyectos del orden regional a través del suministro de asistencia técnica y financiera, en la que además de los recursos tales como los provenientes de regalías, del Sistema General de Participaciones (SGP) y de Findeter, ha sido admitida la inversión directa por parte de Invias con recursos de su presupuesto⁶².

5.1.2. Planes Nacionales de Desarrollo

Los planes de desarrollo recientes establecen políticas relacionadas con la red vial terciaria. El Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014 “Prosperidad para todos” establece como pilares el crecimiento sostenido, igualdad de oportunidades y consolidación de la paz en el territorio. Entre los elementos planteados propone ejecutar el Programa “Caminos para la Prosperidad” para el mantenimiento y rehabilitación de la red vial terciaria.

Por su parte, el Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018 “Todos por un nuevo país” fue adoptado teniendo como elementos fundamentales la paz, la equidad y la educación. Entre los objetivos del plan se incluyen: integrar el territorio y sus comunidades, para contribuir al cierre de brechas poblacionales y sociales, potenciando la conectividad para la inclusión productiva y el acceso a bienes públicos, servicios sociales e información;

⁶⁰ El numeral 74.8 del artículo 74 de la Ley 715 de 2001, establece como una de las competencias de los departamentos la de “adelantar la construcción y la conservación de todos los componentes de la infraestructura de transporte que les corresponda”.

⁶¹ El numeral 76.4 de la misma ley, establece las siguientes competencias del municipio:

“76.4.1. Construir y conservar la infraestructura municipal de transporte, las vías urbanas, suburbanas, veredales y aquellas que sean propiedad del municipio, las instalaciones portuarias, fluviales y marítimas, los aeropuertos y los terminales de transporte terrestre, en la medida que sean de su propiedad o cuando éstos le sean transferidos directa o indirectamente. Las vías urbanas que forman parte de las carreteras nacionales seguirán a cargo de la Nación”.

“76.4.2. Planear e identificar prioridades de infraestructura de transporte en su jurisdicción y desarrollar alternativas viables”.

⁶² En concepto de la Sala de Consulta y Servicio Civil del Consejo de Estado del 15 de junio de 2006, CP. Luis Fernando Álvarez Jaramillo, se concluye que puede ser viable la apropiación de recursos del presupuesto de INVÍAS con este propósito, de acuerdo con lo que se prevea en el Plan Nacional de Desarrollo y previa suscripción de convenios con los respectivos entes territoriales.

reducir las brechas poblacionales y territoriales en la provisión de servicios de calidad en salud, educación, servicios públicos, infraestructura y conectividad; y proveer la infraestructura y servicios de logística y transporte para la integración territorial.

En el Plan Nacional de desarrollo 2018-2022 “Pacto por Colombia” busca alcanzar la inclusión social y productiva, a través del emprendimiento y la legalidad. Para el sector transporte se plantea aprovechar y potenciar la red fluvial y férrea, mejorar la eficiencia de forma que se reduzcan costos y tiempos, de acuerdo con las necesidades de los territorios. Entre las propuestas se incluye aumentar la red férrea comercial hasta 1077 km, identificar nuevas alternativas para la financiación de proyectos, modernizar las entidades públicas del sector transporte e implementar proyectos intermodales. También se plantea un pacto por la sostenibilidad que busca un equilibrio entre el desarrollo productivo y la conservación del ambiente que potencie nuevas economías y asegure los recursos naturales para las generaciones futuras.

El Plan Nacional de Desarrollo 2022 - 2026 “Colombia Potencia Mundial de la Vida”, acogido mediante la Ley 2294 de 2023, establece las bases para que el país se convierta en un líder de la protección de la vida a partir de la construcción de un nuevo contrato social, el cambio de nuestro relacionamiento con el ambiente y una transformación productiva sustentada en el conocimiento y en armonía con la naturaleza.

5.1.3. Principales lineamientos de política definidos por el marco constitucional y legal

5.1.3.1. Constitución Política

Colombia es concebida como un Estado social de derecho, organizado como República Unitaria, descentralizada, con autonomía de sus entidades territoriales, democrática, participativa y pluralista. Se definen como fines esenciales del Estado: servir a la comunidad, promover la prosperidad general y garantizar la efectividad de los principios, derechos y deberes consagrados en la Constitución; facilitar la participación de todos en las decisiones que los afectan y en la vida económica, política, administrativa y cultural de la Nación. La función administrativa está al servicio de los intereses generales y se desarrolla con fundamento en los principios de igualdad, moralidad, eficacia, economía, celeridad, imparcialidad y publicidad, mediante la descentralización, la delegación y la desconcentración de funciones.

En el marco de la descentralización, la misma Constitución dota de autonomía a las entidades territoriales para la gestión de sus intereses dentro de los límites de la Constitución y la ley. Los departamentos tienen autonomía para la administración de los asuntos seccionales y la planificación y promoción del desarrollo económico y social dentro de su territorio. Al municipio como entidad fundamental de la división político-

administrativa del Estado le corresponde prestar los servicios públicos que determine la ley, construir las obras que demande el progreso local, ordenar el desarrollo de su territorio, promover la participación comunitaria, el mejoramiento social y cultural de sus habitantes y cumplir las demás funciones que le asignen la Constitución y las leyes.

En el artículo 65, la Carta Fundamental al referirse a la seguridad alimentaria, señala que el Estado otorgará prioridad a la construcción de obras de infraestructura física.

5.1.3.2. Decreto Ley 2171 de 1992

Esta norma establece cómo debe el Ministerio de Transporte elaborar el Plan Sectorial de Transporte, de acuerdo con los lineamientos que defina el Conpes y como base para la elaboración del Plan Nacional de Desarrollo. Este plan consta de una parte general y una parte de inversiones se propone como el documento principal para la orientación de los proyectos y decisiones estatales en el sector transporte, incluyendo lo relacionado con la infraestructura de transporte, su capacidad, limitaciones y problemas y las estrategias y programas que deben adoptarse.

5.1.3.3. Ley 105 de 1993

Por medio de esta ley se dictan disposiciones básicas sobre el transporte, se redistribuyen competencias y recursos entre la Nación y las entidades territoriales y se reglamenta la planeación en el sector transporte. Se regula lo relacionado con la infraestructura de transporte, la expansión de la red de transporte a cargo de la Nación y la integración de la infraestructura de transporte a cargo de los departamentos, distritos y municipios.

En materia de planeación establece que el Plan Sectorial de Transporte e Infraestructura (Decreto Ley 2171 de 1992) es un componente del Plan Nacional de Desarrollo. De la misma forma determina que los planes territoriales de transporte e infraestructura deben ser elaborados y adoptados por los departamentos, distritos y municipios, e incorporados en sus respectivos planes de desarrollo.

5.1.3.4. Ley 1682 de 2013

En esta ley se definen las características de la infraestructura de transporte (debe ser inteligente, eficiente, multimodal, segura, de acceso a todas las personas y carga, ambientalmente sostenible, adaptada al cambio climático y vulnerabilidad, con acciones de mitigación y está destinada a facilitar y hacer posible el transporte en todos sus modos), determina los elementos que la integran y confirma que acciones como mantenimiento, rehabilitación y mejoramiento materializan el interés general previsto en la Constitución Política al fomentar el desarrollo y crecimiento económico del país; su

competitividad internacional; la integración del territorio nacional, y el disfrute de los derechos de las personas y constituye un elemento de la soberanía y seguridad del Estado.

- Esta norma establece aspectos que deben ser identificados y analizados en los procesos de formulación de los proyectos de infraestructura de transporte, entre los que se incluyen: accesibilidad, adaptación y mitigación al cambio climático, calidad del servicio, capacidad, competitividad, conectividad, eficiencia, seguridad y sostenibilidad ambiental. También establece que los proyectos de infraestructura de transporte deben incluir la variable ambiental en sus diferentes estudios de ingeniería, prefactibilidad, factibilidad y estudios definitivos, para aplicarla en su ejecución.

5.1.3.5. *Documentos Conpes*

El documento Conpes 3480 de 2007 está orientado a facilitar dentro de un marco regional y nacional la competitividad e integración de los departamentos, a través de la implementación de procesos y herramientas de gestión vial que incluyen, principalmente, el inventario, mejoramiento y mantenimiento de vías de transporte departamental y el fortalecimiento institucional de los gobiernos departamentales para ejercer sus competencias en materia vial y de los procesos de descentralización.

El documento Conpes 3840 de 2015 declara la importancia estratégica para el Programa Vías para la Equidad, cuyo fin es la consolidación de corredores de la red vial primaria, secundaria y de las vías de acceso a conglomerados urbanos para garantizar la conectividad entre los centros de producción y de consumo y para fortalecer la presencia del Estado en el territorio nacional. Está referida a unos proyectos específicos que el mismo documento define.

El documento Conpes3857 de 2016 tiene por objetivo establecer los lineamientos para la gestión de la red terciaria a cargo de los municipios, los departamentos y la nación. Esto se estructura por medio de seis ejes estratégicos:

- Elaboración del inventario de la red vial terciaria y recolección de información primaria.
- Modelo de priorización vial municipal.
- Estructuración de consultorías y actualización de normatividad técnica.
- Modelo de cofinanciación.
- Implementación de buenas prácticas en los procesos de contratación.
- Vías para la construcción de paz.

En cada uno de los cuales se establecen procesos para la implementación adecuada de un modelo de gestión vial.

La implementación de los Conpes mencionados debe permitir generar las condiciones para garantizar que la operación de las vías terciarias evite, minimice, mitigue y compense impactos ambientales negativos, sean estos directos, indirectos, sinérgicos o acumulativos. De esta manera, el desarrollo de la red terciaria será ambientalmente sostenible, y en línea con la mitigación y la adaptación al cambio climático y a un desarrollo bajo en carbono.

Dentro de los lineamientos del documento Conpes está el de establecer criterios para la priorización de las vías terciarias, lo cual ha sido adelantado por Minambiente (2018)⁶³ en el documento de Criterios Ambientales para la Priorización de vías de tercer orden.

En el documento Conpes 3906 de 2017 se garantiza el apoyo de la Nación en el financiamiento de obras para consolidar la conectividad regional específicamente referida a los departamentos de Antioquia, Caldas, Santander y Tolima, por ser estas las regiones de principal actividad de la empresa Isagen, de cuya enajenación se obtienen los recursos económicos para la ejecución del proyecto.

El documento Conpes 3903 de 2017 declara de importancia estratégica el proyecto Mejoramiento y Mantenimiento de Vías para la Conectividad Regional, con el fin de realizar obras del Plan de Desarrollo Departamental 2016-2019, el cual se articula estratégicamente con el Plan Nacional de Desarrollo.

5.1.4. Otras políticas públicas, planes y programas del Sector Transporte

5.1.4.1. Plan Estratégico Intermodal de Infraestructura de Transporte PEIT y Plan Maestro de Transporte Intermodal PMTI

El Plan Estratégico Intermodal de Infraestructura de Transporte no es un instrumento oficialmente adoptado por parte del gobierno nacional. El documento propone los siguientes objetivos:

⁶³ Los criterios técnicos ambientales para la priorización de vías de tercer orden se encuentran en la página de Minambiente. Disponible en: http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/30_Hito_2_DEF_150318.pdf

- Alinear la política de transporte y el PEIT con el Plan Nacional de Desarrollo y armonizar sus planteamientos con las políticas de Estado.
- Superar los déficits históricos en la cobertura y calidad de las infraestructuras de transportes, y atender e impulsar con las mismas las nuevas necesidades y oportunidades del desarrollo social.
- Valorar e internalizar las externalidades ambientales, sociales, territoriales, económicas y urbanísticas del desarrollo de los transportes.
- Atender y prevenir estrangulamientos en los corredores de transportes, que reduzcan, condicionen o limiten sus capacidades y niveles de servicio.
- Reequilibrar la participación modal, desarrollar la intermodalidad y multimodalidad, y optimizar el desarrollo de las actividades logísticas.

El Plan Maestro de Transporte Intermodal es una propuesta a largo plazo para organizar el crecimiento del país por medio de una red de infraestructura que permita la conectividad. El plan contempla dos metas clave:

- Consolidar una lista de proyectos prioritarios para iniciar su estructuración con tiempo suficiente.
- Desarrollar una red de transporte competitiva adaptada a las necesidades de Colombia por los próximos 20 años.

5.1.4.2. Plan 50/51 Vías Terciarias para la Paz⁶⁴

Este plan se enmarca en el Acuerdo Final de Paz con las FARC y tiene como objetivo realizar el mejoramiento de 50 kilómetros en cada uno de los 51 municipios priorizados mediante la participación activa de la comunidad y las alcaldías municipales, con el propósito de mejorar las condiciones de movilidad y la reactivación económica de cada una de las regiones.

Para la ejecución de estos mejoramientos, la Agencia de Renovación del Territorio (ART) debe proceder a firmar acuerdos con cada uno de los 51 municipios. Se prevén también convenios solidarios para el mantenimiento preventivo y rutinario de las vías.

⁶⁴ ART. Bogotá: 50/51 Plan de Vías Terciarias. [Consulta: 29 noviembre 2018]. Disponible en: http://www.renovacionteritorio.gov.co/especiales/plan_50_51/.

5.1.4.3. Programa Caminos para la prosperidad

Programa fundamento en el Plan Nacional de Desarrollo 2010 – 2014 para la conservación de la red vial terciaria por medio del cual se ofreció apoyo técnico y apalancamiento financiero.

5.1.4.4. Plan de acción sectorial de mitigación del cambio climático (PAS) sector transporte

El sector transporte en Colombia cuenta con un PAS aprobado que está conformado por las acciones, programas y políticas para reducir las emisiones de GEI frente a una línea base de emisiones proyectadas en el corto, mediano y largo plazo. De esta forma, el PAS permite identificar las prioridades sectoriales de mitigación de GEI y sus medios de implementación, para así facilitar su integración en la planeación sectorial y la reducción de emisiones del sector, optando por sendas de desarrollo carbono-eficientes⁶⁵.

5.1.4.5. Plan nacional de vías para la integración regional (PNVIR)⁶⁶

El documento establece los lineamientos para la intervención de la infraestructura de transporte terrestre, fluvial y aéreo que permitan el desarrollo e integración regional, priorizando los municipios más afectados por el conflicto armado tomando como presupuestos para su desarrollo la participación comunitaria en la formulación de las iniciativas y su desarrollo en el marco de las políticas del sector ambiente y desarrollo sostenible.

5.2. Sector ambiente y desarrollo sostenible

5.2.1. Marco institucional

Con la Ley 99 de 1993 se ordena el sector público encargado de la gestión y conservación del ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental y se crea el Ministerio del Medio Ambiente (actualmente Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible). El ministerio es la entidad responsable de la

⁶⁵ Minambiente: Planes Sectoriales de Mitigación. [Consulta: 29 noviembre 2018]. Bogotá D.C. Disponible en: <http://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article?id=470:plantilla-cambio-climatico-26>.

⁶⁶ Mintransporte: Plan Nacional de Vías para la Integración Regional – PNVIR [Consulta: 20 junio de 2019]. Bogotá D.C. Disponible en: <https://www.mintransporte.gov.co/publicaciones/5775/plan-nacional-de-vias-para-la-integracion-regional/>.

formulación de la política nacional ambiental y de regular las corporaciones autónomas regionales. Estas son entidades cuyo objeto se relaciona con la ejecución de las políticas, planes, programas y proyectos ambientales, así como aplicar las disposiciones legales vigentes sobre la disposición, administración, manejo y aprovechamiento de los recursos naturales renovables en su jurisdicción.

5.2.2. Principales lineamientos de política definidos por el marco constitucional y legal

5.2.2.1. Constitución Política

La Constitución Política establece la obligación del Estado y de todas las personas de proteger las riquezas culturales y naturales de la Nación. Los ciudadanos tienen además el derecho a gozar de un ambiente sano y a participar en las decisiones que puedan afectarlo. El estado debe conservar las áreas de especial importancia ecológica; fomentar la educación para el logro de estos fines; planificar el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución; además de prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados.

5.2.2.2. Código de los Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente

El Decreto Ley 2811 de 1974, por el que se adopta el Código de los Recursos Naturales y de Protección al Medio Ambiente, consagra que el uso de los recursos naturales renovables debe hacerse de acuerdo con los siguientes principios: uso eficiente de los recursos naturales, prevalencia del interés general, uso sin exceder los límites permisibles y planeación de su aprovechamiento de tal forma que permita el desarrollo equilibrado de las áreas urbanas y rurales.

5.2.2.3. Ley 99 de 1993

Presenta la Política Ambiental Colombiana la cual seguirá los siguientes principios generales:

- El proceso de desarrollo económico y social del país se orientará según los principios universales y del desarrollo sostenible contenidos en la Declaración de Río de Janeiro de 1992.
- La biodiversidad del país, por ser patrimonio nacional y de interés de la humanidad, deberá ser protegida prioritariamente y aprovechada en forma sostenible.

- La formulación de las políticas ambientales tendrá en cuenta el resultado del proceso de investigación científica. No obstante, las autoridades ambientales y los particulares darán aplicación al principio de precaución conforme al cual, cuando exista peligro de daño grave e irreversible, la falta de certeza científica absoluta no deberá utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces para impedir la degradación del medio ambiente.
- La acción para la protección y recuperación ambientales del país es una tarea conjunta y coordinada entre el Estado, la comunidad, las organizaciones no gubernamentales y el sector privado. El Estado apoyará e incentivará la conformación de organismos no gubernamentales para la protección ambiental y podrá delegar en ellos algunas de sus funciones.
- Los estudios de impacto ambiental serán el instrumento básico para la toma de decisiones respecto a la construcción de obras y actividades que afecten significativamente el medio ambiente natural o artificial. Este principio se constituye en la base para el establecimiento del régimen de licenciamiento ambiental.
- Para el manejo ambiental del país se establece un Sistema Nacional Ambiental - SINA, cuyos componentes y su interrelación definen los mecanismos de actuación del Estado y la sociedad civil.

5.2.2.4. Ley 165 de 1994

Esta ley aprueba el Convenio de Diversidad Biológica hecho en Río de Janeiro el 5 de junio de 1992 y tiene como objetivo la conservación de la diversidad biológica, la utilización sostenible de sus componentes y la participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos. Este convenio define las medidas generales que todos los países deben adoptar a efectos de la conservación y utilización sostenible de la biodiversidad.

5.2.2.5. Ley 357 de 1997

Esta Ley aprueba la Convención Ramsar relativa a los humedales de importancia internacional, especialmente como hábitat de aves acuáticas. Impone al país compromisos relacionados con el fomento la conservación de los humedales declarados de importancia.

5.2.2.6. Ley 388 de 1997

Ley 388 de 1997 establece normas sobre el ordenamiento territorial en el país. Esta ley tiene como objetivo principal regular y promover un desarrollo territorial equilibrado, sostenible y equitativo, estableciendo los lineamientos para la planificación urbana y rural. La ley también busca asegurar que el uso del suelo y la ocupación del territorio se hagan de manera racional y en armonía con el ambiente.

5.2.2.7. Decreto 3600 de 2007

Decreto 3600 de 2007 “Por el cual se reglamentan las disposiciones de las Leyes 99 de 1993 y 388 de 1997 relativas a las determinantes de ordenamiento del suelo rural y al desarrollo de actuaciones urbanísticas de parcelación y edificación en este tipo de suelo y se adoptan otras disposiciones”.

5.2.2.8. Ley 1757 de 2015

Esta ley consagra que cada plan de desarrollo debe incluir medidas específicas orientadas a promover la participación de las personas en las decisiones que los afectan y el apoyo a las diferentes formas de organización de la sociedad.

5.2.2.9. Ley 1774 de 2016

Esta ley reconoce que los animales como seres que sienten y establece como principios la protección al animal, el bienestar animal y la solidaridad social. Por esto determina que los animales deben ser protegidos contra el sufrimiento y el dolor, en especial el causado directa o indirectamente por los humanos, por lo cual establece algunas conductas relacionadas con el maltrato a los animales y los procedimientos sancionatorios en el código penal.

5.2.2.10. Ley 1930 de 2018

Esta ley da a los páramos la condición de ecosistemas estratégicos y establece los lineamientos para buscar su integralidad, preservación, restauración, uso sostenible y generación de conocimiento.

5.2.2.11. Ley 1931 de 2018

Esta ley establece las directrices para la gestión del cambio climático, principalmente en las acciones de adaptación al cambio climático y mitigación de gases efecto invernadero, esto con el fin de reducir la vulnerabilidad de la población y de los ecosistemas frente a los efectos del mismo y facilitar la transición hacia una economía competitiva, sustentable y un desarrollo bajo en carbono. Adopta como principios orientadores para su implementación y reglamentación la autogestión, la coordinación, la corresponsabilidad, el costo-beneficio, el costo-efectividad, la gradualidad, la integración, la prevención, la responsabilidad y la subsidiariedad.

5.2.2.12. Documentos Conpes

El Conpes 3680 de 2010 propone los lineamientos para la consolidación del sistema nacional de áreas protegidas, estableciendo las pautas y orientaciones para que el sistema sea completo, ecológicamente representativo y eficazmente gestionado, de forma que se contribuya al ordenamiento territorial, al cumplimiento de los objetivos nacionales de conservación y al desarrollo sostenible en el que está comprometido el país.

El Conpes 3943 de 2018 establece la política para el mejoramiento de la calidad del aire, orientada a reducir la concentración de contaminantes en el aire que afectan la salud y el ambiente.

En el Conpes 3934 de 2018 se enuncia la política de crecimiento verde en la que se busca impulsar el aumento de la productividad y la competitividad económica del país asegurando el uso sostenible del capital natural y la inclusión social, de manera compatible con el clima.

El Conpes 3918 de 2018 plantea la estrategia para la Implementación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible ODS en Colombia, con lo cual se establece un marco medible para alcanzar niveles mínimos que garanticen la prosperidad, el bienestar de las personas y la conservación del ambiente.

El Conpes 3874 de 2016 adopta la Política Nacional para la Gestión de Residuos Sólidos con la cual se busca contribuir al fomento de la economía circular, el desarrollo sostenible, la adaptación y mitigación al cambio climático.

5.2.3. Otras políticas públicas, planes y programas del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible

5.2.3.1. Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico

Esta política tiene como objetivo garantizar la sostenibilidad del recurso hídrico mediante su gestión y uso eficiente. La gestión y el uso deben además articularse con el ordenamiento y uso del territorio, así como con la conservación de los ecosistemas que regulan la oferta hídrica, considerando el agua como factor de desarrollo económico y de bienestar social, e implementando procesos de participación equitativa e incluyente.

5.2.3.2. Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE)

Esta política atiende la necesidad de garantizar la conservación de la biodiversidad, los servicios ecosistémicos y la distribución justa y equitativa de los beneficios derivados de ésta. Esto, buscando contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de la población. En tal sentido, se establece como objetivo mantener y mejorar la resiliencia de los sistemas socioecológicos, a escalas nacional, regional y local, considerando escenarios de cambio y a través de la acción conjunta, coordinada y concertada del Estado, el sector productivo y la sociedad civil.

Uno de sus ejes temáticos hace referencia a la necesidad de incorporar la biodiversidad y el suministro de servicios ecosistémicos en la planificación y toma de decisiones sectoriales, de manera que se genere corresponsabilidad para adelantar acciones de conservación y valoración integral (económica y no económica), permitiendo mantener la sostenibilidad de las acciones de producción, extracción, asentamiento y consumo, y el mejoramiento de la calidad de vida.

5.2.3.3. Plan Nacional de Restauración Ecológica, Rehabilitación y Recuperación de Áreas Disturbadas

Este plan tiene como objetivo orientar y promover la restauración ecológica, la recuperación y la rehabilitación de áreas disturbadas de Colombia en un marco amplio de conservación de la biodiversidad y la adaptación a los cambios globales.

5.2.3.4. Política Nacional para la Gestión Sostenible de Suelo

Esta política tiene como objetivo promover la gestión sostenible del suelo en Colombia, en un contexto integral en el que confluyan la conservación de la biodiversidad, el agua y el aire, el ordenamiento del territorio y la gestión de riesgo, contribuyendo al desarrollo sostenible y al bienestar de los colombianos.

5.2.3.5. Política nacional de cambio climático (PNCC)

Tiene como objetivo incorporar la gestión del cambio climático en las decisiones públicas y privadas para avanzar en una senda de desarrollo resiliente al clima y baja en carbono, que reduzca los riesgos del cambio climático y permita aprovechar las oportunidades que este genera. Señala que afrontar los retos y aprovechar las oportunidades que conlleva el cambio climático requiere de arreglos institucionales, normativos y de política pública que orienten y generen sinergias entre los tomadores de decisiones.

5.2.3.6. Política nacional para el control de la deforestación y la gestión sostenible de los bosques

Es un marco estratégico diseñado para abordar la problemática de la deforestación y promover la gestión sostenible de los bosques en el país. Esta política responde a la creciente preocupación por la pérdida de cobertura forestal, que tiene graves implicaciones para la biodiversidad, el cambio climático y las comunidades que dependen de los bosques.

5.2.3.7. Política Nacional para Humedales interiores de Colombia

Este es el marco central para la gestión de los humedales en el país. La política busca integrar la conservación y uso sostenible de los humedales en la planificación territorial y sectorial, considerando la importancia de estos ecosistemas para la biodiversidad y las comunidades locales.

5.2.3.8. Visión Amazonia

Visión Amazonia es una iniciativa creada y diseñada por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, con recursos de cooperación internacional, dirigida a proteger la Amazonia y reducir las emisiones provenientes de la deforestación. Este programa se fundamenta en cinco pilares que promueven un modelo sostenible del territorio amazónico: forestal, sectorial, agroambiental, indígena y condiciones habilitantes. Estos pilares trabajan de manera coordinada ejecutando acciones que impulsan el aprovechamiento sostenible del bosque, formula planes de ordenamiento y manejo ambiental y forestal, promueve acuerdos con entes territoriales, asociaciones de campesinos y comunidades indígenas para reducir la deforestación en la Amazonia.

5.2.3.9. Estrategia Integral de Control a la Deforestación y Gestión de los Bosques

Esta estrategia involucra la corresponsabilidad de los distintos sectores del Estado colombiano con el propósito de frenar la deforestación y degradación de los bosques. Este instrumento de política propone cinco líneas estratégicas: la gestión sociocultural de los bosques y conciencia pública, el desarrollo de una economía forestal y cierre de la frontera agropecuaria, la gestión transectorial del ordenamiento territorial y los determinantes ambientales, el monitoreo permanente y la generación de capacidades legales, institucionales y financieras.

Adicionalmente, esta estrategia busca transformar 28 Núcleos Activos de Deforestación (NAD) en Núcleos de Desarrollo Forestal y de la Biodiversidad (NDFyB) para reducir la deforestación en un 20% para 2026. Este plan, en colaboración con comunidades locales

e internacionales, se enfoca en áreas de alta importancia socio-ecológica. De acuerdo con el Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono de IDEAM, 28 NAD concentran el 70% de las áreas con mayor pérdida de bosques en el país, de los cuales 22 concentran las mayores tasas y se localizan en los departamentos de Meta, Caquetá, Guaviare y Putumayo. El PICD además de ayudar al país con el cumplimiento del PND, se relaciona con el cumplimiento a compromisos en acuerdos internacionales como es el caso de Tratado de Cooperación Amazónica (OTCA), la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), el Convenio sobre la Diversidad Biológica y el Convenio Internacional de las Maderas Tropicales. El PICD adopta un enfoque integral y participativo, basado en acuerdos sociales, ordenamiento territorial, agenda ambiental para la paz, fortalecimiento institucional e investigación criminal.

5.3. Posconflicto

5.3.1. Marco institucional

En el año 2015 se creó la Agencia de Renovación del Territorio ART como una agencia especial del orden nacional, con el objeto de “coordinar la intervención de entidades nacionales y territoriales en zonas rurales afectadas por el conflicto priorizadas por el gobierno nacional, a través de la ejecución de planes y proyectos para la renovación territorial de estas zonas, que permitan su reactivación económica, social y su fortalecimiento institucional para que se integren de manera sostenible al desarrollo del país”.

Entre sus funciones se encuentran: liderar el proceso de coordinación intersectorial para desarrollar la estrategia de intervención, implementar espacios de participación para la formulación de planes y proyectos de intervención y formular e implementar un plan general de renovación territorial.

5.3.2. Principales lineamientos de política definidos por el marco constitucional y legal

Con el Decreto 893 de 2017 fueron creados los Programas de Desarrollo con Enfoque Territorial (PDET)⁶⁷, como un instrumento de planificación y gestión para implementar de manera prioritaria y con una vigencia de diez años, los planes sectoriales y programas

⁶⁷ ART. Programas de desarrollo con enfoque territorial. [Consulta: 18 diciembre 2018] Disponible en: http://www.renovacionterritorio.gov.co/especiales/especial_PDET/

en el marco de la Reforma Rural Integral (RRI). Los PDET son coordinados por la Agencia de Renovación del Territorio (ART) y están conformados por ocho pilares, uno de los cuales corresponde al de infraestructura y adecuación de tierras, que comprende la infraestructura física básica, incluyendo vías, para que la economía agrícola sea rentable y sostenible.

5.3.3. Otras políticas públicas, planes y programas del Posconflicto

5.3.3.1. Documentos Conpes

A través del documento Conpes 3932 de 2018 se establecen los lineamientos para la articulación del plan marco de implementación del Acuerdo Final con los instrumentos de planeación, programación y seguimiento a políticas públicas, y se garantiza la sostenibilidad y puesta en marcha de los PDET.

Estrategia Nacional de Restauración 2023 –2026-ENR

Es un instrumento de gestión institucional que brinda los lineamientos para dar cumplimiento a la ambiciosa meta de establecer 753.783 nuevas hectáreas bajo procesos de restauración de ecosistemas terrestres y marino costeros, en articulación interministerial, intersectorial y del Sistema Nacional Ambiental –SINA. Esta apuesta, está interrelacionada con el reto de ordenar el territorio nacional alrededor del agua, como un componente fundamental en la construcción de soluciones basadas en la naturaleza (SbN) efectivas, eficientes y equitativas frente a las conflictividades socioambientales existentes en las regiones y como principal mecanismo de adaptación climática para la justicia social y ambiental del país, definiendo un enfoque de paisaje como horizonte y fundamento para la comprensión de los contextos sociales, naturales, económicos y culturales existentes, así como para la implementación de procesos integrales capaces de regenerar la funcionalidad de los ecosistemas, incrementar la biodiversidad, conectividad y los servicios ecosistémicos, al tiempo que fomenta economías regenerativas y solidarias en tiempos de crisis.

6. CRITERIOS DE GOBERNANZA

La participación de los gobiernos locales, del sector privado y la sociedad civil en los procesos de gobernanza de la infraestructura, permiten que las vías terciarias o de tercer orden tengan un enfoque participativo y sostenible. Con esto se logran objetivos que integran necesidades locales, regionales y nacionales, los cuales permiten ampliar los mercados, fomentar el turismo e incrementar el comercio entre subregiones limitadas por la falta de conectividad.

Las municipalidades, departamentos, o actores interesados en la construcción de una vía terciaria, pueden buscar apoyo financiero, técnico, tecnológico, profesional, entre otros, en las diversas organizaciones que apoyan este tipo de proyectos de infraestructura, como mecanismos de desarrollo rural y disminución de la pobreza en el campo.

6.1. Contexto

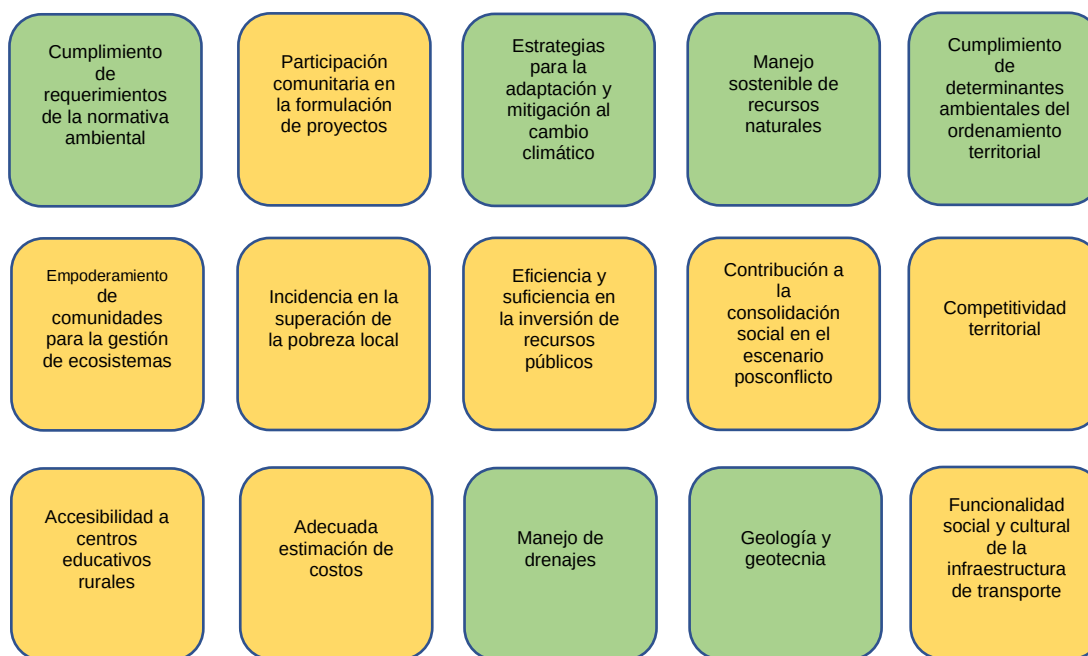
Las vías terciarias representan la apuesta de infraestructura del país para el desarrollo del campo y la consolidación de la paz, dado que se ejecutan en las zonas más vulnerables y con mayor impacto en la generación de economías locales⁶⁸. Sin embargo, la conectividad de las poblaciones y el desarrollo del campo no necesariamente requieren de la construcción de vías de tercer orden, sino de infraestructura para el desarrollo y la consolidación de la paz en las zonas más vulnerables. Esta infraestructura debe ser ambientalmente sostenible y para ello emplear, de ser posible modos alternativos al carretero: mediante el empleo de soluciones de transporte aéreo, marítimo, fluvial, aéreo o terrestre no carretero, (férreo, cable aéreo) incorporando tecnologías sostenibles y energías renovables preferiblemente limpias como alternativas.

Para ello, es importante contar con el inventario o la proyección de vías férreas, infraestructura aeroportuaria, fluvial y demás infraestructura de transporte, lo que permite dentro de la planeación, articular la intermodalidad en la movilidad, reduciendo potenciales impactos ambientales e impulsando alternativas de transporte ambientalmente sostenible.

⁶⁸ DNP. Bases del Plan Nacional de Desarrollo. Bogotá D.C. [Consulta: 08 noviembre 2018] Disponible en: <https://www.dnp.gov.co/Plan-Nacional-de-Desarrollo/Paginas/Bases-del-Plan-Nacional-de-Desarrollo-2018-2022.aspx>

Por otra parte, las temáticas, o nodos que se consideran centrales para la gobernanza de la red de vías terciarias se resumen a continuación:

Figura 1 Temáticas que se consideran centrales para la gobernanza en la red de vías terciarias



Fuente: Ingetec, 2019

Lo anterior implica la interacción de varias entidades del orden nacional, regional y local, lo cual crea retos adicionales en procura de consolidar la apuesta de las vías terciarias para el desarrollo del campo y la consolidación de la paz. Sin embargo, es importante destacar que planificar la infraestructura de transporte es fundamental para Colombia, pero no se puede resolver la problemática de conectividad únicamente a través de la construcción de carreteras, se debe considerar la infraestructura férrea, fluvial, marítima y aeroportuaria, para poder establecer sistemas adecuados que permitan la conectividad de las poblaciones, y el cuidado de los ecosistemas más sensibles, como es el caso de la Amazonia, cuya intervención terrestre afecta ecosistemas con repercusiones a escala global, los sistemas culturales de las comunidades que allí habitan y donde existe una oferta de corredores fluviales abundante.

A continuación, se mencionan las principales entidades con competencia local y regional, y grupos de interés relacionados directa o indirectamente con la infraestructura de transporte:

Tabla 2 Entidades con competencia local y regional, y grupos de interés relacionados directa o indirectamente con la infraestructura de transporte

Actor	Incidencia
Instituto Nacional de Vías	La ejecución física y financiera de los proyectos de infraestructura vial, priorizados para la comunidad, con calidad, oportunidad y transparencia; impulsando la conectividad intermodal de la red de transporte del país. Tiene a su cargo la red vial terciaria que le fue transferida del Fondo Nacional de Caminos Vecinales.
Ministerio de Transporte	Coordinar, promover, vigilar y evaluar las políticas del Gobierno Nacional en materia de tránsito, transporte e infraestructura de los modos de su competencia. Diseñar, coordinar y participar en programas de investigación y desarrollo científico, tecnológico y administrativo en las áreas de nuestra competencia. Formular y adoptar las políticas, planes, programas, proyectos y regulación económica del transporte, el tránsito y la infraestructura, en los modos carretero, marítimo, fluvial, férreo y aéreo del país. Garantizar el desarrollo y mejoramiento del transporte, tránsito y su infraestructura, de manera integral, competitiva y segura, buscando incrementar la competitividad del país, con tecnología y recurso humano comprometido y motivado. Establecer las políticas para el desarrollo de la infraestructura mediante sistemas como concesiones u otras modalidades de participación de capital privado o mixto. Apoyar y prestar colaboración técnica a los organismos estatales en los planes y programas que requieran asistencia técnica en el área de la construcción de obras y de infraestructura física, con el fin de contribuir a la creación y mantenimiento de condiciones que propicien el bienestar y desarrollo comunitario. Orientar y coordinar a las entidades adscritas y ejercer el

Actor	Incidencia
	control de tutela sobre las mismas. Administrar el Sistema Integral Nacional de Información de Carreteras "SINC" como un sistema público de información único nacional conformado por toda la información correspondiente a las carreteras a cargo de la Nación, de los departamentos, los municipios y los distritos especiales y que conformarán el inventario nacional de carreteras.
Financiera de Desarrollo Territorial	Dentro de sus funciones se identifica la construcción, pavimentación, mantenimiento y remodelación de vías urbanas y rurales, soluciones de tráfico, semaforización. Financiación de construcción, pavimentación y conservación de carreteras nacionales, departamentales, municipales, veredales, caminos vecinales, puentes, puertos marítimos y fluviales. Financiación del Plan Sectorial de Turismo, adquisición y mantenimiento de maquinaria y equipo.
Ministerio de Agricultura	Marco de la política de desarrollo productivo. Formular, coordinar y evaluar las políticas que promuevan el desarrollo competitivo, equitativo y sostenible de los procesos agropecuarios y de desarrollo rural, con criterios de descentralización, concertación y participación, que contribuyan a mejorar el nivel y la calidad de vida de la población colombiana. Planificar el uso eficiente del suelo, los procesos de adecuación de tierras con fines agropecuarios, el ordenamiento social de la propiedad de las tierras rurales y diseñar instrumentos para el ordenamiento del suelo rural apto para el desarrollo agropecuario a través de la Unidad de Planificación Rural Agropecuaria UPRA.
Instituto Colombiano de Antropología e Historia	Declarar las áreas arqueológicas protegidas, expedir las autorizaciones de intervención de Patrimonio Arqueológico, realizar el peritaje de piezas arqueológicas, hacer su registro, autorizar la tenencia de estos bienes y es responsable de su inventario en el ámbito nacional. Hacer seguimiento al cumplimiento del plan de manejo de arqueología preventiva, con el fin de cumplir con su misión

Actor	Incidencia
	de resguardar y gestionar el patrimonio arqueológico, antropológico e histórico de Colombia.
Ministerio del Interior	Programa de fortalecimiento de las organizaciones sociales, comunales y comunitarias a nivel nacional. Programa de fortalecimiento institucional para la descentralización en Colombia. La Dirección de Consulta Previa del Ministerio del Interior dirige en coordinación con las entidades y dependencias correspondientes los procesos de consulta previa que se requieran de conformidad con la ley.
Ministerio de Defensa Nacional	La Fuerza Pública apoyará la ejecución de obras de infraestructura, saneamiento ambiental básico, prestación de servicios de transporte de carga y personal; en cumplimiento de su misión como entidad de diseñar y emitir políticas para la defensa y administración de las Fuerzas Armadas, a fin de garantizar y mantener la soberanía e integridad territorial.
Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Apoyar a los demás Ministerios y entidades estatales, en la formulación de las políticas públicas, de competencia de los mismos, que tengan implicaciones de carácter ambiental y desarrollo sostenible. Orientar, en coordinación con el Sistema Nacional de Prevención y Atención de Desastres, las acciones tendientes a prevenir el riesgo ecológico. Ejercer la inspección y vigilancia sobre las corporaciones autónomas regionales, y ejercer control preventivo, actual o posterior, de los efectos del deterioro ambiental que puedan presentarse por la ejecución de actividades o proyectos de desarrollo, y ordenar al organismo nacional competente para la expedición de licencias ambientales a cargo del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, la suspensión de los trabajos o actividades cuando a ello hubiese lugar. Política Nacional para la gestión integral de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos.

Actor	Incidencia
Presidencia de la República	Consolidación de Municipios de Paz, Plan Anticorrupción, Atención y Participación Ciudadana.
Ministerio de Comercio, Industria y Turismo	Definición de vías de acceso turístico.
Ministerio de Minas y Energía	Definición de vías de desarrollo minero.
Alta Consejería Presidencial para el Posconflicto	A través de la dirección para el posconflicto debe coordinar con los entes territoriales la implementación de los programas y proyectos relacionados con el posconflicto.
Observatorio de Transparencia y Anticorrupción de la Secretaría de Transparencia de la Presidencia	Elaborar y difundir mediciones en materia de lucha contra la corrupción y promoción de la transparencia. A través de la subdirección de transporte, se encarga de orientar y promover la formulación, elaboración y ejecución de políticas, planes, programas y proyectos nacionales de desarrollo económico y social y el Plan Nacional de Inversiones, en el sector transporte (infraestructura y operación), para presentarlo al Conpes; así como recomendar las modificaciones y ajustes necesarios. Realizar estudios sectoriales e investigaciones en temas del sector transporte (infraestructura y operación).
Departamentos y Municipios	A través de la Ley 715 de 2001 fueron definidas las bases para un proceso de descentralización del sector, definiendo responsabilidades de los departamentos y de los municipios en relación con la planeación, construcción y mantenimiento de vías de la red secundaria y terciaria. Dar cumplimiento a la política nacional de gestión del riesgo de desastres. Cualificar la mano de obra para que la construcción o mantenimiento de la red vial terciaria sea una oportunidad local.

Actor	Incidencia
	Aportar en la definición de la escala local los objetivos y metas para la contribución en el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Así como, medios de implementación, el uso de indicadores para definir tanto las líneas de base como el monitoreo de su progreso, atendiendo lo contemplado en el Conpes 3918 de 2018 (Estrategia para la implementación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible en Colombia). Articulación con la Política Nacional Logística contemplada en el Conpes 3547. Recuperación de las franjas de derecho de vía.
Unidad Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres	Fortalecer las capacidades de las entidades públicas, privadas, comunitarias y de la sociedad en general, con el propósito explícito de contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de las personas y al desarrollo sostenible, a través del conocimiento del riesgo, su reducción y el manejo de los desastres asociados con fenómenos de origen natural, social, tecnológico y humano. Lo cual aplica para sectores donde las vías de tercer orden no cuentan con las condiciones técnicas necesarias para garantizar su tránsito en todas las épocas del año.
Fuerzas Militares	El papel de las fuerzas en la orientación a desmovilizados y grupos campesinos en el escenario del posconflicto se relacionará entre otras cosas con la construcción de vías de comunicación en zonas marginadas y otras tareas urgentes para que el país emprenda el establecimiento de una democracia en paz que sea sostenible en un futuro previsible. El Comando de Ingenieros del Ejército Nacional de Colombia: cuenta con una brigada especial para hacer vías primarias, secundarias y terciarias. Trabaja en proyectos de mejoramiento de vías terciarias, orientados a beneficiar a las comunidades más apartadas de los centros urbanos. Además, buscan mejorar el acceso a las Zonas Veredales Transitorias de Normalización (ZVTN), establecidas en los acuerdos de paz. El Ejército ofrece la capacidad técnica, la mano de obra y el equipo de construcción, además de

Actor	Incidencia
	brindar las condiciones de seguridad necesarias para construir las vías en estas zonas empleando para ello el presupuesto de la Nación.
Fondo Adaptación	En concordancia con la importancia de la Unidad Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, el Fondo Adaptación tiene como función diseñar e implementar modelos de intervención que contribuyan a reducir la vulnerabilidad de las poblaciones; lo cual puede enfocarse en las vías de tercer orden, al implementar dichos modelos que permitan garantizar condiciones adecuadas y seguras para las poblaciones.
Asociación de Autoridades Tradicionales Indígenas	Fomentar en sus comunidades proyectos de salud, educación y vivienda en coordinación con las respectivas autoridades nacionales, regionales o locales y con sujeción a las normas legales pertinentes. Asociaciones de Autoridades Tradicionales Indígenas del Amazonas - AATIS Mesa permanente de coordinación administrativa que trabaja con el gobierno departamental, examina propuestas y define políticas sobre los territorios de las asociaciones en el Amazonas.
Comunidades	Participar en los convenios asociativos comunitarios: comunidades en la ejecución de las obras de vías terciarias, tanto para la construcción como para la conservación y el mantenimiento rutinario de las mismas. Participación en la priorización de las inversiones. Apoyo y promoción al desarrollo de ejercicios de fiscalización y control sobre las obras de vías terciarias a través de iniciativas de veeduría comunitaria, en los territorios en donde se desarrollen dichas obras.
Donantes internacionales u organismos multilaterales.	Toda entidad u organización pública o privada que dentro de su misión o funciones, contemple el acompañamiento, asistencia técnica y financiera a proyectos de infraestructura, como el caso de las vías de tercer orden; tales como USAID, Findeter, asociaciones de productores, organizaciones internacionales, entre otros.

Actor	Incidencia
	USAID: a través del programa Colombia Responde tiene experiencias exitosas en proyectos de vías terciarias con participación de los municipios, las JAC y el programa en Cáceres, Antioquia y Valencia. Findeter: apoya la construcción, pavimentación y conservación de carreteras nacionales, departamentales, municipales, veredales, caminos vecinales, puentes, puertos marítimos y fluviales; aporta con la adquisición y mantenimiento de maquinaria y equipos para el mantenimiento de las vías. BID: el Banco Interamericano de Desarrollo acompaña el desarrollo de proyectos que se orienten al mejoramiento de la infraestructura a través del apoyo financiero y técnico a los países que trabajan para reducir la pobreza y la desigualdad; en este sentido, las vías de tercer orden pueden considerarse modos para contribuir a la inclusión social e igualdad, productividad, innovación e integración económica. Cepal: la Comisión Económica para América Latina y el Caribe es el organismo dependiente de la Organización de las Naciones Unidas responsable de promover el desarrollo económico y social de la región. Dentro de sus objetivos está brindar asesoramiento, capacitaciones y acompañamiento para la formulación de proyectos que permitan el desarrollo social y económico; en este sentido los municipios y departamentos pueden buscar apoyo en estas instituciones. Banco Mundial: otorga préstamos con bajo interés, créditos sin intereses y donaciones a los países en desarrollo que apoyan proyectos de infraestructura, agricultura, gestión ambiental y de recursos naturales. Algunos de estos proyectos se cofinancian con Gobiernos, otras instituciones multilaterales, bancos comerciales, organismos de créditos para la exportación e inversionistas del sector privado. Adicionalmente, promueve alcanzar el desarrollo de una manera sostenible y en armonía con las políticas de mitigación del cambio climático.

6.2. Planeación y ejecución de proyectos viales de tercer orden que incorporen de manera temprana la dimensión ambiental

Se entiende por gobernabilidad la relación que se manifiesta cuando existe un estado de equilibrio en el ejercicio del poder político derivado de la solución de demandas sociales y la capacidad de los gobiernos de atender éstas de forma eficaz, estable y legítima. Sin embargo, la gobernabilidad en sí misma no involucra de manera directa a los diferentes actores en la toma de decisiones, razón por la cual para esta guía se adopta el término de gobernanza, ya que permite además de integrar categorías de gobernabilidad, involucrar a los diferentes actores de los territorios en la toma de decisiones y en el seguimiento y fiscalización a las acciones del Estado. Esto permite, que en las zonas donde la presencia del Estado no es muy fuerte, que los actores del territorio se involucren de manera más activa para lograr la ejecución de proyectos de forma eficaz, buscando el beneficio de todos, ya sea a partir de recursos públicos, o la búsqueda de financiamiento con diferentes organizaciones.

En este sentido la gobernanza se define por “los procesos mediante los cuales los actores públicos y privados articulan sus intereses, encuadran y priorizan cuestiones y toman, aplican y realizan el seguimiento a dichas decisiones. Las relaciones entre el Estado y la sociedad están en constante evolución de manera tanto cooperativa como competitiva, por lo que los resultados de esta dinámica se manifiestan en nuevas políticas, nuevos roles y nuevos acuerdos institucionales que moldean la conducta y los intereses de todos los actores”⁶⁹.

El análisis de la gobernanza ayuda a entender la forma en que las estructuras, las instituciones y las relaciones de poder desiguales interactúan a la hora de deliberar sobre ideas, intereses y preferencias para dar forma a instituciones, políticas y programas. En este sentido, la gobernabilidad depende de la gobernanza, expresada en función del nivel de madurez en una sociedad organizada y su capacidad para asumir responsabilidades compartidas en la implementación de decisiones y en el arte de gobernar correctamente⁷⁰.

La gobernanza para la planeación y ejecución de proyectos viales de tercer orden debe incluir, desde las instancias más tempranas, a los actores directamente relacionados

⁶⁹ FAO Apoyo en materia de políticas y gobernanza. [Consultado 12 noviembre 2018] Disponible en: <http://www.fao.org/policy-support/governance/es/>

⁷⁰ OEA. Página oficial [Consultado 15 de abril 2019] Disponible en: <http://www.oas.org/es/temas/gobernabilidad.asp>

(públicos, privados y la sociedad civil) en la evaluación de la viabilidad y la planificación del proyecto, ya que esto permite establecer la pertinencia, necesidad y viabilidad económica del proyecto. Adicionalmente la vinculación de actores y partes interesadas permite la identificación preliminar de posibles impactos y la incorporación de alternativas ambientalmente sostenibles, intermodales o la adopción de recomendaciones ambientales, sociales, tecnológicas o de ingeniería en aras de reducir la afectación ecosistémica y la demanda de recursos naturales.

La participación de la sociedad civil permite cumplir con los objetivos de la gobernabilidad en la medida en que contribuye a garantizar que las instituciones sean transparentes, eficientes y equitativas. Esto se logra a través del seguimiento a la transparencia en la ejecución eficaz de los recursos mediante el control social durante las instancias precontractuales y en los procesos de selección y adjudicación de contratos de obra y de esta manera, garantizar que los recursos sean empleados en la elaboración de los estudios, diseños y las obras que requiere el proyecto, como en la obtención de los permisos ambientales necesarios para su realización.

Desde la planeación de los proyectos se debe contemplar la destinación de los recursos suficientes para garantizar el cumplimiento del desarrollo de la gestión ambiental y social plasmados en las medidas de manejo y propiciar su acompañamiento por parte de las corporaciones autónomas regionales. De acuerdo con lo anterior la participación de los gobiernos locales, así como del sector privado y la sociedad civil en los procesos de gobernanza de la infraestructura redundan en que las obras cumplan de manera efectiva con funcionalidades ambientales, sociales y económicas. Sin embargo, la capacidad de maximizar los efectos de los servicios de infraestructura sobre el desarrollo sostenible está relacionada con el nivel de articulación territorial de las políticas institucionales y su modelo de gestión, la capacidad de establecer el diálogo público-privado-sociedad civil, y la incorporación de variables ambientales, sociales y de ingeniería a largo plazo en la planeación.

Figura 2 Criterios de gobernanza



Fuente: Ingetec, 2018

Para lograr lo anterior se requiere, además de los criterios anteriormente mencionados, el fortalecimiento del andamiaje institucional, el diálogo constante y la participación de los actores públicos y privados, desde las etapas de formulación y estructuración y ejecución.

Para incorporar de manera temprana la dimensión ambiental se debe fortalecer el proceso de la Evaluación Ambiental Estratégica (EAE); ya que constituye un proceso participativo integral, que se alimenta de la información técnica y territorial de manera constante para la retroalimentación de las decisiones que hacen parte del proceso⁷¹. La EAE es entendida como un proceso sistemático que incorpora las consideraciones y criterios ambientales en los momentos claves del proceso de planeación de decisiones estratégicas, garantizando el equilibrio entre la sostenibilidad ambiental y los planes de desarrollo socioeconómico de un país, un sector y/o región⁷².

Se debe tener en cuenta las recomendaciones que hayan surgido de procesos de Evaluación Ambiental Estratégica, tanto de Políticas, Planes y Programas de carácter Sectorial como de índole Regional, en instancias tempranas de la planificación de proyectos (Figura 3).

⁷¹ Minambiente. Página oficial. [Consultado 12 de noviembre de 2018] Disponible en: <http://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/159->

⁷² Conferencia Europea de Ministros de transporte. (17, 10, 1953; París) Organización Internacional. ECMT

Figura 3 Incorporación de recomendaciones de la Evaluación Ambiental Estratégica a la toma de decisiones a nivel de proyecto



Fuente: Ingetec, 2018

Es de destacar que la EAE tiene elementos importantes que se pueden incorporar a la toma de decisiones relacionada con la planeación de proyectos de mantenimiento, rehabilitación y mejoramiento de vías terciarias, en la medida que es un proceso sistemático que permite estudiar y anticipar los efectos del conjunto de las iniciativas de infraestructura de transporte propuestas en los altos niveles de toma de decisión.

Para el desarrollo de proyectos de mantenimiento, rehabilitación y mejoramiento se deben tener en cuenta tres temas principales: la gobernabilidad para fortalecer el cumplimiento de la normatividad ambiental; la gobernanza con el fin de asegurar el bienestar de los ciudadanos de manera más eficaz y la EAE, la cual fortalece la participación de los actores de la sociedad civil de manera que aunado al éxito de los objetivos del proyecto se mejore la gestión sostenible de los recursos naturales.

Si bien debe existir un diálogo constante entre los actores involucrados, las entidades territoriales y particularmente las municipales tienen un papel principal en las decisiones relacionadas con la intervención de vías terciarias, pues deben generar los esquemas de participación, para la priorización de vías con base en criterios de sostenibilidad tanto en los componentes sociales, como en los económicos y ambientales; partiendo del análisis de los polos de desarrollo locales y regionales, que la conectividad podría potencializar mejorando la comunicación y transporte, la calidad de vida y la sostenibilidad ambiental del territorio. Como herramienta para incorporar la información concerniente a la dimensión ambiental a la priorización de la intervención de vías terciarias en el ámbito regional, las alcaldías y gobernaciones deben acoger la metodología de Criterios Ambientales para la priorización de vías de tercer orden, disponible en la página Web de Minambiente.

En general las entidades estatales requieren de un seguimiento eficiente de la ejecución de los contratos de mantenimiento, rehabilitación y mejoramiento de vías terciarias, sin embargo, los recursos de los que disponen sólo les permiten atender una fracción de red vial a su cargo. Los municipios deben contar con una base de datos de entidades, empresas u organizaciones, que tengan dentro de sus funciones la inversión en este tipo de proyectos. En este sentido, las instituciones, entidades, empresas, organizaciones, entre otras, que se encuentren dentro de la base de datos, invertirán no sólo en proyectos de infraestructura, sino en el desarrollo local y regional, en tanto atienden aspectos como la pobreza, la biodiversidad, la conectividad y competitividad del sector, el mejoramiento del acceso a servicios públicos y sociales y el desarrollo rural, considerando especialmente las zonas más afectadas por el conflicto.

Es así, como desde etapas tempranas de los proyectos de vías de tercer orden, se deben involucrar diferentes organizaciones, e instituciones con el fin, no solamente del financiamiento o apoyo económico para la construcción de la infraestructura, sino en temas de rentabilidad social, ambiental y de desarrollo; para lo que se requiere de una base de datos de actores estratégicos tales como:

Figura 4 Actores estratégicos



Fuente: Ingetec, 2018

Los elementos principales para determinar el tipo de intervención en movilidad para vías terciarias se pueden asociar a la solución de problemáticas fáciles de identificar y

justificar ante los entes de planeación y financiamiento. En este sentido, las problemáticas evidenciadas se concretan en:

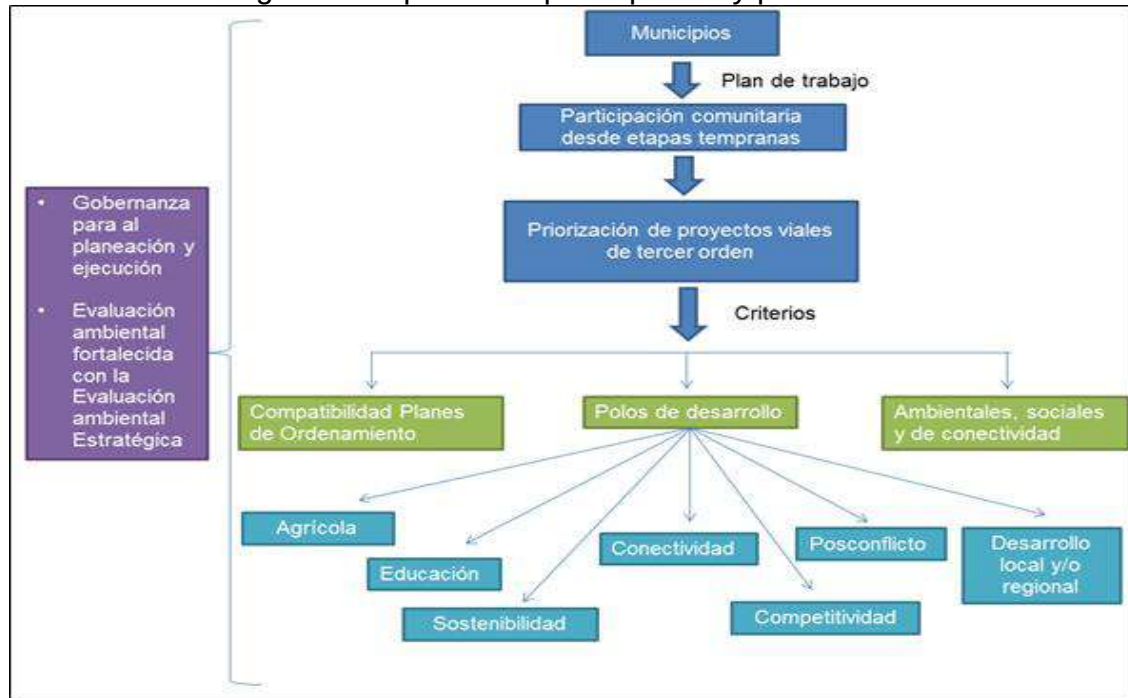
Figura 5 Principales problemáticas y necesidades



Fuente: Ingetec, 2018

Para que estas problemáticas y necesidades sean atendidas y obtengan resultados definitivos y un impacto social, es necesario que las inversiones que se realicen consideren los elementos de adaptabilidad al cambio climático, riesgos naturales y seguridad vial, e información de los tipos de proyectos sociales y productivos existentes y que se adelantarán en su área de influencia.

Figura 6 Esquema de participación y priorización



Fuente: Ingetec, 2018

Finalmente y teniendo en cuenta que una de las principales problemáticas de la gobernanza frente a las vías terciarias es la construcción ilegal de accesos terrestres y la inversión indebida de recursos públicos en su intervención, se han realizado por parte de Minambiente acompañamiento y capacitaciones a las entidades territoriales (del orden municipal o departamental) en la aplicación de la Metodología de criterios técnicos ambientales para la priorización de vías de tercer orden y en licenciamiento ambiental para la construcción de vías terciarias, sin embargo es necesario crear mecanismos de alerta temprana sobre la construcción de vías ilegales, a partir de la creación de redes entre los actores que intervienen en el territorio, esto con el fin de evitar la afectación a los ecosistemas y a las determinantes ambientales del ordenamiento territorial.

7. MAPA DE SENSIBILIDAD AMBIENTAL DEL TERRITORIO PARA LA INTERVENCIÓN DE VÍAS Terciarias

La sensibilidad ambiental del territorio es el grado de fragilidad o potencial de afectación de los componentes del medio natural frente a la actividad antrópica; verbigracia, la ejecución de proyectos de infraestructura de transporte y la intervención de vías de tercer orden. La evaluación ambiental de proyectos de infraestructura se realiza con base en la identificación, valoración y jerarquización de los impactos ambientales que éstos puedan generar, con el fin de reestructurar dichos proyectos, y diseñar y aplicar medidas de manejo que de forma eficaz eviten, mitiguen o corrijan tales impactos, teniendo como marco de comparación, la caracterización del área de influencia de los proyectos. En etapas tempranas, cuando se requiere establecer la viabilidad de la intervención de una vía de tercer orden con base en una estimación de la relación costo beneficio del proyecto, en función de los recursos necesarios para su ejecución, su funcionalidad y la magnitud de los impactos que eventualmente ocasionarían las actividades, se requiere tener un conocimiento básico de los elementos más sensibles presentes en el área donde se desarrollará el proyecto. Con base en el reconocimiento de esta necesidad de información, la Guía ofrece una herramienta cartográfica que permite identificar de manera sencilla y basada en información oficial, actualizada y gratuita, algunos de los elementos ambientales más relevantes, de modo que pueda brindar un marco general de referencia de las condiciones ambientales del área donde se desarrollará el proyecto.

La herramienta identifica la sensibilidad ambiental del territorio con base en la representación espacial de un conjunto de variables físicas, bióticas y socioeconómicas a escala gruesa que se presenta en un mapa a partir del cual se puede identificar si el área de interés para la intervención de una vía terciaria se encuentra o no en un área de sensibilidad ambiental. Esta aproximación basada en el análisis espacial de variables de información oficial constituye un primer filtro en el proceso de establecer las medidas de manejo ambiental que requiere el desarrollo de las actividades del proyecto.

En segunda instancia el grado de sensibilidad del área en la que se desarrollan las actividades y se manifiestan los impactos ambientales de un proyecto se puede categorizar de acuerdo a las variables previamente mencionadas. Esto permite clasificar los proyectos viales bajo criterios genéricos de intervención de acuerdo a su localización e identificar de manera anticipada algunos de los potenciales impactos ambientales. No obstante, el uso del mapa de sensibilidad para la categorización de la sensibilidad ambiental de proyectos de intervención de vías terciarias, es una herramienta que orienta la identificación y formulación de medidas para el manejo de impactos, que no sustituye la necesidad de que para cada proyecto se realice una evaluación ambiental con base en la identificación de aspectos e impactos ambientales y se determine el área de influencia con base en dicho análisis.

7.1. Sistema de información ambiental de Colombia

En el país se cuenta con una base de datos de información ambiental que constituye el Sistema de Información Ambiental de Colombia (SIAC), entendido como “el conjunto integrado de actores, políticas, procesos y tecnologías que gestionan información sobre el estado, el uso, aprovechamiento, la vulnerabilidad y sostenibilidad del ambiente, en los ámbitos continental y marino, del territorio colombiano”⁷³. Este sistema, que se encuentra bajo coordinación de Minambiente está integrado por los siguientes subsistemas:

- Sistema de Información del Recurso Hídrico (SIHR).
- Sistema de Información sobre Calidad del Aire (SISAIRE).
- Sistema de Información de Uso de Recursos Naturales (SIUR).
- Sistema de Información Ambiental Marina (SIAM).
- Sistema de Información sobre Biodiversidad (SiB).
- Sistema Nacional de Información Forestal (SNIF).
- Sistema de Información sobre Biodiversidad Marina (SiBM).
- Sistema de Información Ambiental Territorial de la Amazonia Colombiana (SIAT-AC).
- Sistema de Información Ambiental Territorial del Pacífico Colombiano (SIAT-PC).

Otros sistemas de información y entidades que complementan la información ambiental son:

- Sistema de Información Geográfica para la Planeación y el Ordenamiento Territorial (SIG-OT) y el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC).
- Sistema de Información Minero Energético Colombiano (SIMEC), la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) y la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH).
- Sistema Nacional de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres y la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres en Colombia (UNGRD)
- Servicio Geológico Colombiano.
- Sistema Tremarctos Colombia.
- Sistema de Información y Monitoreo de Parques Nacionales Naturales (SULA).
- Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP).

⁷³ Minambiente. Resolución 1402 (25, julio, 2018). Por la cual se adopta la Metodología General para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales y se toman otras determinaciones. Diario oficial. Bogotá. D.C., 2018. 36 p.

La información ambiental disponible permite llevar a cabo un ejercicio de análisis de sensibilidad ambiental del país, el cual fundamenta la categorización de proyectos de infraestructura de acuerdo a los determinantes ambientales y Áreas de Especial Interés Ambiental (AEIA) que confluyan en el área de influencia.

7.2. Análisis de sensibilidad ambiental

Para facilitar el análisis de sensibilidad se recomienda superponer el trazado de la vía a intervenir con la categorización de la superficie del país surgida de establecer las condiciones de los medios abiótico, biótico y social que reflejan la vulnerabilidad del entorno, así como las capacidades que éste tiene para asimilar los impactos negativos generados por las actividades propias de la intervención de vías terciarias, y definir cuatro diferentes tipos de áreas:

- Áreas de exclusión.
- Áreas con alta sensibilidad ambiental.
- Áreas con media sensibilidad ambiental.
- Áreas con baja sensibilidad ambiental.

Las áreas de exclusión para efectos de la categorización de la sensibilidad de las áreas de potencial intervención, corresponden a los Parques Nacionales Naturales y los Parques Nacionales Regionales, debido al carácter de conservación estricta propio de estas áreas, razón por la cual en principio no es deseable promover intervenciones en vías localizadas en este tipo de áreas, teniendo en cuenta que la funcionalidad de las vías terciarias consiste en comunicar entre sí a las veredas y promover la economía rural y no facilitar el acceso a áreas naturales destinadas a la conservación de la biodiversidad. Lo anterior, sin perjuicio de que la intervención de vías al interior de estas áreas requiere de licencia ambiental.

Las áreas con sensibilidad alta, media y baja a su vez corresponden al ejercicio de ponderación de variables físicas (del medio abiótico), bióticas y socioeconómicas en función de la fragilidad o vulnerabilidad a la transformación del medio natural por la potencial intervención de vías terciarias. En virtud de la sensibilidad del área de localización los proyectos de intervención de vías terciarias requieren medidas de manejo acorde con esa condición.

Los proyectos localizados en áreas con alta sensibilidad ambiental tienen el potencial de generar impactos ambientales significativos de gran magnitud, requieren medidas de manejo ambiental para evitar la afectación de biodiversidad y servicios ecosistémicos de alto valor para la conservación. El ambiente en el que se desarrollan tiene componentes ambientales sensibles, con baja resiliencia y alta vulnerabilidad.

Los proyectos de media sensibilidad ambiental potencialmente pueden generar impactos ambientales de corto plazo, baja magnitud y frecuentemente reversibles; las medidas de manejo ambiental pueden ser de bajo a mediano costo. La zona donde se desarrollan integra elementos ambientales medianamente sensibles y vulnerables.

Finalmente, los proyectos con baja sensibilidad son los más favorables en términos de viabilidad de desarrollo frente al área natural donde se encuentran. Las actividades y obras de los proyectos se desarrollan en áreas con potencial de intervención y baja sensibilidad; los potenciales impactos no son significativos si se realiza el manejo ambiental adecuado.

Cada proyecto es clasificado en una categoría mediante un análisis ambiental de sensibilidad de cada medio, mediante el uso de criterios o variables de sensibilidad. A continuación, se describe la metodología y los resultados del análisis.

7.2.1. Metodología

Para la categorización de los niveles de sensibilidad, la metodología contempla, como primera medida la información cartográfica ambiental disponible en el país, a partir de ello, se determinaron las variables o criterios que permiten determinar el grado de sensibilidad del área en que se encuentra un proyecto. La selección integra los componentes más representativos de cada medio (abiótico, biótico y socioeconómico) y se optó por las variables que tienen la mayor relevancia a la hora de establecer la sensibilidad del medio frente al desarrollo de actividades de intervención de vías de tercer orden.

Tabla 3 Fuentes de información establecidas para cada componente

Medio	Criterio	Fuente	Escala
Abiótico	Grado de degradación del suelo por erosión	SIG-OT	1:100 000
	Precipitación media anual		1:500 000
	Zonas inundables		1:500 000
	Grado de amenaza-exposición		1:500 000

Medio	Criterio	Fuente	Escala
	Pendiente del terreno		1:100 000
Biótico	Parques Nacionales Naturales y Parques Naturales Regionales (PNN)	SIAC-RUNAP	1:100 000 1:25 000
	Reservas Naturales Nacionales		
	Área Natural Única		
	Santuario de Fauna		
	Santuario de flora		
	Santuario de Fauna y Flora		
	Vía Parque		
	Reservas Naturales de la Sociedad Civil		
	Distritos de Conservación de Suelos		
	Reservas Forestales de Ley 2ª		
	Reservas Forestales Protectoras Nacionales		
	Reservas Forestales Protectoras Regionales		
	Distritos Nacionales de Manejo Integrado (DNMI)		
	Distritos Regionales de Manejo Integrado (DRMI)		

Medio	Criterio	Fuente	Escala
	Áreas de Recreación		
	Páramos	SIAC-REAA	1:100 000
	Humedales		
	Zonas Ramsar		
	Reservas de la biosfera		
	Manglares		
	Coberturas vegetales	SIAC-ANL	1:100 000
Socioeconómica	Comunidades étnicas	SIG-OT	1:100 000
	Zonas de reserva campesina		
	Títulos colectivos de comunidades negras		
	Potencial arqueológico		

Para efectuar la valoración de la sensibilidad ambiental, se siguió la secuencia metodológica que se relaciona a continuación:

- Obtención de información de cada una de las variables de los componentes abiótico, biótico y socioeconómico (Tabla 3).
- Valoración cuantitativa y cualitativa del interés ambiental de cada uno de los criterios en relación con los proyectos viales de tercer orden.
- Superposición de la información temática.
- Calificación de la sensibilidad ambiental.

A partir de la valoración cualitativa del interés ambiental de cada uno de los criterios, se realizó una ponderación dando el mismo peso a cada uno de los elementos, esta ponderación fue normalizada mediante la siguiente ecuación:

Ecuación 1

$$n = (x - nMin)/(xMax - xMin)$$

Donde,

n: valor normalizado

nMin: valor mínimo estimado en la ponderación

nMax: valor máximo estimado en la ponderación

Luego de normalizados los valores se procedió a realizar la clasificación en tres rangos iguales mediante la siguiente ecuación:

Ecuación 2

$$\text{Amplitud} = (nMax - nMin)/3$$

A partir de los resultados obtenidos se elaboró una clasificación de los niveles de sensibilidad ambiental para vías terciarias en Colombia a una escala 1:100 000 (Tabla 4.). Esta valoración permite la identificación preliminar de la sensibilidad ambiental de un área determinada donde se pretenda desarrollar un proyecto de este tipo.

Cabe aclarar que en esta clasificación, las áreas protegidas de orden nacional y regional adscritas al RUNAP se encuentran en categoría de exclusión por el grado de importancia de los valores objeto de conservación que albergan y las consideraciones legales propias de la finalidad para la que fueron creadas dichas figuras, mientras que las superficies ocupadas por comunidades étnicas (zonas de reserva campesina, títulos colectivos de comunidades negras y potencial arqueológico) se encuentran en categoría de sensibilidad alta, es decir con restricciones ambientales asociadas a su importancia sociocultural. Estas categorías no fueron incluidas en la ponderación del mapa de sensibilidad ambiental, ya que por su connotación especial siempre deberán ser incluidas dentro de las categorías mencionadas (exclusión y sensibilidad alta respectivamente).

Tabla 2 Valoración de sensibilidad ambiental

Rango	Sensibilidad
0,00 a 0,33	Baja
0,34 a 0,67	Media

0,68 a 1,00	Alta
Comunidades étnicas	
Áreas RUNAP	Exclusión

7.2.2. Variables de sensibilidad física

7.2.2.1. Grado de degradación del suelo por erosión

El suelo es un componente esencial en la dinámica de los ecosistemas, en los ciclos de nutrientes, ciclo del agua, aire, biodiversidad, actividades productivas y rasgos culturales del territorio. La degradación de suelos por erosión integra la erosión eólica e hidráulica, mediadas por actividades antropogénicas como la construcción de obras de infraestructura, mientras que la degradación por salinización comprende las actividades productivas que afectan las características químicas de los suelos; siendo la primera relacionada a la pérdida físico mecánica del suelo y la segunda a la química⁷⁴. Por las características de intervención de vías para el análisis se considera la degradación por erosión.

Minambiente desarrolló el estudio nacional de la degradación de suelos por erosión en Colombia en el 2015, en el que se evaluó el grado de degradación del suelo por erosión a nivel nacional y se determinó el estado del suelo del territorio colombiano, obteniendo como resultado una zonificación del grado de erosión del suelo⁷⁵. Dicha zonificación se compone de las siguientes categorías de degradación:

- Sin erosión: el terreno no comprende procesos de erosión o no se tiene suficiente evidencia.
- Ligera: se presenta evidencia de pérdida de suelo en los horizontes superficiales. Las funciones y los servicios originales del suelo comienzan a disminuir.
- Moderada: se evidencia remoción de los horizontes superficiales y la capa superficial del suelo ha perdido espesor, permitiendo exposición de horizontes subsuperficiales. Las funciones y servicios del suelo se encuentran parcialmente destruidos.
- Severa: los horizontes superficiales del suelo están completamente removidos y los subsuperficiales están expuestos, con pérdida de espesor considerable. Las

⁷⁴ Ideam. Síntesis del estudio nacional de la degradación de suelos por erosión. Colombia Bogotá D.C.: IDEAM, 2015. 62 p.

⁷⁵ Ibid., p. 62.

funciones y servicios del suelo se encuentran ampliamente destruidos y la vegetación es muy escasa.

- Muy severa: se evidencia pérdida total de los horizontes superficiales y pérdida parcial de los horizontes subsuperficiales. Las funciones y servicios del suelo están completamente destruidos y no se presenta vegetación.
- No suelo: otras coberturas terrestres diferentes al suelo.

Los suelos sin degradación requieren acciones de conservación y producción sostenible para mantener el recurso, mientras que los suelos con un mayor grado de degradación requieren prácticas de restauración y manejo muy costosas, extensas y duraderas. En este orden de ideas, se propone establecer con sensibilidad alta los suelos con menor grado de degradación y con sensibilidad baja los de mayor grado, así:

Tabla 3 Asignación de sensibilidad por degradación del suelo por erosión

Grado de degradación	Nivel de sensibilidad
Muy severa Severa Sin suelo	Bajo
Moderada	Medio
Ligera Sin erosión	Alto

7.2.2.2. Precipitación media anual

La precipitación es la cantidad de agua que cae a la superficie terrestre desde la atmósfera por unidad de superficie. Es un parámetro meteorológico básico que está relacionado al ciclo del agua, junto con la evapotranspiración, infiltración y la escorrentía. La precipitación media anual es obtenida del promedio de las lluvias acumuladas de los 12 meses del año de las diferentes estaciones meteorológicas del país. El mapa de precipitación media anual nacional fue publicado por el IDEAM en 2012, utilizando datos del periodo comprendido entre los años 1981 y 2010.

Una zona con baja precipitación se asocia a un clima seco, con escasez de agua superficial y humedad relativamente baja, mientras que zonas con precipitaciones altas se asocian a humedad alta, oferta de agua superficial importante y un clima predominantemente húmedo. Se estableció la categorización de sensibilidad de acuerdo a rangos de precipitación media anual en año promedio, en la que las zonas con alta precipitación requieren de una mayor atención al manejo de aguas superficiales y subsuperficiales que las de baja precipitación.

Tabla 4 Asignación de sensibilidad por precipitación

Precipitación media anual (mm)	Nivel de sensibilidad
0 - 1500	Bajo
1500 - 3000	Medio
> 3000	Alto

7.2.2.3. Zonas inundables

Las zonas susceptibles de inundación son aquellas que tienen las características topográficas, meteorológicas e hidráulicas que producen un excedente de almacenamiento de agua que provoca frecuentes desbordamientos. Existen inundaciones lentas o rápidas, definidas por la duración del evento de precipitación en la cuenca.

IDEAM ha realizado mapas de amenaza de inundación a diferentes escalas, de acuerdo con el registro de eventos de inundaciones en años anteriores, asociados en especial a los fenómenos de La Niña. A nivel nacional, el mapa de amenaza de inundación a escala de 1:500 000 muestra los eventos de inundación críticos a la fecha en el territorio nacional.

Las zonas inundables requieren de acopio de información suficiente relacionada con la dinámica hidrológica para el diseño y dimensionamiento adecuado de las obras de drenaje, ya que puede existir una fragmentación ecológica en zonas que son inundables frecuentemente, adicionalmente los proyectos desarrollados en estas áreas pueden requerir obras de protección adicionales que implican mayor área de intervención o mayor uso de recursos naturales. Los rangos de sensibilidad se establecen en los niveles alto y bajo, en función de si la zona ha tenido eventos de inundaciones de acuerdo al mapa nacional de inundaciones del IDEAM.

Tabla 5 Asignación de sensibilidad por zonas inundables

Categoría de zonas inundables	Nivel de sensibilidad
Ausencia de áreas inundables	Bajo
Presencia de áreas inundables	Alto

7.2.2.4. Riesgo de desastre

El análisis de riesgos de desastres en Colombia ha adquirido un valor fundamental en la planeación y evaluación de proyectos de infraestructura. Antecedentes de desastres han mostrado que las pérdidas económicas y la tasa de muertes por evento generan afectaciones graves al país y a la sociedad. En Colombia las amenazas de mayor frecuencia están constituidas por los desastres hidrometeorológicos (inundaciones y sequías) y geológicos (sismos, erupciones)⁷⁶.

La amenaza y el grado de exposición son componentes empleados en el análisis de riesgo. La amenaza es el peligro latente de ocurrencia de un evento con afectaciones adversas en el lugar donde ocurra y la exposición es el grado que tiene un elemento de análisis (personas, infraestructura, bienes o servicios) de ser afectados por la amenaza⁷⁷. DNP desde el 2012 ha realizado el estudio de amenaza - exposición del país, analizando tres principales amenazas: inundaciones lentas, susceptibilidad de movimientos en masa y flujos torrenciales. Como resultado se obtuvo el plano de amenaza exposición de Colombia, el cual indica el grado de amenaza por municipios⁷⁸.

Las áreas con un mayor grado de amenaza se asocian a una mayor sensibilidad ambiental, ya que en ellas los proyectos viales pueden requerir medidas adicionales para la protección de la infraestructura que generan afectación al intervenir áreas adicionales para la localización de estructuras de protección y ocasionar una mayor demanda de recursos naturales para su realización. La asignación del nivel de sensibilidad por el grado de amenaza exposición para la intervención de vías terciarias se muestra a continuación:

Tabla 6 Asignación de sensibilidad por grado de amenaza - exposición

Grado amenaza – exposición (%)	Nivel de sensibilidad
0 – 30	Bajo
30 – 65	Medio

⁷⁶ DNP. Índice Municipal de Riesgo de Desastres ajustado por Capacidades. Gestión del Riesgo. [Consultado: 04 enero de 2018]. Disponible en: <https://www.dnp.gov.co/programas/ambiente/gestion-del-riesgo/Paginas/gestion-del-riesgo.aspx>

⁷⁷ DNP. Índice Municipal de Riesgo de Desastres ajustado por Capacidades. Gestión del Riesgo [Sitio web]

⁷⁸ DNP. Índice Municipal de Riesgo de Desastres ajustado por Capacidades. Gestión del Riesgo [Sitio web]

65 – 100	Alto

7.2.2.5. Pendiente del terreno

Las condiciones topográficas de una zona donde se desarrolle un proyecto vial son determinantes en el diseño y criterios técnicos de construcción, mejoramiento, rehabilitación y mantenimiento. De acuerdo con el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (Invias, 2008), las vías se clasifican por el que se desarrollen en vías planas, onduladas, montañosas y escarpadas.

A partir de la identificación del tipo de terreno y de la magnitud de su pendiente, se pueden establecer de manera general criterios de diseño e intervenciones. Entre mayor sea la pendiente, el manejo geotécnico de las actividades de intervención del proyecto requerirá obras de estabilización, manejo de drenaje y movimientos de material de excavación de mayor magnitud, que constituyen un escenario potencial para la generación de impactos ambientales significativos. La clasificación de sensibilidad de acuerdo a la pendiente del área de intervención de un proyecto de mantenimiento, rehabilitación o mejoramiento de vías terciarias es la siguiente:

Tabla 7 Asignación de sensibilidad por pendientes

Pendiente (%)	Nivel de sensibilidad
0-30	Bajo
30-65	Medio
65-100	Alto

7.2.2.6. Otras variables físicas de interés

Las variables de sensibilidad física fueron seleccionadas por representar los principales elementos de interés en la construcción, mejoramiento, rehabilitación y mantenimiento de vías, además de que presentan disponibilidad de información del sistema ambiental del país. No obstante, hay otros aspectos representativos que pueden aportar a la evaluación de sensibilidad física de un territorio, y que deben tomarse en cuenta cuando se evalúen las condiciones particulares de cada proyecto. A continuación, se describen otros temas ambientales que se recomienda evaluar para el área de influencia de cada proyecto:

- Susceptibilidad a movimientos en masa

El Servicio Geológico Colombiano (SGC) dispone de la consulta abierta y gratuita de las planchas del mapa de amenaza por movimientos en masa a nivel nacional escala 1:100.000. En la actual metodología se integra la susceptibilidad de movimientos en masa en la variable de grado de amenaza exposición, pero se recomienda evaluar para cada proyecto la susceptibilidad de movimientos en masa de acuerdo con su ubicación con las planchas cartográficas del SGC. Las vías que se encuentren en alta amenaza se deben clasificar como de alta sensibilidad.

- Densidad de drenajes

La densidad de drenajes se entiende como a la cantidad de drenajes en la superficie de una cuenca expresada en unidad de área. Se utiliza para determinar la disponibilidad hídrica de la cuenca en cada uno de sus sectores, asumiendo directa proporcionalidad entre la densidad y la disponibilidad de agua en un área determinada. En el área de influencia de un proyecto se debe determinar particularmente, ya que a la escala trabajada en la metodología (1:100.000), la densidad de drenajes pierde representatividad, en especial para vías cortas. Las cuencas pobremente drenadas se caracterizan por tener suelos permeables, buena cobertura vegetal y resistentes a la erosión, y las cuencas muy drenadas tienen suelos impermeables, poca a baja vegetación y pendientes fuertes.

- Zonas con potencial de recarga

Una variable fundamental en la evaluación de sensibilidad de una zona, en Colombia no se ha desarrollado una metodología oficial para la identificación de zonas potenciales de recarga, pero diferentes metodologías internacionales utilizan elementos comunes para identificarlos: pendiente, tipo de suelo, tipo de roca, cobertura vegetal y uso del suelo, y microrelieve.

Las zonas potenciales de recarga se categorizan de acuerdo a la posibilidad de recarga que puedan tener, desde muy alta a muy baja. Las zonas con potencial de recarga muy alta son las más sensibles y las zonas con bajo potencial son las menos sensibles. Este análisis debe ser específico de cada proyecto y la escala de resolución de trabajo debe ser acorde al mismo.

7.2.3. Variables de sensibilidad biótica

Desde el punto de vista biótico las variables de sensibilidad fueron definidas a partir de la información oficial disponible en las páginas web institucionales, y se consideraron

aquellos criterios que, desde el punto de vista ecológico, permitieran evaluar la importancia de la biodiversidad y oferta de servicios ecosistémicos.

Como resultado de este ejercicio se definieron tres componentes que abarcan los criterios de vulnerabilidad definidos para el medio biótico

- Presencia de áreas de especial interés ambiental.
- Tipo de cobertura.
- Frontera agrícola.

7.2.3.1. Presencia de áreas de especial interés ambiental

Uno de los criterios más importantes a tener en cuenta al momento de implementar un proyecto de infraestructura vial es la presencia de áreas de Especial Interés Ambiental, ya sea por los bienes y servicios que prestan como por sus políticas de protección y administración.

Para la definición y clasificación de las áreas de especial interés ambiental se tuvieron en cuenta las áreas protegidas pertenecientes al Registro Único Nacional de Áreas Protegidas (RUNAP) y el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP), que corresponden al conjunto de áreas protegidas, actores sociales y estrategias e instrumentos de gestión que las articulan, para contribuir como un todo al cumplimiento de los objetivos de conservación del país, ya sean de gobernanza pública, privada o comunitaria, y del ámbito de gestión nacional, regional o local. De igual manera, se consideraron aquellas áreas pertenecientes al Registro Único de Ecosistemas y Áreas Ambientales (REAA), que pueden llegar a ser intervenidas durante la intervención de una vía terciaria; en el REAA se incluyen ecosistemas y áreas ambientales que han sido priorizados en el territorio nacional con excepción de las áreas protegidas registradas en el Registro Único Nacional de Área Protegidas (RUNAP), en las que se podrán implementar Pagos por Servicios Ambientales (PSA) y otros instrumentos orientados a la conservación.

Las áreas de especial interés ambiental fueron clasificadas de acuerdo con las políticas, manejos y usos aplicables para cada una, obteniéndose los siguientes niveles de sensibilidad:

- **Áreas de exclusión:** hace referencia a la presencia de áreas naturales para las cuales, de acuerdo con la ley se encuentran establecidos usos de conservación, investigación, educación, recreación, cultura, recuperación y control. En ellos no está permitida en especial la adjudicación de baldíos y el desarrollo de las actividades contempladas en los artículos 30 y 31 del Decreto 622 de 1977, y sobre

los cuales no se permite la sustracción de dichas áreas. En este contexto, estas áreas naturales son consideradas como áreas de exclusión.

- **Sensibilidad alta:** hace referencia a áreas protegidas de carácter nacional y regional. Se les asigna esta calificación teniendo en cuenta que son áreas sensibles con muy alto potencial de afectación o deterioro, presencia de altos niveles de biodiversidad, de especies de fauna y flora en condición de amenaza y de endemismos, en las cuales los procesos de intervención generan una modificación irreversible de sus condiciones originales.
- **Sensibilidad media:** hace referencia a áreas protegidas de carácter local o regional. Se les asigna esta calificación teniendo en cuenta que son áreas con moderado potencial de afectación o deterioro, para las cuales las alteraciones tienen una magnitud media y se mantiene un punto de equilibrio entre la afectación y la recuperación.
- **Sensibilidad baja:** hace referencia a áreas que no se encuentran contenidas en el sistema nacional, regional o local de áreas protegidas. Corresponde a áreas con bajo potencial de afectación o deterioro, donde las condiciones originales soportan las acciones externas ejercidas y su recuperación es sencilla.

En caso de encontrarse nuevas áreas protegidas o ampliación de las ya existentes en el proceso de evaluación e implementación de un proyecto vial de tercer orden, estas deben ser evaluadas bajo los mismos criterios definidos para las áreas previamente valoradas y establecidas al momento de la elaboración del programa de adaptación de la guía de manejo ambiental a las condiciones del proyecto.

Tabla 8 Asignación de sensibilidad para las áreas de especial interés ambiental

Áreas de Especial Interés Ambiental	Nivel de Sensibilidad
Presencia de Parques Nacionales Naturales (PNN), Reservas Naturales Nacionales, Área Natural Única, Santuario de Fauna, Santuario de Flora, Santuario de Fauna y Flora, Vía Parque Parques Naturales Regionales (PNR)	Áreas de exclusión
Presencia de Reservas Forestales de Ley 2, Reservas Forestales Protectoras Nacionales, Reservas Forestales Protectoras Regionales, Distritos Nacionales de Manejo Integrado (DNMI), Áreas de Recreación, Reservas Naturales de la Sociedad Civil, Distritos de	Alta

Conservación de Suelos	
Presencia de Páramos, Humedales, Zonas Aica, Zonas Ramsar, Reservas de la biósfera no incluidas en otras categorías de conservación, Manglares	Media
Sin presencia de áreas protegidas o de importancia ecológica	Baja

7.2.3.2. Tipo de cobertura

La cobertura de la tierra es la cobertura biofísica que se observa sobre la superficie de la tierra, en un término amplio no solamente describe la vegetación y los elementos antrópicos existentes sobre la tierra, sino que también describen otras superficies terrestres como afloramientos rocosos y cuerpos de agua⁷⁹.

Para la evaluación de este criterio se tomó como referencia las unidades de cobertura presentes en el Mapa de Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos de Colombia⁸⁰, las cuales fueron interpretadas de manera coordinada por varias instituciones oficiales del país.

Tabla 9 Asignación de sensibilidad para el tipo de cobertura

Coberturas	Nivel de Sensibilidad
Áreas abiertas sin vegetación	Bajo
Cultivos	
Canales	

⁷⁹ FAO. Apoyo en materia de políticas y gobernanza. [Consultado: 7 enero de 2018]. Disponible en: <http://www.fao.org/policy-support/es/>.

⁸⁰ Ideam et ál. Mapa de Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos de Colombia (MEC). Escala 1:100.000. Bogotá. Actualización 2017.

Coberturas	Nivel de Sensibilidad
Cuerpo de agua artificial	
Mosaico de cultivos y pastos	
Pastos	
Territorio artificializado	
Mosaico con espacios naturales	Medio
Plantación forestal	
Vegetación secundaria	
Zonas arenosas naturales	
Afloramientos rocosos	Alto
Arbustal	
Bosque abierto	
Bosque de galería y ripario	
Bosque denso	
Bosque fragmentado	
Herbazal	

Coberturas	Nivel de Sensibilidad
Lago	
Manglar	
Páramo	
Playas	
Río	
Turberas	
Vegetación acuática	
Zonas de glaciares y nieves	
Zonas pantanosas	

7.2.3.3. *Frontera agrícola*

El Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y la Unidad de Planificación Rural Agropecuaria, UPR, definieron e identificaron la frontera agrícola nacional, la cual armoniza el emprendimiento agropecuario competitivo con el desarrollo sostenible, es decir, el desarrollo rural de la mano con la protección de la biodiversidad. La frontera agrícola nacional es el límite del suelo rural que separa las áreas donde se desarrollan las actividades agropecuarias, las condicionadas y las áreas protegidas, las de especial importancia ecológica y las demás áreas en las que las actividades agropecuarias están excluidas por mandato de la ley. Determina las zonas donde es viable desarrollar actividades productivas y por tanto donde la presencia de vías terciarias cumple un papel fundamental para la movilidad e integración de la productividad. Por otro lado, también establece las zonas donde no se requieren vías terciarias por ser zonas en las que se establece que no deben realizarse desarrollos productivos.

Tabla 12 Uso del suelo para el desarrollo de actividades agropecuarias de acuerdo al nivel de sensibilidad ambiental

Desarrollo de actividades agropecuarias	Nivel de sensibilidad
Permitido	Bajo
No permitido	Alto

7.2.3.4. Otras variables bióticas de interés

Desde el componente biótico son muchos los criterios que pueden ser evaluados de manera individual para determinar la vulnerabilidad de un determinado territorio frente a la implementación de un proyecto vial, sin embargo, no todos estos criterios cuentan con información oficial, o se pueden considerar demasiados específicos y de difícil aplicabilidad. Dentro de la información oficial, de fácil y rápida consulta disponible para el país se encuentra la plataforma Tremarcos Colombia, esta plataforma constituye un sistema de alertas tempranas para asistir a los tomadores de decisiones públicos y privados, por medio de la cual se visualizan y analizan los posibles impactos ambientales y socioeconómicos de un proyecto. Un objetivo importante del sistema es salvaguardar objetivos de conservación, en particular, aquellas áreas importantes que aún se encuentran por fuera del Sistema de Áreas Protegidas de Colombia⁸¹. Finalmente, se recomienda incorporar para la evaluación de la viabilidad de un proyecto de infraestructura vial, los siguientes criterios que pueden ser consultados en la plataforma:

- **Áreas de distribución de especies sensibles:** en esta categoría se puede consultar el listado de especies en categorías de amenaza UICN o nacional, en sus categorías de CR (crítico), EN (en peligro), VU (Vulnerable), endémicas, y migratorias, que se distribuyen de manera potencial en el área de estudio de un proyecto en particular.
- **Lista roja de los ecosistemas terrestres de Colombia (LRE):** se constituye como una herramienta desarrollada por la Unión Internacional para la Conservación de la

⁸¹ Etter, Andrés, *et ál.* Estado de los Ecosistemas Colombianos: una aplicación de la metodología de la Lista Roja de Ecosistemas (Vers2.0). Informe Final. Bogotá D.C.: Pontificia Universidad Javeriana y Conservación Internacional Colombia. 2017. 138 p.

Naturaleza (UICN) que permite evaluar de manera objetiva y estandarizada el estado de los ecosistemas como representación del nivel de degradación ambiental de un área o país. Las evaluaciones de la LRE proporcionan información que puede contribuir a una mejor gestión de los recursos naturales, necesaria para mantener la funcionalidad de los ecosistemas, la diversidad biológica y los servicios ecosistémicos de los cuales depende el bienestar del hombre⁸². Para Colombia la LRE se elaboró por primera vez en 2015 y surtió una actualización en 2017, actualmente el acceso a la LRE se encuentra disponible a través de la plataforma Tremarctos Colombia-3.0. Allí la LRE permite realizar el análisis en línea de los impactos de proyectos de desarrollo específicos sobre los ecosistemas amenazados.

7.2.4. Variables de sensibilidad socioeconómica

Desde el punto de vista social y económico la construcción y adecuación de vías que permitan unir comunidades entre sí y con las cabeceras municipales es una necesidad, sin embargo, es pertinente valorar que las condiciones de tenencia de la tierra, presencia de comunidades étnicas, negras y campesinas organizadas, y la forma de ver y entender el entorno, debe ser valorada a la hora de definir cómo y dónde se implementan los proyectos viales.

7.2.4.1. Comunidades étnicas

Se distinguen y reconocen por tradiciones y rituales compartidos, instituciones sociales consolidadas y rasgos culturales como la lengua, la gastronomía, la música, la danza y la espiritualidad entre otros elementos. Los integrantes de un grupo étnico son conscientes de pertenecer a él, comparten entre ellos una carga simbólica y una profundidad histórica⁸³.

Para la evaluación de este criterio se tomó como referencia la presencia o no de comunidades étnicas en el territorio, para las áreas con presencia de estas comunidades se debe llevar a cabo el proceso de consulta previa.

⁸² Scientific Foundations for an IUCN Red List of Ecosystems. PLoS ONE 8(5). 2013. e62111. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0062111>.

⁸³ Secretaría de Cultura, Recreación y Deporte. Bogotá: Alcaldía Mayor de Bogotá. [Consulta: 08 enero de 2018]. Disponible en: <https://www.culturarecreacionydeporte.gov.co/es/areas-de-trabajo/practicas-culturales/grupos-etnicos>.

Tabla 13 Asignación de sensibilidad por presencia de comunidades étnicas

Comunidades étnicas	Nivel de Sensibilidad
Presencia de comunidades étnicas (indígenas, afrocolombianos, raizales, gitanos o rom)	Alto
Sin presencia de comunidades étnicas	Bajo

7.2.4.2. Zonas de reserva campesina

Las zonas de reserva campesina fueron delimitadas por el Consejo Directivo del entonces Incoder, en áreas en las que se identificaron procesos de colonización, en las regiones en donde predomina la existencia de tierras baldías y en las áreas geográficas cuyas características agroecológicas y socioeconómicas requieran la regulación, limitación y ordenamiento de la propiedad o tenencia de predios rurales⁸⁴.

De acuerdo con el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, las zonas de reserva campesina tienen por objeto fomentar y estabilizar la economía campesina, superar las causas de los conflictos sociales que las afecten y en general, crear las condiciones para el logro de la paz y la justicia social en las áreas respectivas.

Para la evaluación de este criterio se tomó como referencia la presencia o no de zonas de reserva campesina en el territorio. En estas áreas se deberán implementar medidas de manejo específicas para atender a este tipo de poblaciones, en el caso de presentarse afectación a unidades sociales, el reasentamiento deberá ser en la misma zona.

Tabla 14 Asignación de sensibilidad por presencia de zonas de reserva campesina

Zonas de reserva campesina	Nivel de Sensibilidad
Presencia de reservas campesinas tituladas	Alto
Sin presencia de reservas campesinas	Bajo

⁸⁴ Secretaría de Cultura, Recreación y Deporte. Bogotá: Alcaldía Mayor de Bogotá. [Sitio web]

7.2.4.3. *Títulos colectivos de comunidades negras*

La titulación colectiva de la tierra es una importante herramienta para reconocer la presencia histórica de las comunidades étnicas y salvaguardar sus derechos a ocupar y administrar sus territorios.

En este sentido, la titulación a comunidades negras, propicia el reconocimiento y la protección de la diversidad étnica y cultural y el derecho a la igualdad de todas las culturas que conforman la nacionalidad colombiana, la participación de las comunidades negras y sus organizaciones sin detrimento de su autonomía, en las decisiones que las afectan y en las de toda la Nación en pie de igualdad, de conformidad con la ley; y la protección del medio ambiente atendiendo a las relaciones establecidas por las comunidades negras con la naturaleza.

Los terrenos respecto de los cuales se determine el derecho a la propiedad colectiva se denominarán para todos los efectos legales "Tierras de las Comunidades Negras"⁸⁵.

Para la evaluación de este criterio se tomó como referencia la presencia o no de títulos colectivos de comunidades negras en el territorio, áreas en las cuales se debe llevar a cabo el proceso de consulta previa.

Tabla 15 Asignación de sensibilidad por presencia de títulos colectivos de comunidades negras

Títulos colectivos de comunidades negras	Nivel de Sensibilidad
Presencia de territorios con título colectivo	Alto
Sin presencia de territorios con título colectivo	Bajo

7.2.4.4. *Potencial arqueológico*

⁸⁵ Ley 70. (29, agosto, 1993). Por la cual se desarrolla el artículo transitorio 55 de la Constitución Política. En Diario Oficial. Agosto, 1993.

Según lo contemplado en el Decreto 138 de 2019, todo el territorio colombiano se considera zona potencial de riqueza arqueológica. Por lo tanto, la manera de hacer una evaluación del potencial arqueológico es mediante una prospección arqueológica la cual debe ser realizada por un arqueólogo autorizado por el Instituto Colombiano de Antropología e Historia (ICANH).

En las zonas con sensibilidad alta por presencia de evidencias arqueológicas se deben implementar prospecciones con miras a ubicar los cortes de excavación, las cuales deberán cubrir el contexto hallado y posterior a las excavaciones la implementación del monitoreo arqueológico. Para zonas con menor posibilidad de presencia de restos arqueológicos podrá implementarse el monitoreo como medida preventiva durante las excavaciones del proyecto.

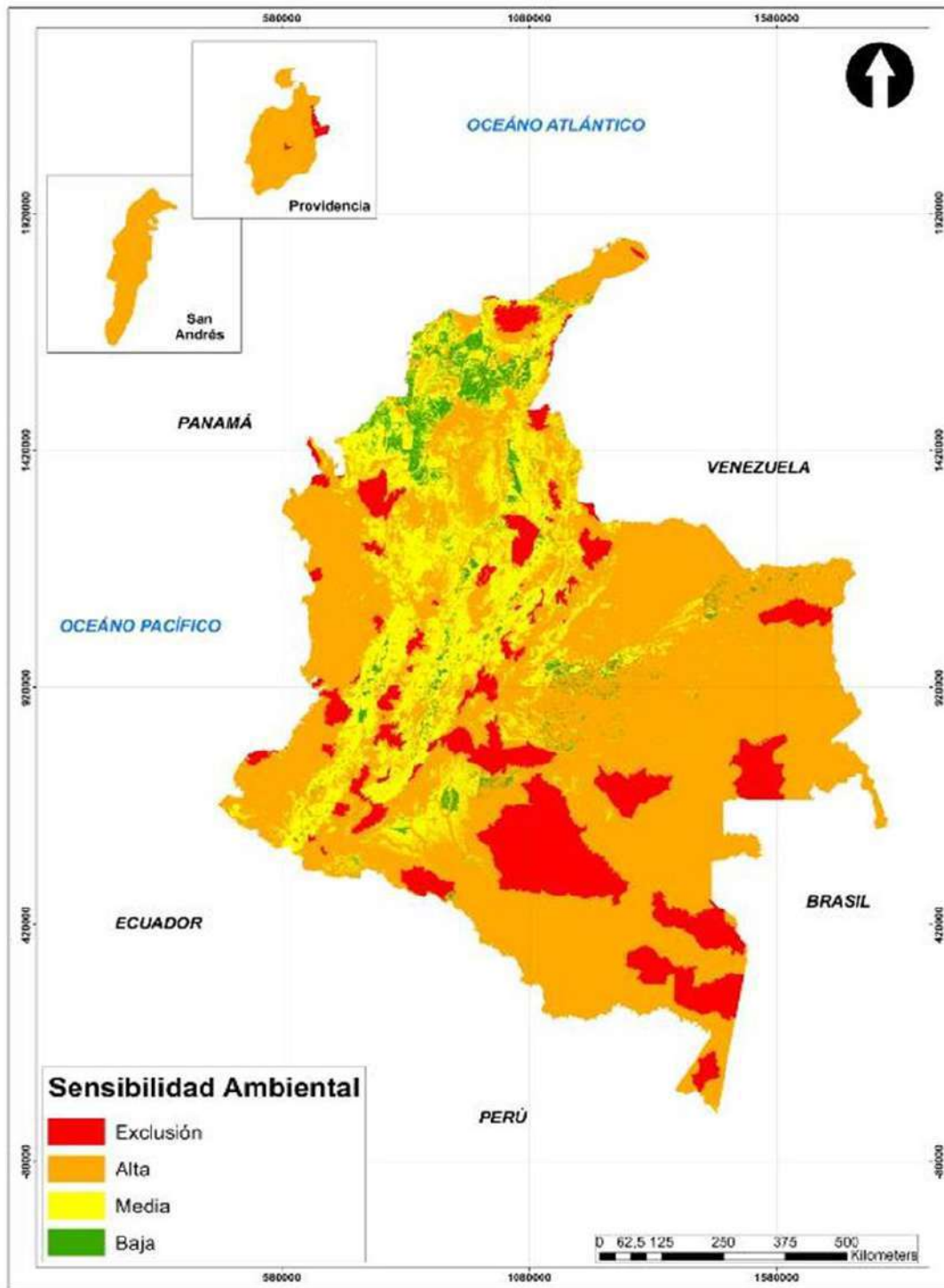
Para la evaluación de este criterio se tomó como referencia el tipo de contextos y yacimientos arqueológicos que la zona potencialmente pueda llegar a albergar.

Tabla 16 Asignación de sensibilidad por potencial arqueológico

Potencial arqueológico	Nivel de Sensibilidad
Presencia de material arqueológico perteneciente a cualquier tipo de contexto que pueda delimitarse espacialmente y corresponda a cualquier tipo de evidencia de actividades humanas del pasado prehispánico o histórico.	Alto
Poca o nula presencia de material arqueológico, en geomorfología que dificulta la instalación de asentamientos humanos, como pendientes menores a 15°, áreas intervenidas por actividades humanas recientes como agricultura y ganadería.	Medio
Nula presencia de material arqueológico, geomorfología que impide la instalación de asentamientos humanos, áreas altamente intervenidas por actividades humanas recientes como vías, edificios, casas, etc., áreas altamente intervenidas por sucesos naturales como avalanchas o inundaciones.	Bajo

7.2.5. Mapa de sensibilidad ambiental del territorio a la intervención de vías de tercer orden

Ponderados cada uno de los elementos evaluados a nivel abiótico, biótico y social, se procedió a establecer cartográficamente el grado de sensibilidad ambiental para proyectos de mantenimiento, rehabilitación y mejoramiento de vías terciarias en Colombia. En rojo se presentan las superficies con exclusión que corresponden a las superficies delimitadas por RUNAP correspondientes a Parques Nacionales Naturales y Parques Nacionales Regionales. Las superficies con menor sensibilidad se ubican hacia las zonas que presentan un mayor grado de transformación, destacándose parte de la cordillera de los andes y la región Caribe. Por el contrario, hacia la Amazonia y la costa pacífica se ubican las superficies con un menor grado de transformación, con una concentración significativa de áreas bajo restricción, en cuya periferia se encuentran áreas donde la sensibilidad ambiental para el desarrollo de actividades de intervención de vías de tercer orden es alta, producto de la presencia de hábitats con un alto grado de conservación, la presencia de comunidades y relieves variados (Figura 7).

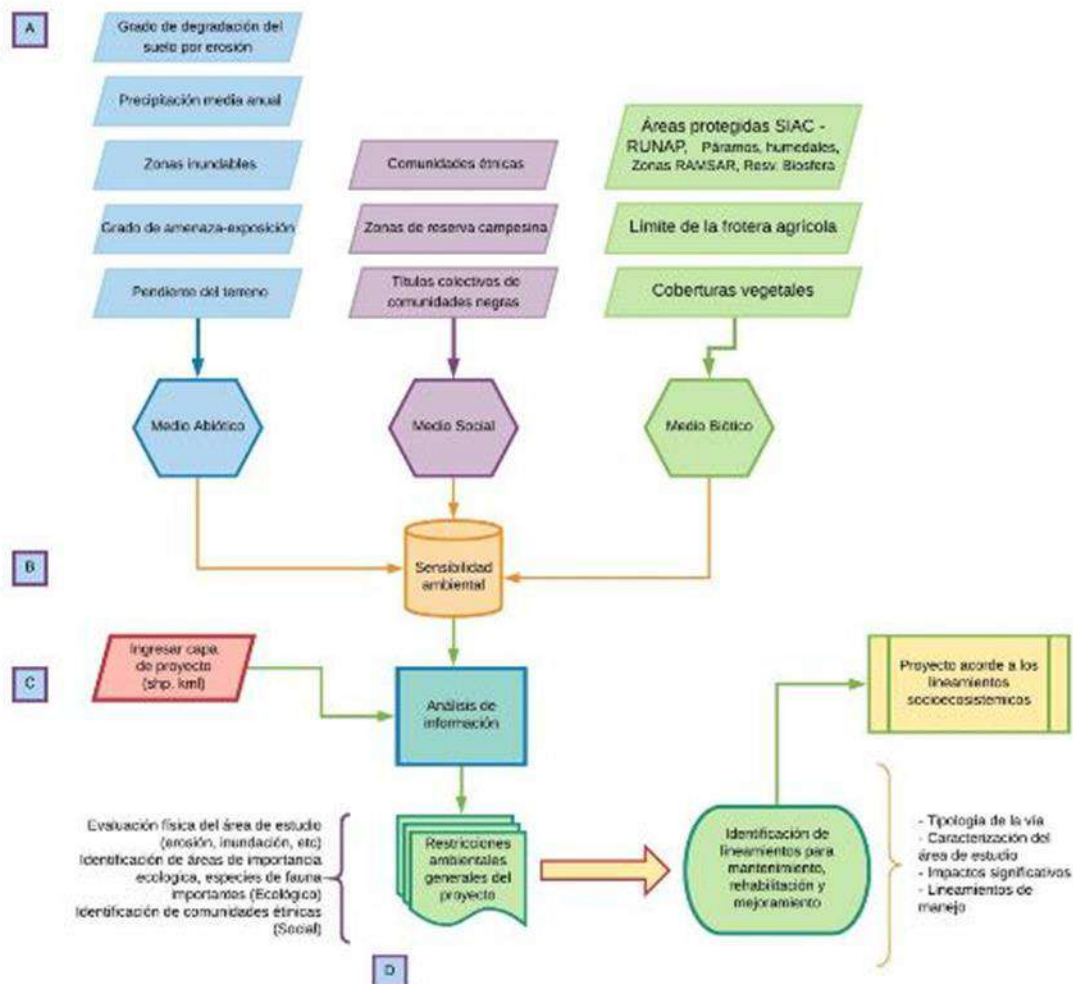


Fuente: Ingetec, 2019

La sensibilidad ambiental resultante de la intersección de los criterios de evaluación de sensibilidad por componente se incluye en formato imagen (.jpg y .pdf) y como GDB (.gdb), el cual se encuentra disponible para ser consultado por los usuarios utilizando un sistema de información geográfica (Anexo 8). Para esto el usuario deberá realizar una intersección del área de proyecto con el mapa de sensibilidad y como resultado se obtiene la sensibilidad ambiental, cartográficamente como los niveles de sensibilidad dentro del área interceptada y una tabla con los elementos que originan dichos niveles de sensibilidad.

En la figura 8 se presenta de forma general el proceso que se lleva a cabo, el cual comprende desde la selección de la información base, hasta la identificación de las implicaciones del cruce del proyecto con áreas de sensibilidad resultante a partir de la intersección de la información del proyecto. Las fases A y B corresponden a la elaboración del plano de sensibilidad, mientras que las fases C y D muestran su aplicación al proyecto específico de consulta y las implicaciones que deben obtenerse del análisis, por los atributos de mayor sensibilidad. La información resultante permite identificar, los atributos en los que se debe centrar la caracterización ambiental, probables restricciones, elementos claves en relación con el uso de los recursos naturales, los potenciales impactos y eventuales manejos a establecer por las características ambientales del territorio.

Figura 2 Marco lógico para establecer el nivel de sensibilidad del área del proyecto para la intervención de vías terciarias.



Fuente: Ingetec, 2019

7.3. Consideraciones para el desarrollo de proyectos

A partir del análisis de la sensibilidad ambiental se pueden definir bases de los criterios técnicos y económicos de un proyecto. Por ejemplo, debido a las afectaciones ambientales se incurre en costos importantes si se tienen impactos ambientales significativos, que requieren manejos de largo plazo y costosos; o bien puede representar una restricción de ejecución de proyectos al ubicarse en zonas de exclusión; o la finalidad de un proyecto puede definirse con diferentes propuestas tecnológicas y prácticas sostenibles novedosas para áreas específicas, como la implementación de soluciones de movilidad fluviales e interconectividad con otros tipos de infraestructura.

La sostenibilidad de un proyecto vial de tercer orden debe establecerse teniendo en cuenta el nivel de sensibilidad del área donde se plantea su ejecución, de modo que se establezca si el objetivo del proyecto puede ser alcanzado en condiciones aceptables desde el punto de vista económico, ambiental, constructivo y social. Las características técnicas del proyecto necesarias para el mantenimiento, rehabilitación o mejoramiento deben equipararse con las afectaciones ambientales y el aprovechamiento de recursos incorporando un elemento de sostenibilidad al diseño y planeamiento del proyecto.

Es así como una adecuada identificación de las áreas de especial interés ambiental durante las primeras fases del proyecto permitirá diseñar y planificar de manera adecuada cada una de las actividades asociadas, con el fin de evitar los impactos negativos ocasionados sobre estas áreas, en aras de mantener su diversidad y contribuir con los objetivos de conservación del país. Es por ello que, en la práctica, se implementa el principio de la jerarquía de la mitigación, cuyo concepto fue desarrollado para que los proyectos, obras o actividades, que pueden afectar potencialmente a los componentes ambientales, planifiquen e implementen de manera secuencial medidas efectivas diseñadas para evitar, mitigar, corregir o compensar sus impactos negativos.

7.4. Otras herramientas cartográficas para el desarrollo de proyectos

Existen otras herramientas cartográficas que permiten identificar la sensibilidad ambiental del territorio de cara a los fenómenos de derrumbes y erosión costera que se incrementan de manera exponencial como resultado de la crisis climática en curso, como son “Sensibilidad Ambiental para proyectos obras y actividades de competencia de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA” y “Sinergias entre Biodiversidad, Servicios Ecosistémicos, Adaptación al Riesgo y Mitigación al Cambio Climático” del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

El documento desarrollado por ANLA, tal como se referencia en el sitio <https://www.anla.gov.co/images/entidad/sipta/2024-02-19-anla-MemoriaExplicativa-2023.pdf>, busca generar alertas sobre aspectos vulnerables desde el punto de vista ambiental, la cual se construye a partir de información secundaria disponible oficial a escala 1:100.000, criterios de los componentes hídrico superficial, hídrico subterráneo, atmosférico, biótico, socioeconómico y adicionalmente desde el 2021 criterios de los componentes geotécnicos, de cambio climático y marino costeros. Esta información proviene del Sistema de Información Ambiental de Colombia y las diferentes entidades relacionadas con el sector ambiental (IDEAM, Invemar, IAvH, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible), donde se tienen en cuenta los componentes: hídrico superficial, hídrico subterráneo, marino costero, atmosférico y geotécnico, los medios biótico y socioeconómico, y lo relativo al cambio climático. Como resultado de la conjugación de

dichos elementos, y bajo ciertos criterios de ponderación, se genera un mapa a nivel nacional de sensibilidad ambiental.

El elaborado por IAvH junto con el consorcio Nature Map identifica aspectos relacionados por una parte con la biodiversidad, los servicios ecosistémicos y la adaptación al riesgo y por otra la biodiversidad, la provisión de agua y la mitigación al cambio climático. Adicionalmente, se incorpora variables relacionadas con el riesgo de deslizamientos, inundaciones, déficit en provisión de agua, afectaciones por cambio climático, erosión y salinización de suelos como objetivos asociados a la adaptación al riesgo que, aunque no cuentan con metas definidas en la política pública, deben ser objeto de gestión y planificación. Como herramientas cartográficas se encuentran las referenciadas en <http://reporte.humboldt.org.co/biodiversidad/2021/cap4/402/#seccion3>, las cuales son las siguientes:

- Áreas de conservación priorizadas en múltiples escenarios de portafolios de áreas de conservación para la biodiversidad, los SS. EE. y la adaptación al riesgo.
- Nuevas áreas para avanzar hacia el cumplimiento de las metas para la biodiversidad, los SS.EE. y la adaptación al riesgo.
- Áreas de conservación priorizadas en múltiples escenarios para la biodiversidad, la oferta hídrica y el almacenamiento de carbono.

8. TIPOLOGÍAS DE VÍAS Terciarias

Las vías terciarias corresponden a uno de los tipos de vías definidos por Invias en el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras 2008⁸⁶. Las vías en Colombia se clasifican por varios criterios: de acuerdo con su funcionalidad, pueden ser primarias, secundarias o terciarias; conforme con la topografía pueden ser de terreno plano, ondulado, montañoso y escarpado (una vía puede tener tramos con características topográficas diferentes) y según el ancho de la vía pueden ser estrechas, medias o anchas. Para las vías terciarias aplican diferentes tipologías, y para cada una de ellas se consideran los elementos claves en el manejo ambiental que requieren.

8.1. Definición de tipologías para carreteras

Acorde con lo definido en el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (Invias, 2008) las carreteras en el país se clasifican según su funcionalidad en vías primarias, secundarias y terciarias.

8.1.1. Primarias

Son aquellas troncales, transversales y accesos a capitales de departamento que cumplen la función básica de integración de las principales zonas de producción y consumo del país y de éste con los demás países. Este tipo de carreteras pueden ser de calzadas divididas según las exigencias particulares del proyecto. Las carreteras consideradas como primarias deben funcionar pavimentadas.

8.1.2. Secundarias

Son aquellas vías que unen las cabeceras municipales entre sí o que provienen de una cabecera municipal y conectan con una carretera primaria. Las carreteras consideradas como secundarias pueden funcionar pavimentadas o en afirmado.

8.1.3. Terciarias

Son aquellas vías de acceso que unen las cabeceras municipales con sus veredas o unen veredas entre sí. Las carreteras consideradas como terciarias deben funcionar en

⁸⁶ Adoptado como norma técnica mediante la Resolución 744 de 2009 de Mintransporte.

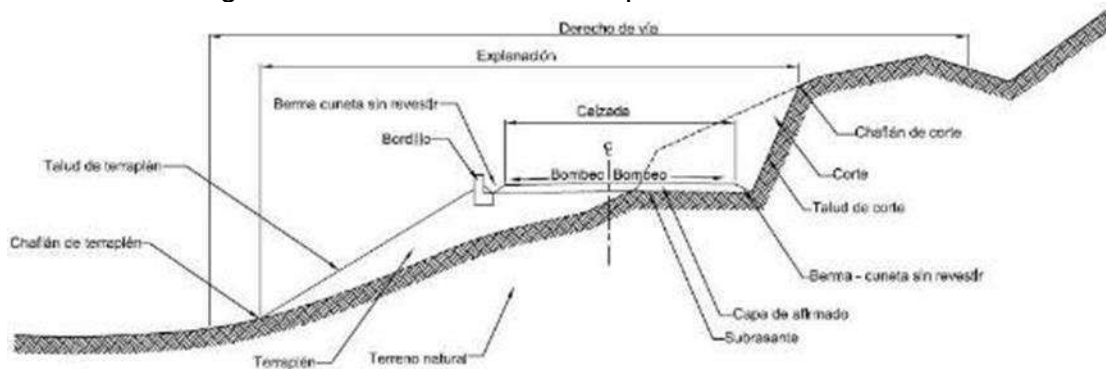
afirmado. En caso de pavimentarse deberán cumplir con las condiciones geométricas estipuladas para las vías secundarias.

8.2. Características estructurales y tipos de obras de intervención de vías terciarias

8.2.1. Características estructurales y dimensiones

En la Tabla 17 y la Figura 8 se describen las características y dimensiones definidas en el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (Invias, 2008) para las vías terciarias.

Figura 3 Sección transversal típica en vías terciarias



Fuente: Invias, 2008

Tabla 17 Elementos que conforman la vía

Elemento	Descripción
Derecho de vía	Es la faja de terreno destinada a la construcción, mantenimiento, futuras ampliaciones (si la demanda de tránsito así lo exige), servicios de seguridad, servicios auxiliares y obras de paisajismo. A esta zona no se le puede dar uso privado. En vías terciarias el derecho de vía es de 30 m, el cual se toma como 15 m a cada lado del eje de la vía.
Calzada	La calzada es el ancho donde se realiza el movimiento de los vehículos, normalmente formada por dos carriles, en cada uno de los cuales puede circular un vehículo. El ancho de la calzada para vías terciarias es de 6 m.

Elemento	Descripción
Berma - Cuneta	En vías terciarias se utilizan berma–cunetas que cumplen la función de proteger la calzada, especialmente de la acción erosiva del agua, pues conducen el agua de escorrentía hacia drenajes. Además, son franjas funcionales para la detención de vehículos y para maniobras de emergencia. El ancho de las bermas para vías terciarias varía entre 0,5 y 1 m y se construyen en tierra.
Corona	La corona es la suma de la calzada y las bermas. Corresponde a la distancia entre los bordes interiores de las cunetas.
Taludes	Los taludes son los planos que limitan lateralmente un corte o un terraplén.
Línea de Chaflán	La línea de chaflán limita el área de intervención donde se requiere realizar movimiento de tierras por causa de los cortes o de los terraplenes generados por la vía.
Bombeo	Es la inclinación de la corona y la subrasante que permite el escurrimiento superficial del agua hacia las cunetas, para vías terciarias con calzada en tierra o grava, el bombeo puede variar entre el 2 y 4%.
Tangente Vertical	Es la inclinación de la carretera, debe tener una pendiente mínima para permitir el escurrimiento de aguas lluvias y el funcionamiento de las cunetas.

8.2.2. Tipos de intervenciones

La funcionalidad de la vía está asociada al estado óptimo de los elementos que componen su estructura, de acuerdo con el estado actual, y las necesidades futuras, se pueden establecer diferentes tipos de intervenciones que permitan mantener las características estructurales y funcionales de la carretera.

Las intervenciones en la vía pueden ser lineales o puntuales. Las obras puntuales atienden aquellos sitios críticos que necesitan para evitar o corregir daños en sectores específicos de la vía, tales como estructuras de drenaje, de estabilidad geotécnica, señalización, entre otras. Las obras lineales se realizan a lo largo de tramos continuos en las que se atienden las diferentes capas que conforman la estructura vial (rodadura,

subrasante y subbase), así como las obras hidráulicas como cunetas y zanjas de coronación entre otras.

Las intervenciones en vías terciarias pueden ser de tres tipos: mantenimiento, rehabilitación o mejoramiento de acuerdo con las necesidades propias de cada proyecto.

8.2.2.1. Mantenimiento

El objetivo de las actividades de mantenimiento es conservar y extender la capacidad estructural y las condiciones de rodamiento de la vía de forma que garantice el nivel de servicio establecidos en el diseño original. La Ley 1682 de 2013 define los tipos de mantenimiento establecidos:

Mantenimiento rutinario: se refiere a la conservación continua (intervalos menores de un año) con el fin de mantener las condiciones óptimas para el tránsito y uso adecuado de la infraestructura de transporte.

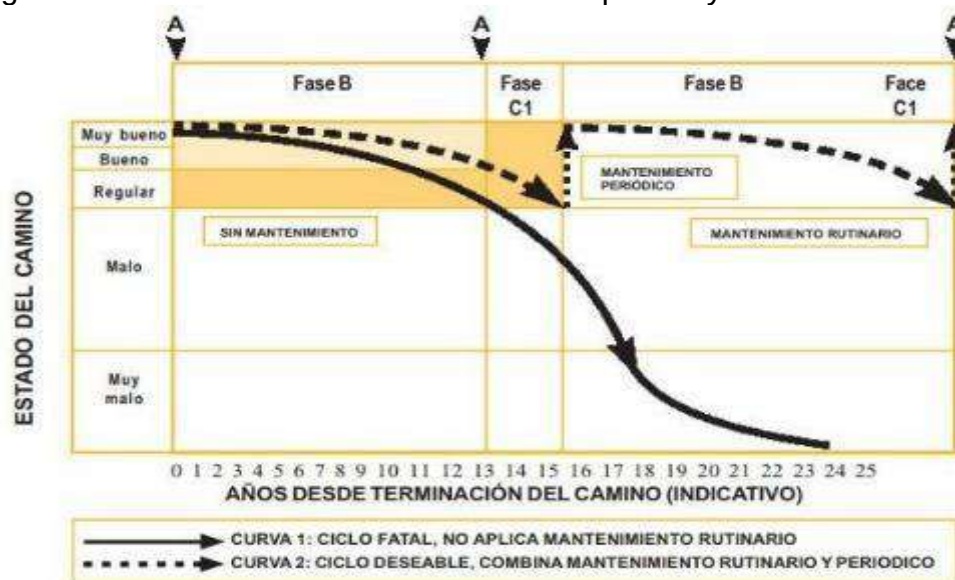
Mantenimiento periódico: comprende la realización de actividades de conservación a intervalos variables, destinados primordialmente a recuperar los deterioros ocasionados por el uso o por fenómenos naturales o agentes externos.

Mantenimiento de emergencia: se refiere a las intervenciones necesarias por eventos considerados de fuerza mayor o caso fortuito tales como emergencias climáticas, telúricas o terrorismo, entre otros.

La realización periódica de las actividades de mantenimiento de una vía terciaria permite extender la vida útil de la infraestructura, garantiza la funcionalidad y los niveles de servicio, lo cual redundará en la reducción de costos de operación, reducción de costos ocasionados por obras de rehabilitación.

El deterioro de la infraestructura vial se incrementa con el paso del tiempo, lo cual aumenta costos de intervención, los impactos ambientales y los niveles de accidentalidad. Este proceso de deterioro se presenta en tres etapas. La primera, caracterizada por un deterioro lento y poco visible con daños y afectaciones a la superficie de la vía y el sistema de drenaje, seguido por una etapa de deterioro acelerado donde se compromete la estructura y funcionalidad de la vía, y finalmente un proceso de deterioro leve, ocasionado por el abandono de la infraestructura ocasionado por la imposibilidad de su utilización (Figura 9).

Figura 4 Estado de una vía a través del tiempo con y sin mantenimiento



Fuente: Menéndez, 2003

8.2.2.2. Rehabilitación

La rehabilitación corresponde a las intervenciones en las que se realiza la reconstrucción de la infraestructura vial para devolverla a la condición de funcionalidad inicial para la cual fue construida. Responde a las necesidades generadas por la falta de mantenimiento oportuno, a la baja calidad de las actividades de mantenimiento o a otros eventos que aceleran el deterioro de la infraestructura.

La rehabilitación requiere realizar el diagnóstico del estado, nivel de servicio y estructura de la vía, de forma que se determine que estructuras no cumplen las condiciones de diseño y cuáles son las causas del deterioro, con el fin de planificar las acciones necesarias para restablecer su funcionalidad. Dentro de las actividades más comunes en la rehabilitación de vías terciarias se encuentran la recuperación de la banca, de la superficie de rodadura y la intervención de obras de drenaje.

8.2.2.3. Mejoramiento

El mejoramiento es la intervención de una vía que busca modificar sus especificaciones técnicas originales de diseño, que puede originarse en el aumento del volumen de tránsito, de las necesidades del nivel de servicio requerido o de la presencia de puntos críticos (inestabilidad o accidentalidad) en donde deban modificarse aspectos de las características de diseño de la estructura. La necesidad de mejoramiento de una vía también puede responder a impactos ambientales detectados que deban ser evitados,

mitigados o corregidos con el cambio en el diseño construido. Entre los impactos más evidentes se tiene el atropellamiento de fauna, que puede ser objeto de obras de mitigación de bajo costo como la ampliación de la sección de las obras de drenaje para reestablecer la conectividad en un sector específico.

8.3. Recomendaciones de manejo ambiental

De acuerdo con los tipos de actividades y las características generales de las áreas de intervención de proyectos de vías terciarias, se agrupan algunas recomendaciones ambientales relevantes para el manejo ambiental de áreas de inestabilidad geotécnica, con potencial afectación biótica, zonas de importancia social y zonas de posible afectación hídrica.

8.3.1. Recomendaciones para el manejo ambiental de intervenciones en zonas de inestabilidad geotécnica

Las áreas de inestabilidad geotécnica son superficies en las cuales las vías de tercer orden presentan susceptibilidad a la ocurrencia de fenómenos de remoción en masa, amenaza sísmica, erosión y flujos torrenciales. Estas áreas pueden presentar pendientes pronunciadas (superiores a 20%) por lo que requieren obras dirigidas a asegurar la estabilidad en los taludes y minimizar la afectación estructural y pérdida de la banca. Las condiciones de estabilidad se determinan con base en ensayos técnicos de un índice de resistencia de los suelos de subrasante, subbase y base (CBR, ensayo INV E-148-13).

Los suelos de estas áreas presentan alto grado de contenido orgánico, suelos blandos o suelos expansivos, por lo que es recomendable realizar elevar la rasante con un material adecuado, hacer estabilización mecánica o química, asegurando que la capacidad de soporte del material de la subrasante presente un valor superior al 3% del ensayo de CBR. Para lograr la estabilidad estructural de los tramos o sectores inestables es recomendable en primera instancia verificar opciones alternativas en el marco de proyectos de mejoramiento, tales como la construcción de viaductos y puentes de ser necesario, la construcción de muros de contención, pedraplenes, muros de tierra estabilizada, terrazas de taludes, voladizos, entre otras. Las superficies expuestas de los taludes deben ser revegetalizadas, así mismo se debe realizar un adecuado manejo de las coberturas naturales, de los drenajes y materiales de construcción y excavación, entre otros aspectos. Así mismo se debe atender las recomendaciones del Proyecto de manejo de áreas inestables.

8.3.2. Recomendaciones para el manejo ambiental de intervenciones en AEIA

Las AEIA presentan un alto grado de sensibilidad biótica. Para estas zonas se debe determinar si existen restricciones legales o requisitos para la intervención de vías

terciarias de acuerdo al ordenamiento territorial y las determinantes ambientales (como presencia de Parques Nacionales Naturales y Parques Regionales, zonificación ambiental de otras figuras de protección) o si se identifican elementos de la biodiversidad de sensibilidad particular, tales como especies en peligro crítico de extinción (CR) o en amenaza de extinción (VU), endémicas, con vedas, entre otras, con el fin de direccionar las actividades a realizar, los diseños y el trámite de las autorizaciones pertinentes para evitar y mitigar la afectación de estas áreas o su biodiversidad. Las actividades a realizar en estas áreas deben involucrar medidas de manejo ambiental con el fin de asegurar la conectividad ecosistémica, proteger la biodiversidad, los cuerpos de agua y mitigar la fragmentación. En AEIA no restringidas por el ordenamiento es deseable el diseño de viaductos, puentes, adecuaciones que permitan el paso de fauna a través de la sección de las obras hidráulicas y el diseño de túneles para reducir la afectación de las coberturas y ecosistemas.

Se debe tener conocimiento de las especies de fauna presentes y los sitios donde se identifique eventos de atropellamiento de fauna para el diseño de pasos secos en las obras hidráulicas (paso de fauna) y los accesos a los mismos. En lo posible planificar medidas preventivas como el mantenimiento de conectividad en el dosel de la vegetación (ramas de la copa de los árboles), limitación de la velocidad en los tramos más sensibles, incluyendo el uso de reductores de velocidad y señalización especializada. Planificar obras de rehabilitación de áreas intervenidas que permitan integrar el corredor vial al entorno, mejorar la conectividad, reducir el efecto de borde y controlar el ruido.

8.3.3. Recomendaciones para el manejo ambiental de áreas de importancia socioeconómica y cultural

Las áreas de importancia socioeconómica y cultural son aquellas en las que se identifican relaciones de arraigo cultural de las comunidades con el territorio en razón de los usos y costumbres ancestrales o actividades económicas. Estas áreas de importancia pueden estar relacionadas con la presencia de comunidades campesinas, indígenas, rom y afrocolombianas y por tanto debe verificarse la necesidad de consultas o permisos previos al desarrollo de cualquier actividad. Las actividades de intervención de vías terciarias a realizarse en estas áreas deben asegurar el mantenimiento de la conectividad entre comunidades teniendo en cuenta las dinámicas propias en cada zona. Dentro de las medidas que se deben aplicar en estas áreas se resalta el papel de la información y participación de las comunidades en las decisiones relacionadas con la intervención de las vías terciarias en su territorio tal como se identifica en el capítulo de gobernanza (Criterios de gobernanza)

8.3.4. Recomendaciones para el manejo ambiental de áreas con potencial afectación hídrica

Las áreas con potencial afectación hídrica son aquellas que cuentan con una considerable densidad de drenajes, grandes caudales, zonas de recarga y/o elevada pluviosidad; y que debido a ello se asocian a escenarios de riesgo por inundaciones, por lo que la intervención de vías terciarias requiere del diseño y construcción de obras de infraestructura de drenaje que cuenten con una envergadura proporcional a los niveles máximos de los caudales que interceptan para minimizar potenciales escenarios de riesgo, minimizar la afectación de la dinámica hídrica, la conectividad ecosistémica de las rondas y la estabilidad estructural de la vía.

La construcción de terraplenes puede generar impactos en la dinámica de aguas superficiales y subterráneas en las zonas de alta sensibilidad hídrica, por lo que no es recomendable construir este tipo de obras sin alternativas de drenaje en tamaño y cantidad apropiadas para manejar los volúmenes máximos posibles. Tampoco es apropiado el uso de bateas por los efectos que tienen en la contaminación de las aguas, el aporte de sedimentos, la afectación a las rondas hídricas y su funcionalidad ecológica. En este tipo de áreas se puede requerir la construcción de puentes o viaductos considerando la superficie a intervenir y su importancia ecosistémica. Los diseños de obras de drenaje (alcantarillas, box culvert, pontones, puentes) deben mitigar el impacto por la escorrentía superficial y subsuperficial.

Desde el punto de vista social se debe asegurar la disponibilidad del recurso hídrico para la comunidad en términos de calidad y cantidad sin comprometer el caudal ecológico. Las actividades constructivas dentro del radio de protección del cauce deben tener especial cuidado en evitar cualquier afectación del mismo.

9. LINEAMIENTOS PARA EL MANEJO DEL RECURSO HÍDRICO Y LA CONECTIVIDAD ECOSISTÉMICA

El presente capítulo incorpora recomendaciones en relación con la normatividad ambiental relacionada con los requisitos de la gestión del recurso hídrico, la intervención de cauces y la incorporación de medidas de manejo necesarias para evitar la afectación de la conectividad ecosistémica en las obras y actividades de mantenimiento, rehabilitación y mejoramiento de vías terciarias.

9.1. Permisos para la intervención de cauces y rondas

Las intervenciones a cuerpos de agua superficial se presentan cuando se realizan obras o actividades en el cauce del cuerpo de agua o su ronda hídrica. Se identifican tres tipos de intervenciones: captación de aguas superficiales, vertimientos y ocupación de cauce. La captación de aguas superficiales se refiere a la utilización del recurso hídrico para procesos constructivos o domésticos, los vertimientos consisten en la disposición de residuos líquidos asociados a actividades industriales o domésticas en cuerpos de agua naturales y la ocupación de cauce se asocia a la instalación de estructuras ajenas al cuerpo de agua, tales como captaciones, cabezales de descarga, alcantarillas, puentes y otras. A continuación, se presentan los lineamientos que deben tenerse en cuenta para la obtención de los permisos para cada tipo de intervención, teniendo en cuenta que es necesario determinar cuál entidad ambiental tiene jurisdicción en el lugar de la intervención y verificar los requerimientos que se formulen para realizar el proceso de evaluación de una determinada solicitud. Para la realización del trámite para la obtención de permisos para el uso y aprovechamiento de recursos naturales, se recomienda radicar el Programa de Adaptación de la Guía de Manejo Ambiental de la vía terciaria a intervenir ante la autoridad ambiental regional, con el fin de facilitar el trámite de las solicitudes de permisos relacionadas con las actividades del proyecto.

9.1.1. Concesión de aguas superficiales

El permiso de concesión se tramita ante la autoridad ambiental regional correspondiente por medio del formulario único nacional de solicitud de concesión de aguas superficiales, se requiere adjuntar certificado de existencia y representación legal para personas jurídicas, fotocopia de la cédula de ciudadanía para personas naturales, autorización del propietario o poseedor del terreno y comprobante de pago por la prestación del servicio de evaluación del trámite. Se debe incluir información técnica sobre los sistemas para la captación, conducción, drenaje y caudal, sobre las inversiones y duración del proyecto, además de cualquier otra información técnica y ambiental requerida por la entidad.

9.1.2. Permiso de vertimientos

El permiso para realizar vertimientos se tramita ante la autoridad ambiental regional correspondiente por medio del formulario único nacional de solicitud de permiso de vertimientos, se requiere adjuntar certificado de existencia y representación legal para personas jurídicas, fotocopia de la cédula de ciudadanía para personas naturales, autorización del propietario o poseedor del terreno y comprobante de pago por la prestación del servicio de evaluación del trámite. Se debe incluir información técnica sobre el proyecto y la descarga, información de la fuente receptora, presupuesto y un plan de gestión del riesgo, además de cualquier otra información técnica y ambiental requerida por la entidad.

9.1.3. Permiso de ocupación de cauce

El permiso de ocupación de cauce se tramita ante la autoridad ambiental regional por cualquier obra (provisional o permanente) que se realice en el cauce o su ronda. Estas obras se requieren entre otras cosas para la construcción, rehabilitación y mantenimiento de box culvert, canales, muros de gaviones; para la instalación de estructuras de aforo o vertimiento, cruces de tuberías, cerramientos perimetrales que crucen la corriente, ampliación o modificación de obras preexistentes. Se debe presentar la descripción del proyecto, obra o actividad, que incluya por lo menos su localización, dimensión y costo estimado, especificaciones técnicas, plan de operación y toda la información ambiental y técnica requerida por la entidad.

9.2. Recomendaciones de manejo de rondas hídricas y pasos de fauna

9.2.1. Obras sobre cauces

Cuando se requiera realizar obras o actividades dentro de la ronda de los cuerpos de agua deben plantearse medidas de prevención, las cuales deben evitar el aporte de materiales, sedimentos o la modificación de las condiciones del cauce. Las medidas de manejo deben incluir el aislamiento del cuerpo de agua de las obras, el control de la disposición de residuos sólidos, del lavado de maquinaria y equipos y la presencia y uso de fauna en el área de la cuenca. Antes de cualquier obra o actividad se debe plantear un plan de prevención del riesgo que incluya el manejo de las contingencias que provoquen vertimientos al cuerpo de agua. La comunidad en el área debe ser informada sobre las actividades, los manejos y las posibles implicaciones de las obras en los cauces. Así mismo, el diseño de las obras de drenaje permitirá la continuidad del flujo de fauna terrestre por la ronda hídrica, con el fin de evitar potenciales impactos ambientales negativos en los componentes del medio biótico.

9.2.2. Puentes ecológicos

Los puentes ecológicos tienen como prioridad el control de la ocupación de cauce de los ríos en forma longitudinal o transversal. Las diferentes estructuras de la infraestructura vial modifican la dinámica hidrológica y geomorfológica al estrechar el cauce. De acuerdo con la guía técnica de criterios para el acotamiento de las rondas hídricas de Colombia “los puentes deben estar por fuera de la faja de terreno que conforma la envolvente de los componentes hidrológicos y geomorfológicos, de tal forma que se permita el transporte permanente y temporal del agua y sedimentos y los demás procesos morfodinámicos propios del río”⁸⁷.

Es importante que exista una continuidad en el transporte de agua y sedimentos que transporta el río por lo que es recomendable que las pilas y cimentaciones se diseñen teniendo en cuenta estas condiciones. De igual manera, habrá características hidrológicas del río que varían en el tiempo por lo que se debe evitar la construcción de obras en ríos meándricos, trenzados, anastomosados, abanicos y deltas.

9.2.3. Señalización

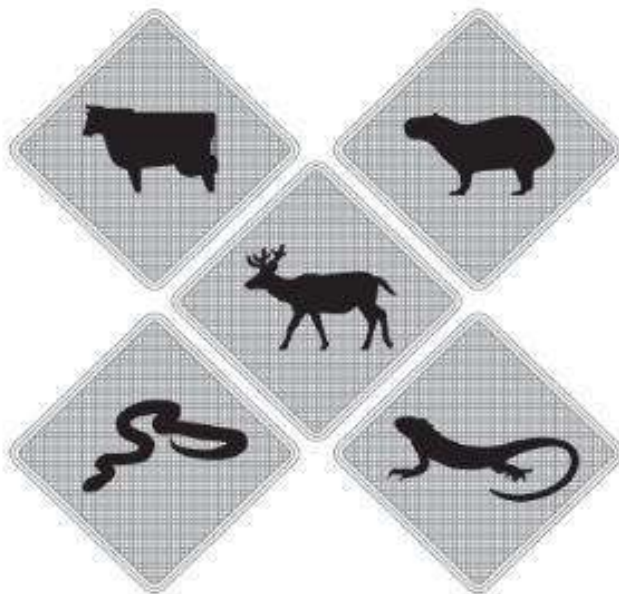
Una de las medidas más económicas para mitigar de manera parcial el atropellamiento de fauna es la señalización que indica la presencia de animales en la vía. Cumplen la función de alertar y prevenir a los conductores de la probable presencia de animales⁸⁸, su propósito es el de inducir la reducción de la velocidad, evitar el atropellamiento de fauna silvestre y la accidentalidad. El diseño de las señales de tránsito se debe desarrollar tomando en cuenta el manual de señalización de Mintransporte 2015.

En el diseño puede incluir siluetas de especies propias de la zona y de fácil identificación, adicionales a las propuestas por el manual de señalización de Mintransporte (Figura 10).

⁸⁷ Minambiente. Guía técnica de criterios para el acotamiento de las rondas hídricas en Colombia. Bogotá D.C, 2018. p.128

⁸⁸ Huijser et al. Wildlife - Vehicle Collision and Crossing Mitigation measures: a Toolbox for the Montana Department of Transportation. Helena, Montana. Montana Department of Transportation. 2007. FHWA/MT-07-002/8117-34. pp 1-126

Figura 10 Señalización de animales en la vía



Fuente: Mintransporte, 2015

9.2.4. Reductores de velocidad

Son estructuras que se construyen en la calzada y tienen por objeto obligar al conductor a reducir la velocidad, se pueden ubicar en zonas donde se establezca la presencia frecuente de animales. Esta estructura debe ir acompañada de señalización vertical que alerte al conductor tanto de la presencia de fauna como de los reductores de velocidad⁸⁹.

9.2.5. Cercas de protección

La instalación de cercas artificiales, cercas vivas u otras estructuras disuasivas, puede permitir direccionar el paso de animales hacia sectores donde las condiciones del terreno o de diseño de la vía permitan de forma más segura, eficiente o económica el paso de fauna. La instalación de estas estructuras permite reducir la probabilidad de atropellamiento, sin embargo, es necesario diseñarla adecuadamente de forma que no se genere un efecto de barrera para la fauna⁹⁰.

⁸⁹ Clevenger, A. Wildlife Crossing Structures, Fencing, and Other Highway Design Considerations. Washington, DC, United States: Island Press. 2010. pp 17-50.

⁹⁰ Ibid., pp. 17-50.

9.2.6. Educación ambiental y sensibilización

Para que las medidas de prevención se hagan efectivas es necesario desarrollar campañas de educación y sensibilización a la población de las comunidades adyacentes a la vía, a los usuarios y encargados del desarrollo vial. Esto se puede realizar mediante talleres en las comunidades en donde se destaque la importancia de los animales en los ecosistemas y el impacto que estos sufren por el tránsito vehicular en las carreteras. Con respecto a los conductores y usuarios de la vía es necesario incluir en las capacitaciones ambientales y sociales relacionadas con cultura vial, la importancia de reducir la velocidad para permitir el paso de la fauna silvestre y doméstica. Se debe integrar en la capacitación el respeto a las señalizaciones existentes y su debida explicación. Durante las actividades del proyecto debe sensibilizarse al personal contratado sobre la conservación y respeto de la vida silvestre para evitar la cacería y el tráfico ilegal de vida silvestre⁹¹.

9.2.7. Pasos de fauna

Son obras o estructuras diseñadas para que los animales puedan cruzar la barrera creada por la infraestructura de la vía. Los objetivos de los pasos de fauna son mantener la dinámica de desplazamientos de la fauna y evitar el atropellamiento, con esto se reduce la fragmentación de ecosistemas provocada por los proyectos lineales. La localización, dimensión y tipo de estructura debe ser determinada con base en la información de la fauna presente en la zona, las características del área, de la vía y la disponibilidad de recursos.

9.2.7.1. Pasos aéreos

Para evitar la fragmentación del dosel del bosque y la muerte de animales de hábitos arbóreos por atropellamiento se puede optar por la construcción de pasos altos o pasos aéreos de fauna (Fotografía 1). Normalmente se diseñan para el paso de mamíferos pequeños y medianos (monos, ardillas, perezosos, roedores entre otros) y no requieren acondicionamientos específicos. Consisten en la colocación de plataformas, cuerdas, redes o cables elevados, que conecten las copas de los árboles ubicados a ambos lados de la carretera permitiendo el libre desplazamiento de los animales entre los árboles⁹². En zonas con vegetación densa o con manejo silvicultural de los árboles al lado de la vía

⁹¹ Ibid., pp. 17-50.

⁹² Mata, C *et ál*. Are motorway wildlife passages worth building? Vertebrate use of road-crossing structures on a Panish motorway. Madrid, Spain: Departamento de Ecología, Facultad de ciencias, Universidad Autónoma de Madrid. 2013. E-28049.

puede lograrse la conectividad directa entre las copas de los árboles sin la instalación de elementos adicionales.

Fotografía 1 Paso de fauna aéreo sector dos Ruta del Sol.

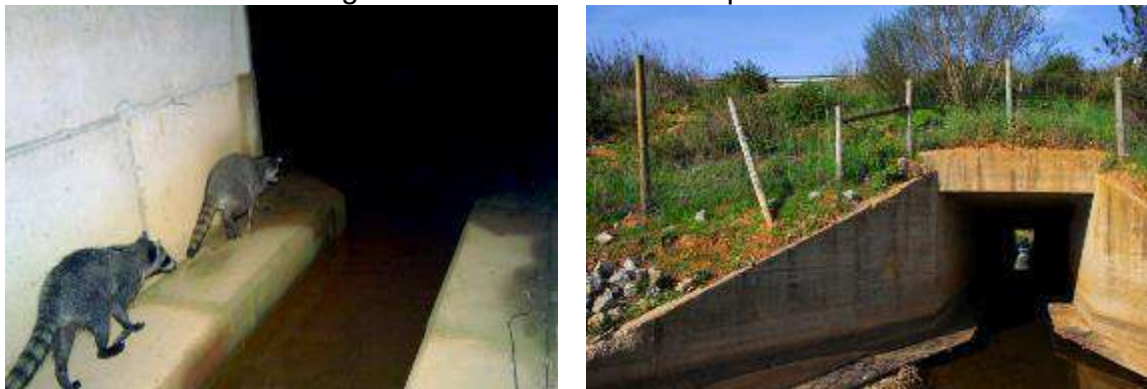


Fuente: ANI, 2019

9.2.7.2. *Pasos inferiores*

Pueden ser contruidos específicamente para el paso de fauna o en conjunto con estructuras hidráulicas. Deben ser ubicados en sitios donde se haya identificado la movilidad de animales para asegurar la conectividad entre hábitats, son adecuados para todo tipo de fauna. Como especificaciones generales se debe asegurar un buen drenaje del agua dentro de la estructura, así como la cobertura vegetal fuera de ésta. Estructuras existentes en la vía como alcantarillas y box culvert pueden ser adaptadas para cumplir la doble función, siempre y cuando cumplan las especificaciones de mantener un paso seco permanente, dimensiones apropiadas y zonas de acceso.

Fotografía 2 Alcantarillas como pasos inferiores



Fuente: MOPT, 2018 y Grilo et ál. 2011

9.2.7.3. Cercas para el rescate de anfibios

La construcción de canales y cercas para el rescate de anfibios puede reducir las tasas de mortalidad por atropellamiento de estas especies en más del 50%. Las cercas permiten retener los animales antes de llegar a la vía y ser canalizados hacia túneles o drenajes que cruzan la vía. Estas estructuras suelen tener alrededor 50 cm de altura incluyendo un borde sobresaliente y deben estar enterradas para evitar que animales excavadores hagan túneles bajo la barrera.

9.3. Estrategias de adaptación frente a eventos de variabilidad climática

Las medidas de adaptación buscan reducir la vulnerabilidad de la infraestructura vial ante los efectos de variabilidad esperados por los efectos del cambio climático. La variabilidad climática provoca cambios en la intensidad y frecuencia de eventos climáticos extremos, inviernos con lluvias torrenciales e inundaciones severas, veranos con sequías prolongadas, aumento en la intensidad de fenómenos como el niño y la niña.

La posibilidad de cambio en los escenarios evaluados de volúmenes hidrológicos provoca incertidumbre frente a los diseños de estructuras de obras construidas, por lo que es prudente determinar cuáles son las zonas donde el cambio puede provocar mayores afectaciones y para estas áreas determinar si se deben tomar medidas de mejoramiento para las vías terciarias (de estructuras hidráulicas) o efectuar acciones de mantenimiento más intenso.

Teniendo en cuenta lo anterior, para realizar diseños hidráulicos tanto en cauces (puentes, canalizaciones, box culvert, muros de gaviones, estructuras de aforo, entre otras) como estructuras para el manejo de la escorrentía, es necesario analizar en detalle

cuál es el período de retorno de referencia para el dimensionamiento de la obra. Adicionalmente se debe hacer un análisis preventivo en cuanto al aumento de caudales máximos en eventos de crecientes.

Igualmente, se deben tener en cuenta las zonas inundables de los ríos y la regulación que se plantea para su ocupación y se debe respetar la ronda hídrica de cuerpos de agua. Es necesario tomar medidas en materia de gestión de riesgos e implementar sistemas de alerta que permitan una adecuada reacción ante eventos climáticos extremos.

Se recomienda implementar sistemas de medición de niveles en los sitios en los que se establezcan obras hidráulicas. A partir de la información recolectada con estos sistemas, será posible realizar análisis que identifiquen si es necesario tomar acciones con relación a las estructuras hidráulicas de acuerdo con el cambio en los caudales. Igualmente se debe monitorear la precipitación para establecer los volúmenes de escorrentía aplicable especialmente a zonas de manejo de escombros y material de excavación.

10. LINEAMIENTOS PARA LA ELABORACIÓN DE LA LÍNEA BASE

La línea base es indispensable para la identificación de impactos ambientales, la formulación de las medidas de manejo ambiental y la determinación de uso de recursos naturales para los proyectos de mantenimiento, rehabilitación y mejoramiento de vías terciarias. La línea base puede realizarse con información primaria y secundaria, y debe ser pertinente, precisa, oportuna, entendible, coherente y confiable, permitiendo caracterizar el área con el nivel de detalle requerido dependiendo de la envergadura del proyecto o de las condiciones sensibles del área.

10.1. Fuentes de información a consultar

La información cartográfica oficial debe obtenerse en el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), la cual corresponde a la información básica, adicionalmente otras fuentes pueden incluir el Ideam, DANE, CAR y SGC. Imágenes de satélite disponibles de manera gratuita permiten identificar redes de drenajes, accidentes geográficos y otros elementos cartográficos de interés.

Las fuentes de información para cada tema específico son en su mayoría generados por entidades públicas e institutos de investigación tales como ministerios, gobernaciones, alcaldías, IGAC, IDEAM, SGC, SIRH, Sisaire, SIGOT, CAR, UAESPNN, IAvH, IIAP, Sinchi, SIB, SIAC, RUNAP, DANE, SISBEN, DNP, entre otros, y disponibles en línea, o en las dependencias de cada entidad. Adicionalmente información bibliográfica especializada para cada tema puede ser consultada en línea, se recomiendan las fuentes suministradas en la metodología de estudios ambientales (Minambiente, 2018).

Se deben tomar en cuenta los documentos de ordenamiento de las autoridades respectivas incluyendo Esquemas de Ordenamiento Territorial (EOT), Planes Básicos de Ordenamiento Territorial (PBOT), Planes de Ordenamiento Territorial (POT), así como otras herramientas de ordenación y gestión ambiental como los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas (POMCA), los Planes de Ordenación y Manejo Integrado de la Unidad Ambiental Costera (Pomiuac), los Planes de Manejo de áreas protegidas del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP) y los planes de manejo de ecosistemas estratégicos, entre otros instrumentos.

10.2. Medio abiótico

A continuación, se presenta la información recomendada por componente para el medio abiótico.

10.2.1. Geología

Describir las unidades geológicas aflorantes y la geología estructural del área regional (orientación de estratos, fallas, pliegues, entre otras) incluyendo cartografía para el área del proyecto.

10.2.2. Geomorfología

Describir las geoformas y su dinámica, se deben establecer los procesos de inestabilidad de laderas, erosión y determinar la susceptibilidad ante procesos de remoción en masa, los cuales deben ser incluidos en la cartografía del proyecto.

10.2.3. Suelos

Presentar la descripción de los tipos de suelos incluyendo información cartográfica.

10.2.4. Hidrología

Identificar las cuencas hidrográficas y los cuerpos de agua, los cuales deben cartografiarse. Para los cuerpos de agua en los que se proyecte intervención por las actividades del proyecto se debe establecer el régimen hidrológico y los caudales máximos, medios y mínimos, de acuerdo con información estadística confiable y con base en datos de estaciones hidrometeorológicas con protocolos de calidad acorde con los requerimientos del IDEAM. En caso de requerirse obras de mejoramiento en infraestructura asociada a los cuerpos de agua, se debe profundizar en los análisis necesarios para su dimensionamiento tomando en consideración los aspectos relacionados con la conectividad ecosistémica y la movilidad de la fauna en las rondas hídricas planteados en esta guía.

10.2.5. Calidad del agua

En caso de requerirse permisos de concesión o vertimientos deben realizarse muestreos de calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua acorde con los requerimientos de la autoridad ambiental.

10.2.6. Usos del agua

En caso de requerirse permisos de concesión o vertimientos deben identificarse los usos actuales y proyectados para cada cuerpo de agua.

10.2.7. Hidrogeología

Identificar los acuíferos de carácter regional, estableciendo tipo de acuífero, zonas de recarga y descarga. Se debe incluir el mapa hidrogeológico regional.

10.2.8. Geotecnia

Realizar una descripción y zonificación geotécnica cualitativa, incluyendo las condiciones existentes en el área del proyecto, con base en la información geológica, geomorfológica, pendientes, suelos, hidrogeológica, hidrológica, coberturas y de amenazas naturales. La zonificación debe presentarse en la cartografía correspondiente.

10.2.9. Meteorología

Se deben identificar y describir las condiciones meteorológicas medias y extremas mensuales multianuales para la zona del proyecto para un periodo de al menos 3 años. Los parámetros básicos deben tratar de incluir datos promedio, mínimo y máximo de registros diario, mensual y anual para temperatura, presión atmosférica, precipitación, humedad relativa, dirección y velocidad del viento, y radiación solar.

10.2.10. Calidad de aire y ruido

Con el fin de conocer el estado de la calidad del aire y ruido y los determinantes que la influyen, se deberá presentar el inventario de fuentes de emisión de contaminación atmosférica y niveles de emisión sonora (fuentes fijas, fuentes móviles y fuentes naturales) mediante información de autoridades competentes o entidades de reconocida idoneidad científica.

10.3. Medio biótico

A continuación, se presenta la información recomendada por componente para el medio biótico.

10.3.1. Flora

Se debe elaborar un plano de coberturas del suelo de acuerdo con la metodología Corine Land Cover (IDEAM, 2010) con base en cartografía oficial o foto interpretación de imágenes de sensores remotos. La información de composición de especies y la identificación de especies de importancia puede realizarse partiendo de una revisión de información secundaria.

En caso de requerirse permiso de aprovechamiento forestal debe realizarse un inventario con base en los requerimientos del Decreto 1791 de 1996 o aquel que lo sustituya o modifique, que debe incluir clasificación taxonómica de las especies, el volumen de madera y su estado de conservación, junto con los requerimientos para la obtención del permiso respectivo ante la autoridad ambiental. Si se identifican especies consideradas en veda nacional o regional debe realizarse un inventario de los mismos y generar un informe de solicitud de levantamiento de veda ante la autoridad correspondiente. No se pueden realizar el aprovechamiento de individuos sin contar con el permiso de aprovechamiento forestal y el levantamiento de veda.

10.3.2. Fauna

Se debe establecer con base en una revisión de información secundaria, las especies de fauna de probable presencia en el área y esta información debe ser relacionada con el tipo de coberturas vegetales identificadas. Se debe partir del empleo de la herramienta Tremarcos Colombia ⁹³ y establecer si existe información relacionada con atropellamiento de fauna en cercanías al área del proyecto.

10.3.3. Áreas de especial interés ambiental

Identificar si en la zona del proyecto existen áreas protegidas legalmente declaradas, ecosistemas estratégicos, instrumentos de ordenamiento o reglamentación especial, como humedales, paramos, reservas forestales, etc. En caso de reportarse deben incluirse en la cartografía del proyecto⁹⁴.

10.4. Medio socioeconómico

A continuación, se presenta la información recomendada por componente para el medio social.

10.4.1. Componente demográfico

Con base en información secundaria se deben establecer cuáles son los grupos poblacionales en la zona (indígenas, afrodescendientes, colonos y campesinos), cuál es

⁹³ La cual aporta información basada en reportes de especies según su condición de amenaza o vulnerabilidad, endemismo, e indica la presencia de especies migratorias y de la aplicación de la Red Colombiana de Seguimiento a la Fauna Atropellada (Recosfa).

⁹⁴ Para ello se debe acudir en primera instancia a la información de acceso libre disponible en el Sistema de Información Ambiental de Colombia (SIAC).

la dinámica poblacional y las tendencias demográficas. Se recomienda utilizar información como censos DANE, Sisben, fuentes oficiales municipales y SIAC, entre otros. Se debe establecer la presencia de resguardos, títulos colectivos, reservas campesinas, entre otras figuras con repercusión en los requerimientos legales necesarios para el desarrollo del proyecto, para lo cual, de manera preliminar se puede emplear el SIAC, sin perjuicio de la información que se requiera solicitar ante fuentes oficiales.

10.4.2. Aspectos político organizativos

Se debe presentar la información de las instituciones y organizaciones del área de influencia de los componentes del medio socioeconómico que contribuyan a la participación de la población. Identificando las instituciones públicas, privadas, cívicas y comunitarias presentes.

11. LINEAMIENTOS PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTOS

La identificación y evaluación de impactos ambientales se realiza a partir de la línea base, en donde se plasma el diagnóstico de los componentes de los medios abiótico, biótico y socioeconómico del área donde se desarrolla el proyecto y de la identificación de las actividades que se requieren para su ejecución. Los impactos ambientales potenciales identificados, representan la tendencia al cambio en los componentes ambientales por la incidencia del proyecto, a partir de los cuales se establece el área de influencia.

El análisis de impactos para proyectos de mantenimiento, rehabilitación y mejoramiento es la base para definir cuáles medidas de manejo deben implementarse para evitar, mitigar, corregir o mitigar los potenciales impactos directos, indirectos, sinérgicos y acumulativos. Los impactos identificados permiten establecer cómo debe adaptarse el Plan de Manejo Ambiental propuesto en la Guía de modo que responda de forma óptima a las necesidades propias de la gestión ambiental del proyecto. Los impactos pueden tener características que los hacen sujetos a una mayor atención, por ejemplo, el ser acumulativos al sumarse con otros impactos o sinérgicos cuando su interacción con otros impactos provoca efectos adicionales. Estas características deben ser identificadas en el análisis y tenidas en cuenta cuando se establezcan las medidas de manejo pertinentes.

11.1. Identificación de impactos

Para identificar los impactos del proyecto se deben relacionar las actividades a ejecutar y los componentes de los medios abiótico, biótico y social, también debe incluirse el efecto del uso de los recursos naturales por la ejecución del proyecto. Para efectos de facilitar este análisis a continuación se presentan las actividades típicas desarrolladas en proyectos de mantenimiento, rehabilitación y mejoramiento de vías terciarias.

11.1.1. Actividades propias del mantenimiento, rehabilitación y mejoramiento de vías terciarias

Se identifican tres tipos de actividades:

- Actividades previas: corresponden a las actividades a desarrollar antes de iniciar la construcción.
- Actividades constructivas. se refiere a la ejecución física de las obras y el desarrollo del plan de inversión.
- Actividades de cierre: corresponden a las actividades finales para la entrega de las áreas intervenidas por las actividades temporales del proyecto.

A continuación, se listan las actividades previas, constructivas y de cierre (Tabla 18, Tabla 19 y Tabla 20) junto con una breve descripción de cada una. Las actividades son basadas en las Especificaciones Generales de Construcción para Carreteras de Invias⁹⁵.

Tabla 18 Actividades previas

Actividad	Descripción
Instalación de infraestructura temporal	Instalación de la infraestructura destinada a campamentos, laboratorios, patio de equipos, sitios de instalación de plantas y en general espacios requeridos para el desarrollo de las obras.
Contratación de mano de obra	Vinculación de personal requerido para la ejecución de los trabajos.
Recepción del terreno y replanteo	Una vez recibido el terreno, el constructor replantea el trazado de la obra.
Diseños y estudios técnicos y ambientales	Esta actividad se refiere a la ejecución de estudios técnicos requeridos para la definición de los diseños para la intervención de la vía y la elaboración de los estudios ambientales necesarios para la obtención de los permisos correspondientes.

Tabla 19 Actividades constructivas

Actividad	Descripción
Desmonte y limpieza	Remoción de cobertura vegetal y descapote del terreno en el área donde se realizarán las obras del proyecto vial y las fajas laterales reservadas para la vía. Incluye la remoción de tocones, raíces, escombros y residuos, de modo que el terreno quede limpio y libre de toda vegetación y su superficie resulte apta para iniciar los demás trabajos.
Demolición y remoción	Demolición total o parcial de estructuras o edificaciones existentes en las zonas requeridas para el proyecto; y la remoción, cargue, transporte, descargue y disposición final de los materiales de la demolición en las áreas aprobadas.

⁹⁵ Adoptadas mediante la Resolución 1376 de 2014 del Ministerio de Transporte.

Actividad	Descripción
Excavación de la explanación, canales y áreas de préstamo	Excavación para las fundaciones de la carretera, incluyendo taludes, cunetas, canales y zonas de préstamo. Incluye transporte, disposición de excedentes de excavación.
Remoción de derrumbes	Remoción, manejo y disposición de los materiales provenientes del desplazamiento de taludes o del terreno natural, depositados sobre una vía existente, y que se convierten en obstáculo para la utilización normal de la vía o para la ejecución de las obras.
Terraplenes	Consiste en la escarificación, nivelación y compactación del terreno o del afirmado para la conformación de un terraplén, drenajes asociados y la colocación, el humedecimiento o secamiento y compactación de materiales.
Pedraplenes	Preparación de la superficie de apoyo del pedraplén y la colocación y compactación de materiales pétreos.
Mejoramiento de subrasante	Disgregación del material de la subrasante existente, el eventual retiro o parte de este material, la adición de materiales, la mezcla, humedecimiento o aireación, compactación y perfilado final.
Conformación de taludes	Se refiere a las operaciones necesarias para conseguir el acabado geométrico de los taludes de terraplenes, así como de los taludes de las excavaciones.
Afirmado	Suministro, transporte, colocación y compactación de los materiales de afirmado sobre la subrasante terminada o sobre un afirmado existente.
Conformación de la calzada existente	Escarificación, conformación, nivelación y compactación del afirmado existente, con o sin adición de material de afirmado o de la subbase granular, así como la conformación o reconstrucción de cunetas.
Concreto hidráulico para secciones de placa huella	Elaboración, transporte, colocación y vibrado de una mezcla de concreto hidráulico en forma de placas, con o sin refuerzo; el acabado, el curado, la colocación de piedra pegada y las demás actividades necesarias para la correcta construcción del pavimento de concreto

Actividad	Descripción
	hidráulico, de acuerdo con los alineamientos, cotas, secciones y espesores indicados en los planos del proyecto.
Prefabricados en concreto y concretos fundidos <i>In Situ</i>	Pilotes prefabricados de concreto: consiste en la fabricación, transporte e hincado de pilotes de concreto reforzado, necesarios para la cimentación de pilas o estribos de puentes y otras estructuras. Pilotes pre-excavados: consiste en la construcción de pilotes de concreto vaciados <i>in situ</i>, con o sin bases acampanadas, cuya ejecución se efectúa excavando previamente el terreno y rellenando la excavación con concreto fresco y las correspondientes armaduras con los diámetros, longitudes y profundidades indicados en los planos del proyecto. Bordillos en concreto: consiste en la construcción de bordillos de concreto con piezas prefabricadas o vaciadas <i>in situ</i>, en los sitios y con las dimensiones, alineamientos y cotas indicados en los planos. Barandas de concreto: consiste en la construcción de barandas de concreto reforzado, de acuerdo con las formas, dimensiones, refuerzos, y en los sitios señalados en los planos del proyecto. Postes de referencia: consiste en el suministro, transporte, manejo, almacenamiento, pintura e instalación de postes de referencia.
Concreto estructural	Consiste en el suministro de materiales, fabricación, transporte, colocación, vibrado, curado y acabado de los concretos de cemento hidráulico, utilizados para la construcción de puentes, estructuras de drenaje, muros de contención y estructuras en general.

Actividad	Descripción
Estructuras de acero	Acero de refuerzo: consiste en el suministro, transporte, almacenamiento, corte, doblamiento y colocación de barras de acero en estructuras de concreto. Acero de pre-esfuerzo: consiste en el suministro, colocación y tensionamiento de acero de pre-esfuerzo, de acuerdo con los detalles indicados en los planos y de todos los accesorios necesarios para los diferentes sistemas de pre-esfuerzo usados, incluyendo ductos, anclajes e inyecciones de lechada. Anclajes: consiste en la perforación de barrenos y la eventual colocación de conductos de protección para la perforación, en la introducción de barras o cables de acero con dimensiones adecuadas para resistir las exigencias de tensionamiento, en la inyección de la lechada o mortero de cemento y en el tensionamiento del elemento de anclaje, de acuerdo con los documentos del proyecto.
Recubrimiento y protección taludes	Protección vegetal de taludes: consiste en la protección de taludes de terraplenes, excavaciones y otras áreas del proyecto, en los sitios indicados en los planos, empleando materiales vegetales. El trabajo incluye la conservación de las áreas tratadas hasta el recibo definitivo de los trabajos. Se considera como opciones de protección el trasplante de césped, siembra, colocación de tierra y la hidrosiembra controlada. Productos enrollados para control de erosión: se refiere al uso e instalación de sistema para control de erosión que faciliten el establecimiento de la vegetación natural en taludes o laderas geotécnicamente estables, con el objetivo de controlar el proceso erosivo. Considera la instalación de productos enrollados para control de erosión (PECE). Recubrimiento de taludes con malla y mortero: consiste en la protección de taludes utilizando malla de alambres de acero y mortero de cemento hidráulico, de acuerdo con los planos del proyecto.

Actividad	Descripción
Obras geotécnicas	Muros de tierra estabilizada mecánicamente con paneles de concreto: consiste en la construcción de rellenos con material granular recubiertos con paneles de concreto, sostenidos con armaduras metálicas, en los sitios y con las dimensiones señalados en los planos del proyecto. Gaviones y colchogaviones de malla de alambre de acero entrelazado: consiste en el transporte, suministro, manejo, almacenamiento e instalación de canastas de mallas hexagonales de alambre de acero con revestimiento metálico, entrelazado en triple torsión, y el suministro, transporte y colocación de material de relleno dentro de las canastas. También incluye las canastas de alambre de acero con doble revestimiento, metálico y policloruro de vinilo (PVC). Las canastas de colchogaviones tienen un espesor que es varias veces menor que su largo y su ancho.
Obras hidráulicas (rellenos, tuberías, disipadores de energía y sedimentadores, cunetas, drenes y subdrenes).	Construcción o instalación de tuberías, disipadores de energía, sedimentadores, sub drenes, drenes, cunetas, lo cual implica el transporte, almacenamiento, manejo, colocación de elementos. En algunos casos, obstrucción, desvío o alteración de cauces de forma temporal o permanente.
Transporte de materiales escombros	Transporte de los materiales y residuos provenientes de la excavación de explanación, canales y préstamos, y transporte de los materiales provenientes de derrumbes.

Las actividades constructivas de las obras de mantenimiento, rehabilitación y mejoramiento de vías terciarias pueden incluir el uso sustancias bituminosas que generan residuos peligrosos.

Tabla 20 Actividades de cierre

Actividad	Descripción
Desmantelamiento y abandono instalaciones temporales	Actividades de desmantelamiento del campamento, talleres, centros de acopio y demás áreas temporales utilizadas durante el desarrollo del proyecto.
Recuperación áreas intervenidas	Adecuación paisajística de las áreas intervenidas, tales como: fuentes de materiales utilizadas, sitios de disposición de

	escombros, taludes, servidumbres, rondas hídricas, entre otros. Incluye la recuperación del material orgánico acopiado de las excavaciones del proyecto y la reforestación.
Limpieza final del sitio de los trabajos	A la terminación de cada obra, el constructor deberá retirar del sitio de trabajo todo el equipo de construcción, los materiales sobrantes, escombros y obras temporales de toda clase, dejando la totalidad de la obra y el sitio de los trabajos en un estado de limpieza satisfactorio.
Actividades sociales de cierre	Se debe realizar la reunión de finalización del proyecto. Hacer el desmantelamiento y entrega de los sitios utilizados a los propietarios. Procesar todas las manifestaciones ciudadanas presentadas hasta su cierre, levantar las actas de vecindad de cierre en el área de influencia. Cierre de los acuerdos pactados en las actas de compromiso realizadas. Informe final de los proyectos productivos realizados.
Cerramientos	Este trabajo consiste en el suministro de materiales y la construcción de cercas de alambre con postes de madera o de concreto. Esta actividad puede darse al inicio, durante la ejecución y/o abandono del proyecto, reportando oportunamente las evidencias de esta actividad.

11.1.2. Impactos ambientales ocasionados por la intervención de vías terciarias

Con base en las actividades descritas anteriormente, pertenecientes a los proyectos de mantenimiento, rehabilitación y mejoramiento, se establecen los impactos de probable ocurrencia sobre cada uno de los componentes ambientales para los medios abiótico, biótico y social (Tabla 21). El análisis de cada proyecto debe establecer cuáles son los impactos ambientales que genera su ejecución, para lo cual pueden adaptar a partir del listado presentado en la guía, identificar si se generarán impactos que no se enumeren en el listado y determinar el nivel de significancia de cada uno.

Tabla 21 Impactos ambientales ocasionados por el mantenimiento, rehabilitación o mejoramiento de vías terciarias

Medio	Componente	Impacto ambiental	Descripción
Abiótico	Hidrológico	Cambios en la calidad del agua superficial y sedimentos	Se refiere a las alteraciones en los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos del agua superficial y de los sedimentos

Medio	Componente	Impacto ambiental	Descripción
			de fondo de los cuerpos hídricos
		Alteración en la capacidad de transporte de agua	Se refiere a la acumulación de sedimentos en el cauce que impide que el agua fluya normalmente
		Alteración del cauce	Se refiere a los cambios que sufre la morfología del cauce debido a la extracción o aporte de materiales u otras actividades dentro de los cuerpos de agua
	Hidrogeológico	Alteración del nivel freático	Se refiere a las fluctuaciones que o pérdida del nivel de agua en el suelo
		Alteración capacidad de acuíferos	Este impacto se refiere a los cambios que puede sufrir el volumen de agua del acuífero
		Cambios en la calidad del agua del acuífero	Alteraciones en la calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua subterránea
		Alteración en zonas de recarga hídrica	Se refiere a los cambios en la capacidad de intercambio de los acuíferos
	Geológico/ Geomorfológico / Geotécnico	Alteración de la morfología	Se refiere a los cambios en la forma del terreno
		Activación o generación de procesos erosivos o de generación en masa	Se refiere a las inestabilidades en los terrenos, debido a deslizamientos, erosión, flujo hídrico, entre otros.
	Atmosférico	Cambios en la calidad del aire	Se refiere al aumento de las concentraciones de gases y el aporte de material particulado a la atmósfera

Medio	Componente	Impacto ambiental	Descripción
		Cambios en los niveles de ruido	Se refiere al aumento de los decibeles de acuerdo con el valor de referencia, línea base o norma
	Edafológico	Pérdida de suelo	Se refiere al área de suelo que se altera o elimina por las intervenciones del proyecto
		Alteración del uso actual	Cambios en el uso del suelo permitido en los POT, EOT o PBOT
	Paisaje	Alteración de los valores escénicos de una unidad de paisaje	Cambios en la visibilidad, calidad visual y el valor escénico del entorno
Biótico	Flora	Pérdida de cobertura vegetal	Se refiere a la reducción en área de coberturas naturales, seminaturales o agrícolas
		Cambios en la fragmentación y conectividad de ecosistemas	Cambios en el tamaño, proximidad y distribución de parches de vegetación que interrumpen procesos naturales y el flujo de especies de fauna
	Fauna	Afectación de la fauna	Hace referencia a los cambios en las poblaciones y hábitats de especies de fauna, así como a la pérdida de individuos por atropellamiento
	Hidrobiota	Alteración de comunidades hidrobiológicas	Hace referencia a los cambios en el hábitat y poblaciones de las comunidades de hidrobiota (peces, algas, invertebrados)
	Áreas de especial interés ambiental	Afectación de áreas de especial interés ambiental	Hace referencia a la posible pérdida de biodiversidad y servicios ecosistémicos que albergan las AEIA

Medio	Componente	Impacto ambiental	Descripción
Socioeconómico	Espacial	Posible afectación a la infraestructura aledaña	Se refiere a los daños indirectos que la obra pueda causar por el paso de vehículos pesados, vibraciones, entre otros
		Afectación a la conectividad y movilidad de la población	Debido a la necesidad de cierres temporales, se puede afectar temporalmente la movilidad tanto peatonal como vehicular
		Afectación al acceso a los predios	Debido a la necesidad de cierres temporales, se afecta temporalmente el acceso vehicular a predios
	Económico	Afectación a unidades sociales productivas	Hace referencia a la afectación a unidades sociales productivas (agropecuarias, pecuarias o de otros usos) debido las actividades del proyecto
		Generación temporal de empleo	Se considera un impacto positivo ya que se contrata mano de obra del área de influencia del proyecto
	Demográfico y espacial	Aumento en la demanda de bienes y servicios	Teniendo en cuenta que previo al inicio de las obras se instalan campamentos y baños, entre otra infraestructura temporal, y la llegada de personal foráneo; se pueden presentar aumento en la demanda de bienes y servicios tales como: alimentación, alojamiento, estacionamiento de vehículos, maquinaria y equipos, lavado de ropa, recreación, entre otros

Medio	Componente	Impacto ambiental	Descripción
	Arqueológico y cultural	Afectación del patrimonio arqueológico y cultural	Debido a que todo el territorio colombiano se considera zona potencial de riqueza arqueológica, se puede presentar afectación al patrimonio arqueológico durante la realización de excavaciones
	Demográfico, espacial, cultural	Generación de expectativas y posible potenciación de conflictos	La ejecución del proyecto genera expectativas con repercusiones en la dinámica de uso, manejo y apropiación del suelo entre otros aspectos que pueden fomentar la aparición de conflictos
		Afectación a unidades sociales vinculadas a los predios requeridos por el proyecto	Debido a las obras específicas del proyecto, se requiere de la intervención directa de predios, en donde se pueden encontrar unidades sociales o unidades productivas

11.2. Metodología para la evaluación de impactos

Una vez identificados los impactos ambientales se procederá a realizar la evaluación ambiental de los mismos, la cual debe corresponder a una descripción clara de sus características y efectos, lo que permite establecer cuál es el nivel de significancia de cada uno y por tanto como deben plantearse las medidas de manejo que permitan evitarlos, mitigarlos o corregirlos. En algunos casos pueden presentarse impactos que requieran medidas de manejo de tipo compensatorio.

11.2.1. Definición del Área de Influencia

El conocimiento preciso de los impactos que provoca el proyecto permite definir acertadamente cual es el Área de Influencia (AI) del proyecto. El AI del proyecto es la zona en la cual se pueden observar los efectos de los impactos ambientales significativos, y por tanto es también el área donde se deben implementar las medidas

de manejo del proyecto. Una vez definida el AI del proyecto debe generarse la cartografía correspondiente y evidenciar cuales son los criterios utilizados en su identificación.

11.2.2. Variables a evaluar

La descripción de los impactos debe incluir información sobre las características y alcances (en tiempo, área, cobertura) de modo que se pueda realizar una valoración (cualitativa o cuantitativa) que permita determinar la significancia de cada uno. Entre las variables a considerar para evaluar el impacto se proponen las siguientes:

Carácter: establece si el cambio provocado por el impacto es positivo, es decir que implica un mejoramiento de las condiciones previas; o negativo, que implican un empeoramiento de las mismas.

Cobertura: corresponde a la superficie o cantidad afectada por las acciones del proyecto.

Duración: persistencia del impacto a lo largo del tiempo.

Reversibilidad: son impactos reversibles si las condiciones originales del medio afectado pueden retornar a su estado inicial de forma natural o espontánea.

Periodicidad: depende de la recurrencia con que se manifieste el impacto ya sea continuo, puntual (una sola vez) o intermitente.

Posibilidad de Ocurrencia: establece que tan probable es que ocurra el impacto

Acumulación: efecto que resulta de la suma de los impactos ocurridos en el pasado o que están ocurriendo simultáneamente con el proyecto.

Sinergia: impactos de distintos orígenes que interactúan y provocan efectos mayores o diferentes a lo esperado.

Residual: impactos cuyos efectos persisten en el ambiente luego de aplicadas las medidas de prevención, mitigación, corrección, razón por la cual se deberán aplicar medidas de compensación complementarias.

Calificación del impacto: permite establecer la jerarquización de los impactos de los diferentes medios; puede determinar si cada impacto es muy significativo, significativo, moderadamente significativo o poco significativo.

12. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

A partir de la identificación de los impactos ambientales probables, en proyectos de mantenimiento, rehabilitación y mejoramiento de vías terciarias, se proponen los programas y proyectos que conforman el Plan de Manejo Ambiental. Estos incluyen una descripción detallada del conjunto de acciones, medidas y actividades, orientadas a evitar, mitigar o corregir impactos ambientales directos, indirectos, sinérgicos y acumulativos. Las medidas que se presentan para atender los impactos son generales, por lo que se deben adaptar de acuerdo con las condiciones y necesidades particulares de cada proyecto. En el Anexo 1 se muestra un formato modelo para los Planes de Manejo Ambiental.

12.1. Programa desarrollo y aplicación de la gestión ambiental

Está orientado a planificar las actividades de manejo ambiental necesarias para la ejecución de las obras y actividades en los proyectos desarrollados en vías terciarias, a través de la incorporación de los profesionales necesarios para la realización de las actividades propias del manejo ambiental del proyecto, la realización de capacitaciones, la interacción con la comunidad y la gestión y obtención de los permisos necesarios para el cumplimiento de requerimientos legales, entre otros aspectos.

Para el programa de desarrollo y aplicación de la gestión social se formulan los siguientes proyectos:

Proyecto 1. Conformación del grupo de gestión ambiental.

Proyecto 2. Capacitación y concienciación para el personal de obra.

Proyecto 3. Cumplimiento de requerimientos legales.

12.1.1. Proyecto 1. Conformación de grupo de gestión ambiental

Objetivo
Conformar el grupo de gestión ambiental, incluyendo el personal necesario para garantizar el cumplimiento y desarrollo eficaz de las acciones propuestas en los programas del Plan de Manejo Ambiental para las actividades de mantenimiento, rehabilitación o mejoramiento de vías terciarias.
Acciones a ejecutar

Garantizar el personal mínimo para la implementación de los proyectos de manejo ambiental que aplican para su obra y realizar las siguientes actividades:

- Verificar la inclusión y dedicación de los profesionales ambientales y sociales necesarios para el desarrollo de la gestión ambiental del proyecto.
- Elaborar el Plan de Adaptación de la Guía Ambiental con base en la selección de los programas de manejo ambiental que se requieran de acuerdo con las características de sensibilidad ambiental del área de influencia y los alcances constructivos del proyecto.
- Garantizar que la gestión ambiental cumpla con los requerimientos legales y contractuales establecidos.
- Verificar la disponibilidad del presupuesto necesario para la ejecución del Plan de Manejo Ambiental, de acuerdo las actividades que lo conforman.
- Tramitar y obtener los permisos y autorizaciones necesarios en forma previa al desarrollo de las actividades que lo requieran, ante las autoridades competentes o las comunidades.
- Responder de manera oportuna a los requerimientos formulados por las autoridades ambientales y las comunidades, conservando la trazabilidad documental del seguimiento a la atención de cada uno de ellos.
- Actualizar el Plan de Manejo Ambiental de acuerdo con la gestión de permisos ambientales y las necesidades que se presenten durante el desarrollo de las obras.
- Garantizar el cumplimiento de cada uno de los programas de manejo ambiental propuesto.
- Brindar capacitación e inducción ambiental a todos los trabajadores.
- Responder peticiones, quejas o reclamos de las comunidades en los términos establecidos por la ley.
- Garantizar la señalización y delimitación permanente en los frentes de obra.
- Presentar los informes de avance, en caso de ser establecidos contractualmente y realizar las actividades que corresponda, de acuerdo con el contrato, los pliegos de condiciones y las especificaciones técnicas.

12.1.2. Proyecto 2. Capacitación y concienciación

Objetivo
Capacitar al personal de la obra y a las comunidades en aspectos jurídicos, técnicos, ambientales y sociales del manejo ambiental del proyecto.
Acciones a ejecutar

Capacitar a los trabajadores vinculados al proyecto con el fin de que se sensibilicen y profundicen su conocimiento en temas ambientales específicos relacionados con las actividades que desarrolla el proyecto, sus impactos en los distintos medios y las medidas consideradas en los programas del PMA, con el fin de mejorar la interacción con el entorno ambiental y social, haciendo énfasis en temáticas críticas por su sensibilidad, como es el caso del manejo de fauna.

Se debe establecer el cronograma de capacitación, que incluya las temáticas, insumos y recursos didácticos y destinatarios de la capacitación. Las jornadas deberán realizarse en espacios adecuados, dotados de los recursos didácticos necesarios.

A continuación, se presenta un listado de temáticas a considerar en el proceso de capacitación agrupadas por tipología, de acuerdo con la sensibilidad del área de influencia del proyecto y el alcance de las actividades de mantenimiento, rehabilitación o mejoramiento.

Tipo	Temática	Dirigido a	Responsable
Actividades constructivas	- Tipo de intervención y presupuesto de obra. - Aspectos relevantes del ordenamiento territorial - Manejo de materiales. - Manejo integral de residuos líquidos, residuos de construcción y demolición y residuos sólidos. - Manejo de señalización y manejo de tráfico.	Todo el personal del proyecto y personas interesadas de la comunidad	Director de obra del proyecto. Profesional ambiental del proyecto.
Ambiental	- Figuras del ordenamiento territorial ambiental presentes en el área de influencia y niveles de restricción. - Normas ambientales, sanciones por el incumplimiento y delitos ambientales.	Todo el personal del proyecto y personas interesadas de la comunidad	Profesional ambiental del proyecto

	▪ Cambio climático. ▪ Protección de flora y fauna. ▪ Protección de ecosistemas acuáticos. ▪ Protección de AEIA y ecosistemas sensibles. ▪ Manejo de fauna. ▪ Atropellamiento de fauna. ▪ Biodiversidad y servicios ecosistémicos.		
Social	▪ Aspectos relevantes de dinámica social y cultural local para el relacionamiento con la comunidad. ▪ Manejo para los hallazgos arqueológicos. ▪ Educación para la convivencia y gestión de conflictos. ▪ Educación sexual y humana.	Todo el personal y personas interesadas de la comunidad	Profesional social del proyecto

En este programa se resalta la importancia de las acciones que se desarrollen para incrementar el conocimiento, la sensibilización y la formación de personas relacionadas, directa o indirectamente, con el proyecto respecto al tema de cambio climático en busca de cambiar los patrones de relacionamiento con la naturaleza que lo causan y las opciones de solución.

12.1.3. Proyecto 3. Cumplimiento de requerimientos legales

Objetivos

- Garantizar que el proyecto satisfaga los requerimientos del ordenamiento territorial ambiental y la obtención de licencias, permisos o autorizaciones ambientales para el desarrollo de las actividades de intervención de la vía terciaria.
- Satisfacer los requerimientos normativos necesarios para la gestión social del proyecto y garantizar la participación de las comunidades, el ejercicio de control social y la atención a las solicitudes de información.

Acciones a ejecutar

Obtener todos los permisos y autorizaciones de uso y aprovechamiento de los recursos naturales en forma previa a la realización de las actividades que los requieran.

Verificar que el proyecto cumpla con todos los requerimientos legales, para lo cual, durante las actividades previas a la construcción, debe realizar la gestión para obtener los permisos, concesiones, licencias o autorizaciones que se requiera para la ejecución de las mismas.

Para la obtención de los permisos el contratista es responsable de aportar la información técnica y contractual necesaria al especialista ambiental, y realizar la solicitud en los formatos únicos nacionales ante la autoridad ambiental competente. Esta información debe ser diligenciada de manera adecuada para evitar reprocesos en los trámites ambientales.

Se deben verificar y cumplir los requerimientos establecidos en los actos administrativos mediante los cuales se otorgan los permisos y realizar el registro documental respectivo.

El proyecto puede adquirir los materiales de construcción (agregados pétreos, concreto, agua, entre otros) de terceros, que cuenten con los permisos, licencias y autorizaciones respectivas; al igual que disponer los residuos de construcción y demolición (RCD), en sitios autorizados, en ese caso, el especialista ambiental debe verificar que los proveedores cuenten con los correspondientes permisos y autorizaciones ambientales vigentes, de conformidad con la normatividad y mantener un archivo con copia de los permisos correspondientes.

Los permisos de uso de recursos naturales comúnmente requeridos en proyectos de mantenimiento, rehabilitación y mejoramiento de vías terciarias se listan a continuación:

Recurso natural	Tipo de permiso	Entidad que lo otorga
Agua	Permiso ocupación de cauce (temporal o permanente)	Autoridades Ambientales Regionales
	Permiso concesión de agua (superficial y/o subterránea)	
	Permiso vertimientos (en cuerpo de agua)	
Flora, Fauna y AEIA	Permiso de aprovechamiento forestal	Autoridades Ambientales Regionales
	Levantamiento de veda	Minambiente Autoridades Ambientales Regionales
	Permiso de recolección de especies silvestres de la biodiversidad para estudios ambientales	ANLA Autoridades Ambientales Regionales
	Sustracción de reserva forestal	Minambiente Autoridades Ambientales Regionales
	Salvoconducto de movilización	Autoridades Ambientales Regionales
Aire	Trabajos nocturnos en zonas urbanas	Alcaldía
Suelo	Título minero y licencia ambiental para explotación de materiales.	Ingeominas ANLA Autoridades Ambientales Regionales
	Autorización de sitios de disposición de materiales sobrantes.	Planeación Municipal y Autoridades Ambientales Regionales

	Permiso para ubicación temporal de campamentos	Propietario del predio Alcaldía
	Permiso cierres temporales de vías.	Invias Alcaldías

12.2. Programa de actividades constructivas

Este programa contempla seis proyectos que establecen las medidas de manejo necesarias para evitar, mitigar o corregir los impactos ambientales potenciales asociados a la ejecución de las obras, incluyendo las acciones para el manejo ambiental de los materiales de construcción, las áreas de inestabilidad y de los residuos sólidos.

El programa de actividades constructivas incluye los siguientes proyectos:

Proyecto 1. Manejo integral de materiales de construcción.

Proyecto 2. Manejo de áreas inestables.

Proyecto 3. Señalización en frentes de obra y áreas temporales.

Proyecto 4. Manejo integral de residuos de construcción y demolición - RCD y lodos.

Proyecto 5. Manejo integral de residuos sólidos.

12.2.1. Proyecto 1. Manejo integral de materiales de construcción

Objetivo
Evitar, mitigar y corregir los potenciales impactos ambientales que genera el manejo de los materiales de construcción.
Acciones a ejecutar
Aplicar medidas de manejo ambiental para el manejo de materiales pétreos, arenas, gravas y demás materiales de construcción provenientes de proveedores, o fuentes de materiales de cantera o arrastre (extraídos de corrientes de agua, vegas de inundación y terrenos aluviales).
Se debe incluir la descripción detallada de los tipos materiales y volúmenes a utilizar en las actividades del proyecto, incluyendo los sitios para la disposición de los mismos con su localización georreferenciada.

La adquisición de materiales pétreos para la construcción debe realizarse por medio de la compra a proveedores que certifiquen la extracción de los materiales de fuentes con título minero y licencia ambiental vigentes. En caso de que el proyecto determine realizar la explotación de fuentes de materiales debe realizar el trámite de dichos permisos y cumplir con los requerimientos que la licencia ambiental imponga.

Las medidas deben cumplir las Especificaciones Generales de Construcción para Carreteras del Invia, adoptadas mediante Resolución 1376 del 26 de mayo de 2014 por el Ministerio de Transporte o aquellas que las modifiquen o sustituyan.

Manejo de materiales pétreos:

- El almacenamiento temporal debe realizarse exclusivamente en los sitios seleccionados y señalizados para tal fin, confinarse y cubrirse con polietileno o con otro material impermeable, con el objeto de prevenir la pérdida de material, la emisión de material particulado a la atmósfera o el arrastre de sedimentos a los cuerpos de agua. En el almacenamiento temporal en los frentes de obra se podrá ubicar sólo el volumen de material aislado, demarcado, cubierto y señalizado requerido como máximo para dos jornadas de trabajo.
- Recoger y conducir aguas lluvias a través de canales perimetrales o cunetas, realizar la instalación de barreras que impidan el arrastre de materiales de construcción y sobrantes por escorrentía. Aislar las obras con una malla que cubra la totalidad del frente de trabajo durante toda la ejecución.
- Los materiales o residuos de construcción no utilizados en las obras deben ser retirados del frente de obra. La disposición final de residuos generados en las actividades de construcción y demolición (RCD) se hará con base en lo recomendado en el Proyecto 4. Manejo Integral de Residuos de Construcción y Demolición.

Manejo de material de concreto:

- El acopio de cemento requerido para placas huellas u obras hidráulicas debe ser realizado únicamente en los sitios determinados en la planeación del proyecto, debidamente confinados, aislados del suelo y la humedad en pilas que no deben superar los cuatro metros de altura.
- Se prohíbe realizar la mezcla directamente de concreto sobre el suelo, en caso de que se realice en los frentes de obra, deberá hacerse sobre una plataforma metálica o sobre un geotextil que garantice el aislamiento de la

zona. En todo caso, esta actividad no podrá realizarse en rondas hídricas o en cercanías de áreas con cuerpos de agua o escorrentía superficial o sobre vegetación natural. En caso de derrame de mezcla se deberá limpiar la zona en forma inmediata, recogiendo y depositando el residuo en el lugar de acopio.

- Se recomienda el empleo de concreto autocompactante y transportarlo en volúmenes reducidos para evitar los problemas ocasionados por su retención de fluidez. Así mismo, se debe verificar el adecuado funcionamiento del equipo de mezclado, con el fin de evitar fallas, derrames o salpicaduras. Por ningún motivo se permite el vertimiento de concreto desde alturas superiores a 1,50 m.
- Se debe garantizar la impermeabilidad de las formaleas usadas para el confinamiento de la mezcla con el fin de minimizar el riesgo de contaminación de suelos y aguas.
- Se prohíbe el lavado de mezcladoras y maquinaria en frentes de obra o cuerpos de agua.
- Debe evitarse la realización de obras de cimentación dentro del agua durante la construcción o intervención de obras hidráulicas, así mismo el concreto a emplear debe ser de tipo tremie o mediante otro método similar en una operación continua que minimice la posibilidad de vertimientos en el suelo o cuerpos de agua.

Manejo de otros materiales:

- Para los materiales prefabricados, como la tubería, varillas y material de hierro se dispondrá un almacén acondicionado para tal fin, o se demarcará un área exclusiva para su almacenamiento. Los materiales no formar pilas de más de 1,5 m y se deberá señalizar el perímetro de acopio.

12.2.2. Proyecto 2. Manejo de áreas inestables

Objetivo

Realizar medidas de manejo para el manejo de las actividades de mantenimiento, rehabilitación y mejoramiento de vías de tercer orden en áreas inestables con el fin de minimizar la configuración de escenarios de riesgo que afecten a la comunidad, el ambiente, y a las actividades constructivas.

Acciones a ejecutar

En áreas con susceptibilidad a fenómenos de sismicidad o de remoción en masa, o donde se identifique la presencia de fallas geológicas, o donde el tipo de sustrato (suelo) pueda representar problemas de estabilidad para la infraestructura de la vía (determinado por el análisis de CBR que mide la resistencia al esfuerzo portante del suelo), se deben tomar medidas preventivas. En zonas donde el suelo presenta alto grado de contenido orgánico, suelos blandos o suelos expansivos, se deben implementar tratamientos especiales como excavar o elevar la rasante con un material adecuado asegurando ensayos como el de relación humedad - densidad, límites de Atterberg, análisis granulométrico de suelos por tamizado y relación de soporte del suelo en el terreno. Adicionalmente se recomienda el uso de geotextiles o modificaciones de diseño en relación con el material donde se va a construir la vía de tercer orden.

Por lo general estas características se presentan en las vías diseñadas para zonas con altas pendientes (usualmente superior al 20%) por lo que se recomiendan obras de contención en los taludes para asegurar la estabilidad de los mismos y del terraplén. Realizar obras puntuales y lineales como muros de contención, muros de tierra estabilizada, terrazas de taludes, pedraplenes, entre otras.

En función de reducir el impacto paisajístico se debe realizar el recubrimiento de las superficies de corte o terraplenes con vegetación que adicionalmente tenga propiedades que favorezcan la estabilidad de las superficies expuestas y de ser necesario realizar obras de mejoramiento consistentes en realizar modificaciones al trazado o la construcción de viaductos (sin perjuicio de que se trate de una vía terciaria) para evitar áreas de cortes en taludes pronunciados o inestables.

Todas las obras de estabilidad deberán cumplir con las Especificaciones Generales de Construcción para Carreteras del Invia, adoptadas mediante Resolución 1376 de 2014 por el Ministerio de Transporte.

12.2.3. Proyecto 3. Señalización en frentes de obras y áreas temporales

Objetivo

Evitar la generación de impactos ambientales a través del empleo de señalización informativa, preventiva.

Acciones a ejecutar

Instalar señales preventivas e informativas en los frentes de obra y áreas de intervención que lo requieran con el fin de evitar la afectación de componentes del medio social y biótico por el acceso a áreas expuestas, excavaciones, o áreas de especial interés ambiental (AEIA).

La señalización es una herramienta informativa que permite evitar la accidentalidad, el mal manejo de materiales y residuos, y el uso de áreas inadecuadas, entre otras actividades potencialmente perjudiciales para el ambiente, la comunidad, las obras y el personal. Para una correcta implementación de la señalización se recomienda aplicar las especificaciones del Manual de Señalización Vial Mintransporte (2015).

Se debe establecer un Plan de Manejo de Tránsito (PMT) que permita mitigar el impacto a la movilidad provocado por las obras del proyecto y permita unas mejores condiciones de seguridad a los trabajadores en el desarrollo de sus actividades en la vía.

Se deben identificar y señalar todas las zonas de obras, las áreas que lo requieran deberán estar convenientemente aisladas utilizando cinta de demarcación o polisombra.

Se deberán diseñar y señalizar los pasos peatonales y los corredores viales disponibles para el tránsito de la vía.

Así mismo, se deberá implementar señalización en las áreas destinadas al ahuyentamiento y direccionamiento de la fauna o áreas de sensibilidad ambiental a las cuales se requiera restringir el acceso del personal de la obra.

Los elementos de señalización deben ser visibles en cualquier hora del día y situación climática, y deben ubicarse estratégicamente para ser fácilmente observados. Para la señalización nocturna podrán usarse sistemas de retrorreflexión o dispositivos luminosos, se prohíbe el uso de fogatas o la quema de cualquier tipo de combustible para iluminación. Todas las señales deben ser objeto de mantenimiento y limpieza permanentes para garantizar su funcionalidad.

Las zonas de mayor riesgo como excavaciones y desniveles, deberán contar con adecuada señalización preventiva y mantenerse debidamente aisladas. Las áreas con excavaciones deben aislarse con el fin de evitar que la fauna quede atrapada en pozos y zanjas.

12.2.4. Proyecto 4. Manejo Integral de residuos de construcción y demolición - RCD y lodos

Objetivo
▪ Evitar, minimizar y controlar los impactos ambientales provocados por la generación de Residuos de Construcción y Demolición (RCD).
Acciones a ejecutar
Realizar acciones tendientes al manejo integral de los residuos de construcción y demolición (RCD). Los RCD, son los residuos provenientes de las actividades de excavación, construcción, demolición, reparaciones o mejoras locativas de obras civiles o de otras actividades conexas, los cuales pueden ser o no susceptibles de aprovechamiento dependiendo de su estado y características de peligrosidad. El manejo integral de los RCD considera cinco fases: ▪ Prevención y reducción. ▪ Recolección y transporte. ▪ Almacenamiento. ▪ Aprovechamiento. ▪ Disposición final. Prevención y reducción de RCD: Para la prevención y reducción de RCD es necesario seguir los diseños de la obra, realizar el inventario de la infraestructura requerida para demolición, demarcar las zonas de obras y minimizar y racionalizar el uso de materiales de construcción. Recolección y transporte de RCD: Para la recolección y transporte de RCD se debe cumplir con las normas de regulación de tránsito y transporte, así como las relacionadas con el control de las emisiones atmosféricas. Se debe cubrir la carga para evitar la dispersión de material particulado. El transporte se debe realizar utilizando vehículos con las características apropiadas para que en el proceso no se tengan pérdidas de material. Los sistemas de almacenamiento y el vehículo en general deben encontrarse en buen estado. Los

sistemas de almacenamiento deben estar aislados para evitar filtraciones en caso de material húmedo y cubiertos para evitar el arrastre del viento de acuerdo con la normativa vigente. No se debe exceder la capacidad establecida para cada vehículo de acuerdo con las condiciones del terreno y tipo de material.

Almacenamiento temporal de RCD:

El almacenamiento de RCD deberá realizarse de forma temporal en zonas que adecuadas para tal fin. Dentro de las características de la zona seleccionada debe tenerse en cuenta: zonas alejadas de cuerpos de agua y sus rondas, zonas alejadas de áreas declaradas de protección ambiental o catalogadas como de alta sensibilidad y de sitios inestables.

Las áreas destinadas al almacenamiento temporal de RCD deben encontrarse debidamente señalizadas y delimitadas. Se debe planificar el manejo de aguas de escorrentía para evitar descargas de sólidos a cuerpos de agua. De acuerdo con el tipo de material se debe controlar el arrastre de partículas por acción del viento. Todo el material no utilizado en las actividades de la obra debe ser removido y dispuesto adecuadamente para permitir las actividades de recuperación de instalaciones temporales.

Manejo de material producto de remoción en masa:

En el caso de presentarse un evento de remoción en masa que afecte la movilidad en la vía o el desarrollo de las obras, deben aplicarse acciones inmediatas para prevenir derrumbes adicionales y liberar las zonas de la vía o de obras del material desplazado. De manera temporal el material puede disponerse en forma paralela a la vía observando las medidas de seguridad para evitar nuevas emergencias por la disposición temporal en estas zonas. Se debe identificar a la mayor brevedad un sitio adecuado para la disposición permanente de dichos materiales.

Manejo de lodos:

Durante la ejecución de los proyectos se pueden generar lodos por la limpieza y mantenimiento de las obras hidráulicas, sistemas de tratamiento de aguas, o por la generación de residuos de la instalación de los pilotes, flujos de lodos y otras actividades donde el agua satura los materiales en exceso. La disposición adecuada de lodos requiere la adecuación de áreas con diques de control, sistemas de drenaje, control de vertimientos, obras de estabilización y la protección de los cuerpos de agua.

Aprovechamiento y disposición final de RCD:

Para el aprovechamiento o disposición final, los RCD serán entregados a gestores autorizados que cuenten con plantas de aprovechamiento de este tipo de residuos y áreas autorizadas para la disposición final.

Conforme la Resolución 472 del 2017 los municipios y distritos deberán seleccionar los sitios específicos para la disposición final de los RCD, los cuales pueden ser de carácter regional o local, por lo que se deberá consultar la disponibilidad de áreas autorizadas cercanas al proyecto.

En caso de que el proyecto contemple obtener el permiso para disposición de RCD se debe tener en cuenta evaluar el volumen requerido, la ubicación exacta del sitio, realizar su caracterización (geología, morfología, hidrología, hidrogeología, geotecnia, vegetación, cuerpos de agua, comunidades) y satisfacer los demás requerimientos necesarios para la solicitud ante la autoridad competente y realizar el diseño del área. La adecuación del sitio puede requerir tala y descapote, manejo de drenajes, obras de estabilidad y contención. Se deben desarrollar los diseños teniendo en cuenta el tipo de material, volumen, método de depositación, manejo de escorrentía, estabilidad, reconformación y protección del suelo con cobertura vegetal. Durante el llenado y posteriormente se deberá hacer seguimiento y control de la estabilidad, manejo de aguas y topografía entre otros.

12.2.5. Proyecto 5. Manejo integral de residuos sólidos

Objetivo

Evitar, mitigar y corregir los impactos ambientales ocasionados por la generación de residuos sólidos.

Acciones a ejecutar

Implementar los procedimientos para la adecuada disposición de los residuos sólidos generados en todas las actividades y áreas de intervención del proyecto. Para una correcta implementación se requiere la identificación del tipo de residuos sólidos a generar, la fuente de generación y los volúmenes esperados.

A continuación, se presenta la clasificación de residuos sólidos de acuerdo con el tipo de manejo y almacenamiento:

Residuo peligroso. Presenta características infecciosas, tóxicas, explosivas, corrosivas, inflamables, volátiles, combustibles, radiactivas o reactivas puedan causar riesgo a la salud humana o deteriorar la calidad ambiental. Se consideran también como residuos peligrosos aquellos que se transforman por procesos naturales en residuos peligrosos, incluyendo los envases, empaques y envolturas que hayan estado en contacto con ellos.

Residuo sólido no aprovechable. Material o sustancia sólida o semisólida, proveniente de actividades industriales, o de cualquier tipo, que no puede ser objeto de reutilización o reincorporación en un proceso productivo, y que por tanto requieren tratamiento y disposición final.

Residuo sólido aprovechable. Material, objeto, sustancia o elemento sólido susceptible de reincorporación a un proceso productivo.

Los procedimientos para la gestión de los residuos sólidos se enuncian a continuación:

Separación en la fuente:

Identificar el origen de los residuos sólidos e implementar estrategias para clasificarlos de acuerdo con las categorías establecidas en el sitio de generación.

Almacenamiento temporal:

Establecer el sitio de almacenamiento temporal para cada tipo de residuo de acuerdo a sus características, de acuerdo con lo establecido en la normativa vigente.

Disposición final:

Los materiales aprovechables, no reusables dentro del proyecto, serán entregados a personas o entidades dedicadas a actividades de reciclaje. Pueden incluirse residuos orgánicos para sistemas de compostaje.

Los materiales no aprovechables deben ser entregados a una empresa prestadora del servicio para su adecuada disposición en un relleno sanitario.

Los residuos peligrosos deben ser entregados a una empresa prestadora del servicio que cuente con la respectiva licencia ambiental para su adecuada eliminación o tratamiento.

12.3. Programa de gestión del recurso hídrico

Este programa se compone de dos proyectos relacionados con el manejo del recurso hídrico tanto en aspectos relacionados con su aprovechamiento como en el cuidado de la calidad del agua y el manejo de los vertimientos. El programa contempla los siguientes proyectos:

Proyecto 1 Manejo de aguas superficiales y cuerpos de agua.

Proyecto 2. Manejo de residuos líquidos domésticos e industriales.

12.3.1. Proyecto 1. Manejo de aguas superficiales y cuerpos de agua

Objetivo
Evitar, mitigar y corregir los impactos ambientales potenciales que se producen sobre el recurso hídrico y los cuerpos de agua.
Acciones a ejecutar
Obtener en forma previa a las actividades que lo requieran los permisos de ocupación de cauces, concesión de aguas superficiales y demás permisos ambientales relacionados con la intervención de recursos naturales en las rondas hídricas.
Realizar la planeación y ejecución de actividades relacionadas con la captación y ocupación de cauces de acuerdo con lo establecido en los actos administrativos que autorizan las actividades que los requirieron. En caso de utilizar agua suministrada por terceros, esta deberá ser comprada a proveedores los permisos vigentes, teniendo en cuenta que se debe diferenciar la autorización de uso industrial con la de uso doméstico y se deberá sustentar el volumen, el tipo de agua y su uso en el proyecto.
Realizar acciones tendientes a evitar la afectación de cuerpos de agua y sus rondas hídricas incluyendo su área de protección o conservación aferente. Las medidas de manejo incluyen la incorporación de consideraciones de diseño en la construcción e intervención de las obras de drenaje para evitar el aporte de sedimentos a los cuerpos de agua, el dimensionamiento adecuado de las estructuras de drenaje con el fin de

evitar la colmatación de las estructuras y la afectación de la estructura de la vía por la ocurrencia de eventos de flujos turbulentos y aguas máximas.

Las obras de drenaje del proyecto deben permitir el paso de la fauna en los drenajes y rondas hídricas, o de lo contrario se deberán tomar las acciones necesarias para restablecer el flujo natural.

Captación:

La obtención de agua de fuentes naturales como quebradas, ríos, caños o lagos requiere previamente el otorgamiento de permiso de concesión de aguas; para esto se deberá, entre otros aspectos: identificar la fuente hídrica, cuantificar el volumen de agua requerido, diseñar el sistema de captación, derivación, conducción, distribución y drenaje, determinar el uso actual del recurso entre otros requerimientos. Los procedimientos de captación autorizados en la concesión deberán ser estrictamente cumplidos, así como el registro de los caudales captados. El uso del agua en el proyecto debe ser gestionado con la elaboración y aplicación de un programa para el uso eficiente y ahorro del agua (PUEAA) cuyo contenido mínimo será el establecido en la Resolución 1257 del 10 de julio de 2018 o aquella que la modifique.

Obras en cuerpos de agua:

Toda obra o actividad dentro de la ronda hídrica de un cuerpo de agua requiere previamente el otorgamiento de un permiso de ocupación de cauce.

En zonas inundables se recomienda evitar la construcción de terraplenes, así mismo se debe evitar la construcción de bateas que afectan el cauce de cuerpos de agua y generan represamientos peligrosos para la estabilidad de las obras y de encontrarse bateas a lo largo del corredor objeto de intervención estas obras deben ser retiradas y se debe recuperar la estructura natural de los drenajes, adecuando puentes para evitar la afectación del cauce. Bajo ninguna circunstancia se deberá permitir la existencia de cruces a nivel de vehículos sobre la superficie de cuerpos hídricos de cualquier clase y para evitarlo se construirán obras de drenaje.

Este tipo de zonas tendrán una afectación en la estabilidad de las capas que conforman la vía por lo que se recomiendan alternativas de obras como puentes, pedraplenes o viaductos que aseguren la conectividad ecosistémica en los drenajes. Con base en información disponible, realizar el análisis de frecuencia para caudales máximos, justificándolos técnicamente mediante el uso de metodologías de valores extremos. Asimismo, realizar el análisis para caudales medios. Presentar la ubicación georreferenciada de los tramos donde se implementarán las obras. Para ocupación de

cauces y lechos que cubran todo el cauce se debe establecer la sección topobatómetrica o secciones representativas, aguas arriba y aguas abajo de dicha ocupación, incluyendo la llanura inundable; para ocupaciones de menor envergadura es necesario establecer el ancho del cauce a intervenir y la profundidad promedio. Para el caso de cuerpos lénticos se debe levantar la batimetría correspondiente, obteniendo además las curvas de nivel y área superficial. En el caso en que una obra intervenga directamente el cauce, realizar el respectivo estudio de dinámica fluvial que contenga estudios hidráulicos, hidrológicos, sedimentológicos, geológicos y geomorfológicos, asociados al tramo de obra a diseñar, incluyendo niveles y áreas de inundación para diferentes escenarios hidrológicos. En caso de existir obras de protección permanentes asociadas a la infraestructura proyectada, presentar el análisis de dinámica fluvial anteriormente mencionado. Se debe establecer una caracterización básica de las condiciones de calidad fisicoquímica, bacteriológica y biológica del cuerpo de agua.

En caso de requerirse la intervención de coberturas naturales y el aprovechamiento forestal debe solicitarse el permiso correspondiente. Las obras deben contar con sistemas de aislamiento que eviten o minimicen el aporte de sólidos y otras sustancias, incluyendo todo tipo de residuos sólidos y líquidos. No se debe captar agua sino en los puntos concesionados, tampoco se deben realizar actividades de lavado de equipos o maquinaria en rondas y cauces hídricos. La estructura y dimensión de las obras de drenaje deberá conservar la movilidad natural de las especies terrestres conservando pasos secos permanentes (incluso durante periodos de aguas máximas) para especies acuáticas de fauna, evitando la generación de barreras a su desplazamiento.

12.3.2. Proyecto 2. Manejo de residuos líquidos, domésticos e industriales

Objetivo
Implementar las medidas de manejo ambiental necesarias para evitar, mitigar y corregir los impactos potenciales que se ocasionen por la generación de residuos líquidos, domésticos e industriales.
Acciones a ejecutar
Obtener el permiso de vertimientos en forma previa a la disposición de aguas residuales en cuerpos de agua, para lo cual se debe presentar el Formato Único Nacional de Permiso de Vertimientos establecido mediante la Resolución 2202 de 2006, y la información que dicta la sección 5 del capítulo 3 del Decreto 1076 de 2015; en el trámite se debe dar cumplimiento a la regulación expedida por el Minambiente (Ley 373 de 1997, Resolución 631 del 2015, Resolución 1207 de 2014).

En caso de vertimientos al suelo se debe obtener un permiso de vertimiento al suelo, para lo cual se deben tener en cuenta las obligaciones establecidas en el Decreto 1076 de 2015, modificado por el Decreto 50 de 2018.

Se debe propender por minimizar la afectación al componente hidrogeológico a causa de la descarga de aguas residuales al suelo.

Agua residual doméstica - ARD: Procede de los hogares, así como de las instalaciones en las cuales se desarrollan actividades industriales, comerciales o de servicios y que correspondan a:

- Descargas de los retretes y servicios sanitarios.
- Descargas de los sistemas de aseo personal (duchas y lavamanos), de las áreas de cocinas y cocinetas, de las pocetas de lavado de elementos de aseo y lavado de paredes y pisos y del lavado de ropa (no se incluyen las de los servicios de lavandería industrial).

Los campamentos que no tengan acceso al sistema de alcantarillado deberán instalar un sistema de tratamiento que asegure la descarga de agua residual con valores que cumplan con las normas de vertimientos líquidos exigidos por la normatividad ambiental vigente. El sistema de tratamiento de aguas podrá incluir los siguientes componentes:

Trampa de grasas: para lavaderos y cocinas, requiere mantenimiento periódico y disposición de residuos sólidos.

Tanque séptico: para las aguas servidas de los sistemas sanitarios, lavaderos y pocetas, requiere monitoreo periódico y en algunos casos disposición de residuos sólidos.

Los valores límite máximos permitidos para vertimiento de agua residual doméstica a un cuerpo de agua superficial podrán ser consultados en la Resolución No. 631 de 2015, capítulo V, artículo 8.

Agua residual no doméstica (ARnD): procede de las actividades industriales, comerciales o de servicios distintas a las que constituyen ARD. Para el caso de construcción de vías de tercer orden o de obras de mantenimiento, rehabilitación y mejoramiento de vías, este tipo de aguas se generan principalmente en las zonas de talleres y plantas procesadoras de materiales.

Se debe implementar un sistema adecuado para las aguas residuales no domésticas y aguas lluvias de sectores industriales o talleres. Se debe evitar el vertimiento o derrame de residuos peligrosos como lubricantes y combustibles, las áreas de talleres y lavado de maquinaria deben ubicarse sobre superficies que impidan su filtración al suelo y deben contar con drenajes adecuados como cunetas.

Los valores límite máximos permitidos para vertimiento de agua residual no doméstica a un cuerpo de agua superficial podrán ser consultados en la Resolución No. 631 de 2015, capítulo VI y VII, de acuerdo el tipo de actividad que las genera.

12.4. Programa de biodiversidad y servicios ecosistémicos

Para el Programa de biodiversidad y servicios ecosistémicos se formulan los siguientes proyectos:

- Proyecto 1: Manejo del descapote y la cobertura vegetal.
- Proyecto 2: Restauración de áreas afectadas.
- Proyecto 3: Protección de fauna.
- Proyecto 4: Protección de ecosistemas acuáticos y comunidades hidrobiológicas asociadas.
- Proyecto 5: Estrategia de conectividad y calidad de hábitat.

12.4.1. Proyecto 1: Manejo del descapote y la cobertura vegetal

Objetivo
Evitar, mitigar, corregir y compensar los potenciales impactos ambientales que se generen sobre las coberturas naturales.
Acciones a ejecutar
Obtener los permisos ambientales necesarios para el manejo de vegetación en forma previa al desarrollo de cualquier actividad que lo requiera, entre las cuales se incluyen: ▪ Aprovechamiento forestal. ▪ Permiso de colecta de especímenes. ▪ Levantamiento de especies vegetales en veda (árboles y epifitas). ▪ Sustracción de reserva forestal. ▪ Salvoconducto de movilización.

Se debe tener en cuenta que permisos como levantamiento de veda y sustracción de reserva forestal llevan asociado el cumplimiento de obligaciones de compensación.

Tala y descapote:

Corresponde a las actividades necesarias para la remoción de la vegetación y el suelo en áreas ocupadas por coberturas naturales, requiere el aprovechamiento forestal y la extracción de raíces y la capa de suelo orgánica. Los procedimientos de tala deben ser acorde con los autorizados en el permiso de aprovechamiento forestal.

No se debe realizar quema de material vegetal de ninguna índole. Los productos de las actividades de tala pueden ser utilizados en las actividades del proyecto o ser donados a la comunidad o proyectos productivos donde se establezca que no serán usados como combustible, si el permiso de aprovechamiento así lo establece. Los residuos podrán ser dispuestos como material sobrante o ser usados en procesos de compensación o actividades de compostaje de acuerdo con lo determinado en el acto administrativo que concede el aprovechamiento.

Se debe establecer claramente el área autorizada para actividades de tala y descapote, delimitándola previamente para evitar cualquier afectación a la vegetación circundante. Los procedimientos de tala deben realizarse con precaución para obtener volúmenes de madera aprovechables y evitar daños a infraestructura, personas o equipos. El material del suelo a recuperar debe ubicarse en bancos de suelo de forma que se conserven sus propiedades, durante el periodo de almacenamiento, de modo que se pueda reutilizar en actividades de rehabilitación.

Evaluación y manejo de especies de flora dentro de alguna categoría de amenaza:

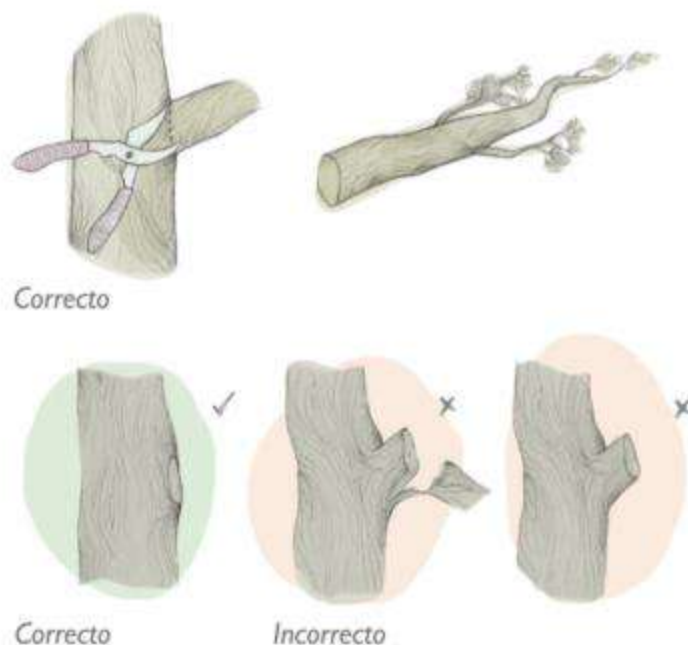
Estas especies se encuentran en la resolución que establece las especies amenazadas en el territorio nacional, bajo permanente actualización o corresponden a especies endémicas, poblaciones limitadas o que han sido utilizadas por su madera hasta niveles en que se considera amenazada su supervivencia en la región por lo que se debe evitar la tala, prefiriendo acciones de bloqueo y traslado, poda o uso como fuente de semillas para su propagación. También pueden incluirse en esta categoría especies de importancia socioeconómica y cultural.

Tratamientos silviculturales:

Sólo se deben intervenir los árboles debidamente autorizados y verificar que se aplique el tratamiento incluido en el permiso correspondiente.

Podas: estas podas dependen del concepto del ingeniero forestal sobre las características del árbol o de la finalidad del individuo dentro del proyecto y de requerirse es preciso contemplarlas en el inventario forestal que se realiza para solicitar el permiso de aprovechamiento. Las formas adecuadas de realizar la poda se presentan en la Figura 5, dependiendo el diámetro de las ramas se recomienda usar tijeras podadoras. Se debe aplicar cicatrizante hormonal en los cortes de la poda con lo que se evita la pudrición del tallo, la estabilidad del individuo y la aparición de patógenos. En el caso de encontrar un área comprometida por un patógeno que pueda poner en riesgo al individuo, se deberá seguir el procedimiento anterior para su remoción asegurándose de que con la poda se elimine el área afectada.

Figura 5 Poda de ramas

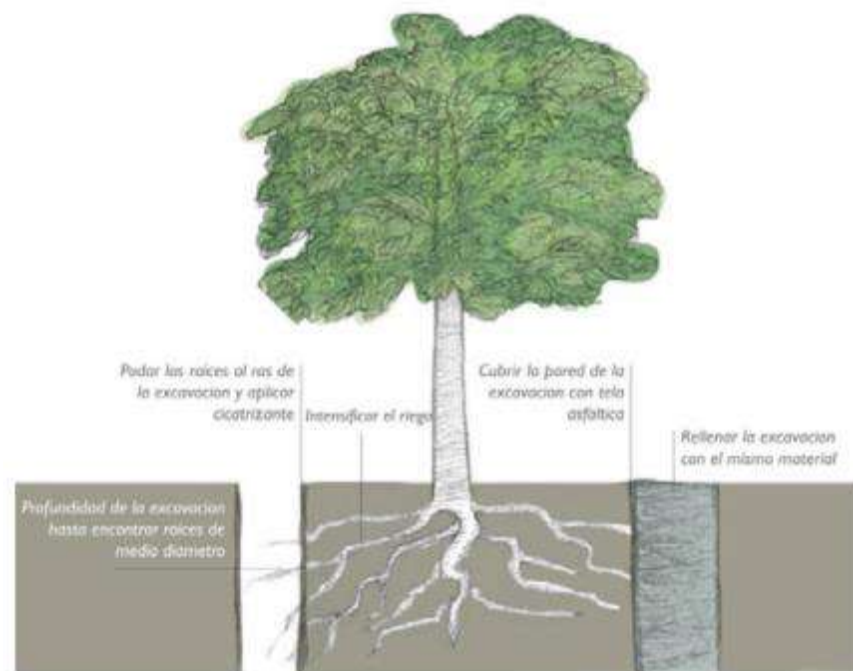


Fuente: Gallego, *et al.*, 2014.

Poda de copa: consiste en el corte de la parte superior del árbol, puede realizarse para dar forma al individuo, controlar su tamaño, por razones fitosanitarias o por seguridad ante la posibilidad de caída del mismo. La zona de corte deberá ser tratada con cicatrizante hormonal.

Poda de raíces: consiste en la poda de las raíces principales y secundarias del árbol para desarrollar actividades en el área adyacente o proteger infraestructura subterránea o superficial. Requiere ser realizada junto con poda aérea para equilibrar el centro de gravedad del árbol y evitar afectar el desarrollo general. El procedimiento requiere excavación alrededor del árbol, corte de las raíces, aplicación de cicatrizante y llenado del área excavada, se recomienda forrar el área de raíces (Figura 6).

Figura 6 Realización de podas correctamente.



Fuente: Gallego, *et. ál.*, 2014.

Talas: consiste en la remoción de los individuos forestales, para su realización se requiere contar con el permiso de aprovechamiento forestal. Se debe realizar de acuerdo con lo autorizado en el permiso otorgado, realizando el marcaje de los árboles a intervenir para evitar la tala de individuos no autorizados. El procedimiento debe iniciar por el descope para continuar con la tala en la base del tronco. La caída del árbol debe ser dirigida para evitar accidentes, afectación de otros árboles o de la fauna. Así mismo se aplicarán medidas de manejo ambiental para evitar la generación de impactos sobre la fauna durante las actividades de tala y remoción de cobertura, consignadas en el proyecto respectivo.

Bloqueo y traslado: consiste en la preparación y movilización de un árbol a un nuevo sitio donde será trasplantado de forma permanente. Este tratamiento debe preferirse para individuos con diámetros y alturas reducidos y de especies en las que se tenga información de la capacidad para resistir el proceso. De acuerdo con el tamaño del árbol y la distancia de traslado se debe planificar la actividad y el uso de equipos apropiados. Antes de realizar el traslado se debe realizar el bloqueo y preparación del sitio de destino final. El bloqueo del árbol consiste en la poda aérea y de raíces, el amarre del bloque de tierra y raíces preferiblemente con costal de fibra natural. Antes de la movilización se debe tener preparada la excavación del sitio de destino con las

dimensiones adecuadas para el bloque. El traslado debe planificarse para cada individuo de acuerdo con el tamaño y distancia, esto para determinar la maquinaria requerida y el recorrido de desplazamiento. El establecimiento en lugar de traslado requiere del relleno con el mismo material excavado y mantenimiento como riego y uso de abonos, preferiblemente orgánicos.

Protección de vegetación remanente:

La planificación de las actividades forestales del proyecto debe tener en cuenta los individuos vegetales que no serán objeto de ningún tratamiento y por tanto se mantendrán en pie durante las actividades del proyecto. Se debe aclarar que la identificación de estos individuos es de vital importancia, con el fin de conocer su ubicación exacta dentro del área de influencia como dentro del derecho de vía.

Manejo de residuos vegetales:

En primera instancia el material vegetal de desecho generado por la actividad de poda, aprovechamiento o tala deberá ser utilizado, en lo posible, para las diferentes actividades constructivas que requieran madera, para la producción de abonos orgánicos, insumos para siembra, propagación u otras actividades propias de la arborización. En segunda instancia, puede ser donado a la comunidad, previa solicitud escrita, para lo cual, se deberá elaborar un acta de donación en la que se especifique el uso final que tendrá el recurso, y en caso dado, se solicitará a la autoridad ambiental direccionar su uso. La venta de la madera generada por actividades del proyecto está prohibida.

El material vegetal sobrante que no se pueda utilizar en las actividades definidas anteriormente deberá ser ubicado en zonas de disposición final, esto con el fin de no acumular material en mal estado que pueda ser perjudicial para los ecosistemas adyacentes.

La capa de suelo obtenida del descapote podrá ser almacenada adecuadamente para conservar sus propiedades edáficas, o utilizada de forma inmediata como capa orgánica en zonas donde se requiere realizar la rehabilitación del terreno y acciones de empradizarían o arborización. En caso de presentarse zonas desprovistas de suelo orgánico, se podrá reutilizar el material en la restauración de estos sitios, con el fin de fomentar la revegetalización del área y para lograr la recuperación de la cobertura vegetal alterada durante el desarrollo de las obras, previa autorización de la autoridad ambiental competente.

Cuando se requiera transportar los residuos de tala, se debe contar con el permiso de movilización que otorga la autoridad ambiental competente.

12.4.2. Proyecto 2. Restauración de áreas afectadas

Objetivo
Restaurar las áreas intervenidas y afectadas por las actividades temporales del proyecto.
Acciones a ejecutar
La intervención del proyecto en superficies diferentes a la vía como instalaciones temporales, zonas de disposición final de material sobrante, taludes, derechos de vía y fuentes de materiales, entre otras, requiere un reacondicionamiento de la superficie natural y manejo de la vegetación para llegar a un sistema similar al estado previo, garantizando ser autosostenible y preservando algunas especies y servicios ecosistémicos⁹⁶. El acondicionamiento de las aéreas con intervención temporal requiere que la forma del terreno sea estable y en lo posible acorde con las condiciones naturales previas. Donde se requiera se debe utilizar el suelo orgánico almacenado durante las actividades de descapote. El proceso de rehabilitación debe incluir sólo especies nativas. Para la realización de la siembra se deben definir los parámetros más adecuados al tipo de terreno, los objetivos de restauración, y para ello se recomienda entre otras medidas las siguientes: ▪ Definir las especies a sembrar con base en la información de presencia de especies locales y el estado de sucesión que se busque direccionar. También debe considerarse el tamaño de los árboles a sembrar. ▪ El terreno de siembra debe prepararse previamente y en caso de presentar vegetación debe limpiarse el sitio de siembra y realizar la excavación teniendo en cuenta el tamaño de raíces. La planta se debe acomodar rellenando el hueco

⁹⁶ Minambiente. Plan nacional de restauración: restauración ecológica, rehabilitación y recuperación de áreas distribuidas. Bogotá D.C: 2015.

con tierra sin dejar espacio de aire. Para la fertilización de los árboles se deberá utilizar abonos orgánicos, de preferencia producidos en la zona, se recomienda fertilizar durante la siembra y al menos una vez durante el siguiente año.

- La disposición de los árboles dependerá del tipo de terreno y de la planificación de la rehabilitación, para zonas de pendiente se recomienda utilizar el método tresbolillo, la densidad de siembra dependerá de las especies y el arreglo que se busque obtener. Todos los árboles sembrados deben ser marcados y registrados en una base de datos en la que se incluya información de la especie, coordenadas de ubicación y manejos realizados.
- Después de realizada la siembra se deberá verificar periódicamente el estado de los árboles, realizar actividades de fertilización, limpieza de malezas, revisión del estado fitosanitario y resiembra en caso de presentar una tasa de mortalidad superior a la planificada. Las áreas restauradas deben protegerse del acceso de ganado o vehículos.
- El material vegetal necesario para la revegetalización debe ser adquirido en viveros locales o procesado por el proyecto, sólo se deben hacer traslados de plantas autorizados por la autoridad ambiental.
- Para la restauración de áreas con presencia de vegetación asociada a cuerpos de agua o en zonas con carácter de protección se deberán tener en cuenta los lineamientos de la autoridad ambiental respectiva.

Revegetalización de taludes:

Para los terrenos reconfigurados con taludes se recomienda planificar un proceso de revegetalización acorde con las características vegetales del área y la estabilidad geotécnica de la obra.

Se deben identificar los sitios, tamaño y condiciones de los taludes a revegetalizar, para determinar las especies vegetales a utilizar. Para la protección inicial del talud deben preferirse especies de gramíneas y leguminosas locales, las cuales tienen una germinación y crecimiento rápidos con lo que puede lograrse una cubierta vegetal que reduzca la erosión hídrica y eólica del terreno, debe aprovecharse en lo posible las semillas almacenadas en los bancos de suelo.

Se recomienda realizar la disposición del suelo y la siembra inicial antes del periodo de lluvias para dar tiempo al terreno de acondicionarse y permitir el crecimiento de la vegetación para evitar el arrastre de materiales durante las lluvias fuertes. De ser necesario deberá suministrarse riego en este periodo. Para la disposición del suelo se recomienda escarificar el suelo previamente y suministrar abono orgánico, el tamaño de la capa de suelo dependerá de la pendiente. Los sitios con inestabilidades deberán ser tratados antes de iniciar el proceso de siembra.

En caso de tener disponibilidad de cespedones por las actividades del proyecto se debe preferir su uso para la revegetalización inicial en zonas de pendiente. Los cespedones deben sostenerse con estacas y se deben acomodar de la parte alta hacia abajo de forma homogénea. Durante las primeras semanas se debe suministrar riego permanente mientras se enraíza adecuadamente, también debe verificarse que se mantengan en el lugar adecuado y si es necesario se debe reacomodar o sustituir en caso de pérdida.

También se puede utilizar como método de siembra las semillas, estacas, mantos o hidrosiembra, estas últimas presentan buenos resultados en condiciones de alta pendiente donde puede ser más compleja la adaptación de vegetación por otros métodos.

12.4.3. Proyecto 3. Protección de fauna

Objetivo
Proteger las especies de fauna de los ecosistemas presentes en el área de influencia del proyecto.
Acciones a ejecutar
Planear y ejecutar medidas de manejo para todas las actividades del proyecto que generen potencial afectación a la fauna, con el fin de evitar, mitigar y corregir impactos ambientales directos, indirectos, sinérgicos y acumulativos sobre individuos, especies, poblaciones o comunidades. A continuación, se enuncian algunas de las medidas de manejo a desarrollar: Delimitación del área de intervención: delimitar el área de intervención de la obra con polisombra o cualquier material que impida el acceso de la fauna a los frentes de obra o zonas de afectación, además se establecerá control sobre la circulación de los vehículos asociados a la obra prohibiendo el tránsito de maquinaria fuera de los frentes de obra y se exigirá la utilización de silenciador para mitigar el ruido. Prohibiciones: se informará de la prohibición de caza, pesca, la extracción y el comercio de animales. Plan de ahuyentamiento: establecer un plan de ahuyentamiento de fauna que se desarrolle inmediatamente antes de las actividades que pueden ocasionar afectación

de hábitat e individuos de fauna silvestre como los procedimientos de tala y descapote. Un plan de ahuyentamiento efectivo, reducirá las posibilidades de tener que realizar actividades de rescate y traslado de fauna.

Establecimiento de áreas de rescate y liberación: en esta etapa se deberán identificar las áreas prioritarias donde se realizarán las actividades de ahuyentamiento, dentro de las cuales se deberán tener en cuenta las zonas de interés ecosistémico como áreas boscosas y con presencia de vegetación secundaria, áreas en cercanía a cuerpos de agua y áreas de conectividad ecológica, entre otros. Se deberá establecer el área de liberación de individuos, en caso de requerirse su rescate, a un ecosistema igual o similar en su composición vegetal, altitud, temperatura, oferta de servicios de hábitat, entre otros, en lo posible con registro de poblaciones de la misma especie. Para esto, deberán tenerse en cuenta áreas cercanas (pertenecientes a la misma cuenca) que no estén sometidas a presiones por proyectos o actividades que generen impactos similares.

Ahuyentamiento: como estrategia para ahuyentar la mayor cantidad de animales posibles esta actividad se deberá efectuar horas antes de las actividades de tala y descapote. Para esto, se deben organizar cuadrillas para cubrir el terreno. La cuadrilla deberá moverse de forma paralela, haciendo ruidos, agitando la hojarasca del suelo y el follaje de la cobertura vegetal presente, buscando crear el mayor disturbio posible. Además de esto, durante su paso deberán revisar troncos caídos, rocas, huecos en árboles y cualquier hendidura que sirviera como refugio de la fauna, buscando ahuyentar a la misma. Para realizar el ahuyentamiento se deberá prever que las áreas hacia las cuales se desplace la fauna objeto de ahuyentamiento no acarren peligros para su supervivencia y las condiciones o limitaciones de desplazamiento de los diferentes grupos.

Rescate de animales: realizar el traslado manual de individuos, para lo cual se describen las técnicas más apropiadas a continuación.

Captura manual de anfibios: en caso de encontrar ranas o salamandras se puede utilizar una red entomológica o guantes. Los animales colectados deberán depositarse en bolsas de plástico o bolsas de tela para su transporte, cuidando que tengan la humedad adecuada para evitar que se sequen y mueran. Deberán depositarse en bolsas separadas, según la especie y el sitio de colecta. Se recomienda introducir material vegetal (ramas, hojas) en la bolsa de transporte junto con el espécimen, ya que esto mantiene la humedad y da soporte espacial a los individuos, lo que evita posibles aplastamientos.

Captura manual de reptiles: en caso de lagartijas estas pueden ser capturadas con

guantes, siendo la manera más fácil sujetarlas con una mano abierta y cóncava, teniendo cuidado de no aplastarlas. Las lagartijas grandes deben ser levantadas a dos manos, con la segunda mano debajo del abdomen, manteniéndola alejada de la cara para evitar el latigqueo de la cola. El animal capturado debe ser colocado en una bolsa. Cuando se utilicen bolsas de plástico, éstas deberán estar infladas con aire, o en su defecto contar con perforaciones y deberán contener un poco de sustrato. Los reptiles no deberán permanecer dentro de las bolsas más de unas cuantas horas y jamás deberán dejarse expuestos a los rayos del sol o dentro de un vehículo para evitar que mueran por excesos de calor. Por otro lado, para la captura manual de serpientes venenosas se utilizará la técnica de inmovilización de su cabeza con ayuda de un gancho pinza herpetológica. Para su traslado, los especímenes deberán ser depositados en costales de manta o un material similar con dimensiones de 50 x 100 cm, introduciendo primero la parte posterior de la serpiente. El saco deberá torcerse, doblarse y amarrarse en el extremo. Este nudo deberá hacerse con la misma tela de la bolsa para evitar que la serpiente abra la bolsa y se escape.

Técnicas para mamíferos: en el caso de encontrarse crías de estas especies, éstas pueden ser capturadas con las manos, sujetándolas por la piel del cuello. Para la captura de juveniles se puede utilizar un bastón de control, el cual en el extremo tiene un lazo corredizo. El lazo siempre debe sujetar el cuello y una de las extremidades delanteras al mismo tiempo para evitar daños a los animales. Cuando se encuentran animales heridos o enfermos, estos deben ser entregados a la autoridad ambiental competente (preferiblemente a los Centros de Atención, Valoración y Rehabilitación de fauna silvestre CAVR o CAV) y establecer un acta de entrega donde se determine la especie, lugar de captura, estado del individuo al momento de la entrega y funcionario que lo recibe. Para la captura de especies que habitan en madrigueras es necesario contar al menos con una pala o un palín con la que se pueda cavar alrededor de la entrada de la madriguera siguiendo el túnel hasta lograr extraer el espécimen. Se debe asegurar la sobrevivencia de los especímenes, por lo cual es importante contar con los elementos apropiados para su captura (jaulas, redes, sustancias tranquilizantes, medicamentos veterinarios y farmacéuticos) y elementos que garanticen la seguridad de los encargados de la captura (guantes apropiados, cinturón de seguridad, linternas, escaleras de madera para evitar choques eléctricos, tijera podadora manual, otros). Para el traslado de mamíferos se debe contar con jaulas o guacales de tamaño suficiente según la especie a manejar.

Se tomará registro fotográfico de las actividades, el listado de especies registradas durante el ahuyentamiento y el rescate. Estas acciones se desarrollarán durante todas las actividades del proyecto que impliquen intervención de vegetación. Una vez terminada la captura de animales terrestres, inmediatamente se deben destruir los refugios con el fin de evitar la recolonización del área, verificando que se encuentren

vacíos.

Liberación de animales: una vez realizadas todas las acciones descritas anteriormente, se procederá a la liberación de los animales capturados. Para ello será necesario crear un registro en el que se recoja la georreferenciación de los lugares en los que son puestos de nuevo en libertad.

Custodia temporal: para los casos en los que se rescaten crías o animales heridos que no sean capaces de valerse por sí mismos, deberán ser entregados a la autoridad ambiental para su efectiva recuperación y posterior liberación. En tanto la entrega se realice, los animales deberán permanecer aislados en un recinto limpio y adecuado específicamente para esta tarea. El tamaño del recinto dependerá del animal y de si tienen alguna condición que haga especial su conservación. Para la mayoría de los animales grandes, los recintos deberán ser de un mínimo de 2 m x 2 m. En algunos casos, las cajas o jaulas utilizadas en el transporte pueden ser útiles para periodos cortos de menos de 48 horas y deberán ser colocados dentro de un recinto cerrado por seguridad. Estos animales no deberán permanecer más de dos días en estos recintos de custodia.

Capacitación y educación ambiental: entre la información clave para las capacitaciones deben incluirse las especies de fauna comunes en la zona, especies de importancia, hábitat que utilizan, impactos del proyecto y medidas de manejo, actividades de ahuyentamiento y rescate de fauna, normas legales sobre la fauna y su manejo, actividades prohibidas (caza, tala, comercio de fauna), procedimientos a realizar ante la presencia de fauna silvestre y medidas para evitar el atropellamiento de fauna.

Adecuación de obras de drenaje del proyecto para evitar la interrupción del flujo de fauna:

La obras y actividades para el manejo de aguas superficiales debe incorporar consideraciones de diseño y constructivas para evitar, mitigar y corregir las interrupciones al flujo acuático y terrestre de la fauna, para lo cual se evitará la introducción de barreras físicas para la fauna acuática y así mismo se mantendrán pasos secos permanentes al interior de la luz de las obras de drenaje con el fin de evitar la afectación del paso de vertebrados, especialmente los de menor talla y los de mayores requerimientos funcionales o limitaciones fisiológicas a la movilidad. Así mismo, se conservará la vegetación natural de los cauces hídricos y áreas de ronda, con el fin de no afectar la continuidad de los procesos biológicos que dependen de ella.

Las franjas de protección y las zonas aferentes de los cuerpos hídricos mantienen de manera intrínseca una función ecológica de flujo genético de especies, para su mantenimiento se debe contar con obras de arte con la capacidad idónea y que permitan pasos secos al interior de las estructuras, se sugiere que el ancho de esta plataforma tenga al menos 50 cm de ancho. El material que se disponga en esta adecuación debe estar conformado para generar una rampa de pendiente no superior a 45 grados, para permitir el acceso de animales pequeños, no se recomiendan escalones pues algunos animales no pueden escalar este tipo de superficies.

Construcción de pasos para fauna:

La decisión de construir pasos de fauna requiere de un análisis robusto de información que parte de la caracterización ambiental del área de influencia del proyecto, de la identificación de poblaciones y su dinámica de movilidad, como de la evaluación de la magnitud de los impactos ambientales asociados al atropellamiento, en esta decisión se debe considerar el concepto técnico que emita la autoridad ambiental.

Los pasos de fauna sirven como medida de mitigación al impacto de fragmentación de la conectividad ecosistémica. Las características y especificaciones para la construcción de estos pasos dependen de las especies a proteger, para lo cual, es muy importante conocer de antemano las dinámicas de vida de las especies presentes. Algunos tipos de pasos de fauna son: pasos superiores, pasos inferiores, obras hidráulicas como *box culvert* y pasos a nivel.

Adicionalmente a la selección del tipo de estructura, se requiere inferir la frecuencia y localización de los pasos de fauna con base en la información obtenida en la línea base. Dentro de los insumos que se pueden emplear para determinar la frecuencia y localización de los pasos de fauna se encuentran: estudios de conectividad ecológica y reportes de especies atropelladas (obtenidos mediante el diligenciamiento de formatos para la recolección de información (elaborado por Recosfa), información de los pobladores o recorridos de verificación.

Así mismo, se recomienda el empleo de la aplicación de la Red Colombiana de Seguimiento a la Fauna Atropellada Recosfa, de acceso gratuito, como contribución para la recolección de incidentes de atropellamiento en el territorio nacional (Anexo 8).

El diseño de los pasos de fauna y su construcción es responsabilidad del ejecutor del proyecto, así como determinar el número y tipos de estructuras que el proyecto requiere. El presupuesto de los costos que generan estas estructuras debe quedar consignado en el documento PAGA o en el presupuesto dispuesto para cumplir con las actividades del Plan de Manejo dentro del licenciamiento ambiental, para que los

titulares del proyecto asignen los recursos necesarios de manera temprana en los procesos de planeación.

Señalización de fauna:

La señalización empleada para informar la presencia y cruce de animales en la vía debe relacionarse con la información de la línea base y monitoreo de atropellamiento de fauna existente o aportada por el proyecto, las comunidades, o entidades especializadas. En la línea base se deben identificar las especies susceptibles de atropellamiento.

Esta medida es complementaria de otras como el control de velocidad de tránsito en las vías y subsidiaria de las medidas tendientes a mantener la conectividad ecológica de los corredores viales.

12.4.4. Proyecto 4. Protección de ecosistemas acuáticos y comunidades hidrobiológicas

Objetivo

Proteger mediante acciones de prevención y mitigación los hábitats empleados por las comunidades de macroinvertebrados bentónicos, zooplancton, peces, macrófitas y algas fitoplanctónicas y perifíticas asociadas a los ecosistemas acuáticos presentes en el área de influencia del proyecto y los cuerpos de agua localizados en las zonas de intervención.

Acciones a ejecutar

Proponer las medidas de manejo a implementar durante la ejecución de las actividades de mantenimiento, rehabilitación y mejoramiento de vías terciarias, y que permitan prevenir y mitigar los impactos sobre los ecosistemas acuáticos y la biota asociada principalmente en las áreas de intervención. Para tal fin, a continuación se listan las actividades propuestas:

- Capacitar al personal de la obra en buenas prácticas ambientales durante las labores constructivas, evitando de este modo el deterioro de los ecosistemas circundantes.
- No debe intervenir la ronda de los cauces ubicados cerca a los sitios de obras; está prohibida la disposición temporal de cualquier tipo de material de construcción o de desecho. La maquinaria no debe ubicarse en cercanía a los

cuerpos de agua para evitar el aporte de material que pueda alterar las condiciones del medio. ▪ Restringir el ingreso de personal a zonas de obras cercanas a cuerpos de agua, delimitando de esta forma el área de obras con cinta de señalización, limitando la presencia al personal del proyecto y las actividades planificadas. ▪ Evitar la disposición de residuos sólidos y RCD en las rondas de los cuerpos de agua, y en las coberturas de vegetación aledañas y que se encuentran ubicadas en las áreas anexas a las obras. Esta acción está encaminada a prevenir el arrastre de objetos por acción del viento o agua hasta los cauces o espejos de agua. ▪ Prohibir el uso y captación del agua de los ecosistemas acuáticos circundantes, de tal forma que no puede ser empleada para el lavado de vehículos, maquinaria o cualquier elemento o herramienta utilizada por el proyecto, ni como medio refrigerante o para mezcla con otros líquidos o sustancias. ▪ Prohibir la disposición o derrame de residuos provenientes de la obra y maquinaria que puedan alterar las condiciones fisicoquímicas y biológicas de los cuerpos de agua, tales como lubricantes, aceites quemados, residuos de concretos, asfaltos, refrigerantes, ácidos y todo tipo de desechos como estopas, entre otros, impregnados con estos residuos. ▪ Deberá evitarse la interrupción en su totalidad, ya sea de manera temporal, intermitente o permanente el flujo de agua en los cuerpos de agua, durante el mantenimiento, rehabilitación o reemplazo de obras de arte en los drenajes, la construcción de alcantarillas, <i>box culvert</i>, pontones o puentes y en todo caso se realizarán acciones tendientes a mantener, así sea de manera parcial, el flujo hídrico permanente en todos los cauces con el fin de evitar la interrupción de su función ecológica y la muerte de ictiofauna.

12.4.5. Proyecto 5. Estrategia de conectividad y calidad del hábitat.

Objetivo
Mitigar los impactos ambientales potenciales que genera la vía terciaria o su intervención en la conectividad ecosistémica y la calidad de hábitat.
Acciones a ejecutar
Este proyecto es transversal a los demás dentro del plan de manejo ambiental, ya que no trata sobre actividades propias de gestión ambiental sino de formulación de esquemas y estrategias, con las que se quiere articular las acciones de restauración y compensación a una escala mayor y así contribuir a reestablecer la conectividad de

los ecosistemas. Teniendo esto en cuenta y las exigencias estructurales de cada acción de restauración y compensación (contexto paisajístico y ecosistema equivalente), se deben ubicar áreas que permitan restablecer la conectividad de cada uno de los ecosistemas.

Se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Se sugiere que las variables de fácil estudio como: cambios en el uso del suelo, elevación, cercanía a centros poblados, pendiente, densidad de fuentes de agua entre otras.
- Es importante identificar las fuentes (hábitat de especies) y resistencias (espacios de difícil movimiento para las especies) con el fin de catalogar el comportamiento de área afectada.
- Se deben identificar el foco (especies) de estudio, ya que dependiendo de esto se ubicarán las variables y el área.

La ubicación de áreas de alta conectividad debe basarse en un modelo informático (programa) que permita conocer o simular el movimiento de especies (grafos o redes eléctricas) con el fin de ingresar las variables establecidas y así poder realizar un análisis basado en la simulación de la diversidad. Esto nos permitirá conocer cuáles son los núcleos ideales para las áreas de compensación y rehabilitación.

Una vez ubicadas las áreas de conectividad se debe proceder con las actividades de gestión ambiental, que se establecen sobre el supuesto de conectividad. Es importante mencionar que cualquier actividad de compensación, recuperación o restauración dentro del proyecto debe estar integrada por medio de la estrategia de conectividad.

12.5. Programa manejo de instalaciones temporales

Este programa contempla las medidas mínimas a implementar para la instalación, el funcionamiento y el desmantelamiento de campamentos y sitios de acopio temporal que se requieren construir para la ejecución de las obras del proyecto, y los lineamientos mínimos para las actividades de instalación, funcionamiento y desmantelamiento de las plantas que requiere el proyecto.

El Programa de manejo de instalaciones temporales formula los siguientes proyectos:

Proyecto 1. Instalación, funcionamiento y desmantelamiento de campamentos y sitios de acopio.

Proyecto 2. Instalación, funcionamiento y desmantelamiento de la planta de trituración y concreto.

Proyecto 3. Manejo de maquinaria, equipos y vehículos.

12.5.1. Proyecto 1. Instalación, funcionamiento y desmantelamiento de campamentos y sitios de acopio

Objetivo
Evitar, mitigar y corregir los impactos generados por la instalación, operación y desmantelamiento del campamento, áreas de acopio temporal y demás instalaciones temporales requeridas para la ejecución del proyecto.
Acciones a ejecutar
Realizar medidas de manejo ambiental para áreas temporales tales como campamentos, áreas de acopio, entre otras durante su instalación, funcionamiento y desmantelamiento. Instalación de áreas temporales: Para la instalación de infraestructura temporal y adecuación de áreas de campamento, acopio temporal de materiales de construcción, residuos de excavaciones, demoliciones o áreas para parqueo de maquinaria entre otras, se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones: ▪ Deberán localizarse cerca de la zona donde se están ejecutando las actividades constructivas y fuera de las rondas de corrientes de agua, de áreas declaradas de protección ambiental, catalogadas como de alta sensibilidad o de sitios inestables. ▪ El descapote se realizará sólo en el área que ocupará la infraestructura y se obtendrá permiso de aprovechamiento forestal en caso de requerirse la remoción de árboles. El material retirado será utilizado para cubrir en lo posible zonas erosionadas aledañas al sitio o la recuperación después del desmantelamiento. ▪ Se deberán evitar al máximo los cortes de terreno, rellenos y remoción de la vegetación existente y antes de la instalación se deberá realizar un registro fotográfico para que se tenga un reconocimiento de las áreas antes de la intervención para poder recuperarlas una vez finalizado el proyecto, al igual se realizarán las actas de vecindad, de acuerdo al Programa de Gestión social. ▪ El área contemplada para la instalación del campamento deberá contar con las conexiones a las redes de servicios públicos de acueducto y alcantarillado y con el permiso de la empresa prestadora del servicio. En caso de que no se cuente con la posibilidad de conexión a los servicios, se deberá tramitar ante la autoridad

ambiental los permisos de captación de agua y vertimiento de residuos líquidos. Al igual deberá coordinar la recolección de los residuos sólidos por parte de la empresa prestadora del servicio.

- El campamento se construirá con material prefabricado y deberá estar diseñado de manera que contenga las instalaciones necesarias con zonas sanitarias, deberá tener instalaciones destinadas al aseo personal y cambio de ropa de los trabajadores.
- Se instalarán en el campamento sistemas de manejo de aguas, conforme lo establece el programa de Gestión Recurso hídrico.

Funcionamiento de áreas temporales:

- Durante la operación o funcionamiento de los campamentos se prevé la generación de residuos sólidos, estos residuos que se generen tanto los reutilizables y/o reciclables –empaques, papeles y plásticos– y residuos industriales, deben cumplir con el Proyecto de manejo integral de residuos sólidos.
- Deberá existir un programa de orden y aseo aplicado específicamente al área del campamento.
- Deberá estar señalizado en su totalidad.
- Se deberá contar con un baño por cada quince trabajadores, y dotados de todos los elementos necesarios de aseo personal, estos baños podrán ser fijos o portátiles según las condiciones del proyecto. Los residuos líquidos de baños portátiles podrán ser entregados a un gestor autorizado para su tratamiento y disposición.

En cuanto a los sitios temporales de acopio para el almacenamiento de los diferentes materiales de construcción, estos deben cumplir las siguientes exigencias:

- El piso se protegerá colocando tablestacado en el que se irá apilando el material por utilizar. Todo material que genere emisiones de partículas deberá permanecer totalmente cubierto con lonas o plástico.
- Cuando sea necesario acopiar materiales granulares se deberá aislar totalmente la zona con malla fina sintética con el fin de que se aisle de las demás áreas y se deberá contar con canales perimetrales para impedir el arrastre de sedimentos. Estos materiales deben estar debidamente cubiertos.
- Las zonas de materiales deberán estar debidamente señalizados y acordonados y deberán cumplir con los requerimientos necesarios estipulados en el programa de manejo integral de materiales de construcción.

Desmantelamiento de las Instalaciones temporales:

- Una vez se terminen las obras de construcción se deberá desmantelar el campamento y demás instalaciones temporales y recuperar la zona intervenida para dejarla igual o en mejores condiciones a como se encontró.
- Para sitios de almacenamiento de combustible deberá cumplir con los lineamientos estipulados en el Proyecto de Manejo de maquinaria, equipos y vehículos.
- Todas aquellas obras de infraestructura o redes de servicio usadas deberán ser desmontadas.
- Los residuos provenientes de las demoliciones para el desmantelamiento del campamento deben cumplir con el proyecto de manejo integral de los residuos generados en las actividades de construcción y demolición - RCD.
- Para el cierre ambiental se debe entregar el paz y salvo de recibo a satisfacción por parte del dueño del predio.

12.5.2. Proyecto 2. Instalación, funcionamiento y desmantelamiento de la planta de trituración y concreto

Objetivo

Evitar, mitigar y corregir los impactos generados por la instalación, funcionamiento y desmantelamiento de las plantas de trituración y concreto.

Acciones a ejecutar

Evaluar en forma previa al inicio de las actividades la necesidad de instalar plantas de trituración y concreto y gestionar ante la autoridad ambiental los permisos de emisiones atmosféricas, concesión de aguas, vertimientos, disposición de sólidos o aprovechamiento forestal, según sea requerido.

Este programa está encaminado a definir acciones para controlar los impactos que se causan por la instalación de las plantas, los cuales se generan principalmente sobre el componente atmosférico provenientes del proceso de triturados y en los sitios de transferencia del material hacia los medios de transporte y almacenamiento– y sobre el componente hidrológico por el lavado del material pétreo en su proceso de triturado y el lavado de las plantas de concreto.

Las acciones que deben tenerse en cuenta son:

- Seleccionar un sitio apropiado para la instalación de las plantas de trituración y concreto, considerando la dirección de los vientos, que no se encuentre próximo a centros poblados para evitar la afectación a viviendas, que el sitio se encuentre preferiblemente en medio de barreras naturales, pero de fácil acceso. En todo caso, se deberá aislar el área con malla polisombra o lonas plásticas, con el fin de reducir la dispersión de materiales.
- Durante el proceso de lavado de los agregados se generan residuos líquidos que deberán conducirse mediante canales perimetrales hacia lagunas de sedimentación, para reutilizar nuevamente estas aguas clarificadas en el mismo proceso de lavado del material. Los lodos sobrantes deben evacuarse periódicamente hacia la zona de secado y de acuerdo con sus características utilizarlos o llevarlos al sitio de disposición final aprobado para el proyecto.
- Los materiales almacenados temporalmente en los frentes de obra deben ser cubiertos totalmente.
- Las aguas de escorrentía, así como las aguas del lavado de la planta deberán conducirse mediante canales perimetrales hacia piscinas de decantación que deben ser construidas en concreto, con capacidad suficiente para retener las mezclas provenientes de dicho lavado. Cuando las estructuras colmen su capacidad, el material acumulado deberá removerse y transportarse hacia la zona de disposición final de materiales.

12.5.3. Proyecto 3. Manejo de maquinaria, equipos y vehículos

Objetivo
Evitar, mitigar y corregir los impactos que se puedan generar por el empleo de maquinaria, equipos y vehículos.
Acciones a ejecutar
Aplicar medidas y acciones para el manejo de maquinaria de todos los equipos motorizados que intervienen en el proyecto. El mantenimiento deberá realizarse en servitecas y lugares autorizados, que se encarguen de la disposición de residuos peligrosos de acuerdo con lo requerido por la ley. Previo al inicio de las actividades constructivas se deben aportar los registros del último mantenimiento de la maquinaria, equipos y vehículos a operar en los frentes de obra. Todos los mantenimientos preventivos y correctivos que se deban hacer a la

maquinaria, equipos y vehículos deberán estar basados en listas de chequeo elaboradas de acuerdo con las especificaciones técnicas del fabricante y ser reportados mensualmente.

No se podrán modificar las características de los equipos de trabajo. No se podrá modificar el diseño original de los platones o de los vehículos y no se deberá exceder el peso bruto vehicular establecido en el Certificado Nacional de Carga. Los equipos estarán prendidos por el tiempo de uso y en horas inactivas serán apagados para evitar las emisiones de gases de efecto invernadero.

Los permisos de trabajo nocturnos deben ser obtenidos previamente ante la alcaldía correspondiente. Para trabajos nocturnos se deberá contar con la iluminación suficiente y localizada que permita buena visibilidad al operador.

Toda la maquinaria y vehículos deberán contar con extintores multipropósitos de mínimo cinco libras de capacidad, su carga deberá estar vigente y estar en un lugar visible y de fácil acceso. Se deberá dar cumplimiento a lo establecido en la Resolución 910 de 2008 por la cual se reglamentan los niveles permisibles de emisión de contaminantes que deberán cumplir las fuentes móviles terrestres.

Los vehículos que transportan materiales tendrán incorporados en su carrocería los contenedores o platones apropiados, a fin de que la carga depositada en ellos quede contenida en su totalidad, de forma tal que evite el derrame, pérdida parcial del material y escurrimiento de material durante el transporte. Las volquetas deberán ir totalmente cubiertas y la carpa deberá bajar por lo menos 30 cm del borde superior del volco para evitar la caída de materiales por la vía.

Dependiendo de la zona de trabajo de la obra (en zona urbana, cercano a instituciones, zonas ambientalmente sensibles, entre otras), y de los niveles de ruido generados se deberá concertar los tiempos de trabajo y de descanso de la maquinaria o equipo usado. Todas las zonas verdes aledañas al frente de obra que se requieran usar como espacios de trabajo deberán estar incluidas en el área de influencia establecida, estar caracterizada y estar evaluada dentro de los impactos ambientales.

Para el lavado de las llantas de los vehículos utilizados en las obras se deberán instalar mangueras o estructuras adecuadas para este fin.

Abastecimiento y almacenamiento de combustible:

El abastecimiento de combustible deberá hacerse preferiblemente en servitecas o sitios autorizados o en su defecto con carrotanque autorizado para tal fin, cuando se

requiera hacer abastecimiento de combustible en los frentes de obra se deberán seguir las siguientes acciones:

El almacenamiento de combustible se debe hacer en zonas con buena ventilación preferiblemente con techos altos y en áreas usadas específicamente para este fin. No deberán almacenarse otros productos incompatibles con combustibles y lubricantes.

Deberá estar totalmente señalizado de acuerdo con la norma NFPA 30 o aquella que aplique almacenamiento de sólidos, líquidos y gases inflamables, y con el código de colores de seguridad. Dentro del plan de contingencias deberá estar estipulado el procedimiento a seguir en caso de derrames accidentales.

El carrotanque deberá cumplir con todos los aspectos contemplados en la norma nacional sobre el manejo y transporte terrestre automotor de mercancías peligrosas por carretera. Se deberá contar con las hojas de seguridad de los productos manejados y deberán estar a mano del personal que lo manipula. En el momento de abastecimiento se deberá poner sobre el suelo un material que no permita la contaminación de éste en caso de derrame, y se deberá contar con un material absorbente.

Traslado de maquinaria:

De acuerdo con las leyes nacionales la maquinaria rodante destinada exclusivamente a la construcción y conservación de obras, de acuerdo con sus características técnicas y físicas no pueden transitar por las vías de uso público o privadas abiertas al público; de tal forma que la maquinaria rodante de construcción para transitar por una vía abierta al público lo debe hacer solo a través de vehículos apropiados.

Para el desplazamiento de la maquinaria de construcción autopropulsada por las vías públicas y privadas abiertas al público entre las 06:00 y las 16:59, la maquinaria debe llevar encendido un dispositivo de color ámbar en la parte delantera y trasera del equipo, que cumpla la condición de hacerlo reconocible como maquinaria; para el desplazamiento de la maquinaria por las vías públicas y privadas abiertas al público entre las 17:00 y las 05:59 deberá adicionalmente contar con un sistema de iluminación que le permita observar claramente otros vehículos, personas y obstáculos, igualmente deberán ser visibles para los demás usuarios de la vía, sin ocasionar molestias a estos.

12.6. Programa de gestión social

El Programa de Gestión Social establece los proyectos orientados a lograr el desarrollo armónico de las actividades de mantenimiento, rehabilitación y mejoramiento de vías

terciarias, involucrando a la participación comunitaria en las instancias de planeación y ejecución de las actividades y en el cuidado de los ecosistemas existentes en el área de influencia del proyecto.

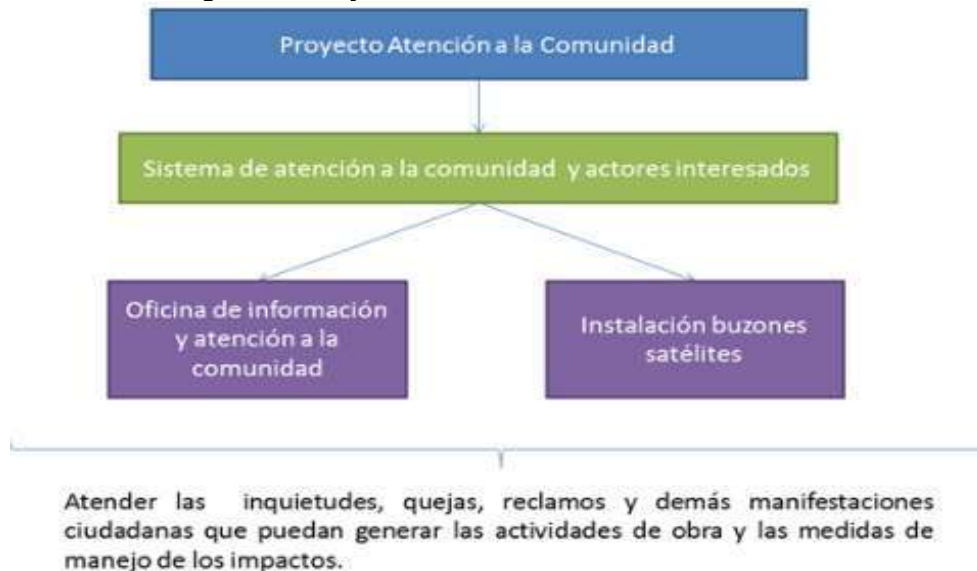
El Programa de Gestión Social formula los siguientes proyectos:

- Proyecto 1. Atención a la comunidad.
- Proyecto 2. Información y divulgación.
- Proyecto 3. Manejo de la infraestructura de predios y servicios públicos.
- Proyecto 4. Recuperación del derecho de vía.
- Proyecto 5. Cultura vial y participación comunitaria.
- Proyecto 6. Contratación de mano de obra.
- Proyecto 7. Proyectos productivos.
- Proyecto 8. Protección del patrimonio arqueológico y cultural.
- Proyecto 9. Gestión socio predial.

12.6.1. Proyecto 1. Atención a la comunidad

Objetivo
Diseñar e implementar un sistema de atención a los usuarios que permita de manera oportuna y eficaz, recibir, atender y tramitar las quejas, peticiones, reclamos y sugerencias que se presenten, de manera personal, vía <i>Web</i> o telefónicamente del Proyecto.
Acciones a desarrollar
Tienen como objetivo atender a la comunidad, a los alcaldes, a las juntas de acción comunal, directivas de instituciones, líderes, propietarios de predios, directivas de empresas de servicios públicos y autoridades ambientales entre otros, cuando presenten inquietudes, quejas, reclamos y demás manifestaciones relacionadas con las actividades de obra y las medidas de manejo de los impactos asociados al proyecto.

Figura 7 Proyecto de atención a la comunidad



Implementación de un sistema de atención a la comunidad y actores interesados:

Con el fin de establecer estrategias y acciones adecuadas para la atención a la comunidad y demás actores que intervienen en el territorio, se debe diseñar e implementar un sistema de atención; el cual estructurará de manera formal y deberá considerar un registro de visitantes a la Oficina de Atención a la Comunidad, diferenciando el tipo de visita, bien sea por solicitud de información general del proyecto, información relacionada con oferta de cargos disponibles y empleo o para trámite de peticiones (petición, queja, reclamo, solicitud de acceso a la información pública, sugerencia, o denuncia). El control de esta información se manejará a través de una base de datos que debe contener como mínimo la siguiente información: nombre, lugar de residencia, datos de contacto, información solicitada, información suministrada y material entregado; esta base de datos permitirá hacer seguimiento al porcentaje de peticiones abiertas y cerradas por tipo (PQRSD), su clasificación (técnico, ambiental, social), y el tiempo de respuesta.

Dicho sistema debe estar diseñado y aprobado previo al inicio de las actividades de obra y se implementará durante toda la etapa de construcción del proyecto. Para el trámite de atención a la comunidad, se implementará un formato que indique claramente número consecutivo de la solicitud, datos del solicitante, fecha, hora, medio por el cual se recibe la solicitud (personalmente, vía correo electrónico, telefónicamente, por escrito) al área a la cual se remitirá, (ambiental, técnica, social) de acuerdo con la temática, que será explicada de manera concisa pero clara en el formato, así como el tipo de solicitud (queja, reclamo, sugerencia). De manera

complementaria se hará seguimiento a través de un consolidado en Excel en el que se monitoree el estado o trámite de las diferentes solicitudes y los tiempos de respuesta.

Con esta medida se pretende evitar o disminuir la generación de expectativas y posible potenciación de conflictos con las comunidades del área de influencia del proyecto. El procedimiento para la Implementación del Sistema de Atención a la comunidad debe contar como mínimo con:

- Diligenciamiento del formato de atención al ciudadano.
- Cada mes se realizará el consolidado de las manifestaciones ciudadanas que se presentaron en ese período, con base en lo desarrollado en el formato de Atención al Ciudadano, y se presentará un informe estadístico que permita identificar las principales temáticas que causan expectativas o la potenciación de conflictos en el área de influencia, con el fin de establecer medidas de mejora.
- El consolidado de las manifestaciones ciudadanas debe ser entregado en el informe de Gestión Social.
- En la Oficina de Información y Atención al Ciudadano se deben encontrar los diferentes formatos para la presentación de PQRSD con el fin de que los usuarios de la vía y la comunidad registren sus inquietudes.
- Para el cierre ambiental del proyecto, el contratista debe presentar los paz y salvos de los predios intervenidos, cierre de todas las manifestaciones ciudadanas, actas de vecindad de cierre y el cierre de las actas de compromiso.
- Cierre del Sistema de Atención.

Para el cierre social del proyecto, el contratista debe presentar paz y salvos de los predios intervenidos, cierre de todas las manifestaciones ciudadanas, actas de vecindad y actas de compromiso.

Instalación y adecuación de una Oficina de Información y Atención a la Comunidad:

El contratista tiene la responsabilidad de instalar, adecuar y dotar con todos los implementos necesarios, una oficina para el Servicio de Atención al Usuario -SAU. La oficina es punto de enlace para brindar la información y atender todas las manifestaciones ciudadanas que presenten las comunidades.

La oficina debe funcionar desde la etapa pre-constructiva, porque en este tiempo ya se están desarrollando actividades del Programa de Gestión Social, como son la reunión de inicio y el levantamiento de las actas de vecindad. Permanecerá disponible y abierta durante toda la fase constructiva hasta la recuperación de las áreas

intervenidas, es decir hasta la última actividad de obra programada, en los horarios y sitios adecuados para facilitar el acceso de la población.

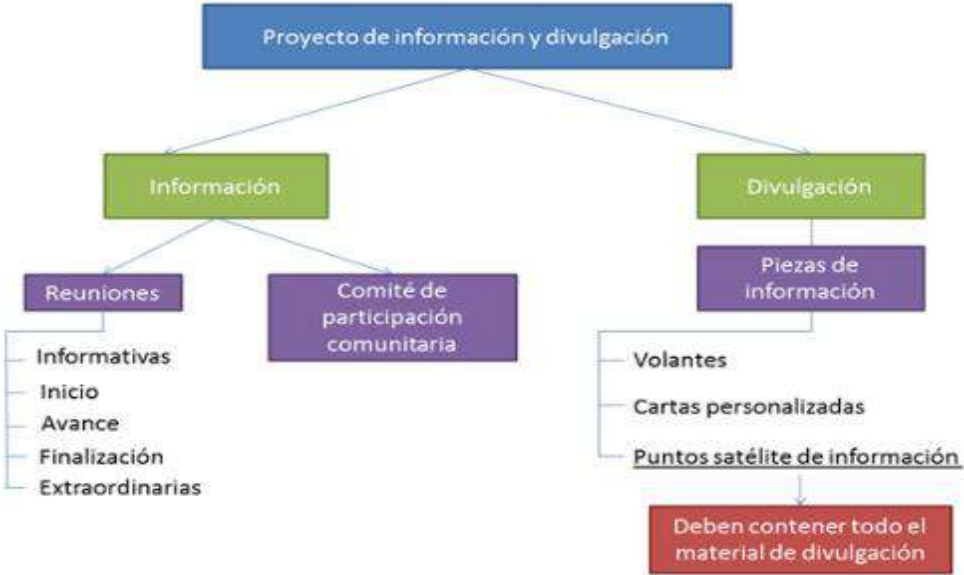
- El procedimiento para la Instalación y funcionamiento de la Oficina de Información y Atención a la comunidad es:
 - Permanecerá disponible y abierta durante toda la fase constructiva hasta la recuperación de las áreas intervenidas, es decir hasta la última actividad de obra programada, en los horarios y sitios adecuados para facilitar el acceso.
 - Deberá contar con un formato de Atención al Ciudadano el cual será diligenciado por el equipo social del contratista, y debe contar con las piezas de comunicación que generen las actividades del Programa de Gestión Social.
 - En la oficina deben permanecer las actas de vecindad y compromiso levantadas y otros documentos de consulta para la comunidad y autoridades.

Instalación Buzones Satélites:

Cuando la Oficina de Información y Atención a la comunidad se ubique alejado de los frentes de obra, se deberán instalar buzones, los cuales se recomiendan deben quedar preferiblemente en el Punto Satélite de Información propuestos en el proyecto de divulgación, con el objeto de recibir las quejas, reclamos e inquietudes relacionadas con el objeto de la obra, estos buzones deben estar identificados y señalizados. El profesional social del contratista debe desplazarse con la frecuencia establecida por el sistema de atención, hasta estos sitios, y recoger y atender las manifestaciones ciudadanas de las comunidades de esta parte del área de influencia.

Estos buzones satélites deben ubicarse en lugares de alta afluencia de población, como colegios, tiendas, puestos de salud, entre otros; y de ser necesario se deberá instalar uno en las alcaldías municipales, con el fin de garantizar la cobertura de la totalidad de los actores; para este caso se establecerán los días en los que el profesional recogerá las PQRS y desde este momento se empezarán a contar los días legales para dar respuesta por parte del contratista.

12.6.2. Proyecto 2. Información a la comunidad

Objetivo
Brindar información oportuna a la población del área de influencia del proyecto, a las autoridades locales, juntas de acción comunal y líderes comunitarios sobre las diferentes actividades del proyecto.
Acciones a desarrollar
Propiciar espacios informativos que permitan comunicar oportunamente el inicio, avance y finalización de las obras y las actividades desarrolladas. Establecer mecanismos para asegurar la comunicación efectiva con la población del área de influencia del proyecto y actores sociales claves; así como la publicidad de la información generada por su ejecución. Informar de manera oportuna a las comunidades, el avance de cada una de las actividades del proyecto, para prevenir las expectativas y potenciación de conflictos. La información a la comunidad comprende las reuniones de socialización, reuniones extraordinarias para temas específicos y la aplicación de las herramientas de divulgación establecidas por el contratista.
Figura 8 Proyecto de información y divulgación  <pre> graph TD Root[Proyecto de información y divulgación] --> Información[Información] Root --> Divulgación[Divulgación] Información --> Reuniones[Reuniones] Información --> Comité[Comité de participación comunitaria] Reuniones --> ReunionesList["Informativas
Inicio
Avance
Finalización
Extraordinarias"] Divulgación --> Piezas[Piezas de información] Piezas --> PiezasList["Volantes
Cartas personalizadas
Puntos satélite de información"] PiezasList --> RedBox[Deben contener todo el material de divulgación] </pre>

Estrategia de Información:

- Realización de reuniones informativas

Se realizarán reuniones informativas antes del inicio de las actividades de obra, durante todo el proceso constructivo, hasta la finalización de las acciones constructivas con el fin de dar a conocer las características del proyecto, el personal profesional vinculado, el Plan de Manejo Ambiental vinculando al Comité de Participación Comunitaria.

La convocatoria se deberá realizar mediante volantes y/o comunicados, invitando a las reuniones programadas, y se informará sobre temas de interés relacionados con el proyecto, a las autoridades locales, distritales, presidentes de juntas de acción comunal, organizaciones comunitarias, o comunidad específicamente para informar sobre las siguientes actividades:

- Cuando se inicien tramos de obra puntuales y previo a la instalación de los cerramientos de obra.
- Cuando se adelante intervención del espacio público.
- Cuando se presente intervención del tráfico vehicular.
- Cuando se programen cortes de los servicios públicos.
- Cuando se limite el acceso a los predios por intervención del espacio público o de vías, entre otros.

La distribución deberá adelantarse cinco días antes del inicio de las intervenciones.

- Reuniones de inicio, avance y finalización

Se realizará antes de iniciar las actividades de obra, con el fin de informar a las autoridades municipales y las comunidades del área de influencia del proyecto sobre el alcance de las actividades según corresponda al mantenimiento, rehabilitación o mejoramiento, las áreas en donde se va a desarrollar la intervención y la duración de las intervenciones. Adicionalmente se informarán aspectos relacionados con las estrategias, procedimientos y logística dispuesta para dar atención a los requerimientos que formule la comunidad, incluyendo la localización y horario de la Oficina de Información y Atención al Ciudadano, sobre el levantamiento de Actas de Vecindad.

En caso de ser requerido por las comunidades del área de influencia del proyecto, se realizarán reuniones extraordinarias. Durante el desarrollo de todas las reuniones se

llevará registro documental fotográfico, se levantarán y suscribirán actas, donde quedará consignado el desarrollo de la reunión.

En caso de que se formalice el Comité de Participación Comunitaria del proyecto y si éste lo solicita, adicionalmente se llevarán a cabo reuniones que llevarán la trazabilidad documental a través de registro fotográfico y actas.

Como resultado de estas reuniones, se deben plantear estrategias comunitarias, en las que se involucren los actores interesados, con el fin de establecer la participación activa de las comunidades frente a la restauración ecológica en zonas de vía, con el fin de evitar el deterioro de los ecosistemas.

- Información para el manejo de accesos a predios privados y públicos

En forma previa al inicio de las actividades, se debe informar a los propietarios y poseedores de predios ubicados sobre el corredor vial, como a las directivas y encargados de predios públicos, sobre la localización, alcance, fecha de inicio y duración y finalización de las actividades del proyecto, con el fin de acordar medidas tendientes a asegurar el acceso a los predios, fincas y el desarrollo normal de las actividades económicas.

- Diseño de estrategia de publicación y divulgación de información

Con base en la información levantada en la línea base se identificarán las necesidades de información y divulgación relativas a la ejecución del proyecto y la población del área de influencia. En este sentido, se deberán reconocer grupos de interés, las características sociales, culturales y étnicas de la población; capacidades y recursos institucionales, sociales y comunitarios que sirvan para la divulgación de información, entre otros aspectos.

La estrategia de comunicación deberá incluir las actividades necesarias para garantizar el acceso a información pública y las comunicaciones requeridas de divulgación entorno a la ejecución del proyecto.

- Gestión documental

Entre las actividades de dicha estrategia está la creación y actualización permanente del inventario de información clasificada y disponible al público en el que se incluya entre otros aspectos: las categorías, registros, descripción, medio de conservación (físico, análogo o digital- electrónico) y formato en que se encuentra la información (hoja de cálculo, imagen, audio, video, documento de texto).

La copia de todos los documentos generados por la ejecución del contrato debe permanecer en el Servicio de Atención al Usuario y atender los lineamientos de la estrategia de gestión documental.

Estrategia de divulgación:

- Piezas de comunicación y volantes

Las piezas de comunicación se difunden a través de medios masivos de información y los volantes se emplearán para convocar a las reuniones programadas con las comunidades, informar acerca de contingencias y dar a conocer las diversas iniciativas que se desarrollen en el marco del Plan de Gestión Social.

Con el fin de dejar registro de la entrega de los volantes a la comunidad del área de influencia directa, se elaborará y diligenciará un formato de recibido del volante entregado, el cual debe contener como mínimo la fecha de entrega del volante, nombre y apellidos de la persona que recibió el volante, dirección o localización del sitio donde se entregó el volante, firma de la persona que recibió el volante o huella dactilar y un espacio para observaciones, el cual permite consignar eventualidades frene a la entrega o recepción de las piezas.

- Cartas personalizadas

Las cartas se utilizarán para convocar a las reuniones programadas e informar sobre eventos extraordinarios que surjan durante la etapa constructiva por lo que estas deberán ser dirigidas de manera personalizada a los grupos de interés identificados durante los diferentes encuentros y procesos de participación, tales como presidentes JAC, representantes de gremios, autoridades municipales, entre otros.

- Instalación de Puntos Satélite de Información

Un Punto Satélite de Información es un lugar acondicionado para informar a la comunidad mediante piezas informativas (p. e. afiches y volantes) sobre, entre otras cosas, las diferentes etapas del proyecto, el estado de su avance, alertas y precauciones.

De acuerdo con esto, se instalarán en puntos estratégicos, cerca de los frentes de obra, puede ser las tiendas, supermercados, centros comerciales, instituciones

educativas, instituciones de salud, salones comunales, o en las alcaldías municipales entre otros, o mecanismos móviles para divulgar información que genere el proyecto.

En estos puntos se deberá adelantar una gestión con los representantes de las entidades o instituciones, con el fin de instalar en un lugar visible de dichos puntos un afiche informativo del proyecto, entre otras piezas visuales, así mismo, dejará volantes para que las personas que visitan el lugar los recojan y se informen del proyecto, de sus avances y de las contingencias que se presenten. Es importante tener en cuenta a la hora de la instalación de los puntos, que se ubiquen en lugares donde no se cuente con un alto porcentaje de medios de información, con el fin de no generar contaminación visual tanto en los establecimientos, como para la comunidad. Se aclara que las sedes de las JAC serán prioritarias para la disposición de la información ya que se constituyen en los principales puntos de encuentro y convergencia de las comunidades.

El contratista deberá indicar los sitios establecidos para la instalación de los Puntos Satélites de Información, indicando dirección, el nombre de la institución (en caso de presentarse), la directiva o propietario de la actividad económica y el acta de acuerdo para su instalación. El contratista, deberá tenerlos instalados antes del inicio de las actividades de obra y todas las piezas de comunicación que genere el proyecto deben ser instaladas en los Puntos Satélite de Información.

- Tecnologías de la información

Con el fin de facilitar el acceso a la información pública de diferentes segmentos de población, el contratista deberá evaluar la utilización de medios tecnológicos como chats ciudadanos, página *Web*, cuenta de Facebook, con el fin de divulgar el Proyecto que se adelanta en el área de influencia, acorde con la características y naturaleza de la obra.

- Publicación de información en la Oficina del Servicio de Atención al Usuario

En la oficina debe publicarse información generada con ocasión del contrato de obra y su ejecución, de tal forma que sea fácil su uso y comprensión por parte de la comunidad.

Adicional a la información publicada, en el Servicio de Atención al Usuario debe permanecer copia de todos los documentos generados por la ejecución del contrato en concordancia con los lineamientos definidos en la estrategia de gestión documental. Entre estos documentos se destacan: plan de adaptación de la guía ambiental, actas

de reunión, actas de vecindad, actas de compromiso, piezas de comunicación, entre otros.

12.6.3. Proyecto 3. Manejo de la infraestructura de predios y de servicios públicos

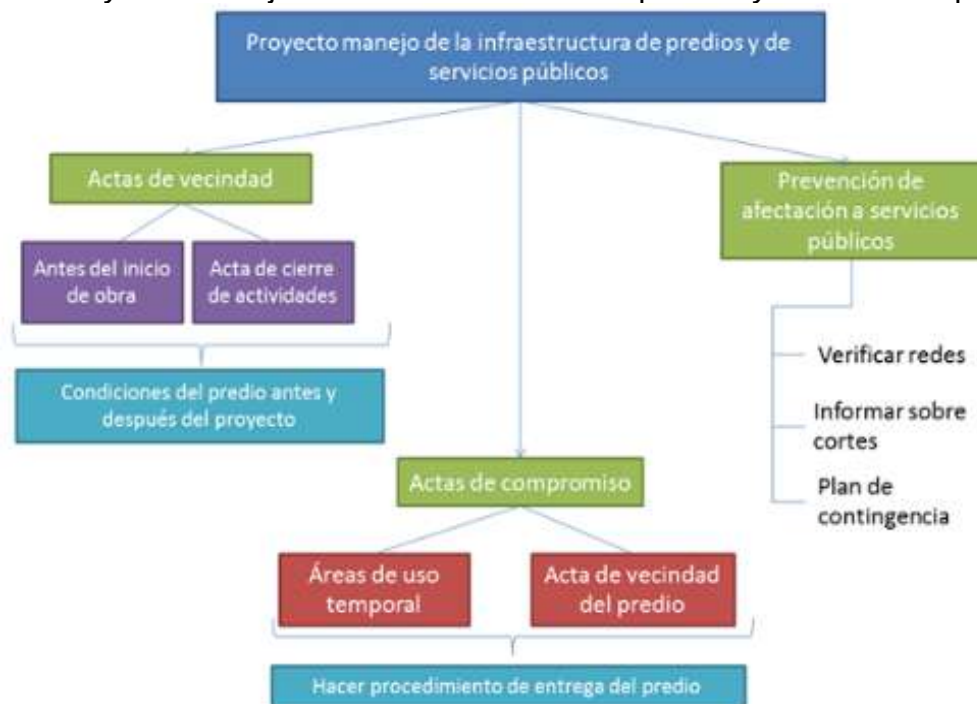
Objetivo

Registrar el estado físico de las construcciones e infraestructura aledaña a las áreas de obra previo al inicio de las actividades constructivas, de mejoramiento, mantenimiento o rehabilitación.

Acciones a desarrollar

Realizar las siguientes actividades: 1) Levantamiento de actas de vecindad; 2) elaboración de actas de compromiso entre el ejecutor del proyecto y el responsable o el propietario del predio de uso temporal, 3) manejo de la afectación de la infraestructura de servicios públicos.

Figura 9 Proyecto manejo de la infraestructura de predios y de servicios públicos



Levantamiento de actas de vecindad:

Para el proceso del levantamiento de actas de vecindad, se conformará un grupo interdisciplinario, integrado por un profesional de área técnica (Ingeniero Civil, Arquitecto, Tecnólogo en obras Civiles) y un profesional de área Social (Trabajador Social, Psicólogo, Sociólogo, Antropólogo, comunicador Social o politólogo) que realizará el registro del estado de la infraestructura vecina a las actividades de obra y áreas de uso temporal.

Previo al levantamiento de actas de vecindad es necesario elaborar un inventario de los predios y demás infraestructura, que será objeto de levantamiento de acta de vecindad. Este formato deberá llevar como mínimo el municipio, vereda, corregimiento, el tramo donde se ubica, el costado, el punto de referencia, así como una breve descripción del mismo y una fotografía de cada uno de los predios o infraestructura encontrada.

En el levantamiento de actas se registrará el estado físico de las construcciones, viviendas, locales de actividades económicas, casetas, cercas, postes, portillos, árboles de cercas vivas, cultivos, vallados, mangueras de conducción del servicio de agua de la comunidad en zonas rurales, y demás obras que se encuentren a lado y lado de las futuras actividades constructivas. También se levantarán actas de vecindad en las áreas de uso temporal.

Es responsabilidad del ingeniero residente de obra del contratista levantar las actas de vecindad, para lo cual se acompañará del profesional social.

Participantes:

Ingeniero o arquitecto

Residente social

Propietario del predio o delegado por este

Presidente de Junta de Acción Comunal o personero. en caso de infraestructura social (parques, paraderos, bienes de interés religioso o cultural. entre otras)

- Procedimiento para el levantamiento de actas de vecindad.

Actas de vecindad de inicio:

De acuerdo con lo establecido por Invias, se deberá seguir con lo establecido a continuación para el levantamiento de actas de vecindad de inicio.

- Se levantarán ocho días antes de iniciar las obras e ingresarán al archivo de obra.
- Se debe informar a la comunidad sobre esta actividad en la reunión de inicio.
- El equipo social establecerá contacto con el propietario o administrador de los predios. En el caso de infraestructura social (parques, paraderos, bienes de interés religioso o cultural) se hará contacto con el presidente de la JAC para informarle sobre el levantamiento del acta de vecindad en esa área.
- En predios de uso agrícola o pecuario se registrará el estado en que se encuentran los cultivos, la infraestructura de las fincas como sus accesos, portillos, cercas, puentes y se debe indagar si en vecindad a las actividades de obra existen fuentes de abastecimiento de agua subterránea.
- Las actas confirmarán el estado de la infraestructura o de cultivos a través del registro fílmico o fotográfico.
- Cuando se encuentren afectaciones como fisuras, grietas, humedades, entre otras, se deberá tomar una fotografía general referenciada que permita establecer en qué lugar del predio se presenta dicha afectación, a continuación, se procederá con la toma las fotografías específicas en las que se pueda observar claramente la afectación (mínimo 4 fotografías).
- En los casos donde no se encuentre el propietario al momento de realizar la visita, se deberá dejar un volante donde se informe que ese día se realizó la primera visita y se procederá a realizar una segunda visita indicando la fecha y hora de la misma. En caso de que se registre la ausencia del poseedor o propietario en la segunda visita, se procederá a buscar el acompañamiento del presidente de la junta de acción comunal para el levantamiento del acta de vecindad de fachada realizando en el acta el registro correspondiente. Este procedimiento también aplica para los casos donde los propietarios se nieguen a permitir el ingreso al predio o el levantamiento del acta de vecindad.
- El contratista tendrá diez días para entregar al responsable o propietario del predio, la copia del acta de vecindad, con su respectivo registro fotográfico y deberá conservar registro de dicha entrega.
- El equipo social realizará el archivo de las actas de vecindad en el SAU para su acceso por parte de la comunidad.

Actas de vecindad de cierre:

Consiste en la verificación final del estado físico y estructural en que quedan las construcciones cultivos, la infraestructura de las fincas como sus accesos, portillos, cercas, puentes fuentes de abastecimiento de agua subterránea una vez terminadas las actividades constructivas.

Al finalizar el tramo de obra, se deberán levantar actas de vecindad de cierre en las mismas construcciones, predios, viviendas, locales de actividades económicas parques, paraderos, bienes de interés religioso o cultural donde se levantó el acta de vecindad de Inicio.

Antes de iniciar esta labor, el equipo social establecerá contacto con el propietario, administrador o directiva de las construcciones. En el caso de infraestructura social (parques, paraderos, bienes de interés religioso o cultural) se hará contacto con el presidente de la JAC o Personero, para informarle sobre el levantamiento del acta de vecindad cierre, en ese tramo y solicitar su acompañamiento.

- Las actas de vecindad de cierre se levantarán ocho días después de finalizadas las actividades de intervención e ingresarán al archivo de obra.
- El equipo social establecerá contacto con el propietario o administrador de los predios. En el caso de infraestructura social (parques, paraderos, bienes de interés religioso o cultural) se hará contacto con el presidente de la JAC para informarle sobre el levantamiento del acta de cierre.
- En los casos donde no se encuentre el propietario al momento de realizar la visita, se deberá dejar un volante donde se informe que ese día se realizó la primera visita y se procederá a realizar una segunda visita indicando la fecha y hora de la misma. En caso de que se registre la ausencia del poseedor o propietario en la segunda vista, se procederá a buscar el acompañamiento del presidente de la junta de acción comunal para el levantamiento del acta de vecindad de fachada realizando en el acta el registro correspondiente. Este procedimiento también aplica para los casos donde los propietarios se nieguen a permitir el ingreso al predio o el levantamiento del acta de vecindad.
- En el formato de acta deberá quedar consignado específicamente que el predio, infraestructura social, cerca, cultivo no sufrió ningún tipo de daño a causa del proyecto y debe firmarse por las partes (propietario, residentes sociales y de obra).
- Acompañar de registro fílmico y fotográfico.
- En los predios a ocupar temporalmente, se levantarán actas de vecindad de cierre detalladas con su respectivo registro fotográfico y fílmico para identificar el estado físico de dicha área después de su ocupación temporal. También debe quedar consignado claramente que el predio, infraestructura no sufrió ningún daño y se entrega en igual o mejores condiciones.
- El contratista tendrá diez días para entregar al responsable o propietario del predio, la copia del acta de vecindad, con su respectivo registro fotográfico y deberá conservar registro de dicha entrega.

Actas de seguimiento:

Estas actas se levantarán en los casos donde se presenten reclamaciones por afectaciones o alguna queja por daños a la infraestructura de los predios, durante el proceso de obras, y señalando como responsable a las actividades de construcción.

Se atenderá la reclamación y procederá a programar una visita de inspección que será realizada por el ingeniero residente de obra con el acompañamiento de la profesional social y con el acompañamiento del ingeniero residente y profesional social.

El equipo técnico y social realizará, visita de inspección dentro de los tres días siguientes a la fecha de recibo de la queja, con presencia del solicitante para verificar los daños y evaluar las responsabilidades de las actividades de obra en los daños registrados.

Para estos casos se establece el siguiente procedimiento a ejecutar por el equipo social:

- El residente social se pondrá en contacto con el solicitante del reclamo o la solicitud.
- A esta visita se debe llevar impresa el acta de vecindad inicial con su respectivo registro fotográfico, así como el registro fílmico.
- En la visita, en caso de encontrarse registrada en el acta de inicio la afectación objeto del reclamo o la solicitud, se procederá a consignar en el acta que esta afectación fue identificada en el acta de inicio y por lo tanto no fue ocasionada por el proyecto. En caso de no encontrarse identificada y registrada en el acta de inicio, se deberá consignar en el acta de seguimiento que la misma no se identificó en el acta de inicio, por lo que se considerará que es imputable al proyecto y será responsabilidad única y exclusivamente del contratista subsanar de manera prioritaria esta situación.
- Una vez se verifique la responsabilidad de la obra en el daño, se procederá a determinar los recursos y actividades que se requieren para solucionar la manifestación ciudadana presentada.
- Las reparaciones por razones imputables al contratista no serán objeto de pago por el contrato. En el caso que el contratista no repare los daños dentro del plazo previsto, se considerará como un incumplimiento del contrato.

- Por tratarse de una queja se deberá dejar toda la trazabilidad de las gestiones adelantadas hasta el cierre de la misma a través del programa de atención al ciudadano, y se ingresará al sistema como una PQRS.

Todos los procesos de restauración de las condiciones iniciales del predio deben quedar explícitas en el formato de Atención al Ciudadano indicando los siguientes datos:

- Fecha de ingreso de la queja a la Oficina de Información y Atención al Ciudadano.
- Fecha de la visita del equipo del contratista al predio para verificar los daños y las responsabilidades.
- Valoración técnica de la queja por parte del equipo del contratista.
- Consignar información sobre el estado del predio según el acta de vecindad.
- Registro fotográfico del área afectada.
- Clasificación de la restauración: reparación, restitución o compensación.
- Describir y registrar fotográficamente las actividades para el restablecimiento de las condiciones iniciales del área afectada en el predio.
- Registro fotográfico de las reparaciones, una vez concluidas.
- Evaluación de la restauración por parte del ciudadano (a) que presentó la queja.
- Fecha de cierre de la manifestación ciudadana.
- Firma (legible) de aceptación de las reparaciones por parte del ciudadano (a) que presentó la queja.
- Firma (legible) de los profesionales del área técnica y social del contratista.

Levantamiento de actas de compromiso:

En caso de que se requieran áreas para uso temporal se levantarán actas de compromiso para establecer de manera explícita los acuerdos y condiciones de uso y entrega. Para ello se identificarán los predios que pueden ser soporte temporal a las actividades de obra.

En este sentido, el área social establecerá contacto con el responsable o el propietario del predio a quien se le presentará la solicitud verbalmente, explicando las acciones necesarias, el tiempo requerido y toda la información pertinente. Una vez el propietario o responsable del predio requerido temporalmente acepte las condiciones, se procederá a elaborar el acta de compromiso consignando como mínimo los siguientes datos: fecha del levantamiento, dirección o localización del predio requerido temporalmente, nombre y apellidos completos del responsable o propietario del predio,

área requerida, tiempo que durará la ocupación y condiciones de entrega, entre otras consideraciones que los profesionales crean pertinentes.

Es importante aclarar que se entregará una copia del acta de compromiso al responsable o propietario del predio máximo 5 días hábiles posteriores al levantamiento.

Una vez se termine la ocupación temporal, se entregará el predio y el área utilizada, en las condiciones acordadas en el documento. En caso de daños, estos deben ser reparados, incluyendo los materiales y la mano de obra que se requieren en la reparación.

Medidas para prevenir la afectación de infraestructura de servicios públicos:

Previo al inicio de las actividades el contratista deberá contar con los planos de redes de cada una de las empresas de servicios públicos de la zona. El contratista debe implementar las siguientes medidas para evitar la afectación de los servicios públicos.

Realizar una investigación de las redes que se encuentran en la zona (derecho de vía), además de solicitar a las empresas de servicios públicos planos de instalación de redes y solicitar información sobre quien otorgo los permisos para la instalación de dichas redes.

Dentro de las medidas para evitar la afectación de los servicios públicos, se deberá establecer un procedimiento para el manejo de la infraestructura de servicios públicos que se pueda ver afectada por las actividades del proyecto, y en caso de emergencia se debe dar aviso inmediato a la empresa prestadora del servicio, aislar la zona, informar sobre el daño a la comunidad aledaña e implementar el plan de contingencia.

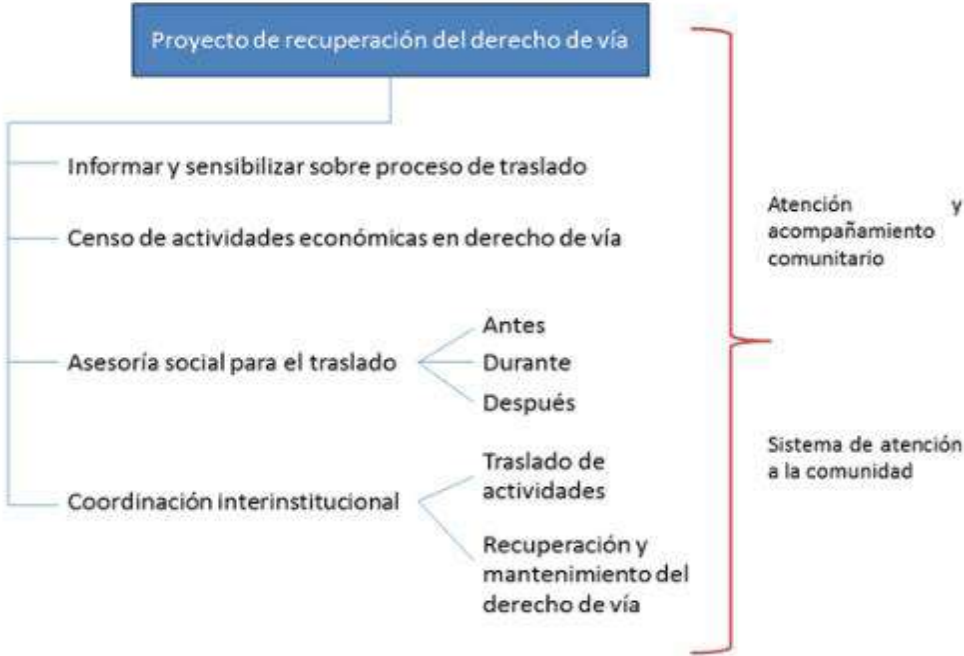
Cuando se vaya a intervenir redes de servicios públicos, se debe informar oportunamente a las entidades encargadas de la prestación del servicio. No se puede iniciar excavaciones para el retiro de redes hasta tanto no se cuente con los permisos respectivos.

En caso de requerirse cortes de los servicios públicos, se debe informar previamente a la comunidad a afectar y contar con un plan de contingencia, para el caso de que por algún motivo no se pueda restablecer el servicio cortado.

Las excavaciones en áreas próximas a infraestructuras de servicios públicos o que se requieran para traslados de redes, debe realizarse por tramos y no pueden permanecer abiertas por más de 12 horas, se deben realizar en las primeras horas de la mañana.

Finalmente, en caso de intervenciones en el área urbana, previo al inicio de las actividades se debe hacer un inventario de los contadores existentes, verificar su estado y en caso de requerir retirarlo el contratista debe responsabilizarse de tal acción. Será de responsabilidad del contratista la permanencia de estos elementos.

12.6.4. Proyecto 4. Recuperación del derecho de vía

Objetivo	
Recuperar el derecho de vía para la ejecución de las obras con apoyo de las autoridades municipales y evitar conflictos con las comunidades.	
Acciones a desarrollar	
En el caso de identificarse actividades económicas en el derecho de vía de las vías terciarias, se deberá realizar el procedimiento de traslado de estas; sin embargo es importante tener en cuenta que en este tipo de vías no se presenta a menudo este tipo de circunstancias. Figura 10 Proyecto de recuperación del derecho de vía  <pre> graph TD A[Proyecto de recuperación del derecho de vía] --> B[Informar y sensibilizar sobre proceso de traslado] A --> C[Censo de actividades económicas en derecho de vía] A --> D[Asesoría social para el traslado] A --> E[Coordinación Interinstitucional] D --> D1[Antes] D --> D2[Durante] D --> D3[Después] E --> E1[Traslado de actividades] E --> E2[Recuperación y mantenimiento del derecho de vía] B --- F[Atención acompañamiento y comunitario] C --- F D --- F E --- G[Sistema de atención a la comunidad] E1 --- G E2 --- G </pre>	

Informar y sensibilizar a los responsables de las actividades económicas informales sobre el proceso de traslado:

Con el fin de mitigar y prevenir el impacto, es importante informar y sensibilizar a los responsables de las actividades económicas informales localizadas en la zona del derecho de vía, sobre el proceso de traslado, las actividades que se van a realizar con ellos y se aclararán todas las inquietudes que manifiesten los usuarios de esta zona. El proceso de información también busca sensibilizar a los hogares de este grupo social, para que no se generen más asentamientos hacia la franja del derecho de vía y se incremente el número de vendedores ambulantes apostado a lo largo de esta franja.

Para ello, se realizarán reuniones específicas con los vendedores ambulantes en cada uno de los municipios del área de influencia y las que sean necesarias para aclarar y despejar dudas acerca del proceso de traslado. Adicionalmente, se informará de manera individual cuando el responsable o algún miembro del hogar del responsable, requiera información sobre el proceso de traslado.

Para la ejecución de estas reuniones se debe cumplir con las estrategias de divulgación de información, para lo que se deberá realizar convocatorias a través de oficios o volantes, contar con el registro de entrega, y socializar a las comunidades la información con estrategias pedagógicas que permitan la interacción y participación de los diferentes actores.

Se recomienda que a estas reuniones se convoque a los personeros municipales y presidentes de las JAC, como veedores de los derechos de las comunidades.

Realizar el censo de las actividades económicas informales que ocupan el derecho de vía:

Se describirá y llevará registro del 100% de las actividades económicas informales que existan sobre el derecho de vía, incluyendo el censo de los vendedores ambulantes y demás actividades económicas informales y la formulación y registro en una base de datos con las acciones que se van a realizar en cada caso.

Como complemento del censo a las actividades económicas y el proceso de traslado, se debe brindar asesoría social a los responsables de las actividades económicas informales antes, durante y después del traslado, con el fin de incentivar el mejoramiento y la formalización de las actividades productivas. Para ello brindará

asesoría y acompañamiento social y por otro lado, brindará toda la asesoría para que el negocio formalice sus actividades productivas.

En este sentido, el equipo interdisciplinario conformado para tal fin brindará orientación y asesoría social cuando se presente dificultad por parte del responsable de la actividad económica y de su hogar, para aceptar el proceso de traslado y esto le genere preocupación y angustia ante un cambio en la fuente de sus ingresos. Dicho acompañamiento se llevará a cabo a partir de visitas domiciliarias a las residencias de los propietarios o responsables de las actividades económicas informales y a los negocios en el derecho de vía, con el fin de brindar confianza en el proceso, aclarar dudas, temores e inquietudes.

Coordinación interinstitucional para adelantar el traslado de las actividades económicas informales y la recuperación y mantenimiento del derecho de vía libre de cualquier ocupación:

La gestión interinstitucional con la alcaldía municipal es vital para la ejecución del traslado de las actividades económicas informales en el derecho de vía y para lograr los compromisos de las administraciones en el mantenimiento de la franja del derecho de vía libre de cualquier tipo de ocupación. Es necesario estimular la participación y la concertación de las autoridades municipales, departamentales y nacionales para que contribuyan a la restitución de este espacio y para que el derecho de la vía permanezca libre de todo tipo de ocupación. Adicionalmente, se debe contar con la participación de las personerías municipales como garantes de los derechos de las personas y del procedimiento adelantado por el contratista.

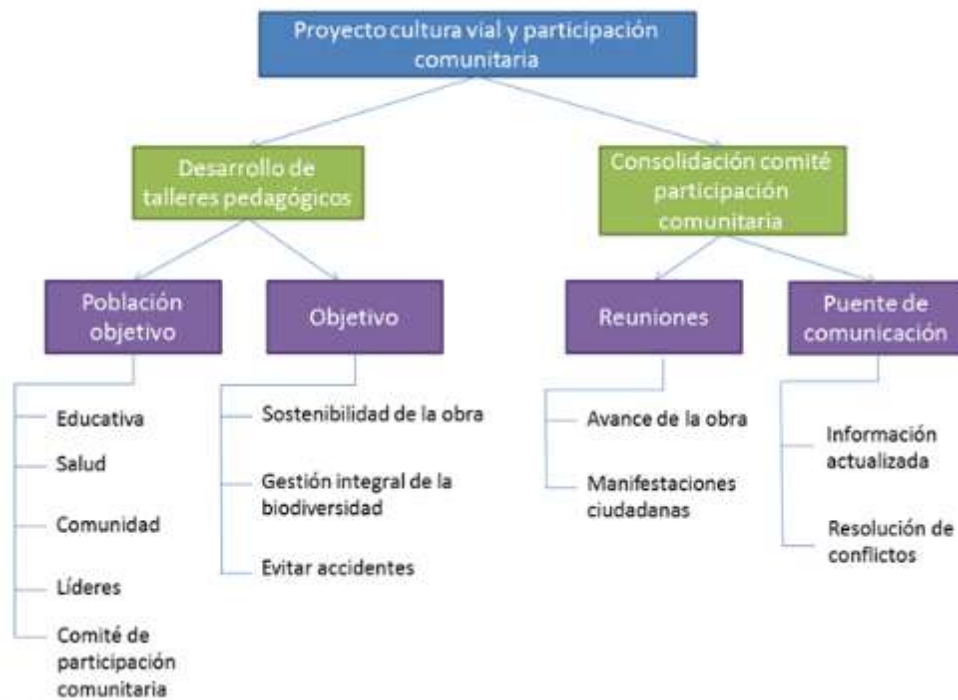
12.6.5. Proyecto 5. Cultura vial y participación comunitaria

Objetivos
▪ Generar estrategias de apropiación del proyecto a través de procesos de capacitación con las comunidades educativas, población en general, líderes del área de influencia y con el Comité de Participación Comunitaria. ▪ Crear espacios para la participación y control social a través de la conformación y consolidación del Comité de Participación Comunitaria del proyecto.
Acciones a desarrollar
Desarrollar talleres pedagógicos, dentro de las estrategias de apropiación con el objeto de fortalecer las capacidades de la población educativa, la comunidad y sus líderes y

a los miembros del Comité de Participación Comunitaria en el cambio de actitudes que conduzcan a la sostenibilidad ambiental de la construcción y operación del proyecto, la apropiación de la comunidad para la gestión integral de la biodiversidad en el territorio.

Por otra parte, conformación y consolidación del Comité de Participación Comunitaria del proyecto y veedurías ciudadanas tiene el objeto de empoderar a la comunidad para el seguimiento al cumplimiento de los compromisos y lo establecido en los proyectos del PMA.

Figura 11 Proyecto cultura vial y participación comunitaria



Talleres pedagógicos de sostenibilidad:

Como resultado del análisis de la caracterización en línea base de las condiciones sociales, culturales, ambientales y organizacionales de las comunidades del área de influencia, se establecerán las temáticas ambientales que requieran de fortalecimiento a través de talleres o actividades pedagógicas, con el objetivo de informar, educar y hacer tomar conciencia en temas ambientales, de biodiversidad, de seguridad vial y de organización y participación comunitaria, entre otros. Dentro de estas temáticas se incluirá la temática de atropellamiento de fauna por su importancia en términos de la

presión que este impacto genera sobre la biodiversidad, las comunidades y poblaciones de fauna.

Dichos talleres deben contar con estrategias de información para diferentes grupos poblacionales, tales como población educativa, autoridades municipales, juntas de acción, comunidad, empleados, entre otros. Así, los talleres se orientarán a crear colectivamente estrategias para el manejo sostenible del entorno y generar conciencia de pertenencia de la comunidad, a través de la restauración para garantizar la conectividad ecológica.

Dichos talleres deben contar con el proceso de convocatoria, el registro fotográfico y o filmico, el levantamiento de acta, un proceso de evaluación.

Conformación del Comité de Participación Comunitaria:

El Comité está conformado por representantes de la comunidad y de líderes comunitarios (JAC y organizaciones comunitarias) del área de influencia del proyecto, con el fin de realizar control social a la ejecución de las actividades del proyecto, servir de puente entre la comunidad y el ejecutor del proyecto para la presentación de solicitudes de las comunidades.

Los miembros del Comité de Participación Comunitaria deben ser residentes en el área de influencia o que tengan alguna actividad económica, servir como puentes de comunicación y multiplicadores de la información que reciben sobre el proyecto, aportar elementos e información sobre las características culturales de la comunidad y participar de manera activa de los talleres pedagógicos de sostenibilidad.

Como desarrollo de los encuentros con el comité, en la primera reunión el contratista brindará toda la información técnica, ambiental y social sobre el proyecto constructivo, los miembros establecerán la periodicidad de sus encuentros, los cuales no podrán ser superiores a cada dos meses. Las temáticas de las reuniones tratarán sobre el avance de las actividades de obra, las manifestaciones ciudadanas que se hayan presentado, las que se encuentran abiertas y el manejo que puede hacerse para su cierre, y los principales conflictos de las comunidades con el proyecto.

Conformación y consolidación de veedurías ciudadanas (su conformación es autónoma):

Las organizaciones civiles o los ciudadanos procederán a elegir de una forma democrática a los veedores, luego elaborarán un documento o acta de constitución en la cual conste el nombre de los integrantes, documento de identidad, el objeto de la

vigilancia, nivel territorial, duración y lugar de residencia. La inscripción de este documento se realizará ante las personerías municipales o distritales o ante las cámaras de comercio, quienes deberán llevar registro público de las veedurías inscritas en su jurisdicción.

En el caso de las comunidades indígenas esta función será asumida por las autoridades propias.

- Responsabilidades de las veedurías ciudadanas
 - Vigilar los procesos de planeación para que, conforme a la Constitución y a la ley, se dé participación a la comunidad y la decisión sea consultada.
 - Vigilar que en la asignación de los presupuestos se prevean prioritariamente la solución a necesidades básicas insatisfechas, según criterios de equidad y eficiencia.
 - Vigilar que el proceso de contratación se realice de acuerdo con los criterios legales vigentes, dando prioridad a la contratación con las organizaciones sociales y comunitarias.
 - Vigilar y fiscalizar la ejecución y calidad técnica de las obras, programas e inversiones en el correspondiente nivel territorial.
 - Recibir los informes, observaciones y sugerencias que presenten los ciudadanos y sus organizaciones en relación con las obras o programas que son objeto de veeduría.
 - Denunciar ante las autoridades competentes los hechos o actuaciones irregulares de los funcionarios distritales en cumplimiento de lo dispuesto en el artículo 92 de la Constitución.

12.6.6. Proyecto 6. Contratación de mano de obra local

Objetivo
Contribuir al mejoramiento de las condiciones de vida de la población que reside en las veredas del área de influencia, al vincular personal para la ejecución de las obras en las diferentes etapas del proyecto.
Acciones a desarrollar
Con el fin de cumplir con el proceso de contratación de personal para las actividades de construcción, mejoramiento, mantenimiento o rehabilitación, de vías de tercer orden, se ejecutarán previamente como mínimo las siguientes acciones y actividades.

- Información a las juntas de acción comunal del área de influencia del proyecto sobre acciones a implementar relacionadas con la medida de generación temporal de empleo.
- Convocatoria e información a la comunidad sobre las necesidades de personal para laborar en las obras requeridas por el proyecto.

Figura 12 Proyecto de contratación de mano de obra



Contratación de mano de obra residente en el área de influencia:

Entre los impactos positivos más recurrentes que la ejecución de contratos de obra pública genera en los territorios se encuentra la dinamización de la oferta laboral local. Dicho efecto aumenta la calidad de vida de los habitantes de las comunidades aledañas a los corredores viales mediante el aumento de la oferta de actividades laborales legales y sin externalidades sociales negativas. Adicionalmente, coadyuva en el establecimiento y mantenimiento de buenas relaciones de vecindad entre la comunidad y la infraestructura civil vial a su servicio.

Por otro lado, la relevancia económica y laboral de los contratos de obra pública también impacta de manera favorable los territorios al fungir como laboratorios de buenas prácticas en las dimensiones laboral y personal de los trabajadores de la región, ya que se estimula de manera transversal en la economía local la generación de espacios de capacitación continua para el trabajo, la formalización laboral y el desarrollo de actividades sostenibles ambiental y socialmente que sirven de generadoras adicionales de ingresos.

Otro de los objetivos de este proyecto es el de desincentivar la migración de población residente en otros municipios al área de influencia del proyecto para vincularse laboralmente al proyecto, puesto que el incremento de población foránea puede generar impactos negativos sobre las comunidades del área de influencia, que tendrán como resultado final el desmejoramiento de la calidad de vida de los residentes permanentes.

La línea de base del componente socioeconómico y cultural debe indicar la dinámica del empleo en el área de influencia, los perfiles laborales que hay en el área y en fin describir, de forma tanto cuantitativa como cualitativa la disponibilidad de mano de obra calificada y no calificada. Con esta información, el contratista establecerá el porcentaje de mano de obra a contratar para el desarrollo de la obra, el cual será vinculante contractualmente.

El contratista informará en las reuniones de inicio, los procesos para la contratación de trabajadores no calificados y calificados requeridos, requisitos mínimos de contratación, procedimiento de vinculación y los perfiles que requiere para las diferentes actividades del proyecto.

Análisis de las dinámicas de contratación de mano de obra:

Es fundamental que el contratista estudie de manera periódica y continua el comportamiento de la contratación de personal a lo largo de la vida útil del proyecto y que mediante análisis estadísticos descriptivos informe del mismo a la entidad contratante de acuerdo a la periodicidad establecida en el marco contractual o cuando esta, en ejercicio de su función de supervisión, se lo solicite.

La información deberá suministrarse de manera gráfica o tabulada de acuerdo a las indicaciones impartidas para tal fin por la entidad.

Adicionalmente, la información recolectada y debidamente organizada deberá ser analizada estadísticamente, de tal manera que a partir de dicho análisis se puedan tomar decisiones por parte de la entidad contratante.

- Procedimiento para la contratación de mano de obra residente en el área de influencia

La selección del personal se hará según el procedimiento estipulado para tal fin por el contratista, el cual debe cumplir con la normatividad constitucional y legal aplicable previo establecimiento de requisitos y perfiles. Con apoyo del SENA, ANR u otras

instituciones, se buscará integrar a personas reinsertadas y en estado de desplazamiento localizadas en los municipios del área de influencia.

El contratista difundirá el procedimiento para la contratación de mano de obra en la reunión de inicio. Las actividades definidas se concentrarán en la Oficina de Información y Atención al Ciudadano para el recibo de las hojas de vida de los aspirantes. La alcaldía municipal con el soporte que presente la junta de acción comunal (JAC) del sitio donde reside el candidato a la vinculación laboral, certificará la residencia habitual de este al municipio del área de influencia.

- Las actividades definidas se concentrarán en la Oficina de Información y Atención al Ciudadano para el recibo de las hojas de vida de los aspirantes.
- La alcaldía municipal o la personería con el soporte que presente la junta de acción comunal (JAC) del sitio donde reside el candidato a la vinculación laboral, certificará la residencia habitual de este al municipio del área de influencia.
- Los registros, dinámica de vinculaciones y otra información relevante se incluyen en los informes mensuales del contratista.

Cabe aclarar que la recepción de la hoja de vida no compromete al contratista con el solicitante para su contratación; sin embargo, se dará prioridad a las hojas de vida de las personas que residen en el área de influencia.

12.6.7. Proyecto 7. Proyectos productivos

Objetivo

Apoyar a las comunidades organizadas en la gestión de proyectos productivos que contribuyan al mejoramiento del entorno y calidad de vida de la comunidad.

Acciones a desarrollar

Entre las acciones a desarrollar en este proyecto, están la identificación o formulación de proyectos productivos, el establecimiento de estrategias de acción y la ejecución de los mismos.

Figura 13 Proyectos productivos



Identificación o formulación de proyectos productivos:

A través de la identificación de conductas comunitarias que contribuyen al deterioro de las vías, el contratista identificará con la comunidad, con los líderes y con las JAC los proyectos productivos que puedan tener incidencia en la disminución de la vida útil de la vía (tales como mal manejo de aguas), o bien, proyectos productivos que contribuyan al mejoramiento de la calidad de vida de la población, fortalecer la organización y la participación comunitaria, el sentido de pertenencia de las comunidades a su entorno.

La formulación de proyectos productivos debe estar orientada a potenciar actividades que desde la obra vial puedan apoyarse a partir de una relación de responsabilidad social. Las condiciones de ejecución, mecanismos de articulación y resultados dependerán en buena medida de la sensibilidad y estrategias implementadas por el equipo de gestión social.

Durante el proceso de formulación se debe establecer los objetivos, metas y resultados esperados para el proyecto productivo objeto de apoyo. Adicionalmente, se identificará la población objeto y se establecerán las responsabilidades de las diferentes partes, y los tiempos en los que se ejecutará el proyecto. Lo cual se informará al finalizar dicha etapa, al responsable señalado por la comunidad, o la entidad correspondiente con el respectivo registro fotográfico.

De ser posible, se realizará un encuentro de proyectos exitosos con las diferentes comunidades que hayan participado del proyecto, con el fin de identificar falencias y

oportunidades de mejora; además de formular estrategias para que el proyecto se pueda sostener posterior a la obra.

Fortalecimiento a proyectos en marcha:

En el caso de identificarse proyectos productivos en marcha en las zonas del proyecto, se apostará al fortalecimiento de alguna fase o segmento de estos, y se buscará el apoyo y fortalecimiento del proceso con entidades tales como el SENA u organismos internacionales. Esto con el fin de evitar el deterioro de la vía, y mejorar las condiciones de vida de la población y fortalecimiento del sentido de pertenencia.

12.6.8. Proyecto 8. Protección del patrimonio arqueológico y cultural

Objetivo

Desarrollar un programa de arqueología preventiva destinado a prevenir, mitigar y compensar la alteración, destrucción y pérdida del patrimonio arqueológico, e implementar acciones orientadas a tal fin en el área de influencia del proyecto como consecuencia de las intervenciones realizadas, ajustándose a los lineamientos establecidos por el ICANH.

Acciones a desarrollar

Conforme la normativa aplicable, es responsabilidad del titular de los proyectos, obras o actividades que generen potencial afectación al patrimonio arqueológico y los bienes de interés cultural y religioso de la Nación ubicados en el área de influencia del proyecto, realizar las acciones pertinentes para protegerlo.

Se deberá solicitar al Instituto Colombiano de Antropología e Historia ICANH, la certificación sobre el estado del patrimonio arqueológico, con los soportes necesarios para el pronunciamiento de esta autoridad y en caso de que la respuesta sea positiva, deberá adelantar un proyecto de arqueología preventiva de acuerdo con el procedimiento establecido por el Instituto Colombiano de Antropología e Historia, que incluye la elaboración del Plan de Manejo Arqueológico respectivo.

Anexar constancia de la elaboración y presentación ante el Instituto Colombiano de Antropología e Historia-ICANH del Programa de Arqueología Preventiva, de acuerdo con lo dispuesto en la Ley 1185 de 2008 o aquella que la modifique o sustituya; y contar con un Plan de Manejo Arqueológico aprobado por dicho instituto, antes de iniciar las obras.

En caso de que, aunque no se hubiere requerido por el ICANH la presentación de plan de manejo arqueológico, durante las excavaciones realizadas para el mantenimiento, rehabilitación o mejoramiento se encontrasen elementos que pueden ser parte del patrimonio arqueológico de la Nación, se debe:

- Suspender las actividades de manera inmediata.
- Informar al ICANH del hecho demarcar y proteger el área sea demarcada, aislada de las actividades de obra y protegida de eventuales saqueos, hasta que las entidades responsables se hagan cargo del tema.
- Establecer protocolos en caso de presentarse hallazgos ocasionales.

Durante las inducciones y capacitaciones, el contratista debe informar a todos sus trabajadores, sobre la probabilidad de este tipo de hallazgos y capacitarlos sobre las acciones a seguir.

Los monumentos, esculturas, obras de arte, monumentos históricos, religiosos, o bienes de interés cultural, deben ser objeto de protección por parte del contratista, con el cubrimiento o cerramiento total de la estructura. Para la prevención de daños por la maquinaria se puede solicitar su traslado mientras dure la obra, con aprobación de la autoridad competente.

Una vez terminado el programa de proyección al patrimonio arqueológico, se deberán socializar los resultados de los trabajos arqueológicos a las comunidades locales mediante talleres con el fin de ampliar su conocimiento sobre el patrimonio arqueológico, estimular la apropiación del mismo y construir medidas colectivas que contribuyan a su preservación y salvaguarda.

12.6.9. Proyecto 9. Gestión socio predial

Objetivo

Mitigar o compensar los impactos de afectación a la infraestructura y unidades sociales de los predios requeridos por el proyecto, con la identificación y acompañamiento de las mismas, para que mantengan o mejoren sus condiciones de vida en un nuevo lugar de habitación o entorno, respecto a las que conservaban antes de la enajenación del inmueble requerido por el proyecto.

Acciones a desarrollar

En el presente proyecto se establecen los criterios para la compensación de los impactos socioeconómicos que pueda generar el proyecto como resultado de la gestión predial y propendiendo por la conservación de las condiciones socioeconómicas de las familias, posterior al traslado y se iniciará paralelamente con las actividades requeridas para el proceso de adquisición predial.

Figura 14 Proyecto de gestión socio predial



El equipo de gestión predial desarrollará las siguientes estrategias:

- Visitará a los municipios interactuando con las administraciones locales y líderes comunitarios para facilitar la socialización y sensibilización del proceso de gestión socio predial.
- Se establecerá un canal de comunicación directo con cada una de las unidades sociales, por parte de los profesionales de gestión socio predial.
- Identificará y elaborará la base de datos de cada uno de los propietarios, arrendatarios y residentes de los predios objeto de adquisición.
- Visitará cada uno de los inmuebles requeridos para establecer las condiciones generales.
- Identificará bajo los parámetros de la normatividad vigente, Resolución 545 de 2008 y las que la complementen o modifiquen, las unidades sociales susceptibles de aplicación de compensaciones socioeconómicas.
- Realizará actividades de acompañamiento social, técnico y jurídico, antes, durante y posterior al proceso de traslado a cada unidad social (familias), que lo requiera, orientado al restablecimiento de las condiciones habitacionales, familiares, sociales y económicas, y aquellas que requieran gestión interinstitucional.

- Implementará estrategias (individuales o colectivas) que faciliten el cambio y la adaptación de las Unidades Sociales objeto de traslado a sus nuevos sitios de habitación.

Traslado de las unidades sociales de las áreas requeridas para el desarrollo de la obra:

Esta actividad se aplicará cuando sea necesario intervenir viviendas o predios en que se desarrollan actividades económicas en las áreas requeridas para la ejecución de las obras en el caso de algunos mejoramientos de vías terciarias, a partir de la elaboración del Diagnóstico Socioeconómico y Cultural de las unidades sociales afectadas y la identificación de su grado de vulnerabilidad social.

De acuerdo con la metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales (Minambiente, 2018), este programa debe restablecer las condiciones de vida existentes de la población a reasentar relacionadas con vivienda, acceso a servicios públicos y sociales, relaciones sociales y bienes comunitarios. Además de restablecer las fuentes de ingreso y actividades económicas de las unidades sociales a trasladar.

Para el traslado involuntario de población, se debe identificar las áreas requeridas previa materialización del diseño, con el fin de minimizar al máximo la afectación predial.

Una vez determinado el diseño de la vía, principalmente en obras de mejoramiento que pueden implicar la ampliación de la vía, se deberán identificar las viviendas, construcciones y establecimientos con uso económico o institucional a intervenir y realizar el censo de las Unidades Sociales y su tipificación de acuerdo con el uso. Como proceso de descripción y caracterización de la población a trasladar se establecerá el grado de vulnerabilidad de cada unidad social, con el fin de establecer medidas de manejo y acompañamiento específicas para aquellas cuya vulnerabilidad es alta.

El proceso de gestión predial es individual y particularizado de acuerdo con las condiciones sociales y culturales de las unidades sociales; sin embargo, el proceso debe cumplir en todos los casos, con lo establecido por la ley para este tipo de programas.

Implementar estrategias que faciliten adaptación al nuevo sitio de traslado de las unidades sociales:

Contempla la realización de acciones individuales y colectivas dirigidas a las familias objeto de intervención, orientado a facilitar el cambio y la adaptación en el nuevo sitio de habitación, para lo cual se tendrá en cuenta: Diseño de formato de atención individual y familiar, atención psicosocial individual a las unidades sociales que lo requieran, atención psicosocial o familiar en los casos requeridos, conversatorios grupales, talleres y/o charlas grupales.

Para realizar el seguimiento a las actividades planteadas, se consolidará trimestralmente el resultado de la gestión adelantada.

13. PLAN DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO

La formulación del plan de seguimiento y monitoreo tiene como objetivo establecer procedimientos e indicadores estandarizados para la medición y el control al cumplimiento de los objetivos propuestos en los programas y proyectos de manejo ambiental, así como identificar potenciales oportunidades de mejora en el desarrollo de cada proyecto, que permitan la aplicación de los ajustes a los que haya lugar.

Este seguimiento y monitoreo se efectúa mediante el seguimiento periódico de la tendencia de los indicadores establecidos para los programas y proyectos del PMA. De esta forma, se deben describir las acciones, métodos y procedimientos que se requieren para obtener la información necesaria para el cálculo de dichos indicadores de seguimiento; asimismo, se debe establecer quiénes son los responsables de aportar la información y cuáles son los mecanismos de coordinación entre los actores involucrados en el cálculo del indicador.

A continuación, se definen los indicadores de evaluación y seguimiento para cada uno de los programas y proyectos del Plan de Manejo Ambiental; sin embargo es importante aclarar que éstos son indicadores genéricos para el seguimiento al cumplimiento del PMA, por lo que se deben ajustar y complementar de acuerdo con las condiciones y necesidades particulares de cada proyecto, y de acuerdo con el formato modelo para el seguimiento y monitoreo de los planes de manejo ambiental (ver Anexo 3).

Cuando se requiera la ejecución de monitoreos para los componentes atmosféricos (aire y ruido) y para el componente hidrológico (calidad del agua y vertimientos) se deberá tener como referencia los valores límite, establecidos en la normatividad ambiental vigente (Anexo 4, Anexo 5, Anexo 6 y Anexo 7).

Tabla 10 Indicadores de planes y programas

Proyecto	Meta	Nombre del Indicador	Indicador de Eficacia	Valor de Referencia	Registro
Conformación de grupos de gestión social y ambiental	Grupo de gestión social y ambiental conformado con anticipación al inicio del programa de manejo respectivo	Grupos de gestión social y ambiental conformado de acuerdo con los requerimientos de los programas de	No. de profesionales y técnicos contratados previo inicio del programa de manejo respectivo x 100 / No. de profesionales y	Cumple 100%	Matriz consolidada de mano de obra para la conformación de los grupos de gestión social y ambiental vinculados al

Proyecto	Meta	Nombre del Indicador	Indicador de Eficacia	Valor de Referencia	Registro
		manejo ambiental	técnicos previstos para el plan de programa de manejo respectivo		proyecto, incluyendo dedicaciones y procesos
	Cumplimiento eficaz de todas las acciones propuestas en cada programa del PMA	Cumplimiento de la totalidad del PMA con la participación del Grupo de gestión social y ambiental	No. de programas de manejo ejecutados satisfactoriamente en el tiempo previsto x 100 / No. de programas de manejo previstos	Cumple 100% Parcial 90%	Información cuantitativa y cualitativa del cumplimiento de cada una de las actividades de los proyectos y programas del plan de manejo dentro de los plazos previstos
Capacitación y concientización para el personal de obra	Capacitar a todo el personal de la obra en temas técnicos, ambientales, fauna, sociales	Capacitación de personal	No. de personal capacitado x 100 / No. de personal vinculado	Cumple 100% Parcial > 80%	Listados de asistencia a capacitaciones Matriz de mano de obra vinculada al proyecto Actas Registro fotográfico
Cumplimiento de requerimientos legales	Contar con todos los permisos, autorizaciones, licencias o concesiones obligatorios antes del	Permisos, autorizaciones, licencias y/o concesiones ambientales	Permisos ambientales obtenidos previamente a las intervenciones * 100 / Permisos ambientales requeridos por el proyecto	Cumple 100%	Lista de chequeo de requerimientos ambientales Descripción del proyecto Actos administrativos de las

Proyecto	Meta	Nombre del Indicador	Indicador de Eficacia	Valor de Referencia	Registro
	inicio de actividades				diferentes entidades que otorgan el permiso
Manejo Integral de materiales de construcción	Acopiar el 100% de los materiales de construcción adecuadamente	Acopio de materiales	Volumen de material acopiado adecuadamente x 100 / Volumen de material utilizado en el periodo	Cumple 100% Parcial > 80%	Registro Fotográfico Base de datos de materiales de construcción
	Prevenir, mitigar y controlar los impactos generados por el manejo de materiales de construcción	Arrastre de materiales	Valor del parámetro sólidos en muestreo a cuerpos de agua en área de obras x 100 / Valor del parámetro sólidos en línea base para el cuerpo de agua	Cumple 100% Parcial > 90%	Resultados de análisis físicoquímicos de agua (tener en cuenta factores externos)
		Afectación a la comunidad	No. de quejas y reclamos por manejo de materiales de construcción	Cumple 0 quejas y reclamos	Reportes de quejas y reclamos
	Obtener el 100% de los materiales de construcción para el proyecto de fuentes autorizadas	Fuentes de materiales licenciadas	No. de proveedores de materiales de construcción con licencia ambiental vigente x 100 / No. de proveedores de materiales de construcción	Cumple 100%	Título minero vigente Licencia Ambiental otorgada por la autoridad Certificado de compra de material Base de datos de compra de material de construcción
		Volumen de materiales de construcción	Volumen de material obtenido de fuentes licenciadas x 100 / Volumen de material utilizado en el proyecto	Cumple 100%	Base de datos de material de construcción explotado

Proyecto	Meta	Nombre del Indicador	Indicador de Eficacia	Valor de Referencia	Registro
Manejo de Inestabilidades	Estabilizar el 100% los taludes y zonas inestables.	Estabilización de taludes	No. de taludes estabilizados con obras de ingeniería x 100 / No. de taludes identificados para estabilizar por el proyecto	Cumple 100% Parcial > 80%	Inventario de taludes inestables y sitios críticos Registro fotográfico Planos y coordenadas
Señalización frentes de obras y sitios temporales	Demarcar y señalizar el 100% de las zonas de obra del proyecto	Demarcación y señalización de frentes de trabajo	Zonas de frentes de obra demarcados y señalizados x 100 / No. de frentes de obra en operación	Cumple 100% Parcial > 80%	Registro de inspecciones de los frentes de obra Registro fotográfico Planos y coordenadas
		Demarcación y señalización de fuentes de materiales y/o depósitos	Zonas de fuentes de materiales y depósitos demarcados y señalizados x 100 / No. de fuentes de materiales y depósitos en operación	Cumple 100% Parcial > 80%	Registro de inspecciones de las fuentes de materiales y ZODME Registro fotográfico Planos y coordenadas
Manejo Integral de los residuos generados en las actividades de construcción y demolición - RCD y lodos	Almacenar adecuadamente el 100% de los RCD generados por el proyecto	Almacenamiento temporal de RCD	Volumen de residuos RCD almacenados temporalmente x 100 / Volumen de residuos RCD generados	Cumple 100% Parcial > 80%	Registro de inspecciones de los sitios de almacenamiento temporal de RCD Registro fotográfico Paz y salvo del propietario del predio donde se haya realizado el acopio temporal de RCD Planos y coordenadas

Proyecto	Meta	Nombre del Indicador	Indicador de Eficacia	Valor de Referencia	Registro
	Disponer el 100% de los residuos RCD en sitios autorizados	Disposición final de Residuos RCD	Volumen de residuos RCD dispuestos en sitios autorizados x 100 / Volumen total de residuos RCD generados por el proyecto	Cumple 100%	Certificación del volumen de RCD recibido por sitios autorizados Permiso de almacenamiento de RCD
	Almacenar y disponer adecuadamente el 100% de los lodos generados por el proyecto	Manejo integral de lodos	Volumen de lodos almacenados y dispuestos adecuadamente x 100 / Volumen de lodos generados por el proyecto	Cumple 100%	Registro de mantenimiento de obras hidráulicas y sistemas de agua residual con el volumen de lodos extraída Registro fotográfico Registro de inspección a sitios de almacenamiento de lodos Certificación del volumen de lodos recibido por sitios autorizados Permiso de almacenamiento de lodos
Manejo integral de residuos sólidos	Almacenar y disponer adecuadamente el 100% de los residuos no aprovechables generados por el proyecto	Residuos sólidos No aprovechables	Volumen de residuos sólidos domésticos llevados a relleno sanitario x 100 / Volumen de residuos sólidos domésticos generados por el proyecto	Cumple 100% Parcial > 90%	Registro de recolección de residuos sólidos no aprovechables

Proyecto	Meta	Nombre del Indicador	Indicador de Eficacia	Valor de Referencia	Registro
	Almacenar y disponer adecuadamente el 100% de los residuos sólidos peligrosos generados por el proyecto	Residuos sólidos peligrosos	Cantidad de residuos sólidos peligrosos entregados a un gestor autorizado x 100 / Cantidad de residuos sólidos peligrosos generados por el proyecto	Cumple 100% Parcial > 90%	Registro de recolección de residuos sólidos peligrosos a Gestor autorizado Acto administrativo que otorga el permiso al gestor
	Aprovechar el 90% de los residuos sólidos reciclables generados por el proyecto	Residuos sólidos reciclables o reutilizables	Cantidad de residuos sólidos reciclados o reutilizados x 100 / cantidad de residuos sólidos reciclables generados por el proyecto	Cumple > 90% Parcial > 70%	Registro de entrega de residuos sólidos reciclables a gestor autorizado Acto administrativo que otorga el permiso al gestor
Manejo de aguas superficiales	Captar máximo el 100% del caudal concesionado	Agua captada	Caudal de agua captada x 100 / Caudal de agua autorizada por punto de captación	Cumple 100%	Registro de agua captada Acto administrativo de concesión de agua superficial
Manejo de residuos líquidos, domésticos e industriales	Mantener los valores de calidad de agua de los cuerpos de agua por debajo de los límites establecidos para vertimientos	Sistemas de tratamiento de agua residual doméstica	Número de sistemas de tratamiento de agua residual doméstica instalados y en funcionamiento x 100 / Número total de sistemas de tratamiento de Agua residual doméstica propuestos	Cumple 100% Parcial > 90%	Ficha de mantenimiento de los sistemas de tratamiento de ARD Registro fotográfico de los sistemas de tratamiento de ARD Coordenadas de localización

Proyecto	Meta	Nombre del Indicador	Indicador de Eficacia	Valor de Referencia	Registro
					de predios y planos Mapas
		Sistemas de tratamiento de agua residual no doméstica	Número de sistemas de tratamiento de agua residual no doméstica instalados y en funcionamiento x 100 / Número total de sistemas de tratamiento de Agua residual no doméstica propuestos	Cumple 100% Parcial > 90%	Ficha de mantenimiento de los sistemas de tratamiento de ARnD Registro fotográfico de los sistemas de tratamiento de ARnD Coordenadas de localización de predios Mapas
		Efectividad de los sistemas de tratamiento de agua residual ARD y ARnD	(SST afluente - SST efluente) x 100 / SST afluente (DBO afluente - DBO efluente) x 100 / DBO afluente (GyA afluente - GyA efluente) x 100 / GyA afluente	Cumple 80%	Resultados del monitoreo del afluente y efluente de los sistemas de tratamiento de agua residual
Manejo del descapote y la cobertura vegetal	Aprovecha máximo el 100% del volumen de madera autorizada	Volumen de aprovechamiento forestal	Volumen de madera aprovechada en el proceso de tala x 100 / Volumen de madera autorizada	Cumple <100%	Inventario forestal Permiso de aprovechamiento forestal
	Almacenamiento y protección de por lo menos el 80% de la capa vegetal y suelo	Manejo de capa vegetal y suelo	Volumen de capa vegetal y suelo almacenado para recuperación x 100 / Volumen total de capa vegetal y suelo extraídos	Cumple 80% Parcial > 60%	Registro de volumen ingresado a zonas de acopio temporal o permanente Registro de volumen

Proyecto	Meta	Nombre del Indicador	Indicador de Eficacia	Valor de Referencia	Registro
					extraído en zonas de obras Registro fotográfico Coordenadas Planos
	Manejo adecuado del 100% de individuos a permanecer en el derecho de vía	Individuos a permanecer	Número de individuos en el derecho de vía en buen estado x 100 / Número de individuos a permanecer	Cumple 100% Parcial > 90%	Registro de árboles en derecho de vía Formatos de campo con información recolectada de seguimiento por individuo Registro fotográfico Coordenadas Planos
	Disposición final adecuada de más del 90% de residuos vegetales.	Residuos vegetales	Volumen de residuos vegetales dispuesto adecuadamente x 100 / Volumen total de residuos vegetales generado.	Cumple > 90% Parcial > 70%	Registro de disposición de residuos vegetales Actas de entrega de residuos Registro fotográfico Coordenadas Planos
Recuperación de áreas afectadas	Realizar la rehabilitación del 100% del área propuesta	Recuperación de áreas	Superficie (m ²) de área recuperada x 100 / Superficie (m ²) de área propuesta para recuperación	Cumple > 90% Parcial > 70%	Registro e informe de áreas en recuperación (recuperación de talud y rehabilitación de cuencas) verificada Registro fotográfico Planos con los polígonos de

Proyecto	Meta	Nombre del Indicador	Indicador de Eficacia	Valor de Referencia	Registro
					las áreas recuperadas Coordenadas
	Sobrevivencia de los individuos plantados	Efectividad de la revegetación	Número de individuos vivos x 100 / Número de individuos plantados	Cumple > 90% Parcial > 70%	Formularios de campo con información de los individuos sembrados y de los individuos reemplazados Registro fotográfico Coordenadas Planos
Protección de fauna	Capacitar y sensibilizar a los trabajadores sobre la importancia de la conservación de la fauna silvestre	Educación y sensibilización de las personas allegadas al proyecto sobre la fauna Silvestre	Número de trabajadores capacitados x 100 / Número de trabajadores contratados	Cumple 100%	Planilla de Registro de capacitación de trabajadores Registro fotográfico Soporte de presentaciones
	Cero individuos de fauna muertos por atropellamiento o	Minimización de muerte de fauna silvestre	Número de individuos de fauna muertos o heridos por atropellamiento en la zona de obras	Cumple 0 atropellamientos de fauna	Inventario periódico de individuos de fauna silvestre muertos por atropellamiento en la obra o por vehículos del proyecto Registro fotográfico Coordenadas)
	Realizar ahuyentamiento en el 100% del área con hábitat de fauna	Seguimiento al ahuyentamiento y rescate de fauna silvestre	Superficie (m ²) de áreas donde se realizó ahuyentamiento de fauna x 100 / Superficie (m ²) de áreas de	Cumple 100% Parcial > 90%	Formatos de registro de áreas de ahuyentamiento Coordenadas Planos

Proyecto	Meta	Nombre del Indicador	Indicador de Eficacia	Valor de Referencia	Registro
			intervención con hábitat para fauna (coberturas vegetales)		Registro fotográfico
	Establecimiento de pasos de fauna	Pasos de fauna	Número de pasos de fauna construidos x 100 / Número de pasos de fauna planificados	Cumple 100%	Planos de diseño Planos de conectividad Descripción del proyecto Planilla de identificación de los pasos de fauna construidos Registro fotográfico Coordenadas
	Señalización de presencia y de paso de fauna	Señalización de tránsito vehicular asociada al cruce de fauna	Número de señales vehiculares instaladas x 100 / Número de zonas de cruce de fauna identificadas	Cumple > 90% Parcial > 70%	Planos de conectividad Registro de las zonas de cruce de fauna identificadas Coordenadas Registro fotográfico Registro de señalización
Protección de ecosistemas acuáticos y comunidades hidrobiológicas	Monitoreo de calidad de agua e hidrobiota	Ecosistemas acuáticos	Numero de muestreos de calidad de agua e hidrobiota realizados x 100 / Número de muestreos de calidad de agua e hidrobiota planificados	Cumple 100%	Reportes de laboratorio Cartografía Coordenadas Registro fotográfico
Instalación, funcionamiento y desmantelamiento	Prevenir, mitigar y controlar los impactos	Instalaciones temporales	Superficie (m ²) de instalaciones temporales desmanteladas y	Cumple 100%	Programa de trabajo en zonas de

Proyecto	Meta	Nombre del Indicador	Indicador de Eficacia	Valor de Referencia	Registro
Ento de campamentos y sitios de acopio	generados por la instalación, funcionamiento o y desmantelamiento de campamento y sitios de acopio		recuperadas x 100 / Superficie (m ²) de instalaciones temporales instaladas		campamento y sitios de acopio Registro fotográfico Coordenadas Mapas
Instalación, funcionamiento o y desmantelamiento de la planta de trituración y concreto	Prevenir, mitigar y controlar los impactos generados por la instalación, funcionamiento o y desmantelamiento de la planta de trituración y concreto	Planta de trituración y concreto	Superficie (m ²) de plantas desmanteladas y recuperadas x 100 / Superficie (m ²) de plantas instaladas	Cumple 100%	Programa de trabajo en zonas de plantas de trituración y concreto Registro fotográfico Coordenadas Mapas
Manejo de maquinaria, equipos y vehículos	Prevenir los impactos que se puedan generar por el manejo de la maquinaria, equipos y vehículos	Accidentes de trabajo por maquinaria y equipos	Número de accidentes por manejo de maquinaria y vehículos	Cumple 0 accidentes	Reportes de accidentalidad
		Estado del parque automotor	Número de certificados de revisión técnico mecánica presentados x 100 / Total de vehículos vinculados al proyecto	Cumple 100% Parcial > 80%	Revisión técnico mecánica Hoja de vida de los equipos Lista de chequeo de la maquinaria y equipos
	Cumplir con los requisitos requeridos para ejecutar trabajos en jornada nocturna en	Trabajos nocturnos	Jornadas de trabajo nocturnas realizadas en el periodo x 100 / Número de permisos para trabajo nocturno	Cumple 100%	Permiso por parte de la Alcaldía para realizar trabajos nocturnos

Proyecto	Meta	Nombre del Indicador	Indicador de Eficacia	Valor de Referencia	Registro
	caso de ser necesario				
	Adquisición y manejo de combustibles	Abastecimiento de combustible	Volumen de combustible comprado, utilizado y/o almacenado en el periodo x 100 / volumen de combustible con factura de compra de proveedores autorizados	Cumple 100%	Factura de compra de combustible Plan de Contingencia Registro fotográfico del área de almacenamiento de combustible y/o de abastecimiento Coordenadas Mapa
	Cumplir con la normatividad vigente en materia de traslado de maquinaria de construcción requerida para la ejecución del proyecto	Traslado de maquinaria	Cantidad de maquinaria trasladada para la ejecución del proyecto x 100 / Cantidad de maquinaria trasladada cumpliendo la normatividad vigente	Cumple 100%	Permiso para transporte de cargas indivisibles, extrapesadas y/o extradimensionadas
Atención a la comunidad	Instalación de una oficina de atención a la comunidad	Atención a la comunidad	No. oficinas satélite implementadas x 100 / No. de oficina satélite requerida	Cumple 100%	Oficina instalada en el área de influencia que cumpla con los parámetros establecidos Localización Dirección Vías de acceso Datos de encargado (identificación, teléfono, otra información para verificar)

Proyecto	Meta	Nombre del Indicador	Indicador de Eficacia	Valor de Referencia	Registro
	100% de las inquietudes y reclamos que presente la comunidad resueltos y/o tramitados en el tiempo establecido por ley	Atención a la comunidad	No. de solicitudes atendidas satisfactoriamente x 100 / Número de solicitudes recibidas	Cumple 100% Parcial > 70%	Formato de recepción de Peticiones, Quejas, Reclamos y/o Solicitudes PQR Formato de seguimiento de Peticiones, Quejas, Reclamos y/o solicitudes PQRS Base de datos de PQR Soportes asociados a PQR donde corresponda, documental, fotográfico, fílmico, otros
	Identificar e instalar en los puntos satélites de información en lugares estratégicos	Atención a la comunidad	No de puntos satélite de información funcionando x 100 / No. de puntos satélite de información proyectados	Cumple 100% Parcial > 80%	Formato autorización instalación punto satélite Formato de actualización de piezas de divulgación en punto satélite Registro fotográfico Localización Rutas de acceso Encargado (datos de contacto)
Información y divulgación	100% de las reuniones planteadas, realizadas con la comunidad.	Comunicación y difusión de información	No. de reuniones de información realizadas en el tiempo estipulado x 100 / No. de	Cumple 100% Parcial > 80%	Registros fotográficos Acta de reunión y compromisos

Proyecto	Meta	Nombre del Indicador	Indicador de Eficacia	Valor de Referencia	Registro
			reuniones programadas en el tiempo estipulado		Listados de asistencia
			No. de autoridades locales existentes x 100 / No. de autoridades locales convocadas por reunión	Cumple 100% Parcial > 90%	Formato de recibido de convocatorias a reuniones Radicado de oficios
			No. de piezas de convocatoria entregadas x 100 / No. de piezas de convocatoria proyectadas	Cumple 100% Parcial > 90%	Formato de recibido de convocatorias a reuniones
	100% de las reuniones programadas con el comité de participación	Comunicación y difusión de información	No. de reuniones con el comité de participación realizadas en el tiempo estipulado x100 / No. de reuniones con el comité de participación programadas en el tiempo estipulado	Cumple 100% Parcial > 80%	Registros fotográficos Actas de reunión y compromisos Listados de asistencia

Proyecto	Meta	Nombre del Indicador	Indicador de Eficacia	Valor de Referencia	Registro
	100% del material de información instalados en la oficina de atención a la comunidad y en puntos satélite establecidos	Comunicación y difusión de información	(No. de piezas de divulgación instaladas en la oficina de información y atención a la comunidad + No. de piezas de divulgación instaladas en los puntos satélite de información) x 100 / No. de piezas de información emitidas por el proyecto	Cumple 100% Parcial > 70%	No. de serie del boletín, volante, afiche u otra pieza de divulgación Vs Chequeo actualización piezas de divulgación Registro fotográfico Formato de actualización de piezas de divulgación en punto satélite
Manejo de la infraestructura de predios y servicios públicos	Realizar el 100% de las actas de vecindad de inicio y de cierre con la población aledaña a la obra	Actas de vecindad	No. de actas de vecindad de inicio y de cierre levantadas x 100 / No. de predios inventariados para el levantamiento de actas de vecindad	Cumple 100% Parcial > 90%	Registro de actas de vecindad Registro fotográfico y filmico
	Realizar el 100% de las actas de compromiso requeridas con la población aledaña a la obra	Actas de compromiso	No. de actas de compromiso elaboradas x 100 / No. de predios usados temporalmente	Cumple 100% Parcial > 90%	Actas de compromiso Registro fotográfico y filmico
	100% de las entidades	Acercamientos	No. de entidades prestadoras de	Cumple 100%	Registro de entidades

Proyecto	Meta	Nombre del Indicador	Indicador de Eficacia	Valor de Referencia	Registro
	encargadas de la prestación de servicios públicas informadas sobre la intervención a redes	interinstitucionales	servicios identificadas en el área de obra x 100 / No. de entidades prestadoras de servicios informadas sobre intervenciones de redes	Parcial > 60%	prestadoras de servicios Formatos de comunicaciones
	100% de las conexiones a servicios públicos restablecidas.	Reposición infraestructura	No. de conexiones de servicios públicos afectadas por el proyecto x 100 / No. de conexiones de servicios públicos restablecidas	Cumple 100%	Registro de entidades prestadoras de servicios Registro de comunicaciones Registro fotográfico y fílmico
Recuperación del derecho de vía	Informar sobre el proceso de traslado al 100% de los establecimientos comerciales ubicados en el derecho de vía	Atención y acompañamiento comunitario	No. de actividades económicas ubicadas sobre el derecho de vía x 100 / No. de actividades económicas ubicadas sobre el derecho de vía informadas del proceso de traslado	Cumple 100%	Actas de reunión Listados de asistencia Registro fotográfico
	Realizar el 100% de los censos a las actividades económicas en el derecho de vía	Atención y acompañamiento comunitario	No. de actividades económicas ubicadas en el derecho de vía x 100 / No. de actividades económicas ubicadas en el derecho de vía censadas	Cumple 100%	No. de actividades económicas ubicadas en el derecho de vía Vs Chequeo de la lista de actividades económicas censadas

Proyecto	Meta	Nombre del Indicador	Indicador de Eficacia	Valor de Referencia	Registro
					Formato de censo Registro fotográfico
	Proporcionar asesoría social para el traslado al 100% de los responsables de las actividades económicas	Atención y acompañamiento comunitario	No. de actividades económicas ubicadas en el derecho de vía x 100 / No. de actividades económicas con asesoría social	Cumple 100% Parcial > 60% Para los valores de referencia se deberá establecer el número de personas que requieran de asesoría social	Actas de reunión Protocolo de acompañamiento Informe mensual
Cultura vial y participación comunitaria	100% de actividades pedagógicas planteadas	Indicadores de participación	No. actividades pedagógicas ejecutadas x 100 / No. de actividades pedagógicas y programadas	Cumple 100% Parcial > 70%	Actas de reunión Listados de asistencia Registro fotográfico
	Consolidar el comité de participación comunitaria	Indicadores de participación	Comité de participación comunitaria conformado	Cumple 1 comité	Acta de conformación, compromisos, deberes Registro fotográfico Listado de inscripción

Proyecto	Meta	Nombre del Indicador	Indicador de Eficacia	Valor de Referencia	Registro
		Indicadores de participación	No. de reuniones realizadas con el comité de participación comunitaria para el control y seguimiento del PMA x 100/ No. de reuniones con comité de participación comunitaria programadas	Cumple 100% Parcial > 60%	Actas de reunión, compromisos y acuerdos Listados de asistencia Registro fotográfico
Contratación de mano de obra	Contratación de la mano de obra calificada y no calificada requerida para las obras de construcción del proyecto, que se encuentre localizada sobre el área de influencia	Gestión de la contratación de la MOC y MONC	No. de hojas de vida aprobadas de las unidades territoriales del área de influencia del proyecto	Cumple No. de mano de obra requerida por el proyecto Para los valores de referencia se deberá establecer el total de mano de obra calificada y no calificada que se requiere para el proyecto	Listado de personal contratado Cartas de certificación de residencia Matriz consolidada de mano de obra vinculada al proyecto
Proyectos productivos	Priorizar los proyectos productivos a trabajar con las comunidades, líderes y demás actores interesados	Indicadores de participación	Número de proyectos productivos creados o fortalecidos	Cumple > 2	Listado de proyectos planteados Vs Listado de proyectos priorizados Acta de reunión Registro fotográfico

Proyecto	Meta	Nombre del Indicador	Indicador de Eficacia	Valor de Referencia	Registro
	Ejecutar el 100% de los proyectos priorizados	Indicadores de participación	No. de proyectos priorizados por los actores de intervienen x 100 / No. de proyectos priorizados ejecutados	Cumple 100% Parcial > 60%	Acta de reunión Registro fotográfico Informe de ejecución
	Realizar un encuentro de proyectos exitosos con las diferentes comunidades que participaron del proceso	Indicadores de participación	Un encuentro de proyectos exitosos	Cumple 1 encuentro Este indicador es dependiente del planteamiento o no de la actividad en el plan de manejo	Listado de asistencia Presentación en PowerPoint Registro fotográfico Memorias del encuentro
Protección del patrimonio arqueológico y cultural	Prospectar el 100% de los lugares establecidos en las áreas a intervenir	Actividades de rescate	Licencias de intervención arqueológica tramitada ante el ICANH	Cumple 1 licencia	Documentos de solicitud de licencia Licencia de intervención aprobada por el ICANH
Gestión socio predial	Identificar las unidades sociales de acuerdo con los parámetros de la Resolución 545 de 2008.	Proceso de gestión predial	Número de Censos realizados x 100 / Números de censos requeridos	Cumple 100%	Fichas de censos Registro fotográfico Formatos de visita a unidades sociales
	Brindar acompañamiento técnico, jurídico y social a las	Proceso de gestión predial	No. de personas atendidas x 100 / No. de personas que solicitaron información	Cumple 100% Parcial > 40%	Registro de atención a la comunidad registro fotográfico (en

Proyecto	Meta	Nombre del Indicador	Indicador de Eficacia	Valor de Referencia	Registro
	unidades sociales vulnerables Realizar atención personalizada a las unidades sociales identificadas como vulnerables.				los casos que aplique) Formato de asistencia
	Realizar visitas de acompañamiento a las unidades sociales vulnerables en el proceso de traslado	Proceso de gestión predial	No. de unidades sociales visitadas x 100 / No. de unidades sociales identificadas	Cumple 100% Parcial > 40%	Registro de visitas Actas Registro de asistencia Registro fotográfico

14. RECOMENDACIONES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE VÍAS TERCIARIAS

En el presente capítulo se formulan las recomendaciones para la construcción de vías terciarias con criterios de sostenibilidad ambiental en concordancia con lo establecido en la normativa ambiental (Decreto 1076 de 2015) y el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (Invias, 2008)⁹⁷. Estas recomendaciones están encaminadas al cumplimiento normativo existente en el país tal como se presenta en el Capítulo **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** Marco jurídico.

14.1. Recomendaciones para la formulación de iniciativas de construcción de vías de tercer orden

El punto de inicio para la planificación de un proyecto de conectividad rural tiene como objeto responder a una necesidad socioeconómica de unir comunidades rurales entre sí o con la cabecera municipal, sin contravenir las determinantes ambientales del ordenamiento territorial.

Una vez establecido el objetivo de conectividad se debe determinar cuál es el mecanismo actual de comunicación utilizado, en caso de que exista. El conocimiento del estado actual del territorio y sus usos permite definir las alternativas, modos y medios de transporte más adecuados a las necesidades socioeconómicas y a las condiciones ambientales con el fin de incorporarlas al respectivo Diagnóstico Ambiental de Alternativas (DAA), aprovechando la existencia de cuerpos de agua navegables, condiciones topográficas que favorezcan el uso de cables aéreos, transporte aéreo, etc., o incluso otras vías terciarias planificadas para conectar otros núcleos sociales.

Como base para la toma de decisiones iniciales en la concepción del proyecto se deben determinar las restricciones ambientales y sociales, la presencia de áreas protegidas, áreas de especial interés ambiental, zonas de alto nivel de riesgo de desastres, presencia de comunidades y otras consideraciones que deban ser tenidas en cuenta durante la planificación y ejecución del proyecto. El análisis de restricciones debe realizarse con información oficial, la cual es confiable y de fácil obtención por medio del SIAC. La escala de trabajo para un análisis preliminar de restricciones puede desarrollarse con información 1:100 000, de forma que se identifiquen los elementos de análisis importantes para el área aproximada del proyecto. También es necesario

⁹⁷ Adoptado como norma técnica para los proyectos de la red vial nacional, mediante la Resolución 744 del 4 de marzo del 2009

identificar el proyecto dentro de los instrumentos de ordenamiento territorial tanto en el nivel municipal, como a mayor escala (regiones, departamentos, POMCA).

Dentro de los elementos a tener en cuenta durante el proceso de planificación del proyecto está la opción de desarrollar un sistema intermodal en el que se conjuguen diferentes formas de transporte que respondan a las condiciones del entorno y reduzcan la generación de impactos. Los sistemas fluviales facilitan la interconectividad y permiten el transporte de carga y pasajeros a menor costo. Los sistemas férreos, por ejemplo, reducen costos operativos de transporte de carga. Los aeropuertos facilitan la conectividad y ofrecen reducción en tiempos de movilización. Otros sistemas como cables aéreos pueden responder a necesidades puntuales por altas pendientes o accesibilidad a áreas aisladas en cañones o cumbres pronunciadas.

Durante el proceso de planeación y diseño del proyecto se deben establecer de forma preliminar las posibles alternativas de diseño, las cuales serán evaluadas desde la perspectiva ambiental por la autoridad ambiental regional con jurisdicción en el área del proyecto, para posteriormente desarrollar el diseño de la obra definitiva y cumplir con el licenciamiento ambiental respectivo.

El Diagnóstico Ambiental de Alternativas (DAA) es un estudio en el que se suministra la información necesaria a la corporación autónoma regional (CAR) para que evalúe y compare las opciones de desarrollo del proyecto. Los lineamientos para su elaboración son establecidos por Minambiente y ANLA (2018)⁹⁸ en los términos de referencia para la elaboración de DAA en proyectos lineales de infraestructura de transporte, los cuales son una aproximación general y deben ser contextualizados y adaptados a los requerimientos y dimensión específica de cada proyecto. La caracterización debe realizarse con información secundaria obtenida de fuentes oficiales. El documento DAA debe incluir la cartografía correspondiente, la cual debe presentarse con la estructura del modelo de almacenamiento geográfico de datos (GDB) totalmente diligenciada.

El pronunciamiento de la autoridad ambiental ante la solicitud de pronunciamiento sobre la necesidad de DAA indicará cual es la alternativa que permite optimizar y racionalizar el uso de recursos y evitar o minimizar los riesgos e impactos negativos que puedan generarse por el proyecto. También puede establecer que ninguna de las alternativas es aceptable desde el punto de vista ambiental para su ejecución.

⁹⁸ Minambiente y ANLA. Términos de referencia para la elaboración del diagnóstico ambiental de alternativas DAA en proyectos lineales de infraestructura de transporte. Bogotá D.C. 2018.

Una vez se determine una alternativa viable, se debe realizar el Estudio de Impacto Ambiental (EIA) que cumpla con los lineamientos solicitados por los términos de referencia para construcción de carreteras (Minambiente, 2015) o aquellos que los modifiquen o sustituyan. La información para la caracterización del área de influencia debe incluir información primaria y secundaria. La cartografía debe presentarse con la GDB correspondiente totalmente diligenciada.

14.2. Recomendaciones ambientales para la ejecución de proyectos de construcción de vías de tercer orden

14.2.1. Requerimientos legales para la construcción de vías terciarias

La planificación de un proyecto de vías terciarias debe desarrollarse en el marco de la normativa vigente expuesta en el Capítulo **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia. ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, para lo cual se recomienda tener en cuenta, entre otros, los siguientes requisitos y trámites legales:

- Solicitar pronunciamiento a la autoridad ambiental competente sobre la necesidad de presentar DAA.
- Presentar el DAA para las alternativas del proyecto de acuerdo con lo establecido en el Decreto 1076 de 2015 y los términos de referencia vigentes.
- Identificar si se necesita realizar procedimientos de sustracción de reserva y desarrollar los estudios correspondientes.
- Desarrollar la alternativa que sea seleccionada luego del proceso de evaluación del DAA de acuerdo a lo establecido en el Decreto 1076 de 2015, la Metodología para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales (Minambiente 2018) y los términos de referencia vigentes.
- En caso de requerirse la colecta o manipulación de especímenes de la biodiversidad (fauna, flora, hidrobiota), tramitar el permiso de colecta para elaboración de estudios ambientales ante la ANLA.
- En el desarrollo del EIA, establecer la demanda de recursos naturales por parte del proyecto, presentando la información necesaria con relación a la captación de aguas superficiales, vertimientos, ocupación de cauces, aprovechamiento de materiales de construcción, aprovechamiento forestal, recolección de especímenes de la diversidad biológica con fines no comerciales, emisiones atmosféricas, exploración y explotación de aguas subterráneas, de acuerdo a los requerimientos de las obras y actividades del proyecto.
- En caso de identificar la necesidad de aprovechar especies consideradas en veda, de orden nacional o regional, solicitar ante la entidad competente (CAR o Dirección de Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible), el trámite respectivo para su levantamiento, con la información que lo soporte.

- Solicitar al Ministerio del Interior la certificación de presencia de comunidades étnicas en el área de influencia y en caso de confirmarse su presencia desarrollar el proceso de consulta previa.
- Solicitar a la Agencia Nacional de Tierras la certificación de áreas con solicitudes de restitución de tierras.
- Elaborar un programa de arqueología preventiva, acorde con los lineamientos del Instituto Colombiano de Antropología e Historia (ICANH) como condición para iniciar las obras.
- Consultar sobre la superposición con bienes de interés cultural declarados.
- En caso de que el análisis de impactos indique que se necesita establecer compensaciones para el componente biótico, aplicar los lineamientos establecidos en el manual de compensaciones ambientales del componente biótico vigente publicado por Minambiente (2018).

14.2.2. Incorporación de consideraciones ambientales de diseño y proyecciones de mantenimiento

El enfoque de diseño y planificación de construcción de vías terciarias debe ser el de proyectos sostenibles enmarcados en las características abióticas, bióticas y socioeconómicas del entorno ambiental en donde se realizan las actividades de construcción. Las consideraciones de diseño deben responder no sólo a la ejecución de las obras de construcción sino a la operación y el mantenimiento, enmarcadas en las condiciones del terreno, clima y uso.

Los elementos de diseño deben incluir el dimensionamiento de las obras, el tipo de obras y los materiales a utilizar, entre otras condiciones, de forma que se minimicen aspectos como el riesgo de erosión, remoción en masa, desbordamientos, durabilidad de la infraestructura, pérdida de conectividad ecológica, atropellamiento de fauna, aislamiento de comunidades de fauna y consumo de recursos naturales, manteniendo las condiciones de seguridad y funcionalidad para los usuarios. También deben tenerse en cuenta el efecto de la variabilidad climática, el consumo de energía, emisiones de GEI y costos para explorar alternativas tanto en diseño como en construcción.

Es necesario incorporar las siguientes consideraciones técnicas en los diseños:

- El balance de tierras (reducir al máximo los cortes y rellenos a través de trazados, viaductos u otras alternativas).
- Evitar la fragmentación de los hábitats y el efecto barrera para la fauna.
- Los fenómenos de erosión o inestabilidad de taludes.
- La protección del sistema hidrológico incluyendo la cobertura natural en las áreas de ronda.
- La integración y recuperación del entorno afectado por la construcción.

- El diseño paisajístico armónico con el entorno natural.

Parte del proceso de diseño de la vía debe analizar los requerimientos de mantenimiento de la obra de acuerdo con las condiciones de uso, el desgaste natural de los materiales y las características propias de la zona de construcción, con lo cual se debe planificar la gestión y financiación sostenible de la operación de la vía de forma que se establezca la entidad responsable y los criterios de mantenimiento recomendables para prolongar la vida útil de servicio de la obra.

Los análisis de fragmentación y conectividad pueden tomar como fundamento la propuesta de Sinchi (2018), que se basó en la propuesta del “Índice Espacial de Huella Humana” (IEHH) (Correa et al., 2017; Etter et al., 2006). Es necesario que el análisis de conectividad esté basado en escenarios multiespecie (Correa Ayram et al., 2017), que se fundamenta en utilizar especies de diferentes rangos de acción con el objeto de modelar la conectividad estructural y funcional del paisaje (Correa Ayram et al., 2014; Payán et al., 2016; Rabinowitz & Zeller, 2010).

14.2.3. Recomendaciones para la identificación del grado de vulnerabilidad de las vías ante amenazas naturales, antrópicas y de variabilidad climática

Para determinar el grado de vulnerabilidad del proyecto frente a amenazas de diversa índole se recomienda desarrollar un análisis de la vulnerabilidad, en el cual se realiza la identificación y caracterización de los elementos que se encontrarán expuestos en el proyecto y los efectos desfavorables de una amenaza. Para esto, se hace necesario combinar información estadística y científica con los saberes locales de los actores presentes en el territorio.

No todos los proyectos son sensibles a todos los tipos de amenazas, y su vulnerabilidad puede ser mayor respecto a alguna de ellas. Con el fin de definir estos niveles de vulnerabilidad se parte de la zonificación ambiental del proyecto como referencia principal, partiendo de las condiciones ambientales y sociales actuales y se da una calificación respecto a cada riesgo indicando su afectación.

Figura 15 Tipo de vulnerabilidad según el riesgo identificado



Fuente: Ingetec, 2019

Una vez se obtiene el panorama de la vulnerabilidad se pueden definir las medidas más apropiadas y efectivas para reducir el riesgo. Los posibles tipos de consecuencia sobre los elementos expuestos se denominan factores de vulnerabilidad, e incluyen factores físicos, sociales y ambientales como:

- **Físicos:** estimación de daños posibles en los componentes de la infraestructura debido a su nivel de exposición a las amenazas debido a su ubicación, la calidad de su construcción y de los materiales utilizados y el potencial de daño que podría esperarse de ser afectado por un desastre.
- **Sociales:** el estudio de la vulnerabilidad social permite ir más allá del análisis de las dinámicas geológicas, biofísicas, ecológicas y climatológicas que afectan a los territorios y a quienes los habitan, o el estudio y fortalecimiento de las estructuras físicas. El objetivo es evaluar las condiciones en las que viven las personas que enfrentan los eventos críticos que detonan los desastres, el nivel de sus activos y recursos como principal factor de puesta en marcha de estrategias de vida resilientes, su percepción del riesgo a nivel individual, de hogar y de comunidad, y finalmente el territorio en el cual viven⁹⁹.
- **Ambientales:** datos sobre la microcuenca, índice de calidad del agua, índice de calidad de un ecosistema acuático, cobertura, presencia de fauna, y flora de interés relevante, entre otros.

⁹⁹ Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres – Colombia. Lineamientos para el Análisis de la Vulnerabilidad Social en los Estudios de la Gestión Municipal del Riesgo de Desastres UNGRD – IEMP. Bogotá D.C. 2017.

Una vez se ha identificado, cuantificado y priorizado el nivel de riesgo, se determina cual debe ser la medida adecuada para intervenir las condiciones de riesgo actual (intervención correctiva) y futura (intervención prospectiva). Estas medidas se adoptarán con antelación para reducir la amenaza y minimizar la vulnerabilidad.

Tabla 11 Medidas de reducción del riesgo

AMENAZA	ESTRATEGIA DE PREVENCIÓN Y CONTROL
Remoción en masa	Las medidas de prevención de los fenómenos de remoción en masa, están orientadas a la ejecución de medidas estructurales que amortigüen o limiten la aparición de estos eventos, procedimientos constructivos, etc.
Derrame de combustible y sustancias peligrosas.	Las medidas de prevención deberían incluir: utilización de toda la infraestructura, equipos y medidas de seguridad exigidas a nivel internacional para el transporte, almacenamiento, trasvase y manipulación de combustibles; empleo de personal calificado para estas actividades; vigilancia permanente de tanques de almacenamiento, señalización y capacitación al personal.
Incendio o explosión	Las medidas de prevención incluyen el almacenamiento adecuado de los combustibles y explosivos, técnicas adecuadas y seguras de tanqueo, inspección pre operacional de maquinaria y equipos para la detección de fallas.
Problemas de orden público	Las medidas de prevención deberían incluir: manejo de relaciones cordiales, claras, equitativas y justas con los trabajadores; asignación de las prebendas a las que por ley tienen derecho todos los trabajadores; políticas transparentes para la contratación de personal; dotación de infraestructura adecuada para satisfacer las necesidades básicas de los trabajadores: servicios sanitarios, instalaciones temporales, etc.
Movimiento sísmico	Las medidas de prevención deberían incluir: diseños sismo resistentes, educación del personal ante eventos sísmicos, considerar siempre en la realización de las diferentes

	actividades la posibilidad de que se presente un evento sísmico.
Accidentes de tránsito	Aplicación del programa de manejo de tránsito por ejecución de actividades, vigilancia en la circulación de vehículos y maquinaria de construcción, uso de elementos de protección personal (EPP), señalización de zonas de tránsito, coordinación y vigilancia de zonas de tránsito de vehículos y maquinaria, acompañamiento de las autoridades competentes.
Inundación	Las medidas de prevención deberían incluir diseño de obras para el manejo de crecientes.

En relación con las amenazas producto de los escenarios posibles de cambio climático, debe revisarse la información generada por el IDEAM sobre las variaciones en niveles de precipitación, inundaciones y temperatura entre otras variables que puedan afectar el uso, mantenimiento y durabilidad por amenazas reforzadas por la variabilidad climática futura. Con este conocimiento se pueden plantear alternativas de diseño, construcción y operación que minimicen los riesgos a futuro, a la par es recomendable tener en cuenta el impacto que la construcción de la vía puede tener en relación con la adaptación y mitigación de cambio climático.

14.2.4. La identificación y valoración de impactos directos, indirectos, sinérgicos y acumulativos

El proceso de evaluación ambiental del proyecto debe incluir el análisis de los impactos directos, indirectos, sinérgicos y acumulativos, tal como lo plantean los términos de referencia (Minambiente y ANLA, 2015) y la metodología para elaboración de estudios ambientales (Minambiente, 2018), teniendo en cuenta que las actividades constructivas para vías terciarias difieren porque las especificaciones las definen como carreteras sin revestimiento (a excepción de las secciones con reforzamiento de placa huellas) y con

ancho de calzada de máximo seis (6,0) metros¹⁰⁰.

Los impactos ambientales ocasionados por la construcción de vías terciarias deben ser considerados de manera temprana mediante la aplicación de la Jerarquía de la Mitigación¹⁰¹ para la gestión de los riesgos e impactos adversos en la biodiversidad y los servicios ecosistémicos (PNUD, 2018). Este método se define como una secuencia de medidas de manejo ambiental que consisten en evitar preferiblemente los impactos negativos, mitigar y corregir aquellos que no puedan evitarse y por último compensar los impactos residuales a fin de alcanzar la no pérdida neta de biodiversidad. Esta práctica cobra importancia en escenarios de planificación, como criterio orientador para la elaboración del Diagnóstico Ambiental de Alternativas (DAA) y posteriormente en los Estudios de Impacto Ambiental (EIA).

La identificación y valoración de impactos requiere la caracterización ambiental del área donde se desarrolla el proyecto y la identificación de las obras y actividades propuestas para la ejecución de la obra, de manera que se tenga suficiente información para la calificación de los impactos.

14.2.5. Incorporación de medidas en el Plan de Manejo Ambiental tendientes a generar instancias de promoción y control para la gobernanza

La construcción de vías terciarias debe planificarse con criterios de sostenibilidad a largo plazo, por lo cual elementos como la destinación de recursos económicos para el mantenimiento de las vías debe tenerse en cuenta desde la estructuración de los Planes de Manejo Ambiental en los que se deben incluir criterios para la promoción y control para la gobernanza.

En este sentido, se realizan las siguientes recomendaciones, para que se incorporen estrategias para gestionar recursos para el mantenimiento, rehabilitación y mejoramiento de las vías de tercer orden.

¹⁰⁰ El derecho de la vía para Vías Terciarias es de 30 m como lo establece la ley 1228 de 2008, en la misma, el parágrafo del artículo 2 menciona “El metraje determinado en este artículo se tomará la mitad a cada lado del eje de la vía. En vías de doble calzada de cualquier categoría la zona de exclusión se extenderá mínimo veinte (20) metros a lado y lado de la vía que se medirán a partir del eje de cada calzada exterior.”

¹⁰¹ Minambiente. Metodología General para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales I. Bogotá. D.C., 2018. 228p.

- Para la asignación de recursos por parte del Sistema General de Regalías el municipio (con acompañamiento de personas naturales o jurídicas) deberá presentar un proyecto ante la secretaría técnica de la OCAD (Órganos Colegiados de Administración y Decisión) que cumpla con los criterios de Minambiente y que supere el puntaje establecido (45 puntos), con el fin de establecer los recursos necesarios para las obras de mantenimiento, rehabilitación y mejoramiento de vías.

Teniendo en cuenta las limitaciones que en algunos casos se presentan en las autoridades y comunidades municipales para acceder a dichos rubros, se requiere del acompañamiento y capacitación institucional para la formulación de proyectos y el acceso de estas destinaciones a nivel local.

Es de aclarar que estos proyectos deben contemplar una proyección en el tiempo, con el fin de que los recursos se asignen en el mediano o largo plazo, garantizando que el mantenimiento y operación de la vía trascienda la planeación a corto plazo.

- A partir del análisis de partes interesadas, desde etapas tempranas de la planeación y toma de decisiones, se deben identificar todas aquellas entidades y organizaciones públicas o privadas que dentro de su misión o funciones, contemplen el acompañamiento, asistencia técnica y financiamiento de proyectos de infraestructura, como el caso de las vías terciarias; tales como la Empresa Nacional Promotora para el Desarrollo Territorial (Enterritorio) y Findeter, asociaciones de productores, organizaciones internacionales, entre otros.

Esto con el fin de garantizar desde el planteamiento de medidas de manejo ambientales, las estrategias de mantenimiento, rehabilitación y mejoramiento de las vías. En este sentido, los municipios en alianza con organizaciones sociales y productivas podrán estructurar proyectos para el financiamiento de dichas obras en el mediano y largo plazo, con el fin de que el proyecto trascienda la planeación a corto plazo o mediada por factores diferentes a los técnicos, ambientales, sociales y económicos.

Como base de la gestión vial, y para dar participación directa a la comunidad en la etapa de operación se sugieren planes de integración directa con la comunidad, mediante el esquema de contratación flexible con supervisión de las alcaldías y un comité cívico como veeduría, además de simultáneamente dar apoyo técnico por parte de las direcciones territoriales del Invias. Lo anterior teniendo en cuenta que la participación comunitaria fomenta el compromiso de la ciudadanía con los bienes de uso público y

permite la transferencia directa de recursos y la generación de empleo¹⁰².

Estas estrategias favorecen la sincronización, coordinación, integración y armonización de las actividades entre los sectores del gobierno, el sector privado, cooperación internacional y las distintas formas de participación comunitaria, para lograr la construcción de la paz y la prosperidad.

14.2.6. Presencia de áreas naturales

Los proyectos de construcción de vías terciarias en muchos casos pueden desarrollarse en zonas con ecosistemas en estado de conservación o áreas de especial Interés Ambiental (AEIA), por lo cual es importante tener en cuenta consideraciones relacionadas con los tipos de ecosistemas más importantes.

- **Bosque primario:** se debe partir del principio de evitar la intervención sobre zonas de bosque, al ser áreas con ecosistemas altamente sensibles a la fragmentación en donde las intervenciones lineales pueden provocar cambios irreversibles en calidad de hábitat, efecto de borde, afectación de especies de fauna y flora, probabilidad de actividades de colonización y pérdida conectividad ecológica.

En caso de ser inevitable la intervención de bosques se deben plantear medidas de diseño que eviten o minimicen la afectación como reducción del ancho de calzada, mantener la conectividad del dosel del bosque, identificar áreas de establecimiento de cantidad y tipo de pasos de fauna acordes al terreno y especies identificadas, etc. Adicionalmente se considera clave establecer cuáles son los sitios de mayor sensibilidad, para así evitar su afectación y a las condiciones de conectividad ecológica existentes. Entre estos elementos claves se encuentran los bosques riparios, de galería e inundables, los cuales tienen condiciones hidráulicas especiales, que, en caso de requerirlo, deben involucrar, obras de ingeniería de mayor envergadura como viaductos, túneles y puentes. La identificación de estas zonas de importancia debe permitir la definición de medidas de manejo que permitan corregir y mitigar los impactos sobre los ecosistemas y las especies de fauna y flora.

- **Bosque seco tropical:** al ser estratégicos deben ser priorizados para la conservación y evitarse en lo posible su intervención, teniendo en cuenta su fragilidad debido al alto riesgo de desaparición de estas áreas debido a la presión

¹⁰² La participación comunitaria en la atención de las vías terciarias se encuentra contemplada en el Conpes 3857 de 2016, Lineamiento de Política para la Gestión de la Red Terciaria, y en el Acuerdo de Paz firmado en 2016.

que se ejerce sobre ellos por la introducción de cultivos, la ganadería, infraestructura y áreas urbanas.

- **Ecosistemas inundables:** incluidos bosques y herbazales en los que se debe tener en cuenta tanto la fragilidad y complejidad de las relaciones ecológicas que inciden en su condición de oscilación de flujos periódicos, por lo que es recomendable evitar la intervención de los ecosistemas inundables, no sólo por la afectación a su frágil dinámica ecosistémica, sino por la amenaza que representa para la estabilidad de la infraestructura. Por lo tanto y en caso de ser indispensable su intervención, el diseño debe evitar alterar los flujos de agua y energía.

En las etapas tempranas de planeación se recomienda que las soluciones de movilidad analizadas en estas áreas consideren alternativas en modos acuático o aéreo, principalmente de transporte fluvial, dadas las condiciones de estos ecosistemas y los altos costos de construcción y mantenimiento que implicaría la construcción de vías con grandes estructuras hidráulicas.

Se recomienda en caso de requerirse la intervención de áreas inundables establecer diseños que eviten la construcción de terraplenes, bateas y alteración de rondas hídricas. El diseño de terraplenes tiene importantes consecuencias especialmente en relación con la afectación de sistemas acuáticos superficiales y subterráneos, además de convertirse en una barrera para la conectividad de fauna terrestre como para el flujo de aguas superficiales, la recarga de sistemas subsuperficiales y acuíferos y el mantenimiento de los corredores de tránsito de fauna.

- **Herbazales y arbustales:** se debe tener en cuenta principalmente la conectividad de las especies de fauna y flora por lo que es recomendable que el diseño de la vía permita la conectividad ecosistémica, minimice la fragmentación e incluya el diseño de pasos de fauna complementarios donde se requiera.
- **Zonas de páramo y alta montaña:** se debe tener en cuenta su importancia estratégica en el ciclo hidrológico, la alta biodiversidad y fragilidad debe evitarse su intervención. La alta fragilidad de los ecosistemas de alta montaña con énfasis en páramo y subpáramo y la importancia de los servicios ecosistémicos que estos prestan, son criterios a tener en consideración cuando se requiere la decisión de construir una vía terciaria en uno de estos sistemas. En caso de ser imprescindible la afectación de los ecosistemas de páramo y que se produzca su autorización por las autoridades ambientales y territoriales, es primordial establecer en el diseño y trazado las mejores opciones en relación para el manejo de zonas inestables, el suelo, y minimizar el volumen de cortes y taludes, pues estas áreas son particularmente sensibles por la naturaleza de sus suelos orgánicos, profundos, con poca meteorización y susceptibles de compactación.

14.2.7. Presencia de comunidades

Con relación a la presencia de zonas de reservas campesinas, territorios colectivos, pueblo rom (gitanos), comunidad rural y urbana es primordial establecer los beneficios sociales que trae consigo la construcción de una vía terciaria en comparación con otras alternativas de transporte e involucrando su compatibilidad con el ordenamiento territorial y las determinantes ambientales, teniendo en cuenta las implicaciones en sus diferentes dimensiones, tales como: mejora en la conectividad de transporte, acceso a servicios sociales ubicados en cabeceras municipales o corregimientos, mejora en la comercialización de productos y facilidad en la adquisición de tecnología para mejorar las prácticas de producción, fomento del turismo, diversificación de la actividades económicas, contribución del paisaje rural, entre otras.

Por lo anterior, desde el análisis socio ecosistémico se propone zonificar el territorio con el propósito de identificar, no sólo las comunidades que habitan en los territorios y su interacción con estos, sino variables de sensibilidad y potencialidades, con el fin de facilitar la toma de decisiones. Para el caso de las vías terciarias la relación costo - beneficio de arrojar un resultado para soportar la inversión siempre positivo, en tanto, debe obedecer a la identificación de necesidades de los grupos de interés locales.

14.2.7.1. Territorios colectivos de grupos étnicos

Teniendo en cuenta la sensibilidad socio ecosistémica para la toma de decisiones en las etapas de concepción y planeación de proyectos, una de las más relevantes para establecer la sensibilidad social frente a la construcción de una vía, es la presencia o no de comunidades étnicas en el territorio; esto teniendo en cuenta que dichas comunidades son cobijadas por normativa especial debido a su relación con el territorio, costumbres, tradiciones, lenguas, entre otros; en este sentido, para proyectos de construcción que implican el licenciamiento ambiental, se requiere del proceso de consulta previa, lo que puede representar procesos más complejos para la ejecución de este tipo de proyectos.

14.2.7.2. Zonas de Reserva Campesinas

Teniendo en cuenta que el objetivo de las zonas de reserva campesina es generar las condiciones para la adecuada consolidación y desarrollo sostenible de la economía campesina, con el fin de superar las causas de los conflictos sociales que las afectan, y en general, crear las condiciones para el logro de la paz y la justicia social en las áreas respectivas, dichos territorios se constituyen en un elemento de consideración importante al momento de priorizar los proyectos de conectividad (viales, fluviales o aéreos), con el fin de garantizar la conectividad, y mejorar las condiciones del desarrollo

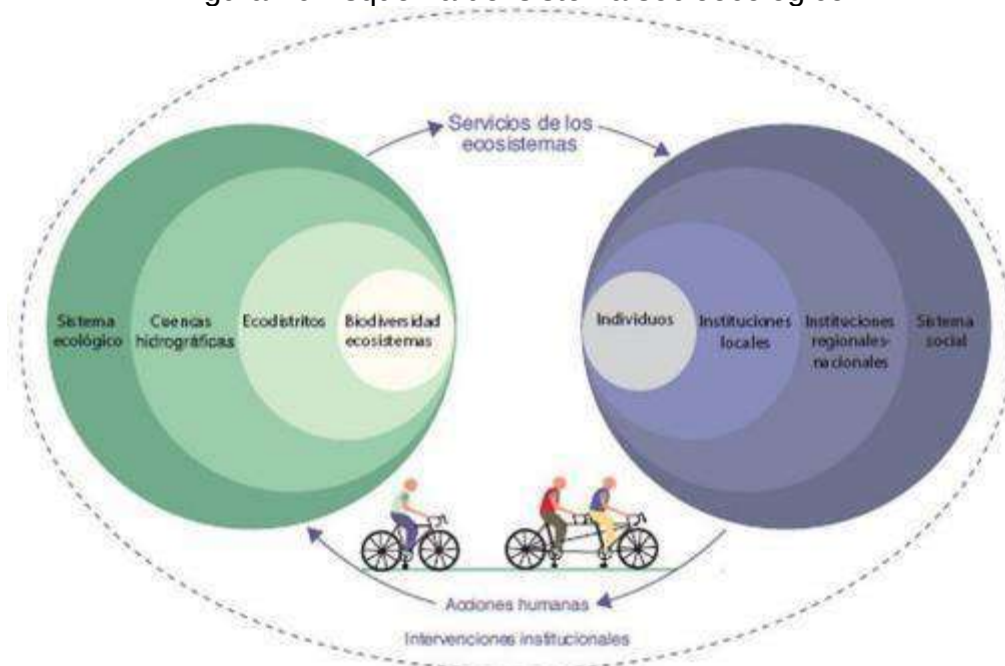
rural (Minagricultura, 2018).

Aunque esta categoría tiene una sensibilidad alta frente a la posible afectación directa por el paso de una vía, son zonas que requieren de la infraestructura de transporte para el mejoramiento de la calidad de vida y de las actividades económicas. Por esta razón desde la planeación de los proyectos, es importante vincular a las comunidades, con el fin de minimizar los impactos sociales y ambientales.

14.2.7.3. Servicios ecosistémicos

El sistema social se beneficia de los servicios generados por el sistema ecológico en la medida en que el flujo de estos tiene influencia sobre el bienestar humano (por ejemplo, pesca, agricultura, entre otros) o en las intervenciones sobre el territorio (restauración, conservación, etc.), lo que a su vez, genera un impacto sobre la estructura, patrones, procesos y funciones de los ecosistemas en ocasiones sin alterar su integridad o su valor ecológico (IAvH, 2014).

Figura 16 Esquema del sistema socioecológico



Fuente: IAvH, 2014

En este sentido, la incorporación del análisis del uso y dependencia de los servicios ecosistémicos para la planeación y desarrollo de proyectos de vías de tercer orden es un eje transversal en la toma de decisiones, debido a que la construcción de este tipo de proyectos, trae consigo el desarrollo rural, no sólo en temas de economía, sino en

características demográficas, lo que puede influenciar en la afectación de los servicios ecosistémicos (oferta y demanda).

14.2.7.4. Uso de los predios

La categoría de usos de los predios está muy ligada a la de tamaños del predio; estas condiciones deben permitir al equipo de decisores determinar la viabilidad técnica, social y económica del proyecto; teniendo en cuenta de igual manera las posibilidades de implementar alternativas de transporte intermodal que reduzca la afectación predial y de actividades económicas realizadas en los predios. Se deberá priorizar que la inversión en la nueva vía fortalezca las actividades económicas locales.

14.2.7.5. Existencia de sitios arqueológicos, culturales e históricos

Dentro de las variables de toma de decisiones, se debe contemplar dentro de las alternativas de construcción del proyecto, el paso por sitios arqueológicos, de interés cultural o histórico. Si bien la alteración de estos sitios se puede desarrollar dentro de un plan de manejo ambiental, se deberán considerar los costos asociados a este manejo y sus implicaciones en la viabilidad financiera del proyecto.

14.2.7.6. Conectividad de transporte

Reducir el tiempo promedio de desplazamiento tanto de la población como de la producción agrícola a las cabeceras municipales donde están ubicados los centros de acopio es un requisito fundamental para mejorar la productividad del sector agrícola del país. De allí surge la necesidad de construir infraestructura de transporte en los modos aéreo, acuático y terrestre; ya que además de generar conectividad con las cabeceras municipales, permiten el acceso a servicios públicos y sociales de las comunidades más vulnerables, mejorando la calidad de vida.

14.2.7.7. Posconflicto

La construcción y mejoramiento de soluciones de infraestructura y transporte ambientalmente sostenibles es clave para la consolidación de la paz en los territorios históricamente afectados por el conflicto armado; por lo tanto, debe considerarse una variable importante para la toma de decisiones, ya que en las zonas afectadas por el conflicto armado, la construcción de estas vías permite reducir los costos de producción, conectar los centros productivos a los de consumo, aumentar el acceso a servicios públicos y sociales, así como contribuye a la reducción de la pobreza. Sin embargo, estas acciones de generar nuevas dinámicas de accesibilidad al territorio deben tener el acompañamiento institucional para evitar efectos negativos como el acaparamiento de tierras y el desplazamiento de las comunidades por actores del conflicto armado.

14.2.8. Mecanismos de participación en la toma de decisiones

De acuerdo con los criterios de gobernanza, los actores públicos, privados y la sociedad civil, deben interactuar y participar en la toma de decisiones frente a políticas, necesidades y proyectos desde etapas tempranas. En el caso de los municipios, para el análisis de alternativas frente a la necesidad de construcción de soluciones de conectividad (que pueden incluir tanto vías como modos alternativos de transporte), se recomienda la aplicación de análisis multicriterio, que permitan evaluar a partir de diferentes variables, las razones que privilegian ciertas decisiones, teniendo en cuenta igualmente un proceso de zonificación ambiental, lo que permite la toma de decisiones desde el punto de vista de sensibilidad y potencialidad ambiental y social.

En tanto se reconoce que las vías terciarias deberán tener como beneficiarios a los actores locales, una variable que deberá contemplarse en todos los casos en la evaluación multicriterio es el beneficio o el impacto tangible que se pueda medir para la población local.

Es importante tener en cuenta que además de la participación de diferentes actores en la toma de decisiones, se requiere de un equipo interdisciplinario que permita evaluar las variables establecidas para el análisis multicriterio, desde diferentes puntos de vista incluyendo los técnicos, ambientales, sociales y económicos.

El análisis multicriterio es ante todo una herramienta vinculada a la toma de decisiones, que permite a cualquier ente administrativo (con la participación de otros actores estratégicos) priorizar aspectos que por su naturaleza pudieran estar en conflicto, permitiendo clasificar las necesidades esenciales de un problema; ya sea de tipo técnico, ambiental, económico o social.

Una vez llevado a cabo el proceso de priorización de los proyectos y el análisis de los diversos métodos y modos de transporte; en el caso en el que el método multicriterio arroje que las vías de tercer orden son un proyecto necesario y prioritario; se deberá documentar el proceso de toma de decisiones, centrando los resultados en las necesidades de conectividad, mejoramiento de las condiciones y calidad de vida, comercio - cadenas productivas, oportunidad de acceso a servicios sociales y a servicios públicos, y la oportunidad de impulsar otras actividades económicas como el turismo.

15. RECOMENDACIONES DIRIGIDAS A ENTIDADES TERRITORIALES PARA INCORPORAR CRITERIOS DE INNOVACIÓN

La red terciaria constituye la mayor extensión de vías en el país, e históricamente no se ha desarrollado respondiendo a criterios de sostenibilidad ambiental en relación con su localización, diseños, construcción y operación. Cuenta con inversión tecnológica limitada y prácticas constructivas que eventualmente satisfacen aspectos técnicos, pero que pueden generar impactos ambientales significativos. En este sentido, es necesario fortalecer la planeación, diseño, tecnologías y métodos constructivos de manera que integren el componente ambiental de manera estructural al proyecto.

La conectividad de transporte a escala veredal y municipal, a cuya funcionalidad se asocia el crecimiento económico de las regiones, la articulación de la producción rural con la distribución de bienes y servicios, la presencia institucional del Estado y la accesibilidad a la oferta de infraestructura social de servicios públicos, salud y educación, debe responder a criterios de sostenibilidad ambiental e intermodalidad acorde con las condiciones ambientales del área y los usos y costumbres propios de las comunidades beneficiadas.

Para lograr la sostenibilidad ambiental de la red vial terciaria se deberá adoptar nuevos métodos, materiales, prácticas, diseños y tecnologías que tengan el mínimo impacto ambiental y social en el territorio, durante todo el ciclo de vida de sus proyectos. Los proyectos que se desarrollen en áreas con mayor sensibilidad requieren tecnologías más robustas y prácticas ambientales para evitar los impactos ambientales directos, indirectos, acumulativos y sinérgicos sobre la fauna, la flora, la biodiversidad, el agua, el suelo o el aire.

En la Tabla 14 se presentan los elementos clave a considerar en la implementación de un proyecto vial sostenible con relación a la infraestructura básica, estos criterios de sostenibilidad están basados en certificaciones internacionales reconocidas como *Green Roads*, *Greenlites* e *Invest* que son iniciativas de infraestructura de transporte sostenible.

Tabla 12 Criterios de sostenibilidad en infraestructura vial

CRITERIO	DESCRIPCIÓN DEL CRITERIO
Diseño de estructuras de larga vida	Es aquel en el que no se produce un deterioro significativo en las capas de terracerías y de estructura, también la capa de rodamiento debe cumplir con un mantenimiento oportuno, para brindar una duración de larga vida, favoreciendo la

CRITERIO	DESCRIPCIÓN DEL CRITERIO
	reducción de los costos del ciclo de vida, ya que se reduce el proceso de rehabilitación y mantenimiento, aunque se requiere una inversión inicial mayor.
Reducción y reutilización de recursos	Es una estrategia que permite reducir los impactos ambientales y el costo de ciclo de vida en el proceso de construcción, a través de la reutilización. Requiere contabilizar la cantidad de almacenamiento, uso y deshecho, a fin de desarrollar planes que fomenten un mayor ciclo de vida en los materiales.
Adaptación al cambio climático	Integrar al diseño de las obras civiles, aquellas que permitan la adaptación al cambio climático, integrando nodos de articulación intermodal y/o la sustitución por medios y modos alternativos de transporte, opciones de trazado que eviten áreas de pendiente pronunciada, o que requieran de cortes y taludes de magnitud considerable, incorporación de alternativas tecnológicas como viaductos y túneles para reducir los efectos adversos sobre el suelo, la biodiversidad y el paisaje, entre otras. La adaptación significa ajustarse, tanto a los efectos climáticos observados, a los efectos esperados y anticipar escenarios de riesgo potencial, con el fin de incrementar la resiliencia de la infraestructura de las vías terciarias a la variabilidad de la dinámica climática¹⁰³.

¹⁰³ García Arbeláez *et ál.* 2016. El Acuerdo de París. Así actuará Colombia frente al cambio climático. Cali, Colombia. WWF-Colombia. 2016 1 ed. 52 pp.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN DEL CRITERIO
Incorporación de tecnologías, métodos y materiales sostenibles	Es la incorporación de nuevas tecnologías, materiales y prácticas enfocadas a la sostenibilidad ambiental en cada una de las etapas del proyecto vial. En los siguientes numerales se hace una descripción de este criterio.

Fuente: Modificado por Ingetec, 2019 de Zambrano, 2018.

15.1. Recomendaciones para garantizar la sostenibilidad ambiental de las obras

A continuación, se presentan algunas innovaciones tecnológicas y de ingeniería dirigidas a contribuir con la sostenibilidad ambiental de las vías terciarias.

15.1.1. Estudiar y caracterizar los materiales existentes de la zona

En Colombia la falta de materiales granulares de buena calidad necesarios para la construcción de las diferentes estructuras viales en función del cumplimiento de las especificaciones técnicas, ha generado la necesidad de estudiar y caracterizar los materiales que se encuentren presentes en la zona. El continuo estudio permite identificar materiales locales que cumplen con las especificaciones técnicas para los procesos constructivos y de estabilización de suelos. Como ejemplo, en el departamento del Vichada, debido a la falta de materiales de buena calidad y alta presencia de minerales lateríticos, se estudió el impacto en la inclusión de este material en el cemento y como material estabilizante. Se concluyó que con sólo 2% de cemento se logra mejorar el módulo hasta 20 veces en comparación con el material sin estabilizar y que con 6% se logra mejorar hasta 72 veces más. Como estabilizante se logra una mejor compresión de la resistencia hasta de 8 veces más y de la resistencia tensión dependiendo de la cantidad de cemento que se le incluya¹⁰⁴.

15.1.2. Sistema de suelo - cemento

¹⁰⁴ Caicedo B. y Caro S. Tecnologías para vías terciarias: Perspectivas y Experiencias desde la academia. En; Revista de Ingeniería 2017. No. 45. pp. 12-21.

Es un sistema adaptado para todo tipo de infraestructura vial en donde se mezcla los suelos locales con cemento para mejorar sus características físicas, mecánicas y químicas. El uso de suelo - cemento ayudará a crear una base estable. Dentro de los beneficios de esta tecnología se encuentran mayor estabilidad, resistencia a condiciones ambientales, mejorar la capacidad de soporte estructural y mitigar riesgos de fisura. Ayuda a evitar la explotación de materiales en fuentes naturales como ríos y peñas (arrastre y cantera)¹⁰⁵.

15.1.3. Estabilización de taludes con materiales reciclables y vegetación local

Dentro de las nuevas prácticas constructivas para evitar y minimizar la erosión están los suelos reforzados, suelos confinados o reforzados con geo-sintéticos, estabilización mecánica de los suelos que resultan en alternativas más económicas ya adaptadas al entorno en comparación de estructuras tradicionales¹⁰⁶. Dentro de las estructuras de suelo reforzado se presentan paredes en su mayoría muros reforzados con geosintéticos, paredes de bloques modulares, soldadas de alambre, muros hechos con neumáticos, paneles de concreto, paneles de madera livianas reforzadas con geotextiles¹⁰⁷.

Fotografía 3 Muros de contención con diversos materiales.

¹⁰⁵ Argos. Suelo cemento, alternativa para vías terciarias. Actualidad. [Consulta: 06 enero 2019] Colombia. Disponible en: <https://colombia.argos.co/Acerca-de-Argos/Innovacion/Suelo-cemento-construccion-vias-terciarias>.

¹⁰⁶ Quintero J. Guía de nuevas prácticas para carreteras ambientalmente amigables. 2016.

¹⁰⁷ Keller *et ál*. Stabilization and rehabilitation measures for Low-Volume Forest Roads. Washington DC: U.S Department of Agriculture, Forest Service. 2011.



Fuente: Keller *et al.*, 2011 y Colonia “La Canaán”, 2010

El rol que juega la cobertura vegetal en el manejo de la estabilidad de taludes es esencial; permite la interceptación de la escorrentía, retención de sedimentos y partículas de suelo, disminución en la velocidad de la escorrentía el aumento del coeficiente de rugosidad del terreno, infiltración gracias a las raíces que aumentan la porosidad y permeabilidad del suelo y gracias al proceso de transpiración se retrasa la saturación¹⁰⁸, La vegetación también minimiza efectos de movimientos en masa gracias al refuerzo de las raíces, por fricción y a la tensión. Así mismo, la vegetación al tener un control sobre el contenido de humedad del suelo evita esfuerzos adicionales generados por la dinámica erosiva del agua subterránea. Por último, el anclaje y embebimiento de troncos, hace que funcionen como puntales o contrafuertes en las laderas¹⁰⁹. Una de las grandes ventajas de la cobertura vegetal es que ofrece una solución mucho más económica que puede ser factible y simple para reducir la erosión y apoyar los efectos por pérdida de vegetación causada por la construcción en las vías terciarias.

Fotografía 4 Taludes estabilizados con vegetación.

¹⁰⁸ León J. Estudio y control de la erosión hídrica. Universidad Nacional de Colombia, Departamento de ciencias forestales: Medellín, 2001. ISBN 9589352278.

¹⁰⁹ León J. Estudio y control de la erosión hídrica. Universidad Nacional de Colombia, Departamento de ciencias forestales: Medellín, 2001. ISBN 9589352278.



Fuente: Keller *et al.*, 2011

15.1.4. Uso de maquinaria con sistemas de control de emisiones

Nuevas tecnologías permiten la utilización de maquinaria pesada más eficiente y con menor consumo de combustibles fósiles con sistemas que reducen la emisión de GEI y reducen el tiempo de operación.

15.2. Materiales alternativos

15.2.1. Señalización con lámina reflectante

Las láminas reflectantes para señalización de última generación provienen de procesos de fabricación más eficientes con menos emisiones de compuestos orgánicos volátiles, menor uso de energía y menor generación de residuos sólidos. También ofrecen beneficios visuales para los conductores por ser más brillantes que las convencionales y son más durables reduciendo los costos de mantenimiento¹¹⁰.

15.2.2. Control de polvo

Existen aditivos que aglomeran las partículas superficiales haciéndolas más pesadas por lo que será más difícil la dispersión en el aire. Permiten evitar el uso de prácticas que conllevan al excesivo uso de agua como el proceso humectación de tierra. Con un correcto uso puede llevar a un ahorro de cemento hasta del 1%, en el caso de reforzamientos con placa huella.

¹¹⁰ Quintero J. Guía de nuevas prácticas para carreteras ambientalmente amigables. 2016.

15.2.3. Poliúrea

Este polímero sintético permite recubrir las distintas estructuras de concreto (para el caso de mejoramientos con placa huella) aportando así muchas de sus ventajas y propiedades como son la resistencia a la abrasión, compresión y desgarro, resistencia a agentes químicos y medios ácidos o alcalinos, resistencia a la proliferación de raíces, impermeabilización y resistencia a los rayos UV. Dentro de sus mejores propiedades se encuentra la resistencia a los efectos climatológicos, es decir, la expansión y contracción causada por los ciclos climatológicos anuales. Permiten reducir costos de mantenimiento.

15.2.4. Cal

El uso de cal se encuentra presente en construcciones de vías en suelos con alto contenido de agua, en presencia de arcilla y en suelos inestables. La cal tiene efecto en la estabilización de suelos difíciles, al mezclar la tierra arcillosa con la cal esta absorbe inmediatamente el agua reduciendo la humedad del suelo hasta en un 5 %, reduce la propiedad del suelo de retener agua y permite un aumento gradual de la compresión del suelo.

15.3. Incentivos

15.3.1. Comparación de proyectos viales

Existen diferentes metodologías para la evaluación de proyectos que toman en consideración aspectos como la generación de impactos ambientales y los recursos requeridos para su desarrollo, entre otros. Una de las más reconocidas es el Análisis de Ciclo de Vida, (ACV) que es una herramienta metodológica utilizada para evaluar el desarrollo de productos o actividades en el contexto de los impactos ambientales que generan. Esta herramienta también puede ser utilizada para la toma de decisiones para la formulación de políticas, a nivel corporativo o público para emitir declaraciones ambientales de productos, el diseño e implementación de sistemas energéticos y la planeación y ejecución de actividades de transporte, entre otros¹¹¹.

El ACV parte de identificar el flujo conformado por la entrada de los recursos e insumos que demanda la ejecución de un proyecto vial, así como de las salidas en cada una de

¹¹¹ Huijbregts *et ál.* A harmonized life cycle impact assessment method at midpoint and endpoint level. Report I: Characterization. Bilthoven, Netherlands. National institute for Public Health and the Environment. 2016. pp. 1-194.

las etapas que van desde la planeación, diseño, construcción, mantenimiento, rehabilitación y mejoramiento, para establecer un inventario de flujos de materiales y energía utilizados a lo largo de la cadena de valor. Este análisis busca identificar aquellos procesos y productos que involucran recursos energéticos y materias primas limitadas, cuya renovación genera impactos ambientales que se pueden evitar en cadenas o ciclos circulares, en los que hay reutilización de insumos o materias primas que minimizan la actividad extractiva.

Las principales categorías de impactos que se pueden tener en consideración para la realización del ciclo de vida¹¹² son:

- Cambio climático: el potencial de calentamiento global se expresa en kg CO₂-eq, considerando gases de efecto invernadero.
- Agotamiento de fuentes fósiles: la explotación de estos recursos a través del tiempo obliga a encontrar energías que sustituyan energías fósiles mediante la adopción de tecnologías adecuadas o en su defecto a optimizar su aprovechamiento. El indicador, se define por la relación del contenido energético de la fuente fósil utilizada y en el contenido energético del petróleo.
- Agotamiento de metales: los depósitos naturales pueden tener gran variedad de minerales resultantes de las diferentes actividades mineras. La extracción del recurso en los depósitos naturales genera una disminución del mineral, dando una presión en la demanda del recurso.
- Agotamiento de ozono: el ozono se encuentra en formación y transformación continua hacia otras formas moleculares debido a la radiación ultravioleta y a las reacciones químicas que tienen lugar en la estratosfera causadas por emisiones antropogénicas. Para la evaluación del impacto, se deben tener en cuenta las sustancias susceptibles de reaccionar con el ozono con contenido de Cloro y Bromo, ya que tienden a tener la propiedad de permanecer durante largos periodos en la atmósfera.
- Material particulado: dependiendo del tamaño en que se encuentren (PM₁₀, PM_{2,5}) afectan la salud humana. Su composición parte de la mezcla de sustancias orgánicas e inorgánicas, óxidos de azufre, óxidos de nitrógeno, amoníaco, entre otras.
- Acidificación del suelo: la deposición de sustancias atmosféricas genera los diferentes niveles de acidez del suelo.
- Agotamiento del agua: la demanda y uso excesivo agota su disponibilidad en las cuencas de origen. Al reducirse el volumen de agua presenta impactos a la

¹¹² Ibid, pp. 1-194.

biodiversidad por pérdida del caudal ecológico, cambios en los caudales de los ríos y en el uso humano.

El ACV es una poderosa herramienta comparativa entre diferentes alternativas de proyectos que permite identificar los proyectos, obras, materiales y actividades que generan mayores niveles de impacto, y por tanto determinar cuáles son las mejores alternativas desde el punto de vista de la sostenibilidad del proyecto. El ACV también se puede usar para establecer la forma de medir la efectividad de las nuevas propuestas tecnológicas en cuanto a impactos ambientales, sostenibilidad de proyectos viales y determinar su relación costo beneficio.

15.3.2. Relación costo beneficio

El análisis de costo beneficio ambiental de un proyecto se establece desarrollando una valoración económica del ambiente, en la que se cuantifique el costo del desarrollo del proyecto, incluyendo la valoración de los elementos ambientales afectados y los beneficios que pueda generar, de forma que se establezca desde la perspectiva económica y ambiental la viabilidad del proyecto. La inversión para la intervención de una vía terciaria ambientalmente sostenible tendrá una variedad de beneficios que se verán reflejados en los diferentes ámbitos que involucren el proyecto.

El impacto económico de la utilización de tecnologías que generan beneficios ambientales al proyecto, aunque requieran de una inversión inicial superior, deben ser evaluadas en cuanto a su viabilidad financiera involucrando el ciclo de vida del proyecto, en donde se evidencia un periodo de retorno de la inversión inicial en el corto o mediano plazo. Las nuevas metodologías e instrumentos permiten reducir costos en combustibles fósiles, consumo de energías y tiempo de realización de las actividades. En este sentido, se crean estructuras más durables y resilientes a los fenómenos de cambio climático y amenazas naturales, que ofrecen una mejor respuesta a eventos extremos de inundaciones, remoción en masa, entre otros. A largo plazo se evidencia una disminución de las inversiones requeridas para la conservación de la vía, resultando en vías ambiental y económicamente sustentables.

15.3.3. Calificación de propuestas

Entre las medidas para facilitar e impulsar la aplicación de medidas sostenibles pueden establecerse modificaciones a los criterios de evaluación de propuestas en los procesos adelantados por las entidades ejecutoras de iniciativas de construcción e intervención de proyectos viales, en las cuales se resalte y beneficie los proyectos que ofrezcan alternativas sostenibles comprobadas durante los procesos de calificación de propuestas. La aplicación de este tipo de incentivos debe desarrollarse a partir de procesos institucionales que apliquen las políticas de desarrollo sostenible, estimulen el

empleo de nuevas tecnologías y prácticas sostenibles y faciliten la inclusión de alternativas que demuestren efectos reales en la disminución de impactos y beneficios ambientales a largo plazo.

15.3.4. Gestión de recursos adicionales

La viabilidad de un proyecto vial sostenible también facilita la posibilidad de acceder a financiamiento por entidades que exigen establecer claramente el aporte social y ambiental como *Global Environment Facility* (GEF) y Banco Interamericano de Desarrollo (BID), entre otras. La aplicación a estas iniciativas de financiamiento debe desarrollarse en el marco de gobernanza del proyecto facilitando la participación de las comunidades locales, las instituciones estatales y la empresa privada cuando sea necesario.

15.3.5. Concursos de innovación

La creación de concursos, mesas de innovación y ferias de negocios por parte de entidades públicas y privadas, incentivan o estimulan la oferta de innovaciones tecnológicas para el desarrollo de infraestructura ambientalmente sostenible, para que las nuevas obras y proyectos viales estén alineados con los requisitos que exigen las vías sostenibles. Los concursos son una estrategia de incentivo para la viabilidad de la inversión de recursos en los proyectos que apliquen criterios de innovación y sostenibilidad ambiental.

Las entidades gubernamentales deben estar preparadas para una creciente innovación, permitiendo que los gestores de los nuevos proyectos del país tengan todos los insumos y herramientas necesarias que permitan cumplir con los estándares tecnológicos, de calidad, ambientales y sociales requeridos por los diferentes manuales técnicos, metodologías, y normas sectoriales.

De acuerdo con el capítulo 15 en el cual se presentan materiales, métodos y estructuras para vías sostenibles, se puede deducir que los diferentes incentivos deben estar dirigidos a promover la reducción del consumo de energía y materias primas, el desarrollo de soluciones sostenibles de infraestructura y movilidad y minimizar el impacto sobre el calentamiento global.

16. RECOMENDACIONES DE MANEJO AMBIENTAL PARA INHABILITACIÓN DE ACCESOS TERRESTRES

16.1. Criterios que orienten la identificación de accesos y carreteras a inhabilitar

Teniendo en cuenta lo dispuesto por el Conpes 3857 en el año 2016 en el cual se indican los lineamientos para la priorización de inversiones en vías terciarias¹¹³, incorporando consideraciones ambientales para priorizar la intervención en vías terciarias y para inhabilitar accesos terrestres ilegales, es decir aquellas carreteras construidas sin licencia ambiental después de la entrada en vigor de la Ley 99 de 1993, en las cuales no es aplicable realizar inversiones para actividades de mantenimiento, rehabilitación o mejoramiento.

Es importante señalar que las carreteras a las cuales se les confirme su ilegalidad deben ser inhabilitadas según la Directiva 10 de 2018 de la Presidencia de la República del 29 de noviembre del 2018, en la cual se establecen directrices a corto plazo incluyendo los procesos de inhabilitación a cargo del Ministerio de Defensa Nacional; en el marco de reducción de las acciones de deforestación y degradación de ecosistemas en la Amazonia colombiana.

La Directiva delega a Mintransporte para adelantar acciones en coordinación con otras entidades en la identificación de vías ilegales, el retiro de la autorización de rutas de transporte público en dichas vías y ordena al Ministerio de Defensa Nacional, realizar acciones necesarias para poner en marcha un plan de desmantelamiento de accesos terrestres y pistas aéreas clandestinas, presentando trimestralmente los resultados de la ejecución de dicho plan a la Comisión Intersectorial de Control a la Deforestación y Gestión Integral de los Bosques (CICOD).

16.2. Plan de cierre

Cuando se deba aplicar el plan de cierre a una vía ilegal se debe aplicar la jerarquía de mitigación, con el fin de evitar, la generación de impactos ambientales asociados al desarrollo de esta actividad.

¹¹³. Documento Conpes 3857. Lineamientos de política para la gestión de la red terciaria. Bogotá D.C: 2016.

El proceso de inhabilitación se debe realizar en diferentes fases, con el fin de minimizar en lo posible la ocurrencia de impactos negativos. Estas fases son desestimulación, abandono y cierre, las cuales se definen a continuación:

- **Desestimulación:** esta fase debe iniciar con el diagnóstico de usos y usuarios de los accesos terrestres ilegales; de existir usos ilícitos como los relacionados con cultivos ilícitos o la extracción de madera o fauna silvestre, se procede a la inhabilitación de forma directa.
- **Abandono:** en esta fase se formula el plan de abandono cuyo objetivo principal es establecer las acciones necesarias para el desmantelamiento de la infraestructura y realizar la restauración de la cobertura vegetal, uso de suelo y ecosistemas acuáticos intervenidos. Las acciones del plan de abandono están orientadas a evitar, mitigar o corregir impactos significativos al ambiente y facilitar la recuperación de la funcionalidad ecosistémica del área. Dentro de los criterios considerados para las actividades del plan de abandono se encuentran:
 - Que no ocasionen impactos ambientales adicionales a los existentes.
 - Que restablezca la conectividad de los ecosistemas terrestres y acuáticos.
 - Que no se incremente el deterioro del paisaje.

Una vez aprobado se pone en práctica con el fin de remover la infraestructura y establecer procesos de restauración de las áreas afectadas por la construcción ilegal de la carretera. Debe evaluarse si las actividades a realizar deben contar con permisos ambientales y en este caso, deben realizarse los procesos correspondientes ante las autoridades ambientales pertinentes.

- **Cierre:** la última fase debe presentar una finalización de los objetivos planteados en la fase de abandono como su correspondiente monitoreo y seguimiento. Esta fase determina la inhabilitación completa de la vía terciaria, presentando un balance del manejo y acciones realizadas.

El desarrollo del plan de cierre debe contar con un proceso de planeación en el que se establezca ¿Qué se debe hacer? ¿Cómo se debe hacer? y ¿Cuándo se debe hacer? Esto permite formular un cronograma, y por lo tanto, los tiempos de intervención, y un presupuesto. El plan de cierre debe contemplar las siguientes acciones:

- Identificar la presencia de comunidades en el territorio en relación con el ordenamiento territorial y las determinantes ambientales.
- Mostrar la relación de actividades y obras necesarias para la desestimulación, abandono y cierre. Debe contemplar los objetivos de cada una de las fases y las metas para cumplirlas.

- Presentar una propuesta de uso final del suelo en armonía con los planes de ordenamiento y el medio circundante.
- Señalar las medidas de manejo y reconformación morfológica que garanticen la estabilidad y restablecimiento de la cobertura vegetal y la reconformación paisajística, según aplique y en concordancia con la propuesta del uso final del suelo.
- Acciones para desarrollar, las medidas de recuperación y rehabilitación de suelos conforme a sus objetivos, describiendo, además, metodologías a utilizar, recursos a invertir, personal de campo a emplear, acciones con la comunidad de ser el caso, entre otros.
- Presentar una propuesta de los indicadores de manejo, así como los resultados alcanzados con el desarrollo de las técnicas establecidas.

Partiendo de lo anterior se establecen las actividades específicas que serán implementadas durante la etapa de cierre.

16.2.1. Aspectos relacionados con geomorfología, paisaje, estabilidad física, hidrología y suelos

La reconformación de áreas se hace con el fin de restaurar las áreas que han sido artificializadas, teniendo en cuenta varios componentes, en este caso pertenecientes al medio abiótico. Para realizar esta restauración se deben tener en cuenta los siguientes criterios y realizar las acciones que apliquen de acuerdo con las condiciones de cada proyecto:

- Retirar los materiales inertes que conforman las obras de drenaje de la vía, previniendo taponamientos por derrumbes o acumulación de material en los cuerpos de agua.
- Rellenar las superficies y perfilamiento de taludes del terraplén con el fin de simular los microrelieves naturales de la zona.
- Reperfilar el sector para adaptarse a la topografía circundante. Esta actividad se realiza con el fin de dar un comportamiento natural al terreno, enfocado hacia los patrones de las corrientes superficiales (drenajes) permanentes o intermitentes.
- Drenar las zanjas y sumideros de agua de contacto, recontornear, estabilizar o tapar para minimizar la erosión de las escorrentías superficiales y la generación de material particulado por la acción del viento.
- Adecuar los drenajes de tal forma que adquieran la conectividad preexistente, reconformando geomorfológicamente las rondas utilizando suelos que permitan el desarrollo de vegetación nativa.
- Adecuar la geomorfología de los taludes y de la superficie de la vía al patrón natural del paisaje circundante evitando el uso del corredor como trocha, camino o carreteable.

- Reconformar una capa de suelos para la restauración ecológica o facilitar procesos de regeneración natural, esta puede provenir del perfilado de taludes.
- Reorganizar el suelo con el fin de que se distribuya de la forma más natural posible, tratando de hacerlo de forma ondulada y con pendientes moderadas, beneficiando así la infiltración del agua y la lixiviación de los materiales orgánicos.
- Revegetalizar con especies herbáceas y arbustivas propias de la sucesión vegetal del área. Complementar con la introducción de microhábitats para fauna que contribuyan a acelerar la sucesión vegetal. La regeneración natural también es una opción viable.
- Orientar los procesos de revegetalización a la conformación de corredores que conecten los costados de la vía, a través de vegetación asociada a las rondas y a terrenos de mayor humedad.

La distribución de la capa orgánica debe realizarse sin compactación y preferiblemente manualmente, con lo que se quiere aumentar la tasa de germinación de las semillas y suministrar un hábitat adecuado para la artropofauna; así mismo antes de emplear los suelos adquiridos, será necesario realizar labores de aireación y descompactación del material. Es importante realizar mantenimiento a la disposición de los suelos en épocas secas, con el fin de asegurar una estabilidad estructural del mismo antes de la época de lluvias.

16.2.2. Aspectos sociales

Con relación a los aspectos socioeconómicos en el caso de que en áreas aledañas al acceso terrestre ilegal se encuentren comunidades que ocupen de manera legal dichas áreas y mantengan interés en el uso de éstas, se deberán realizar procesos de información relacionados con el proceso de inhabilitación de accesos terrestres y se buscaran alternativas de movilidad legales.

16.2.3. Aspectos ecológicos en función de la biodiversidad y servicios ecosistémicos

Lo primero que se debe establecer es el objetivo de la actividad. De acuerdo con el plan nacional de restauración existen tres objetivos principales que son:

- **Restauración ecológica:** restablecer el ecosistema degradado a una condición similar al estado anterior a la construcción de la vía, respecto a su composición, estructura y funcionamiento. Además, el ecosistema resultante debe ser un sistema autosostenible y debe garantizar la conservación de especies, del ecosistema en general, así como de la mayoría de sus bienes y servicios.

- **Rehabilitación ecológica:** llevar el ecosistema degradado a un estado autosostenible, en el que se preserven algunas especies y preste algunos servicios ecosistémicos.
- **Recuperación ecológica:** recuperar algunos servicios ecosistémicos de interés social. Generalmente los ecosistemas resultantes no son autosostenibles y no se parecen al sistema original.

Teniendo esto en cuenta y según el ecosistema en el que se encuentre el acceso terrestre a inhabilitar (grado de sensibilidad), se debe plantear el objetivo. En general se recomienda enfocarse en acciones de rehabilitación hacia un ecosistema de referencia con una estructura ecológica en estados iniciales a intermedios de sucesión. Cuando se habla de ecosistemas de referencia se indica una estructura ecológica objetivo del proceso, para lo cual se establecen procedimientos y tiempos.

La finalidad de este aspecto es implementar actividades para obtener como resultado un sistema autosostenible, por lo cual debe ir entrelazado con el medio abiótico en su componente de suelos, esto da como resultado una integralidad de los manejos los cuales deben presentar indicadores de cumplimiento. Por último, es importante mencionar que las especies utilizadas dentro de los arreglos de plantación para los objetivos de rehabilitación deben ser nativas y pertenecientes a los ecosistemas aledaños, esto con el fin de prevenir la llegada de especies invasoras como cambios en los procesos ecológicos.

16.2.4. Cronograma de actividades

El ente encargado de la inhabilitación de las vías deberá generar un cronograma con las diferentes actividades del proceso, incluyendo las diferentes fases (desestimulación, abandono y cierre), el cual debe ser socializado con las autoridades municipales, comunidades, líderes sociales, agremiaciones, entre otras.

17. BIBLIOGRAFÍA

Agencia de Renovación del territorio. Bogotá: 50/51 Plan de vías terciarias. [Consulta: 29 noviembre 2018]. Disponible en: http://www.renovacionterritorio.gov.co/especiales/plan_50_51/.

Agencia de Renovación del Territorio. Programas de desarrollo con enfoque territorial. [Consulta: 18 diciembre 2018] Disponible en: http://www.renovacionterritorio.gov.co/especiales/especial_PDET/.

Agencia Nacional de Infraestructura. Pasos de fauna, infraestructura pensada para el bienestar de todos. [Consulta: 09 enero de 2019] 2016. Disponible en: <https://www.ani.gov.co/pasos-de-fauna-infraestructura-pensada-para-el-bienestar-de-todos-0>.

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D. C. Glosario. Secretaría distrital de ambiente. [Consulta: 18 enero de 2019] Disponible en: <http://www.ambientebogota.gov.co/web/transparencia/glosario>.

ANLA. Glosario. [Consulta 14 enero 2019] Colombia. Disponible en: <http://portal.anla.gov.co/subdireccion-evaluacion-y-seguimiento>.

ANLA. Sistema de Información Geográfico. Página oficial [Consulta 10 de noviembre de 2018] Disponible en: <http://portal.anla.gov.co/sistema-informacion-geografica>.

ARGOS. Suelo cemento, alternativa para vías terciarias. Actualidad. [Consulta: 06 enero 2019] Colombia. Disponible en: <https://colombia.argos.co/Acerca-de-Argos/Innovacion/Suelo-cemento-construccion-vias-terciarias>.

BID y INDES. Herramientas y técnicas para la gestión de proyectos de desarrollo pm4r. 4 ed. Project Management Institute. 2018.

BIODIVERSIDAD MEXICANA. Corredores biológicos. [Consulta: 16 enero 2019] Disponible en: <https://www.biodiversidad.gob.mx/corredor/corredoresbio.html>.

CAICEDO, Bernardo y CARO, Silvia. Tecnologías para vías terciarias: Perspectivas y Experiencias desde la academia. En; Revista de Ingeniería 2017. No. 45.

CLEVENGER, Anthony. Wildlife Crossing Structures, Fencing, and Other Highway Design Considerations. Washington, DC, United States: Island Press. 2010.

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA, Constitución Política de Colombia. Bogotá. D.C., 2020.

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA, Ley 2 de 1959, Sobre Economía Forestal de la Nación y Conservación de Recursos Naturales Renovables. Bogotá. D.C., 2020.

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA, Ley 23 de 1973, Por el cual se conceden facultades extraordinarias al Presidente de la República para expedir el Código de Recursos Naturales y de Protección al Medio Ambiente y se dictan otras disposiciones. Bogotá. D.C., 2020.

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA, Decreto Ley 2811 de 1974 Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente, Bogotá. D.C., 2020.

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA, Decreto Ley 1608 de 1978, Por el cual se reglamenta el Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente y la Ley 23 de 1973 en materia de fauna silvestre. Bogotá. D.C., 2020.

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA, Ley 9 de 1979, Por la cual se dictan Medidas Sanitarias Bogotá. D.C., 2020.

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA, Ley 21 de 1981, por medio de la cual se aprueba la Convención Interamericana sobre normas generales de Derecho Internacional Privado, suscrita en Montevideo, Uruguay, el 8 de mayo de 1979. Bogotá. D.C. 2020.

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA, Ley 61 de 1985, Por la cual se adopta la palma de cera (*Ceroxylom quindiuense*) como árbol nacional. Bogotá. D.C., 2020.

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA, Ley 134 de 1994, Por la cual se dictan normas sobre mecanismos de participación ciudadana. Bogotá. D.C., 2020.

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA, Ley 99 de 1993, Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones. Bogotá. D.C., 2020.

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA, Ley 105 de 1993, Por la cual se dictan disposiciones básicas sobre el transporte, se redistribuyen competencias y recursos entre la Nación y las Entidades Territoriales, se reglamenta la planeación en el sector transporte y se dictan otras disposiciones. Bogotá. D.C., 2020.

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA, Ley 357 de 1997. Por medio de la cual se aprueba la "Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas", suscrita en Ramsar el dos (2) de febrero de mil novecientos setenta y uno (1971). Bogotá. D.C., 2020.

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA, Ley 373 de 1997, Por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua. Bogotá. D.C., 2020.

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA, Ley 685 de 2001, Por la cual se expide el Código de Minas y se dictan otras disposiciones. Bogotá. D.C., 2020.

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA, Ley 1124 de 2007, Por medio de la cual se reglamenta el ejercicio de la profesión de Administrador Ambiental. Bogotá. D.C., 2020.

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA, Ley 1252 de 2008, Por la cual se dictan normas prohibitivas en materia ambiental, referentes a los residuos y desechos peligrosos y se dictan otras disposiciones. Bogotá. D.C., 2020.

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA, Ley 1258 de 2008, Por medio de la cual se crea la sociedad por acciones simplificada. Bogotá. D.C., 2020.

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA, Ley 1333 de 2009, Por la cual se establece el procedimiento sancionatorio ambiental y se dictan otras disposiciones. Bogotá. D.C., 2020.

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA, Ley 1450 de 2011, Por la cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo, 2010-2014. Bogotá. D.C., 2020.

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley 1508 (10, enero, 2012). Por la cual se establece el régimen jurídico de las Asociaciones Público Privadas, se dictan normas orgánicas de presupuesto y se dictan otras disposiciones. Diario oficial. Bogotá. D.C., 2012.

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA, Ley 1523 de 2012, Por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones. Bogotá. D.C., 2020.

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA, Ley 1672 de 2013, Por la cual se establecen los lineamientos para la adopción de una política pública de gestión integral

de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), y se dictan otras disposiciones. Bogotá. D.C., 2020.

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley 1682 (23 noviembre, 2013). Por la cual se adoptan medidas y disposiciones para los proyectos de infraestructura de transporte y se conceden facultades extraordinarias. Diario oficial. Bogotá. D.C., 2013.

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA, Ley 1755 de 2015, Por medio de la cual se regula el Derecho Fundamental de Petición y se sustituye un título del Código de Procedimiento Administrativo y de lo Contencioso Administrativo. Bogotá. D.C., 2020.

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA, Ley 1757 de 2015, Por la cual se dictan disposiciones en materia de promoción y protección del derecho a la participación democrática. Bogotá. D.C., 2020.

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA, Ley 1774 de 2016, Por medio de la cual se modifican el Código Civil, la Ley 84 de 1989, el Código Penal, el Código de Procedimiento Penal y se dictan otras disposiciones. Bogotá. D.C., 2020.

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA, Ley 1801 de 2016, Por la cual se expide el código nacional de policía y convivencia. Bogotá. D.C., 2020.

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA, Decreto 1007 de 2018, Por el cual se modifica el Capítulo 8 del Título 9 de la Parte 2 del Libro 2 del Decreto número 1076 de 2015, Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible, en lo relacionado con la reglamentación de los componentes generales del incentivo de pago por servicios ambientales y la adquisición y mantenimiento de predios en áreas y ecosistemas estratégicos que tratan el Decreto-ley número 870 de 2017 y los artículos 108 y 111 de la Ley 99 de 1993, modificados por los artículos 174 de la Ley 1753 de 2015 y 210 de la Ley 1450 de 2011, respectivamente Bogotá. D.C., 2020.

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA, Ley 1930 de 2018, Por medio de la cual se dictan disposiciones para la gestión. integral de los páramos en Colombia. Bogotá. D.C., 2020.

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley 1931 (27 julio, 2018). Por la cual se establecen directrices para la gestión del cambio climático. Diario oficial. Bogotá. D.C., 2018.

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. LEY 1523 DE 2012. (24 de abril de 2012). Por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se

establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones. BOGOTÁ D.C: CONGRESO DE LA REPÚBLICA, 2012.

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley 1682. (22, noviembre, 2013). Por la cual se adoptan medidas y disposiciones para los proyectos de infraestructura de transporte y se conceden facultades extraordinarias. En diario Oficial: noviembre, 2013. No. 48.987.

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. LEY 388 de 1997. (24 de julio de 1997). Por la cual se modifica la Ley 9ª de 1989, y la Ley 3ª de 1991 y se dictan otras disposiciones. BOGOTÁ D.C: CONGRESO DE COLOMBIA, 1997. No. 48.987.

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley 70. (29, agosto, 1993). Por la cual se desarrolla el artículo transitorio 55 de la Constitución Política. En Diario Oficial. Agosto, 1993.

COLOMBIA. MINISTERIO DE AGRICULTURA Informe de rendición pública de cuentas. Bogotá D.C, Colombia: El Ministerio, 2014.

COLOMBIA. MINISTERIO DE AGRICULTURA. Plan de desarrollo departamental. Guía para la incorporación del componente rural agropecuario. Bogotá D.C, 2015.

COLOMBIA. MINISTERIO DE AGRICULTURA. Página oficial. Zonas de reserva campesinas [Consulta 3 de enero de 2019] Disponible en: <https://www.minagricultura.gov.co/Normatividad/Paginas/Decreto-1071-2015/Zonas-de-reserva-campesina.aspx>.

COLOMBIA. MINISTERIO DE AGRICULTURA. Plan de desarrollo departamental. Guía para la incorporación del componente rural agropecuario. Bogotá D.C, 2015.

COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA en proyectos de construcción de carreteras y/o túneles. Bogotá D.C, 2015.

COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Términos de referencia para la elaboración del estudio de impacto ambiental – EIA proyectos de explotación minera. Bogotá D.C.: 2016.

COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales. Bogotá D.C, 2018.

COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Ley 165 de 1994. Por medio de la cual se aprueba el "Convenio sobre la Diversidad Biológica", hecho en Río de Janeiro el 5 de junio de 1992. Diario oficial. Bogotá. D.C., 2018.

COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Página oficial. [Consultado 12 de noviembre de 2018] Disponible en: <http://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/159->.

COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Resolución 1402 (25, julio, 2018). Por la cual se adopta la Metodología General para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales y se toman otras determinaciones. Diario oficial. Bogotá. D.C., 2018.

COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Resolución 751 (26, marzo, 2015). Por la cual se adopta los términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental –EIA, requerido para el trámite de la licencia ambiental de los proyectos de construcción de carreteras y/o túneles con sus accesos y se toman otras disposiciones. Diario oficial. Bogotá. D.C., 2015.

COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Resolución 316 (7, marzo, 1974). Por la cual se establecen vedas para algunas especies forestales maderables. Diario oficial. Bogotá. D.C., 2018.

COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Resolución 1408 de 1975. Por la cual se modifica la Resolución 316 de 1974. Diario oficial. Bogotá. D.C., 2018.

COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Resolución 1132 (16, septiembre, 1975). Por el cual se modifica la [Resolución 316 del 7 de marzo de 1974] sobre vedas para algunas especies forestales maderables. Diario oficial. Bogotá. D.C., 2018.

COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Resolución 213 (1, febrero, 1977). Por la cual se establece veda para algunas especies y productos de la flora silvestre. Diario oficial. Bogotá. D.C., 2018.

COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Resolución 801 (24, junio, 1977). Por la cual se declara protegida una especie de la flora silvestre y se establece una veda. Diario oficial. Bogotá. D.C., 2018.

COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Resolución 463 (21, abril, 1982). Por la cual se prohíbe el aprovechamiento y comercialización de "Varas". Diario oficial. Bogotá. D.C., 2018.

COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Resolución 1602 (21, diciembre, 1995). Por medio de la cual se dictan medidas para garantizar la sostenibilidad de los manglares en Colombia". Diario oficial. Bogotá. D.C., 2018.

COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Resolución 20 (9, enero, 1996). Por medio de la cual se aclara la Resolución No. 1602 del 21 de diciembre de 1995, y se dictan otras disposiciones. Diario oficial. Bogotá. D.C., 2018.

COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Resolución 924 (16, octubre, 1997). Por la cual se establecen términos de referencia para estudios sobre estado actual y propuestas de zonificación de las áreas de manglar en Colombia". Diario oficial. Bogotá. D.C., 2018.

COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Resolución 769 (5, agosto, 2002). Por la cual se dictan disposiciones para contribuir a la protección, conservación y sostenibilidad de los páramos. Diario oficial. Bogotá. D.C., 2018.

COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Resolución 157 (12, febrero, 2004). Por la cual se reglamentan el uso sostenible, conservación y manejo de los humedales, y se desarrollan aspectos referidos a los mismo en aplicación de la Convención Ramsar. Diario oficial. Bogotá. D.C., 2018.

COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Resolución 196 (1, febrero, 2006). Por la cual se adopta la guía técnica para la formulación de planes de manejo para humedales en Colombia. Diario oficial. Bogotá. D.C., 2018.

COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Resolución 627 (15, junio, 2006). Por la cual se modifica el artículo 10 de la Resolución 839 de 2003 y el artículo 12 de la Resolución 157 de 2004 y se dictan otras disposiciones. Diario oficial. Bogotá. D.C., 2018.

COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Resolución 1128 (7, abril, 2006). Por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental. Diario oficial. Bogotá. D.C., 2018.

COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Resolución 1362 (2, agosto, 2007) Por la cual se establecen los requisitos y el procedimiento para el Registro de Generadores de Residuos o Desechos Peligrosos, a que hacen referencia

los artículos 27 y 28 del Decreto 4741 del 30 de diciembre de 2005. Diario oficial. Bogotá. D.C., 2018.

COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Resolución 909 (5, junio, 2008) Por la cual se establecen las normas y estándares de emisión admisibles de contaminantes a la atmósfera por fuentes fijas y se dictan otras disposiciones. Diario oficial. Bogotá. D.C., 2018.

COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Resolución 760 (20, abril, 2010) Por la cual se adopta el Protocolo para el Control y Vigilancia de la Contaminación Atmosférica Generada por Fuentes Fijas. Diario oficial. Bogotá. D.C., 2018.

COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Resolución 2064 (21, octubre, 2010) Por la cual se reglamentan las medidas posteriores a la aprehensión preventiva, restitución o decomiso de especímenes de especies silvestres de Fauna y Flora Terrestre y Acuática y se dictan otras disposiciones. Diario oficial. Bogotá. D.C., 2018.

COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Resolución 2153 (8, noviembre, 2010) Por la cual se ajusta el Protocolo para el Control y Vigilancia de la Contaminación Atmosférica Generada por Fuentes Fijas, adoptado a través de la Resolución 760 de 2010 y se adoptan otras disposiciones. Diario oficial. Bogotá. D.C., 2018.

COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Resolución 1526 (3, septiembre, 2012) Por la cual se establecen los requisitos y el procedimiento para la sustracción de áreas en las reservas forestales nacionales y regionales, para el desarrollo de actividades consideradas de utilidad pública o interés social, se establecen las actividades sometidas a sustracción temporal y se adoptan otras determinaciones. Diario oficial. Bogotá. D.C., 2018.

COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Resolución 1527 (3, septiembre, 2012) Por la cual se señalan las actividades de bajo impacto ambiental y que además, generan beneficio social, de manera que se puedan desarrollar en las áreas de reserva forestal, sin necesidad de efectuar la sustracción del área y se adoptan otras determinaciones. Diario oficial. Bogotá. D.C., 2018.

COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Resolución 1207 (25, julio, 2014) Por la cual se adoptan disposiciones relacionadas con el uso de aguas residuales tratadas. Diario oficial. Bogotá. D.C., 2018.

COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Resolución 1274 (10, septiembre, 2014) Por la cual se modifica la Resolución número 1527 de 2012. Diario oficial. Bogotá. D.C., 2018.

COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Resolución 631 (17, marzo, 2015) Por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones. Diario oficial. Bogotá. D.C., 2018.

COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Resolución 751 (7, septiembre, 2015) Por la cual se adoptan los términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto ambiental – EIA, requerido para el trámite de la licencia ambiental de los proyectos de construcción de carreteras y/o de túneles con sus accesos y se toman otras determinaciones. Diario oficial. Bogotá. D.C., 2018.

COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Resolución 472 (28, febrero, 2017) Por la cual se reglamenta la gestión integral de los residuos generados en las actividades de construcción y demolición – RCD y se dictan otras disposiciones. Diario oficial. Bogotá. D.C., 2018.

COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Resolución 1912 (15, septiembre, 2017) Por la cual se establece el listado de las especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana continental y marino costera y se dictan otras disposiciones. Diario oficial. Bogotá. D.C., 2018.

COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Resolución 2254 (1, noviembre, 2017) Por la cual se establece el listado de las especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana continental y marino costera y se dictan otras disposiciones. Diario oficial. Bogotá. D.C., 2018.

COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Resolución 256 (22, febrero, 2018) Por la cual se adopta la actualización del Manual de Compensaciones Ambientales del Componente Biótico y se toman otras determinaciones. Diario oficial. Bogotá. D.C., 2018.

COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Resolución 1402 (25, julio, 2018) Por la cual se adopta la Metodología General para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales y se toman otras determinaciones. Diario oficial. Bogotá. D.C., 2018.

COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Resolución 1258 (10, julio, 2018) Por la cual se adoptan los términos de referencia para la elaboración del Diagnóstico Ambiental de Alternativas (DAA), en proyectos lineales de infraestructura de transporte (vías carreteras y líneas férreas, incluyendo túneles) y se toman otras determinaciones. Diario oficial. Bogotá. D.C., 2018.

COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Criterios técnicos ambientales para la priorización de vías de tercer orden. [Consulta 26 marzo 2019] Disponible en: http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/30_Hito_2_DEF_150318.pdf.

COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico. Bogotá. D.C., 2010.

COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE). Bogotá. D.C., 2012.

COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. 5.2.3.4 Política Nacional para la Gestión Sostenible de Suelo. Bogotá. D.C., 2013.

COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Plan Nacional de Restauración Ecológica, Rehabilitación y Recuperación de Áreas Disturbadas. Bogotá. D.C., 2015.

COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Estrategia Integral de Control a la Deforestación y Gestión de los Bosques. Bogotá. D.C., 2017.

COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Programa nacional para la conservación y uso sostenible de las especies del superorden Xenarthra presentes en Colombia: plan de acción 2014-2023. Bogotá. D.C. 2016.

COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Guía Ambiental de Pasos de Fauna en Infraestructura Lineal. Bogotá. D.C., 2020.

COLOMBIA. MINISTERIO DEL INTERIOR. Decreto 1066 (26, mayo, 2015). Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Administrativo del Interior. Diario oficial. Bogotá. D.C., 2018.



COLOMBIA. MINISTERIO DE CULTURA. Decreto 1080 (26, mayo, 2015). Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Cultura. Diario oficial. Bogotá. D.C., 2018.

COLOMBIA. MINISTERIO DE CULTURA. Resolución 983 (26, mayo, 2015). Por la cual se desarrollan algunos aspectos técnicos relativos al Patrimonio Cultural de la Nación de naturaleza material. Diario oficial. Bogotá. D.C., 2018.

COLOMBIA. PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA. Decreto Ley 2171 de 1992. Por el cual se reestructura el Ministerio de Obras Públicas y Transporte como Ministerio de Transporte y se suprimen, fusionan y reestructuran entidades de la rama ejecutiva del orden Nacional. Bogotá D. C.

COLOMBIA. PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA. Decreto 1790 de 2003. por el cual se suprime el Fondo Nacional de Caminos Vecinales, FNCV y se ordena su liquidación. Bogotá D. C.

COLOMBIA. PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA. Decreto 4165 de 2011. Por el cual se cambia la naturaleza jurídica, cambia de denominación y se fijan otras disposiciones del Instituto Nacional de Concesiones (INCO). Bogotá. D. C.

COLOMBIA. PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA. Decreto Único Reglamentario Ambiental 1076 de 2015. Bogotá D. C.

COLOMBIA. PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA. Decreto 2245 de 2017. Por el cual se reglamenta el artículo 206 de la Ley 1450 de 2011 y se adiciona una sección al Decreto 1076 de 2015, Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible, en lo relacionado con el acotamiento de rondas hídricas.

COLOMBIA. PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA. Decreto 893 de 2017. Por el cual se crean los Programas de Desarrollo con Enfoque Territorial -PDET.

COLOMBIA. PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA. Directiva 10 del 29 de noviembre del 2018.

COLOMBIA. PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA. Decreto 138 de 2019. Por el cual se modifica la Parte VI "Patrimonio Arqueológico" del Decreto 1080 de 2015, Decreto Único Reglamentario del Sector Cultura.

CONFERENCIA EUROPEA DE MINISTROS DE TRASNSPORTE. (17, 10, 1953; Paris) Organización Internacional. ECMT.

CONSEJO NACIONAL DE POLÍTICA ECONÓMICA Y SOCIAL CONPES. Documento Conpes 3680. Lineamientos para la Consolidación del Sistema Nacional de Áreas Protegidas. Bogotá D. C. 2010.

CONSEJO NACIONAL DE POLÍTICA ECONÓMICA Y SOCIAL CONPES. Documento Conpes 3480. Política para el mejoramiento de la gestión vial departamental a través de la implementación del “plan vial regional”. Bogotá D. C. 2007.

CONSEJO NACIONAL DE POLÍTICA ECONÓMICA Y SOCIAL CONPES. Documento Conpes 3857. Lineamientos de política para la gestión de la red terciaria. Bogotá D.C. 2016.

CONSEJO NACIONAL DE POLÍTICA ECONÓMICA Y SOCIAL CONPES. Documento Conpes 3874. Política Nacional para la gestión integral de los Residuos Sólidos. Bogotá D. C. 2016.

CONSEJO NACIONAL DE POLÍTICA ECONÓMICA Y SOCIAL CONPES. Documento Conpes 3903. Declaratoria de importancia estratégica del proyecto Mejoramiento y Mantenimiento de Vías para la Conectividad Regional. nación (Programa estratégico de infraestructura para el transporte, enmarcado en el Contrato Plan Boyacá Bicentenario). Bogotá D. C. 2017.

CONSEJO NACIONAL DE POLÍTICA ECONÓMICA Y SOCIAL CONPES. Documento Conpes 3906. Declaratoria de importancia estratégica del proyecto Mejoramiento y mantenimiento de vías para la conectividad regional. Nación - para la ejecución del proyecto de infraestructura vial con impacto regional financiado con recursos de la enajenación de Isagén. Bogotá D. C. 2017.

CONSEJO NACIONAL DE POLÍTICA ECONÓMICA Y SOCIAL CONPES. Documento Conpes 3918. Estrategia para la implementación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en Colombia. Bogotá D. C. 2018.

CONSEJO NACIONAL DE POLÍTICA ECONÓMICA Y SOCIAL CONPES. Documento Conpes 3932 Plan marco implementación del acuerdo final. Bogotá D. C. 2018.

CONSEJO NACIONAL DE POLÍTICA ECONÓMICA Y SOCIAL CONPES. Documento Conpes 3943. Política para el mejoramiento de la calidad del aire. Bogotá D. C. 2018.

COSTA RICA, MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTE – MOPT, https://www.mopt.go.cr/wps/portal/Home/informacionrelevante/planificacion/progas/pasosFauna/!ut/p/z1/nZDLCslwFES_pV-QsUlfy1tsYzV9QrRml11JQKsL8fsVV8aKinc3cM7AXGZYz8w4XO1-

uNjTOBzueWvCXdFizFYCCiRDtPFCi0HGfQiwjQvlsJuDEqWCvAaPlzDziw_nCGnnpxy
Qtf-P_9z03TculqMmA1X5PliSDij5K1CvIwKkqoo3miBaTBqmP3gAn0a-
AZwV56PWPWxhyfNubPTdAw!!/dz/d5/L2dBISEvZ0FBIS9nQSEh/#Fotos.

Construdata. Componentes de la vía. Bogotá D.C. [Consultado: 03 enero 2018].
Disponible en:
http://www.construdata.com/Bc/Revista_Construdata/Articulos/componentes_de_las_vias.asp.

CONVENCIÓN DEL CAMBIO CLIMATICO. (1: 21, marzo, 1994: Nueva York).
Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Nueva York.1994.

DNP. Bases del Plan Nacional de Desarrollo. Bogotá D.C. [Consulta: 08 noviembre 2018]
Disponible en: <https://www.dnp.gov.co/Plan-Nacional-de-Desarrollo/Paginas/Bases-del-Plan-Nacional-de-Desarrollo-2018-2022.aspx>.

DNP. Índice Municipal de Riesgo de Desastres ajustado por Capacidades. Gestión del
Riesgo. [Consultado: 04 enero de 2018]. Disponible en:
<https://www.dnp.gov.co/programas/ambiente/gestion-del-riesgo/Paginas/gestion-del-riesgo.aspx>.

DNP. Índice Municipal de Riesgo de Desastres ajustado por Capacidades. Gestión del
Riesgo [Sitio web].

FAO. Portal de suelos de la FAO. Definiciones clave. [Consulta: 21 enero 2019]
Disponible en: <http://www.fao.org/soils-portal/about/definiciones/es/>.

GOPAL y GAGNON. Knowledge, information, learning and the IS manager".
Computerworld (Leaders-hip Series) 1995.

EPYPSA. Quinto producto: Evaluación ambiental estratégica del Plan Maestro de
Transporte Intermodal. Colombia: Minambiente, 2016.

ESCUELA PRIMARIA EMMANUEL. Guía de la construcción del muro de contención, con
llantas usadas. (Muro de Protección de pendiente). Colonia "La Canaán". Tegucigalpa,
Honduras: 2010.

ETTER, Andrés, et al. Estado de los Ecosistemas Colombianos: una aplicación de la
metodología de la Lista Roja de Ecosistemas (Vers2.0). Informe Final. Bogotá D.C.:
Pontificia Universidad Javeriana y Conservación Internacional Colombia. 2017.

FAO Apoyo en materia de políticas y gobernanza. [Consultado 12 noviembre 2018]
Disponible en: <http://www.fao.org/policy-support/governance/es/>.

FAO. Apoyo en materia de políticas y gobernanza. [Consultado: 07 enero de 2018].
Disponible en: <http://www.fao.org/policy-support/es/>.

GALLEGO, José et al. Manual de Silvicultura Urbana para Manizales. Colombia.: matriz
Taller Editorial, 2014.

García Arbeláez, C., G. Vallejo, M. L. Higgings y E. M. Escobar. 2016. El Acuerdo de
París. Así actuará Colombia frente al cambio climático. Cali, Colombia. WWF-Colombia.
2016 1 ed.

Guillaume Fontaine, Geert van Vliet, Richard Pasquis. Políticas ambientales y
governabilidad en América Latina. Ecuador, 2007. 11p. disponible en:
https://biblio.flacsoandes.edu.ec/shared/biblio_view.php?bibid=105782&tab=opac.

HUIJBREGTS et al. A harmonized life cycle impact assessment method at midpoint and
endpoint level. Report I: Characterization. Bilthoven, Netherlands. National institute for
Public Health and the Environment. 2016.

HUIJSER et al. Wildlife - Vehicle Collision and Crossing Mitigation measures: a Toolbox
for the Montana Department of Transportation. Helena, Montana. Montana Department
of Transportation. 2007. FHWA/MT-07-002/8117-34.

IDEAM y et al. Mapa de Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos de Colombia
(MEC). Escala 1:100.000. Bogotá. Actualización 2017.

IDEAM, U.D.C.A. Síntesis del estudio nacional de la degradación de suelos por erosión.
Colombia Bogotá D.C.: IDEAM, 2015.

IDEAM, Zonificación y codificación de unidades hidrográficas e hidrogeológicas de
Colombia, Bogotá, D. C., Colombia. 2013. ISSN: 2346-4720.

IDEAM. Leyenda Nacional de Coberturas de la tierra. Metodología CORINE Land Cover
Adaptada para Colombia Escala 1:100 000. Bogotá D.C: Instituto de Hidrología,
Meteorología y Estudios Ambientales, 2010.

Invias. Manual de Diseño Geométrico de Carreteras del Instituto Nacional de Vías.
Bogotá D.C: Instituto Nacional de Vías. 2008.

INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN DE RECURSOS BIOLÓGICOS ALEXANDER VON HUMBOLDT. Valoración integral de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos. Aspectos conceptuales y metodológicos. Colombia, 2014.

IPCC. Cambio Climático 2007. Informe de Síntesis. Suecia: Grupo Intergubernamental de expertos sobre el cambio climático. 2007.

Keller et al. Stabilization and rehabilitation measures for Low-Volume Forest Roads. Washington DC: U.S Department of Agriculture, Forest Service. 2011.

León, Juan D. Estudio y control de la erosión hídrica. Universidad Nacional de Colombia, Departamento de ciencias forestales: Medellín, 2001. ISBN 9589352278.

Massiris, 2012; PNUD, 2011. Citado por MINAGRICULTURA. Lineamientos para el ordenamiento territorial rural agropecuario. Bogotá D.C, 2016.

Mata, C. et al. Are motorway wildlife passages worth building? Vertebrate use of road-crossing structures on a Panish motorway. Madrid, Spain: Departamento de Ecología, Facultad de ciencias, Universidad Autónoma de Madrid. 2013. E-28049.

Menéndez, José. Mantenimiento rutinario de caminos con microempresas. Manual técnico. Lima, Perú.: Oficina Internacional del Trabajo, 2003.

Minagricultura. Página oficial, Competencias institucionales del MADR en la implementación de la Ley 1448 de 2011. Bogotá [Consultado 10 de noviembre de 2018]. Disponible en: <https://www.minagricultura.gov.co/Paginas/competencias-institucionales-del-MADR.aspx>.

Minambiente. Términos de referencia para la elaboración del estudio de impacto ambiental – EIA proyectos de explotación minera. Bogotá D. C. 2016.

Minambiente. Términos de referencia para la elaboración del diagnóstico ambiental de alternativas DAA en proyectos lineales de infraestructura de transporte. Bogotá D. C. 2018.

Minambiente y IAvH. Biodiversidad y servicios ecosistémicos. En la planificación y gestión ambiental urbana. Colombia.: 2017.

Minambiente [Sitio web]. Bogotá D.C: Visión Amazonia. [Consulta: 07 diciembre 2018] Disponible en: <http://visionamazonia.minambiente.gov.co/>.



Minambiente. Diagnóstico ambiental de alternativas. Colombia. [Consulta: 15 enero 2019] Disponible en: <http://portal.anla.gov.co/diagnostico-ambiental-alternativas>.

Minambiente. Gases efecto invernadero. [Consulta 14 enero 2019] Colombia. Disponible: <http://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article?id=462:plantilla-cambio-climatico-18>.

Minambiente. Guía técnica de criterios para el acotamiento de las rondas hídricas en Colombia. Bogotá D.C, 2018.

Minambiente. Manual de compensaciones ambientales del componente biótico. Bogotá, Colombia: Gobierno de Colombia. 2018.

Minambiente. Plan nacional de restauración: restauración ecológica, rehabilitación y recuperación de áreas distribuidas. Bogotá D.C: 2015.

Minambiente. Reserva Forestal. [Consulta: 14 enero 2019] Disponible en: <http://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/914-plantilla-bosques-biodiversidad-y-servicios-ecosistematicos-58>.

Minambiente: Planes Sectoriales de Mitigación. [Consulta: 29 noviembre 2019]. Bogotá D.C. Disponible en: <http://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article?id=470:plantilla-cambio-climatico-26>.

Minambiente. Plan Nacional de Restauración. Restauración Ecológica, rehabilitación y recuperación de áreas disturbadas. Bogotá D.C: Minambiente. 2015.

Mineducación. Caracterización de grupos de interés. Bogotá D.C, 2016.

Mintransporte. Estadísticas. Anuario estadístico 2014. [Consulta: 08 noviembre de 2018] Disponible en: <https://www.mintransporte.gov.co/documentos/15/estadisticas/>.

Mintransporte. Manual de señalización vial. Dispositivos uniformes para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclorrutas de Colombia. Colombia, 2015.

Mintransporte. Programas. Bogotá D.C. [Consulta: 30 noviembre 2019] Disponible en: <https://www.mintransporte.gov.co/publicaciones/1106/programas/>.

OEA. La participación de la sociedad civil en la construcción de paz. Página oficial [Consultado 20 de noviembre de 2018] Disponible en: <https://www.mapp-oea.org/la-participacion-de-la-sociedad-civil-en-la-construccion-de-la-paz/>.

Quintero, Juan. Guía de nuevas prácticas para carreteras ambientalmente amigables. 2016.

Scientific Foundations for an IUCN Red List of Ecosystems. PLoS ONE 8(5). 2013. e62111. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0062111>.

Secretaría de Cultura, Recreación y Deporte. Bogotá: Alcaldía Mayor de Bogotá. [Consulta: 08 enero de 2018]. Disponible en: <https://www.culturarecreacionydeporte.gov.co/es/areas-de-trabajo/practicas-culturales/grupos-etnicos>.

Secretaría de Cultura, Recreación y Deporte. Página oficial. Bogotá [Consultado el 6 de noviembre de 2018]. Disponible en: <https://www.culturarecreacionydeporte.gov.co/es/areas-de-trabajo/practicas-culturales/grupos-etnicos>.

SEMILLAS. Los territorios colectivos y los Consejos Comunitarios. Un balance necesario. Página oficial [Consulta 2 de enero de 2019]. Disponible en: <http://www.semillas.org.co/es/los-territorios-colectivos-y-los-consejos-comunitarios-un-balance-necesario>.

Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres – Colombia. Lineamientos para el Análisis de la Vulnerabilidad Social en los Estudios de la Gestión Municipal del Riesgo de Desastres UNGRD – IEMP. Bogotá D.C. 2017.

Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales. Revista Geográfica Digital 2017. ISSN 1668-5180 [Consultado 12 de noviembre de 2018]. Disponible en: <http://revistas.unne.edu.ar/index.php/geo/article/download/2746/2429>.

Universidad del Rosario. Experimentos sobre reconciliación política en Colombia. Bogotá D.C. [consultado 20 de diciembre de 2018] Disponible en: <http://www.urosario.edu.co/jurisprudencia/reconciliacion/>.

Zambrano, Ana María. Implementación de índices de sostenibilidad en términos de referencia para diseño y construcción en proyectos de infraestructura vial, aplicados en el caso de estudio “Concesión Rumichaca – Pasto”. Bogotá D.C, Colombia. Universidad de los Andes, Departamento de ingeniería civil y ambiental. 2018.

18. ANEXOS

Anexo 1 Formato modelo para Planes de Manejo Ambiental

Nombre del proyecto		No. Proyecto	
Objetivos			
Metas			
Fase y/o etapa del proyecto			
Impactos a controlar			
Tipo de medida			
Prevenición		Mitigación	
		Corrección	
		Compensación	
Acciones a desarrollar			
Lugar de aplicación			

Población beneficiada																																																																			
Indicadores de seguimiento																																																																			
- Indicadores de eficacia - Indicadores de efectividad																																																																			
Cronograma																																																																			
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <th rowspan="2" style="width: 8%;">No.</th><th rowspan="2" style="width: 18%;">Actividades</th><th colspan="12">Periodo de ejecución del proyecto en mese</th></tr> <tr> <th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th><th>5</th><th>6</th><th>7</th><th>8</th><th>9</th><th>10</th><th>11</th><th>12</th></tr> <tr> <td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr> <td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </table>														No.	Actividades	Periodo de ejecución del proyecto en mese												1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12																												
No.	Actividades	Periodo de ejecución del proyecto en mese																																																																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12																																																						
Responsable de la ejecución										Costos																																																									
Seguimiento y monitoreo																																																																			
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <th style="width: 15%;">Indicador</th><th style="width: 25%;">Descripción del indicador</th><th style="width: 15%;">Tipo de indicador</th><th style="width: 20%;">Periodicidad de evaluación</th><th style="width: 25%;">Registro de cumplimiento</th></tr> <tr> <td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr> <td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </table>														Indicador	Descripción del indicador	Tipo de indicador	Periodicidad de evaluación	Registro de cumplimiento																																																	
Indicador	Descripción del indicador	Tipo de indicador	Periodicidad de evaluación	Registro de cumplimiento																																																															

Anexo 2 Formato modelo acta de vecindad

FECHA			CONTRATO N°	ACTA No.
DD	MM	AA		

ACTA DE VECINDAD
Registro fotográfico y/o filmico en medio magnético

Nombre del Propietario _____
 Teléfono _____ No CC propietario _____
 Dirección _____ No. de Pisos _____
 Área _____

SERVICIOS PUBLICOS

Servicio	Si	No
1 Agua		
2 Alcantarillado		
3 Energía		
4 Teléfonos		
5 Gas		
6 TICS		

USO ACTUAL

1. Residencial ☐	5. Recreacional ☐
2. Comercial ☐	6. Baldío ☐
3. Industrial ☐	7. Bien de interés cultural* ☐
4. Institucional ☐	8. Mixto ☐

ACCESOS VEHICULARES

Garaje	Si ☐ NO ☐
Cuantos:	

DESCRIPCION Y ESTADO DEL PREDIO POSTERIOR A LA PRUEBA DE CARGA

Realizar una descripción de cada una de las áreas del predio y/o vivienda incluyendo: patios, cultivos, cercados, entre otros.

OBSERVACIONES:

ELABORÓ:

(Firma) _____
 (Nombre) _____
 Área Técnica del contratista

(Firma) _____
 (Nombre) _____
 Área Social del contratista

REVISÓ:

(Firma) _____
 (Nombre) _____
 Interventoría

(Firma) _____
 (Nombre) _____
 Propietario

Anexo 3 Formato modelo Plan de Seguimiento y Monitoreo

Se indica el nombre definitivo del plan o programa de seguimiento y monitoreo)				Hace referencia al código del medio asociado		
Objetivos						
Establecen de manera específica y precisa el resultado deseado que se pretende obtener con la estrategia de seguimiento y monitoreo.						
Plan de manejo asociado						
Se indica el código y nombre del plan de manejo ambiental asociado.						
Acciones o actividades a desarrollar:						
Son las medidas específicas que se adoptarán para efectuar el seguimiento y monitoreo a los planes de manejo propuestos.						
Indicadores de seguimiento y evaluación:						
Metas	Nombre del indicador	Indicador		Valor de Referencia	Frecuencia de medición	Registro de cumplimiento
		Eficacia	Eficiencia			
Son las mismas propuestas en el plan de manejo	Parámetro a medir a través del seguimiento y monitoreo	Grado en que se logran los objetivos y metas de un plan, es decir, cuánto de los resultados esperados se alcanzó. La eficacia consiste en concentrar los esfuerzos de una entidad en las actividades	Es el logro de un objetivo al menor costo unitario posible. En este caso estamos buscando un uso óptimo de los recursos disponibles para lograr los objetivos deseados.	Indica el nivel de cumplimiento del objetivo con el indicador planteado	Indica el tiempo de ejecución de las verificaciones o monitoreos planteados	Mecanismos o instrumentos donde se consigna la información

		y procesos que realmente deben llevarse a cabo para el cumplimiento de los objetivos formulados.				
Sitios de muestreo						
Sitio, área o trayecto donde se aplicará el seguimiento y monitoreo.						
Tiempo de ejecución y frecuencia de la medición						
Indica el tiempo de ejecución de las medidas y el momento de aplicación (Cronograma).						
Responsable de la ejecución						
Establece las personas (naturales o jurídicas), encargadas de ejecutar, controlar, evaluar y/o de hacer el seguimiento y monitoreo planteado.						
Cuantificación y costos						
Se indican los costos asociados al plan de seguimiento y monitoreo.						

Anexo 4 Niveles máximos permisibles para contaminantes criterio Resolución 2254 de 2017, Minambiente

Contaminante	Nivel Máximo Permissible ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Tiempo de Exposición
PM ₁₀	50	Anual
	75*	24 horas
PM _{2.5}	25	Anual
	37	24 horas
SO ₂	50	24 horas
	100	1 hora
NO ₂	60	Anual
	200	1 hora
O ₃	100	8 horas
CO	5.000	8 horas
	3.000	1 hora
Nota: $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a las condiciones de referencia		

Anexo 5 Niveles máximos permisibles de ruido ambiental - Resolución 627 de 2006

Sector	Subsector	Estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental en dB(A)	
		Día	Noche
Sector A. Tranquilidad y Silencio	Hospitales, bibliotecas, guarderías, sanatorios, hogares geriátricos.	55	45
Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado	Zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, hotelería y hospedajes.	65	50
	Universidades, colegios, escuelas, centros de estudio e investigación		
	Parques en zonas urbanas diferentes a los parques mecánicos al aire libre		
Sector C. Ruido Intermedio Restringido	Zonas con usos permitidos industriales, como industrias en general, zonas portuarias, parques industriales, zonas francas.	75	70
	Zonas con usos permitidos comerciales, como centros comerciales, almacenes, locales o instalaciones de tipo comercial, talleres de mecánica automotriz e industrial, centros deportivos y recreativos, gimnasios, restaurantes, bares, tabernas, discotecas, bingos, casinos.	70	55
	Zonas con usos permitidos de oficinas.	65	50
	Zonas con usos institucionales.		

	Zonas con otros usos relacionados, como parques mecánicos al aire libre, áreas destinadas a espectáculos públicos al aire libre, vías troncales, autopistas, vías arterias, vías principales.	80	70
Sector D. Zona Suburbana o Rural de Tranquilidad y Ruido Moderado	Residencial suburbana.	55	45
	Rural habitada destinada a explotación agropecuaria.		
	Zonas de recreación y descanso, como parques naturales y reservas naturales.		

Anexo 6 Parámetros fisicoquímicos y sus valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales de aguas residuales no domésticas con vertimientos puntuales a cuerpos de agua superficiales - Resolución 631 de 2015

Parámetro	Unidades	Valores Límites Máximos Permisibles
Generales		
pH	Unidades de pH	6,00 a 9,00
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L O ₂	150
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L O ₂	50
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	mg/L	50
Sólidos Sedimentables (SSED)	mL/L	1
Grasas y Aceites	mg/L	10
Compuestos Semivolátiles Fenólicos	mg/L	Análisis y Reporte
Fenoles Totales	mg/L	0,2
Formaldehido	mg/L	Análisis y Reporte
Sustancias Activas al Azul de Metileno (SAAM)	mg/L	Análisis y Reporte
Hidrocarburos		
Hidrocarburos Totales (HTP)	mg/L	10
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP)	mg/L	Análisis y Reporte
BTEX (Benceno, Tolueno, Etilbenceno y Xileno)	mg/L	Análisis y Reporte
Compuestos Orgánicos Halogenados Absorbibles (AO _x)	mg/L	Análisis y Reporte
Compuestos de Fósforo		

Ortofosfatos (P-PO ₄ ³⁻)	mg/L	Análisis y Reporte
Fósforo Total (P)	mg/L	Análisis y Reporte
Compuestos de Nitrógeno		
Nitratos (N-NO ₃ ⁻)	mg/L	Análisis y Reporte
Nitritos (N-NO ₂ ⁻)	mg/L	Análisis y Reporte
Nitrógeno Amoniacal (N-NH ₃)	mg/L	Análisis y Reporte
Nitrógeno Total (N)	mg/L	Análisis y Reporte
Iones		
Cianuro Total (CN ⁻)	mg/L	0,1
Cloruros (Cl ⁻)		250
Fluoruros (F ⁻)	mg/L	5
Sulfatos (SO ₄ ²⁻)	mg/L	250
Sulfures (S ₂ ⁻)	mg/L	1
Metales y Metaloides		
Aluminio (Al)	mg/L	Análisis y Reporte
Antimonio (Sb)	mg/L	0,3
Arsénico (As)	mg/L	0,1
Bario (Ba)	mg/L	1
Berilio (Be)	mg/L	Análisis y Reporte
Boro (Bo)	mg/L	Análisis y Reporte
Cadmio (Cd)	mg/L	0,01
Cinc (Zn)	mg/L	3
Cobalto (Co)	mg/L	0,1

Cobre (Cu)	mg/L	1
Cromo (Cr)	mg/L	0,1
Estaño (Sn)	mg/L	2
Hierro (Fe)	mg/L	1
Litio (Li)	mg/L	Análisis y Reporte
Manganeso (Mn)	mg/L	Análisis y Reporte
Mercurio (Hg)	mg/L	0,002
Molibdeno (Mo)	mg/L	Análisis y Reporte
Níquel (Ni)	mg/L	0,1
Plata (Ag)	mg/L	0,2
Plomo (Pb)	mg/L	0,1
Selenio (Se)	mg/L	0,2
Titanio (Ti)	mg/L	Análisis y Reporte
Vanadio (V)	mg/L	1
Otros Parámetros para Análisis y Reporte		
Acidez Total	mg/L CaCO ₃	Análisis y Reporte
Alcalinidad Total	mg/L CaCO ₃	Análisis y Reporte
Dureza Cálrica	mg/L CaCO ₃	Análisis y Reporte
Dureza Total	mg/L CaCO ₃	Análisis y Reporte
Color Real	m-1	Análisis y Reporte

Medidas de absorbancia a las siguientes longitudes de onda: 436 nm, 525 nm y 620 nm.		

Fuente: Resolución 631 de 2015. Artículo 15 Capítulo VII

Anexo 7 Límites permisibles Decreto 1076 de 2015

Artículo		Tratamiento convencional y criterios de calidad para consumo humano y doméstico	Desinfección y criterios de calidad para consumo humano y doméstico	Criterios de calidad para uso agrícola	Criterios de calidad para uso pecuario	Criterios de calidad para fines recreativos mediante contacto primario	Criterios de calidad para fines recreativos
Parámetro	Unidad						
pH	Unidades de pH	5,0 - 9,0	6,5 - 8,5	4,5 - 9,0	N.E*	5,0 - 9,0	5,0 - 9,0
Coliformes Totales	NMP/100 ml	20000	1000	N.E*	N.E*	1000	5000
Coliformes Fecales	NMP/100	2000	N.E*	N.E*	N.E*	200	N.E*
Coliformes Termotolerantes		N.E*	N.E*	N.E*	N.E*	N.E*	N.E*
Compuestos fenólicos	mg/L	0,002	0,002	N.E*	N.E*	0,002	N.E*
Tensoactivos (SAAM)	mg/L	0,5	0,5	N.E*	N.E*	0,5	N.E*
Nitritos	mg/L	1	1	N.E*	10	N.E*	N.E*
Nitratos	mg/L	10	10	N.E*	N.E*	N.E*	N.E*
Turbiedad	UJT	N.E*	10	N.E*	N.E*	N.E*	N.E*
Cianuro	mg/L	0,2	0,2	N.E*	N.E*	N.E*	N.E*

Cloruros	mg/L	250	250	N.E*	N.E*	N.E*	N.E*
Sulfatos	mg/L	400	400	N.E*	N.E*	N.E*	N.E*
Sulfuros	mg/L	N.E*	N.E*	N.E*	N.E*	N.E*	N.E*
Berilio	mg/L	N.E*	N.E*	0,1	N.E*	N.E*	N.E*
Cromo Hexavalente	mg/L	N.E*	N.E*	N.E*	N.E*	N.E*	N.E*
Plata	mg/L	0,05	0,05	N.E*	N.E*	N.E*	N.E*
Vanadio	mg/L	N.E*	N.E*	0,1	N.E*	N.E*	N.E*
Bario	mg/L	1	1	N.E*	N.E*	N.E*	N.E*
Selenio	mg/L	0,01	0,01	0,02	N.E*	N.E*	N.E*
Cobalto	mg/L	N.E*	N.E*	0,05	N.E*	N.E*	N.E*
Mercurio	mg/L	0,002	0,002	N.E*	0,01	N.E*	N.E*
Níquel	mg/L	N.E*	N.E*	0,2	N.E*	N.E*	N.E*
Arsénico	mg/L	0,05	0,05	0,1	0,2	N.E*	N.E*
Cadmio	mg/L	0,01	0,01	0,01	0,05	N.E*	N.E*
Hierro	mg/L	N.E*	N.E*	5	N.E*	N.E*	N.E*

Cobre	mg/L	1	1	0,2	0,5	N.E*	N.E*
Plomo	mg/L	0,05	0,05	5	0,1	N.E*	N.E*
Cromo	mg/L	0,05	0,05	0,1	1	N.E*	N.E*
Cinc	mg/L	15	15	2	2	N.E*	N.E*

*N.E No se especifica un valor límite



Anexo 8 Formato de atropellamiento de fauna red colombiana de seguimiento de fauna atropellada (Recosfa)

[illegible]



