

Lineamientos de Infraestructura Verde Vial para Colombia (LIVV)



El futuro es de todos
Gobierno de Colombia

WWF

FCDS
Conservación y Desarrollo

Lineamientos de Infraestructura Verde Vial para Colombia (LIVV)

Agosto de 2020

Lineamientos de Infraestructura Verde Vial para Colombia (LIVV)

El presente documento se ha elaborado en el marco de la **Agenda Ambiental Interministerial** suscrita entre el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Minambiente) y el Ministerio de Transporte (Mintransporte). Esta instancia de diálogo intersectorial es un canal permanente de comunicación y acción conjunta, encaminada a incorporar consideraciones ambientales en etapas tempranas de la planeación y ejecución de políticas, planes, programas y proyectos sectoriales de infraestructura de transporte. La Agenda Ambiental Interministerial incluyó en sus planes de acción de los períodos 2015–2016 y 2017–2018, como acción prioritaria: *Prevenir y manejar conflictos entre la infraestructura de transporte y la conservación de la biodiversidad in situ y sus servicios ecosistémicos, mediante la generación de normativa específica, guías y lineamientos técnicos generales, propuestas dirigidas al desarrollo de infraestructura verde y alertas tempranas.*

Desde el año 2015, las organizaciones Fundación para la Conservación y el Desarrollo Sostenible (FCDS) y World Wildlife Fund (WWF–Colombia) han generado información y conocimiento técnico en relación con los impactos ambientales y sociales que ocasiona la infraestructura carretera, y las oportunidades que representa el desarrollo de infraestructura de transporte sostenible en el país, que contribuyeron a la formulación de los Lineamientos de Infraestructura Verde Vial para Colombia.

DIRECTIVOS

Presidente de la República
Iván Duque Márquez

Vicepresidenta de la República
Martha Lucia Ramírez Blanco

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible–Minambiente
Carlos Eduardo Correa Escaf
Ministro

Francisco Cruz Prada
Viceministro de Políticas y Normalización Ambiental

Alex José Saer Saker
Director de Asuntos Ambientales Sectorial y Urbana – DAASU

Ministerio de Transporte–Mintransporte
Ángela María Orozco Gómez
Ministra

Olga Lucia Ramírez Duque
Viceministra de Infraestructura

Pablo Mejía González
Director de Infraestructura

Instituto Nacional de Vías–INVÍAS
Juan Esteban Gil Chavarría
Director General

Guillermo Toro Acuña
Director Técnico

Jairo Fernando Arguello
Subdirector de Medio Ambiente y Gestión Social

Agencia Nacional de Infraestructura–ANI
Manuel Felipe Gutiérrez
Presidente

Diego Morales
Vicepresidente de Planeación, Riesgos y Entorno

Lilian Bohórquez
Gerente Ambiental

Departamento Nacional de Planeación–DNP
Luis Alberto Rodríguez
Director

Jonathan David Bernal González
Director de Infraestructura y Energía

Juan Felipe Vallejo
Subdirector de Transporte

AUTORES

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible–Minambiente
Mario Orlando López Castro
Daniel Camilo Rodríguez Pava

Fundación para la Conservación y el Desarrollo Sostenible–FCDS
Rodrigo Botero García
Jaime Carrizosa Lora
Darío Correa Quiñones
Gordon Keller
Alejandra María Laina Agudelo
Juan David Quintero Sagre

WWF–Colombia
Sofía Alejandra Rincón
María Alejandra González
Juan Azcárate

EQUIPO TÉCNICO DE APOYO Y REVISIÓN

Ministerio de Transporte–Mintransporte
Magda Constanza Buitrago Ríos
Esperanza Ledezma Lloreda
María Ximena García Narváez
Santiago Cock Quintero
Sandra Paola García
Arley Beltrán
Zuly Cabezas

Instituto Nacional de Vías–INVÍAS
Mario Alejandro Casallas Rubio
Julián Leyva Díaz
Julián Fajardo Ruiz
Marly Norela Muñoz Garnizo
Adriana Paola Rodríguez Álvarez
Juan David Oidor
Daniel Vélez Parra
Carlos Alberto Valencia Escobar
Telva Leti Galván
Lady Diana Merchán Jaramillo

Agencia Nacional de Infraestructura–ANI
Norma Liliana Gutiérrez
Álvaro Pabón Lozano
Luisa Fernanda Tamayo Arias
Verónica Villalva Campos
Diana Carolina Orjuela García
Juan Fernando Millán Villaneda

Departamento Nacional de Planeación–DNP
Norma Liliana Castellanos Coy

Autoridad Nacional de Licencias Ambientales–ANLA
Jorge Eliécer Prada Ríos

WWF–Colombia
Mauricio Cabrera Leal
Oscar Guevara

Coordinación Editorial
Carmen Ana Dereix — WWF–Colombia
Daniela Nieto — WWF–Colombia
Adriana Vásquez Cerón — FCDS

Organizaciones de apoyo
WWF–UK

Gordon and Betty Moore Foundation

Agencia de Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID). Iniciativa Ambiental para la Paz en Colombia (EPIC).

Andes Amazon Fund. Proyecto Consolidación PNN Serranía del Chiribiquete.

Diseño y diagramación
El Bando Creativo

Contenido

LISTA DE ACRÓNIMOS Y SIGLAS 5

ALCANCE DE LOS LINEAMIENTOS 6

FICHAS RESUMEN 7

INTRODUCCIÓN 18

INFRAESTRUCTURA VERDE VIAL (IVV): MARCO CONCEPTUAL 22

ENFOQUE DE INTERVENCIÓN TEMPRANA (EIT) 26

1 LINEAMIENTOS PARA LA PLANEACIÓN ESTRATÉGICA SECTORIAL 42

2 LINEAMIENTOS PARA LA PLANEACIÓN DE PROYECTOS A NIVEL DE PREFACTIBILIDAD 47

3 LINEAMIENTOS PARA LA PLANEACIÓN DE PROYECTOS A NIVEL DE FACTIBILIDAD Y DISEÑOS DEFINITIVOS 55

4 LINEAMIENTOS PARA LA CONSTRUCCIÓN 67

5 LINEAMIENTOS PARA LA OPERACIÓN 75

6 LINEAMIENTOS PARA LA INTERVENCIÓN (MEJORAMIENTO, REHABILITACIÓN Y MANTENIMIENTO) 81

7 LINEAMIENTOS PARA EL DESMANTELAMIENTO 88

GLOSARIO 92

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 96

Tabla de Figuras

Figura 1.	Jerarquía de las medidas de manejo	25
Figura 2.	Ejemplos de acciones que el EIT recomienda considerar para identificar y gestionar los impactos ambientales directos, indirectos, sinérgicos y acumulativos en proyectos viales	34
Figura 3.	Acciones para mejorar la capilaridad de una vía	36
Figura 4.	Ejemplares de la fauna silvestre captados con cámaras trampa	38
Figura 5.	Ejemplos de estructuras viales de cruces con cuerpos de agua con adecuaciones que permiten el paso de la fauna silvestre	39
Figura 6.	Esquemas de tipos de pasos de fauna silvestre	40
Figura 7.	Ejemplos de enmallamiento utilizados como adecuaciones para pasos de fauna silvestre	41
Figura 8.	Ejemplo de deficiencias en el diseño de obras de drenaje trasversal, que constituyen barreras para el desplazamiento de la fauna acuática	60
Figura 9.	Ejemplos de puentes de dosel	64
Figura 10.	Índice de apertura en una estructura cuadrangular y otra de sección circular	86



Lista de acrónimos y siglas

AEIA:	Áreas de especial interés ambiental
ANI:	Agencia Nacional de Infraestructura
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
CECAD:	Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo
CONPES:	Consejo Nacional de Política Económica y Social
DOI:	United States Department of the Interior (Departamento del Interior de los Estados Unidos)
EAE:	Evaluación Ambiental Estratégica
EAER:	Evaluación Ambiental Estratégica Regional
EICDGB:	Estrategia Integral de Control de la Deforestación y Gestión de los Bosques
EIT:	Enfoque de Intervención Temprana
EOT	Esquema de Ordenamiento Territorial
FCDS:	Fundación para la Conservación y el Desarrollo Sostenible
IGAC:	Instituto Geográfico Agustín Codazzi
INVÍAS:	Instituto Nacional de Vías de Colombia
IVV:	Infraestructura Verde Vial
IPAM:	Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia
LIVV:	Lineamientos de Infraestructura Verde Vial
MTI:	Mesa Técnica Interministerial
OCDE:	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
ODS:	Objetivos de Desarrollo Sostenible
PEIIT:	Plan Estratégico de Infraestructura Intermodal de Transporte para Colombia
PIB:	Producto Interno Bruto
PMA:	Plan de Manejo Ambiental
PMTI:	Plan Maestro de Transporte Intermodal
PNGIBSE:	Política Nacional de Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos.
PNN:	Parques Nacionales Naturales
POT:	Plan del Ordenamiento Territorial
PNR:	Parque Natural Regional
RECOSFA:	Red Colombiana de Seguimiento a la Fauna Atropellada
SPNN:	Sistema de Parques Nacionales Naturales
UPME:	Unidad de Planeación Minero Energética
USGS:	United States Geological Survey (Servicio Geológico de los Estados Unidos)
VITAL:	Ventanilla Integral de Trámites Ambientales en Línea
WWF:	Fondo Mundial para la Naturaleza, WWF por su nombre en inglés



Alcance de los lineamientos

Estos lineamientos están encaminados a orientar la estructuración de planes, programas y proyectos de infraestructura carretera, con el fin de que contemplen, desde las etapas más tempranas de su planificación, consideraciones ambientales y de desarrollo sostenible e incorporen medidas de ubicación, trazado, diseño, ingeniería y manejo destinadas a garantizar que la ejecución de los mismos genere un beneficio ambiental neto positivo.

Es importante resaltar que los lineamientos de infraestructura verde vial son armónicos con la normativa ambiental expedida en el marco del licenciamiento ambiental; estos lineamientos están contemplados como directrices complementarias a los requerimientos propios de la gestión ambiental de los proyectos viales establecidos en dicha normativa, propiciando que, en la práctica, se cumpla el objetivo del proceso de licenciamiento ambiental. En este caso, que los proyectos de construcción de carreteras que se diseñen y ejecuten deben contemplar las medidas de manejo necesarias para evitar, prevenir, mitigar, corregir y/o compensar la totalidad de los impactos ambientales significativos que potencialmente puedan generar.



Los proyectos de construcción de carreteras que se diseñen y ejecuten deben contemplar las medidas de manejo necesarias para evitar, prevenir, mitigar, corregir y/o compensar la totalidad de los impactos ambientales significativos que potencialmente puedan generar.

Los lineamientos de infraestructura verde vial que se presentan en este documento, se han clasificado de acuerdo con la etapa del proceso de desarrollo de la infraestructura carretera en la que deben ser aplicados:

- Planeación estratégica sectorial.
- Planeación de proyectos a nivel de prefactibilidad.
- Planeación de proyectos a nivel de factibilidad y diseños definitivos.
- Construcción.
- Operación.
- Intervención (mejoramiento, rehabilitación y mantenimiento).
- Desmantelamiento.

Los lineamientos formulados para ser aplicados durante la planeación estratégica del sector, están dirigidos a asegurar que, desde las etapas más tempranas de la planificación de la infraestructura de transporte, se incorporen en la toma de decisiones, las implicaciones ambientales que ésta tiene. En primer lugar, estos propenden porque las soluciones de infraestructura de transporte que se planteen, se ciñan estrictamente al ordenamiento territorial de tal forma que contribuyan a su consolidación, incorporen las directrices de políticas ambientales y sectoriales, y propendan por el cumplimiento de los compromisos internacionales y las metas ambientales nacionales.



Las áreas protegidas y las reservas forestales, por ejemplo, constituyen determinantes ambientales y figuras del ordenamiento territorial. El cumplimiento de los objetivos de estas dos figuras de conservación y manejo puede verse amenazado en caso de que a su interior o en sus áreas de amortiguamiento y/o influencia, se pretendan realizar proyectos de construcción o intervención de infraestructura carretera, razón que soporta la necesidad de que en los ejercicios de planificación estratégica del sector transporte se exprese explícitamente que no se afectará este tipo de áreas, o en su defecto, dejar presente el especial análisis y tratamiento que demandarían propuestas de este tipo.

El uso de instrumentos como la evaluación ambiental estratégica (EAE), incluyendo la EAE de tipo regional, de forma previa o durante la estructuración de políticas o instrumentos de planificación sectorial tales como planes maestros, planes directores, planes regionales y planes departamentales, facilita la identificación e incorporación de consideraciones ambientales y de desarrollo sostenible en dichos instrumentos, haciendo que mejoren sus orientaciones y decisiones.

Fichas resumen

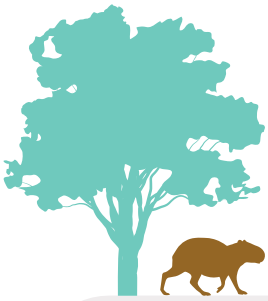
A continuación, se presentan las fichas resumen del Enfoque de Intervención Temprana y de cada una de las etapas en las que se aplican los lineamientos de infraestructura verde vial.

Enfoque de Intervención Temprana (EIT)



Es una aproximación conceptual, analítica y práctica que resalta los beneficios de incorporar en cada una de las instancias de la concepción, planeación y ejecución de proyectos, de la forma más oportuna posible, conceptos, instrumentos y la mejor información disponible para apoyar la toma de decisiones, incluyendo análisis de ordenamiento territorial a nivel de paisaje, estudios de conectividad ecosistémica y de capilaridad, conglomerados viales y análisis de variabilidad climática.

Componentes



- Marco conceptual.
- Herramientas de análisis.
- Aspectos de ingeniería “verde” y buenas prácticas ambientales y sociales.
- Arreglos locales para el uso del suelo en zonas adyacentes o de impacto de la vía.

1 Lineamientos para la planeación estratégica sectorial

Están dirigidos a incorporar consideraciones ambientales de manera integral a las políticas, planes y programas sectoriales de transporte, por medio de la realización de Evaluaciones Ambientales Estratégicas y/o Evaluaciones Ambientales Estratégicas Regionales, vinculando a las iniciativas sectoriales de transporte, elementos relacionados con políticas ambientales, ordenamiento territorial y modos alternativos de transporte para garantizar su sostenibilidad ambiental.

Lineamientos

1.1.
Elaborar evaluaciones ambientales estratégicas como parte del proceso de estructuración y expedición de políticas, planes y programas sectoriales.

1.2.
Contribuir al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) 15 y 13.

1.3.
Acoger las determinantes del ordenamiento territorial en el proceso de estructuración y expedición de políticas, planes y programas sectoriales.

1.4.
Incorporar la sostenibilidad ambiental en los objetivos de las políticas, planes y programas sectoriales.

1.5.
Considerar e incorporar modos de transporte alternativos al carretero, en el proceso de formulación de políticas, planes y programas sectoriales.

1.6.
Definir como política la incorporación de análisis de prefactibilidad y factibilidad para la estructuración de proyectos de construcción y mejoramiento de vías de segundo y tercer orden.

2 Lineamientos para la planeación de proyectos a nivel de prefactibilidad

Destinados a incorporar consideraciones de intermodalidad y sostenibilidad ambiental a los procesos de análisis para la viabilidad de los proyectos de infraestructura de transporte, con criterios de gobernanza en su formulación y garantizando la inclusión de los costos asociados al desarrollo de la totalidad del proyecto.

Lineamientos

2.1.
Formular soluciones a las necesidades de conectividad de transporte que consideren e incorporen modos de transporte alternativos al carretero.

2.2.
Identificar y seleccionar alternativas de ejecución de proyectos de construcción o intervención de infraestructura carretera que no afecten Áreas de Especial Interés Ambiental (AEIA), o minimicen la afectación sobre ellas.

2.3.
Identificar y seleccionar alternativas de ejecución de proyectos de construcción o intervención de infraestructura carretera que no afecten corredores de conectividad ecológica a escala regional, subregional y local, o minimicen la afectación sobre ellos.

2.4.
Identificar y seleccionar alternativas de ejecución de proyectos de construcción o intervención de infraestructura carretera que no afecten áreas de distribución de fauna endémica, migratoria y/o en condición de amenaza o vulnerabilidad, o minimicen la afectación sobre ellas.

2.5.
Verificar el cumplimiento de requisitos de gobernabilidad que legitimen el proceso de formulación de proyectos de construcción o intervención de infraestructura carretera.

2.6.
Cuantificar detalladamente los costos aproximados de planeación y ejecución de proyectos de construcción o intervención de infraestructura carretera para todas sus etapas y asegurar la disponibilidad de los respectivos recursos.

3 Lineamientos para la planeación de proyectos a nivel de factibilidad y diseños definitivos

Parte 1

Están encaminados a generar diseños de obras de infraestructura de transporte que incorporen consideraciones ambientales relacionadas con la protección de Áreas de Especial Interés Ambiental (AEIA), corredores de conectividad ecológica, cuerpos de agua y sus rondas, entre otras áreas, con el fin de evitar y mitigar el mayor número posible de potenciales impactos ambientales directos, indirectos, sinérgicos y acumulativos.

Lineamientos

3.1.

Elaborar estudios ambientales para proyectos de construcción de infraestructura de transporte que no requieren licencia ambiental.

3.2.

Elaborar estudios y diseños para la ejecución de proyectos de construcción o mejoramiento de infraestructura carretera que no afecten o minimicen la afectación de Áreas de Especial Interés Ambiental (AEIA).

3.4.

Elaborar estudios y diseños para la ejecución de proyectos de construcción o intervención de infraestructura carretera que no afecten o minimicen la afectación de cuerpos de agua y sus rondas.

3.3.

Elaborar estudios y diseños para la ejecución de proyectos de construcción o mejoramiento de infraestructura carretera que no afecten corredores de conectividad ecológica a escala regional, subregional y local, o minimicen la afectación sobre ellos.

3 Lineamientos para la planeación de proyectos a nivel de factibilidad y diseños definitivos

Parte 2



Lineamientos



3.5.

Elaborar estudios y diseños de pasos de fauna para la construcción o mejoramiento de infraestructura carretera.

3.6.

Formular medidas de compensación de impactos ambientales que se agreguen y complementen a las planteadas por otros proyectos.



3.8.

Verificar la aplicación de los requisitos de gobernanza en el proceso de elaboración de estudios y diseños para la ejecución de proyectos de construcción o intervención de infraestructura carretera.

3.7.

Incorporar consideraciones de diseño para la generación de impactos ambientales netos positivos en la flora y la fauna en el proceso de elaboración de estudios y diseños.

3.9.

Cuantificar detalladamente los costos de la elaboración de estudios y diseños, y de la ejecución de proyectos de construcción o intervención de infraestructura carretera y aseguramiento de la disponibilidad de los respectivos recursos.

4 Lineamientos para la construcción

Son aquellos dirigidos a materializar los diseños definitivos de manera detallada, con el fin de incorporar la totalidad de las consideraciones ambientales concebidas durante la planeación del proyecto de infraestructura verde vial en la construcción de la infraestructura de transporte.

Lineamientos

4.1. Verificar el cumplimiento de las especificaciones de los diseños para la ejecución de proyectos de construcción de infraestructura carretera.

4.2. Contemplar estrategias y emprender acciones para preservar y consolidar corredores de conectividad ecológica para la ejecución de proyectos de construcción de infraestructura carretera.

4.3. Ejecutar obras de drenaje que no afecten o minimicen la afectación de cuerpos de agua y sus rondas.

4.4. Generar infraestructura de mitigación de impactos negativos sobre la fauna silvestre para la ejecución de proyectos de construcción de infraestructura carretera.

4.5. Generar infraestructura de mitigación de impactos negativos sobre la cobertura vegetal y la flora silvestre para la ejecución de proyectos de construcción de infraestructura carretera.

4.6. Optimizar el manejo de materiales durante la ejecución de proyectos de construcción de infraestructura carretera.

4.7. Verificar el cumplimiento de requisitos de gobernanza para la ejecución de proyectos de construcción de infraestructura carretera.

4.8. Garantizar la disponibilidad de recursos de financiación para la construcción de infraestructura carretera.

5 Lineamientos para la operación

Son aquellos destinados a mitigar y corregir los impactos ambientales propios de la operación vial, identificando falencias de la infraestructura vial existente, con el fin de establecer acciones para su mejoramiento e implementar medidas de manejo de impactos en esta etapa.

Lineamientos

5.1.

Caracterizar la infraestructura carretera existente, con el fin de identificar la necesidad de contemplar estrategias y emprender acciones para preservar y consolidar corredores de conectividad ecológica durante la operación de dicha infraestructura.

5.2.

Realizar inventario de cruces con cuerpos de agua y sus rondas, y de obras de drenaje con el fin de identificar la necesidad de construir o adecuar este tipo de estructuras.

5.4.

Realizar el monitoreo a las coberturas naturales durante la operación de infraestructura carretera.

5.3.

Realizar el monitoreo a la movilidad de la fauna silvestre durante la operación de infraestructura carretera.

5.5.

Preservar y mantener la infraestructura de mitigación de impactos negativos sobre la fauna silvestre durante la operación de infraestructura carretera.

5.6.

Preservar y mantener la infraestructura de mitigación de impactos negativos sobre la cobertura vegetal y la flora silvestre durante la operación de infraestructura carretera.

6 Lineamientos para la intervención (mejoramiento, rehabilitación y mantenimiento)

Son los establecidos con el fin de diagnosticar el estado de la infraestructura vial para incorporar consideraciones de sostenibilidad ambiental en el marco de proyectos encaminados a su mejoramiento, rehabilitación o mantenimiento, propiciando alineamientos, estructuras y obras de drenaje y paso de fauna que mitiguen y corrijan impactos ambientales negativos. Igualmente están dirigidos a asegurar que se realice un manejo ambiental adecuado durante las intervenciones.

Lineamientos

6.1. Aplicar la metodología de criterios técnicos ambientales para la priorización de vías a intervenir.

6.2. Realizar un diagnóstico de las características del alineamiento y la estructura vial de forma previa a la intervención.

6.4. Identificar potenciales corredores de conectividad ecológica de forma previa a la intervención.

6.3. Realizar adecuaciones en las obras de drenaje para restablecer la movilidad de la fauna en cuerpos de agua y rondas hídricas.

7 Lineamientos para el desmantelamiento

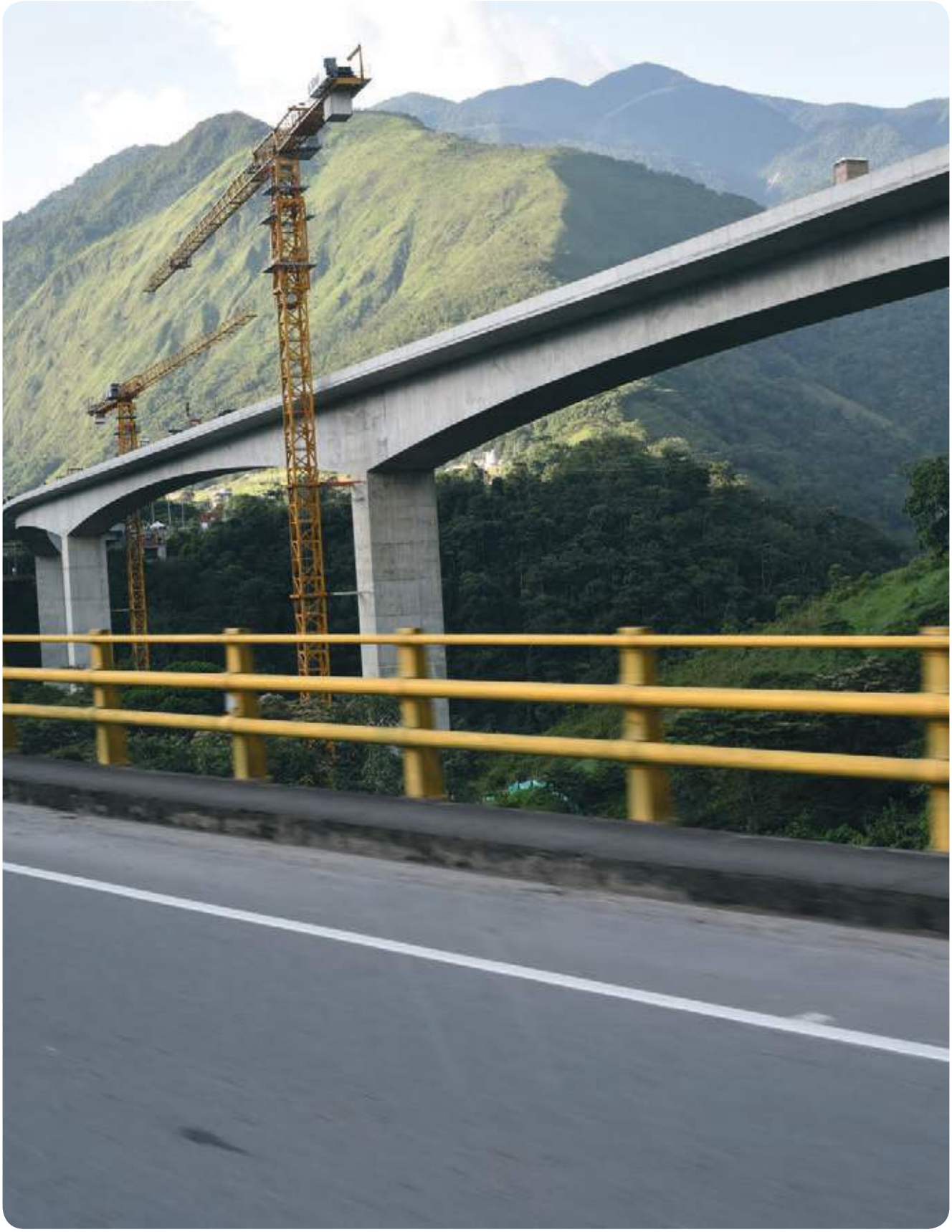
Son aquellos que orientan el proceso de identificación y retiro de la infraestructura carretera que perdió su funcionalidad o que fue reemplazada por algún motivo. También están referidos a las acciones que se deben adelantar para inhabilitar infraestructura que contraviene preceptos de legalidad y que fue construida sin cumplir con el ordenamiento territorial y las determinantes ambientales, de tal forma que se reestablezcan las condiciones previas a la construcción de la infraestructura carretera.

Lineamientos

7.1. Realizar la identificación de la infraestructura vial que debe ser objeto de desmantelamiento.

7.2. Realizar el retiro de la infraestructura existente para el desmantelamiento.

7.3. Realizar la restauración del área intervenida.



© Mario Orlando López Castro / Asesor DAASU Minambiente

Introducción

La infraestructura de transporte cumple una importante función de soporte para las actividades económicas de todo tipo de sociedades. El sector transporte colombiano ha establecido en diferentes instrumentos de planeación, la necesidad de contribuir al crecimiento económico, potenciar la participación nacional en las dinámicas globales y responder a la búsqueda de mayor competitividad y accesibilidad, que le permitan al país ponerse al día frente a las décadas de atraso en la materia (PMTI, 2016).

Estas finalidades han de satisfacerse en el marco de tres instancias de referencia mundial obligatoria: en primer lugar, los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), no sólo en el sentido de considerarlos directrices generales, sino en su calidad de máximos propósitos a cuyo cumplimiento la infraestructura de transporte ha de contribuir de manera efectiva; en segundo lugar, los efectos asociados al cambio climático que se presentan en dos direcciones: hacia el entorno, en razón de una inadecuada concepción, planificación, construcción y operación de infraestructura de transporte que acreciente dichos efectos, o hacia la infraestructura, en razón del incremento en su vulnerabilidad frente a eventos críticos de variabilidad climática; y en tercer lugar, los objetivos del Convenio sobre Diversidad Biológica (CDB, 1993), que propenden por la conservación de la biodiversidad, el uso sostenible de sus componentes y la participación justa y equitativa de los beneficios resultantes de la utilización de los recursos genéticos.



© Ministerio de Transporte

A nivel mundial, el desarrollo de la infraestructura avanza a ritmo acelerado; para el año 2030, se estima que el 60% de las inversiones en infraestructura, que alcanzarían los 90 trillones de dólares, corresponde a los sectores energético y de transporte (The New Climate Economy, 2016). Las que se realizarían en el sector infraestructura de transporte a 2025, presentarían un incremento anual de 5% a nivel mundial, siendo las carreteras el renglón de mayor inversión en los mercados en crecimiento (PWC, 2015).



La infraestructura de transporte cumple una importante función de soporte para las actividades económicas de todo tipo de sociedades.

Para los países de América Latina, la infraestructura de transporte se constituye en motor para el desarrollo económico, la competitividad y la integración de las comunidades entre sí y con los mercados locales y regionales. En la última década, la región ha invertido entre el 2 y el 3% de su Producto Interno Bruto (PIB) en infraestructura (EFE, 2015), de los cuales, al sector de transporte, corresponde el 40% del total de las inversiones. Sin embargo, la brecha de calidad existente entre la infraestructura de nuestra región y la de los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), sigue siendo significativa, si se considera que la inversión promedio regional aconsejada para superar esta diferencia, debe alcanzar el 5% del PIB anual, de acuerdo con diversos estudios (Cepal, 2011).

En Colombia, la inversión en infraestructura de transporte se ha priorizado como uno de los pilares de la economía nacional, esencial para el cumplimiento de los propósitos de integración social, territorial y construcción de equidad en el escenario del posconflicto. En los últimos años, el país ha intensificado su inversión en infraestructura vial[1], no obstante, aún se mantiene una importante distancia entre la demanda y la oferta de infraestructura, que lo sitúa en el puesto 108 de 144 países, en términos de la calidad de infraestructura (World Economic Forum, 2016). El Banco Interamericano de Desarrollo (BID) considera que es necesario cerrar la brecha en infraestructura para disminuir los elevados costos de logística del país y aumentar su competitividad, para lo cual se estima que, solamente en el subsector vial, se requerirá una inversión mínima correspondiente al 3% del PIB de manera sostenida hasta el 2020, que equivale a una cifra que se aproxima a los US$11.500 millones por año, de los cuales, el 80% es necesario solo para efectos de responder al crecimiento en la demanda. En este sentido, la apuesta de las bases para el Plan Nacional de Desarrollo 2018–2022 contemplan alternativas de financiación para el desarrollo de infraestructura eficiente, competitiva y de calidad, incorporando el componente de sostenibilidad ambiental.

Resulta necesario que esta apuesta en infraestructura de transporte tenga en cuenta los escenarios de riesgo y los potenciales impactos que representa para el ambiente. Para que la infraestructura de transporte logre su funcionalidad a la vez que garantice su sostenibilidad ambiental y la resiliencia frente a eventos asociados al cambio climático, se debe incorporar el componente ambiental de la manera más temprana posible, desde la misma evaluación de alternativas de movilidad y la selección de los medios y modos de transporte que se considera necesario emplear para satisfacer la demanda.

La imperante necesidad de que los proyectos de infraestructura de transporte ofrezcan una respuesta integral a los requerimientos funcionales de comunicación y movilidad, sin comprometer el ordenamiento ambiental territorial, ni amenazar la conservación de la biodiversidad

1. En acuerdo a las estimaciones iniciales realizadas por la ANI, el programa de cuarta generación de concesiones viales (4G) contempla una inversión aproximada de $47 billones constantes de 2012 – CAPEX, entendiendo CAPEX como los recursos de inversión requeridos por la construcción del proyecto. Esta cuarta generación se proyecta ejecutar en un periodo de 8 años a partir de la contratación, con periodos de mantenimiento a la infraestructura entre 25 y 30 años (CONPES, 2013).

propios de un determinado territorio y los servicios ecosistémicos que presta, supone una debida articulación de las entidades públicas de los sectores de transporte, ambiente, agricultura y minas y energía, así como de éstas con los entes territoriales y las comunidades a las que se busca beneficiar con dicha infraestructura.

Como respuesta a esta necesidad de diálogo intersectorial, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y el Ministerio de Transporte, han mantenido activa una Agenda Ambiental Interministerial por cerca de 20 años, como canal permanente de comunicación y acción conjunta, encaminada a incorporar consideraciones ambientales en etapas tempranas de la planeación y ejecución de políticas, planes, programas y proyectos sectoriales de infraestructura de transporte y movilidad en el territorio nacional, y contribuir a la gobernabilidad y la gobernanza de los mismos, promoviendo el estricto cumplimiento de la normativa y el ordenamiento territorial ambiental, en los que se debe enmarcar el desarrollo sostenible de la infraestructura de transporte.

Para el logro de sus objetivos, la Agenda Ambiental Interministerial incluyó en sus planes de acción de los períodos 2015–2016 y 2017–2018, como acción prioritaria la de prevenir y manejar conflictos entre la infraestructura de transporte y la conservación de la biodiversidad *in situ* y sus servicios ecosistémicos, mediante la generación de normativa específica, guías y lineamientos técnicos generales, así como de propuestas dirigidas al desarrollo de infraestructura verde y a la identificación de alertas tempranas.

En este marco, se adelantó un trabajo interinstitucional a partir de 2015, que contó con la participación de organizaciones no gubernamentales, como World Wildlife Fund (WWF–Colombia) y Fundación para la Conservación y el Desarrollo Sostenible (FCDS), que han generado información y conocimiento técnico en diversas temáticas relacionadas con los impactos ambientales y sociales ocasionados por la infraestructura de transporte en la Amazonia colombiana, y que han permitido identificar la necesidad de formular, entre otros, los lineamientos de infraestructura verde vial para el país que se recogen en el presente documento.

Los lineamientos de infraestructura verde vial, son un conjunto de directrices formuladas con el objeto de que los proyectos de infraestructura carretera, incorporen, de manera integral, elementos ambientales, sociales, tecnológicos y de ingeniería para evitar, prevenir, mitigar y corregir los potenciales impactos ambientales negativos que puedan generar, obteniendo como resultado de su ejecución, un balance ambiental neto positivo. Los lineamientos establecidos, se han de aplicar en diferentes etapas, 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 proyectos de infraestructura carretera.

La aplicación de los lineamientos en condiciones óptimas se materializa cuando es posible realizarla integralmente, en todas y cada una de las etapas o desde la más temprana posible. Sin embargo, de no ser posible



© Ministerio de Transporte

esta condición óptima de aplicación, aún resulta beneficioso emplear los lineamientos en cualquier etapa en la que se encuentre el proyecto.



El documento de *Lineamientos de infraestructura verde vial para Colombia* presenta en su parte inicial un marco conceptual que incluye una primera definición de infraestructura verde vial para Colombia y un apartado dirigido a orientar el empleo de los lineamientos.

Con respecto a su contenido, el documento de *Lineamientos de infraestructura verde vial para Colombia* presenta en su parte inicial un marco conceptual que incluye una primera definición de infraestructura verde vial para Colombia y un apartado dirigido a orientar el empleo de los lineamientos. En su desarrollo, presenta los lineamientos de infraestructura verde clasificados según etapas, a saber: i) planeación estratégica sectorial, ii) planeación de proyectos a nivel de prefactibilidad, iii) planeación de proyectos a nivel de factibilidad y diseños definitivos, iv) construcción, v) operación, vi) intervención, comprendida por las actividades de mejoramiento, rehabilitación y mantenimiento, y vii) desmantelamiento.

Infraestructura Verde Vial (IVV): Marco conceptual

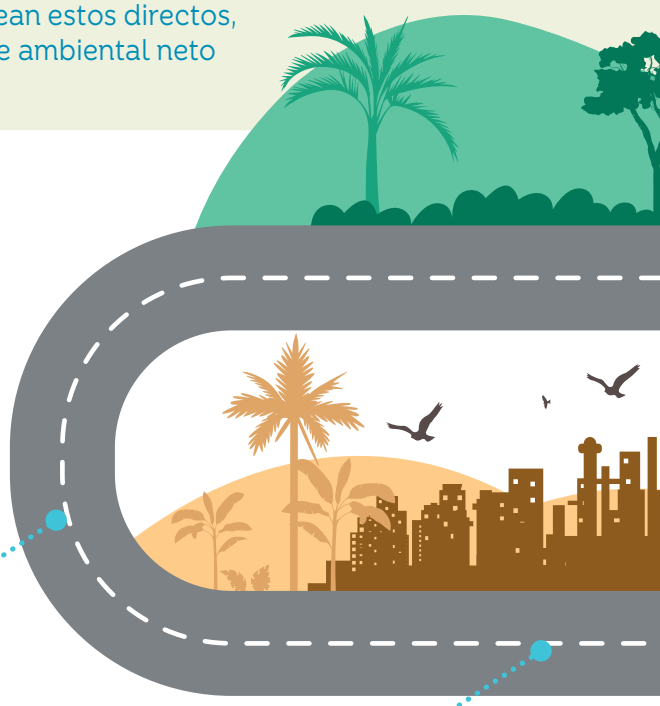
Este marco conceptual es producto de los análisis realizados de manera conjunta entre el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y el Ministerio de Transporte, en cumplimiento de las acciones prioritarias concertadas en el marco de la Agenda Ambiental Interministerial, en especial la referida a generar y aplicar alertas tempranas, lineamientos técnicos y propuestas de desarrollo de infraestructura verde, entre otras buenas prácticas ambientales, como insumo para la estructuración de proyectos viales y portuarios. Se concertó una primera definición de infraestructura verde vial para Colombia, la cual corresponde a:

Aquella infraestructura vial que a lo largo de todas sus etapas de desarrollo, desde la misma 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, prevenir, 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.

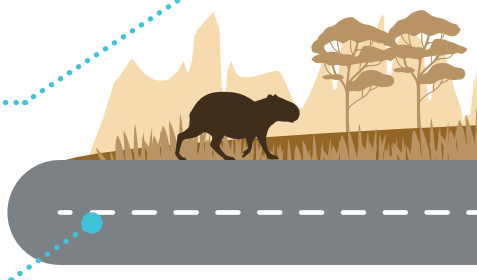


En su conjunto, la infraestructura verde vial comparte los siguientes **atributos:**

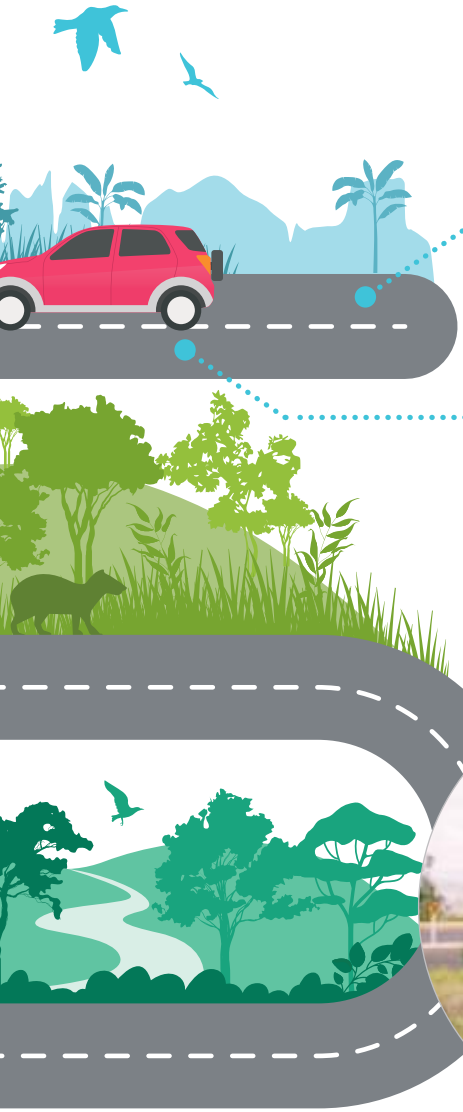
- Es el resultado de la coordinación entre las entidades responsables de la planeación, el diseño y la ejecución de los proyectos, las autoridades ambientales, las entidades nacionales y territoriales y las comunidades a las que se busca beneficiar con dicha infraestructura.



- Identifica en etapas tempranas de su estructuración como proyecto, los principales impactos potenciales, sean estos directos, indirectos, sinérgicos y/o acumulativos, con el fin de considerarlos en los análisis de costo/beneficio, contribuyendo de esta forma a que la decisión de viabilidad tenga incorporados los costos ambientales.



- Se integra funcional y estructuralmente a la red de transporte de manera intermodal y ambientalmente sostenible.



Incorpora medidas de manejo tendientes a evitar los conflictos sociales y ambientales asociados al proyecto vial y/o contribuye a su gestión, generando el empoderamiento del componente ambiental del proyecto por parte de las comunidades.

Incorpora consideraciones ambientales para garantizar el respeto al ordenamiento ambiental territorial y las determinantes ambientales, así como a los usos del suelo permitidos en Áreas de Especial Interés Ambiental (AEIA), en caso de que las áreas de influencia de tales proyectos de infraestructura de transporte, se superpongan con este tipo de áreas.



© Ministerio de Transporte

Obedece a una estricta aplicación de la jerarquía de mitigación de impactos.

Identifica impactos directos, indirectos, sinérgicos y acumulativos, y establece medidas de manejo adecuadas y efectivas tendientes a generar un balance ambiental neto positivo.

Favorece la conectividad ecológica y del paisaje.



Contribuye a la conservación y/o restauración de la estructura, función y dinámica de los ecosistemas terrestres y acuáticos.

En caso de que persistan impactos ambientales que no fue posible evitar, prevenir, mitigar o corregir, promueve y aplica medidas de compensación de impactos ambientales, agregadas y complementarias, a las propuestas por otros proyectos, o con respecto a iniciativas de fortalecimiento del ordenamiento ambiental territorial, con el fin de lograr efectos a escala local y regional.

Incorpora criterios y medidas tendientes a que la infraestructura de transporte contribuya a la mitigación del cambio climático y a la gestión del riesgo, en todas las fases del proyecto vial.



Los proyectos de infraestructura verde vial resultan, por definición, integralmente compatibles con la conservación y la mejoría de las condiciones que presentan los recursos naturales renovables y el ambiente existentes en su área de influencia, lo cual se traduce en proyectos que logran un balance ambiental neto positivo. La construcción y operación de infraestructura verde vial implica que desde la estructuración de este tipo de proyectos y a lo largo de las demás etapas de su ejecución, se aplique la jerarquía de mitigación de impactos, con el fin de establecer e implementar en primera instancia, aquellas medidas de ubicación, trazado, diseño, ingeniería y manejo destinadas a evitar que se genere la mayor parte de impactos ambientales negativos; en segunda instancia y de manera subsidiaria, aquellas medidas dirigidas a mitigar los impactos negativos que no sea posible evitar; en tercera instancia, aquellas medidas orientadas a corregir los impactos ambientales negativos que no sea posible evitar y mitigar, reestableciendo las condiciones del entorno que se tenían antes de la ejecución del proyecto; y en cuarta y última instancia, la jerarquía de la mitigación contempla la aplicación de aquellas medidas encaminadas a compensar los impactos ambientales negativos que no sea posible evitar, prevenir, mitigar o corregir.



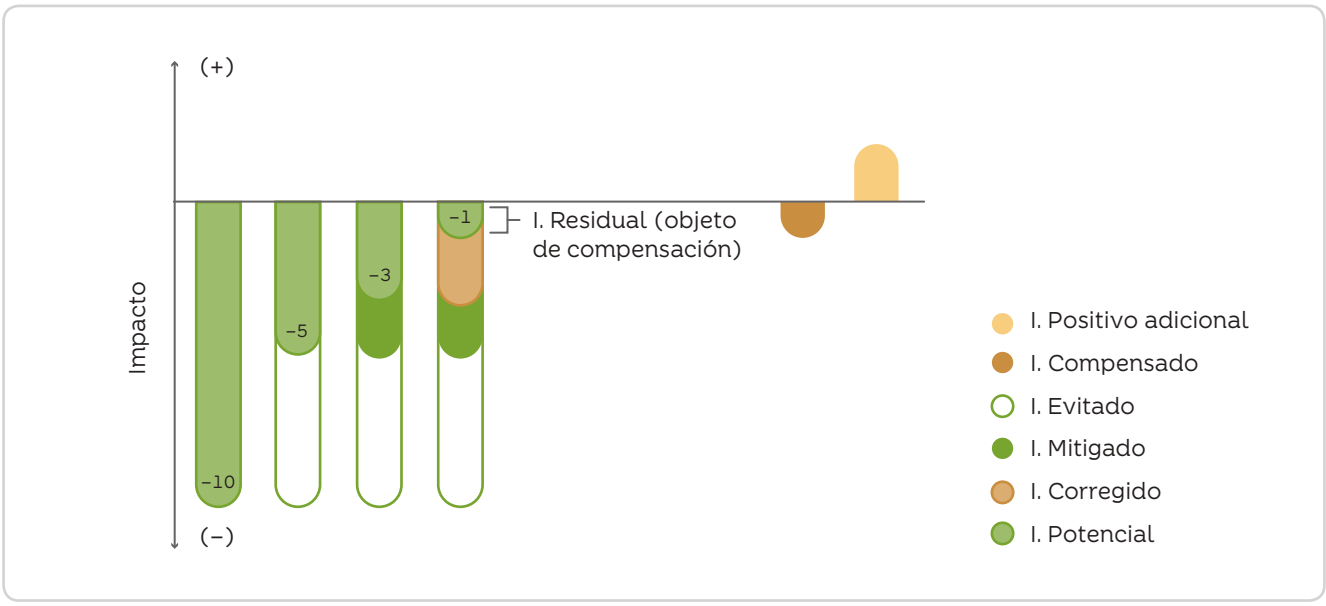
Los proyectos de infraestructura verde vial resultan, por definición, integralmente compatibles con la conservación y la mejoría de las condiciones que presentan los recursos naturales renovables y el ambiente existentes en su área de influencia.



© Thomas Cristofoletti / WWF–US

Además del cumplimiento de estas condiciones necesarias pero no suficientes, los proyectos de infraestructura verde vial deben integrar elementos ambientales, sociales, tecnológicos y de ingeniería, con el fin de generar cambios que beneficien las condiciones ambientales preexistentes a la ejecución del proyecto y que, comparadas con éstas, representen un balance ambiental neto positivo, que se evidencie en uno o varios de los componentes de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos que presta (Figura 1).

Figura 1. Jerarquía de las medidas de manejo



Fuente: Adaptado de OCDE (2016).

Por otra parte, la variedad y complejidad de los potenciales impactos que pueden generar los proyectos de construcción, operación e intervención de infraestructura de transporte, trasciende los límites espaciales de las obras, no en vano, este tipo de infraestructura está calificado como uno de los que tiene mayor capacidad de transformación de un territorio, en razón del efecto multiplicador que tiene sobre otros proyectos y actividades. La infraestructura de transporte es reconocida como motor de actividades de desarrollo.

Este hecho obliga a que, durante el proceso de delimitación del área de influencia de un proyecto de infraestructura de transporte, que se define como aquella zona en la cual se manifiestan los impactos ambientales significativos ocasionados por la ejecución de un proyecto, se consideren todos los impactos, tanto los directos, como los indirectos, los sinérgicos y los acumulativos. Un proyecto de infraestructura verde vial debe incorporar consideraciones relacionadas con la planificación y el ordenamiento territorial ambiental a escala regional.

Enfoque de Intervención Temprana (EIT)



© Mario Orlando López Castro / Asesor DAASU Minambiente

La formulación de los Lineamientos de infraestructura verde vial, ha tomado en consideración una aproximación conceptual, analítica y práctica que resalta los beneficios de incorporar en cada una de las etapas de la concepción, planeación y ejecución de proyectos, y de la forma más oportuna posible, conceptos, instrumentos y la mejor información disponible para apoyar la toma de decisiones, la cual ha sido denominada: **Enfoque de intervención temprana (EIT).**



Al EIT le es inherente la realización de análisis sobre la viabilidad económica, técnica y ambiental de las obras en instancias previas a la toma de decisiones, incorporando conceptos como la gobernanza, la jerarquía de la mitigación y el conglomerado vial, aplicados a la gestión de impactos indirectos, sinérgicos y acumulativos.

Al EIT le es inherente la realización de análisis sobre la viabilidad económica, técnica y ambiental de las obras en instancias previas a la toma de decisiones, incorporando conceptos como la gobernanza, la jerarquía de la mitigación y el conglomerado vial, aplicados a la gestión de impactos indirectos, sinérgicos y acumulativos. Así mismo, el EIT propende por la aplicación de instrumentos técnicos como los Criterios ambientales para la priorización de vías, las Guías sectoriales de buenas prácticas y las determinantes ambientales del ordenamiento territorial, de tal forma que permitan el fortalecimiento de la toma de decisiones asociada a la viabilidad de las iniciativas de transporte y la planeación de los proyectos viables, y prevengan la construcción de vías que presentan una baja resiliencia al deterioro, vulnerabilidad frente a eventos climáticos extremos, conflictos sociales o sobrecostos.

Con el fin de facilitar la incorporación de las herramientas de análisis que componen el EIT, se realiza una descripción tanto del enfoque mismo como de las herramientas que lo conforman para su aplicación.

Marco conceptual

El EIT es un conjunto de herramientas de análisis, que se recomienda sean aplicadas en instancias tempranas de la planificación y la ejecución de cada una de las etapas del ciclo de proyectos. Incluye un aprestamiento previo, abordado desde el ordenamiento territorial, que permite crear condiciones iniciales de uso y ocupación del suelo con el fin de evitar, prevenir, mitigar y compensar impactos, así como generar condiciones de estabilidad, para las poblaciones que pueden ser vulnerables a las presiones ejercidas por actores legales e ilegales en el marco de la problemática de formalización de la propiedad en áreas ambientalmente sensibles. El concepto incorpora elementos de conectividad ecológica y fragmentación de ecosistemas, capilaridad, análisis de conflictividad ambiental, gobernanza, análisis de impactos directos, acumulativos y sinérgicos, y el efecto de los conglomerados viales.

El EIT propone realizar análisis adicionales a los que en la actualidad se exigen en el licenciamiento ambiental, que son

fundamentales a la hora de determinar la viabilidad económica, técnica y ambiental de las obras, teniendo en cuenta que algunas tendrán requerimientos especiales por estar en zonas ecológicamente sensibles.

El Enfoque de Intervención Temprana resalta la importancia de generar e incorporar en las decisiones, información pertinente, actualizada y precisa, que entre otros beneficios, previene sobrecostos generados por la construcción de obras viales poco resilientes (sufren deterioro temprano, son vulnerables a perder su estructura y funcionalidad, requieren intervenciones permanentes para mantenerlas, rehabilitarlas o mejorarlas, generan daños y pasivos ambientales), y que ocasionan conflictos sociales (incrementan riesgos y amenazas, y generan impactos negativos a la población).

El EIT incorpora la jerarquía de la mitigación como una de sus bases conceptuales, en razón a la aproximación metodológica que este modelo ha generado para que los proyectos, obras o actividades que tengan la potencialidad de afectar los componentes ambientales, planifiquen e implementen medidas efectivas para, en primera instancia evitar, subsidiariamente minimizar, luego corregir o finalmente compensar sus impactos. Realizar estas medidas tiene como objeto lograr una pérdida neta cero de la biodiversidad (BBOP, 2009; Price Waterhouse & Coopers, 2010).

Finalmente, resulta pertinente señalar que el EIT enfatiza la importancia de incluir: i) arreglos agroecológicos en el marco de la ejecución de proyectos de construcción o intervención vial con el fin de generar un patrón de interacción entre el proyecto vial y el entorno para conservar las coberturas naturales y los procesos ecológicos que en ellas se desarrollan y ii) buenas prácticas ambientales y de ingeniería encaminadas a que los proyectos minimicen los impactos negativos que generan.



Herramientas de análisis

Las principales herramientas de análisis empleadas por el EIT son: i) Gobernabilidad y gobernanza, ii) Ordenamiento territorial, iii) Impactos directos, indirectos, acumulativos y sinérgicos, iv) Conectividad ecológica, v) Capilaridad, y vi) Conglomeración vial, en relación con las cuales se proponen acciones que se enuncian a lo largo del capítulo.

La **gobernabilidad** es la expresión de la capacidad del Estado para lograr el cumplimiento de sus propósitos de manera eficaz y eficiente, como producto de la acción interinstitucional y la participación de las comunidades en los niveles de decisión de las políticas, planes, programas y proyectos gubernamentales que conciernen, y se aplican y ejecutan en su territorio. Por su parte, **gobernanza** se entiende como la capacidad de que las acciones de gobierno se hayan acordado mediante mecanismos participativos en los que hay una eficaz inclusión de los intereses y las opiniones de los diferentes miembros de la sociedad, y en razón a ello, hay una apropiación generalizada de dichas acciones y en tal condición se califica como eficaz, legítima y de calidad la intervención del Estado.

La construcción de infraestructura verde vial implica una coordinación armónica entre organizaciones sociales y las instituciones del Estado, condición

incorporada a los conceptos de gobernabilidad y gobernanza.

El **ordenamiento territorial** es un conjunto de acciones de planificación emprendidas por las autoridades para orientar el desarrollo del territorio y regular la utilización, transformación y ocupación del espacio.

Garantizar el respeto de las determinantes ambientales del ordenamiento del territorio es una condición necesaria para que los proyectos de infraestructura se desarrollen, sin generar afectaciones en áreas de especial interés ambiental y en otras figuras del ordenamiento territorial que impongan restricciones a su uso.

Se entiende por **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.

Comúnmente, el análisis de impactos se limita a los directos, sin considerar los **indirectos, sinérgicos y acumulativos**, los cuales pueden ser de mayor magnitud que los primeros, razón por la que el EIT resalta la necesidad de analizar aquellos que se generan, no por las actividades propias del proyecto, sino como producto del efecto motor que tiene el proyecto, y aquellos que se generan por efecto combinado de varios impactos individuales espacial y/o temporalmente.

Por **conectividad ecológica** se entiende la necesaria condición de los ecosistemas para mantener el movimiento y la dispersión natural de las especies de flora y fauna silvestres, el intercambio genético y otros flujos ecológicos (materia y energía). A su vez, corredor de conectividad se entiende como un espacio geográfico delimitado, que proporciona conectividad entre paisajes, ecosistemas y hábitats, naturales o modificados, y asegura el mantenimiento de la diversidad biológica y los procesos ecológicos y evolutivos (CCAD, 2020).

Resulta inherente a proyectos que sean calificados como verdes, el hecho de que su estructuración, diseño, ejecución y operación, contemple características y medidas que contribuyan a la conservación y fortalecimiento de los corredores de conectividad ecológica.

En el marco del presente documento, por **capilaridad** se entiende la capacidad de una estructura (v. g. Carretera), de mantener a través de si, el flujo de materia y energía, mediante la preservación de la estructura de la cobertura natural y la vegetación a lo largo de la vía y de las rondas hídricas con las que se superpone la vía a fin de mitigar la afectación sobre la conectividad ecológica. Un proyecto de construcción o intervención vial calificado como verde, debe considerar medidas para mejorar su permeabilidad al movimiento de la biodiversidad (v. g. enriquecimiento de coberturas naturales en rodas hídricas, adecuación de obras de drenaje, diseño y construcción de sistemas de pasos de fauna, establecimiento de retículas multifuncionales de conectividad ecosistémica, y conformación de arreglos agroecológicos).

La medición y análisis del nivel de capilaridad de una vía permite dirigir esfuerzos para diseñar e implementar medidas y soluciones tecnológicas para reducir las afectaciones y mejorar la permeabilidad del proyecto vial.

Por último, un **conglomerado vial** es un conjunto conformado por la infraestructura vial, los centros de ocupación y sus nodos de articulación en torno a dinámicas sociales territoriales.

Para analizar los impactos de la construcción de vías carreteras es necesario considerar no sólo aquellos que se generan por las vías individuales, sino aquellos que se producen por un conjunto de ellas cuando forman parte de redes viales; el concepto y la información de conglomerados viales permiten este tipo de análisis.



A manera de ejemplo, aplicando algunos elementos de análisis de las herramientas establecidas, se podrían adelantar las siguientes acciones:

- Determinar con toda claridad los objetivos, propósitos y fines de ejecutar el proyecto vial, a qué necesidades de comunicación y transporte da solución.
- Generar toda la información sobre el proyecto, el entorno (físico, biótico y socioeconómico), en el que se ejecutará a fin de tomar las mejores decisiones de ejecución.
- Poner a disposición de la comunidad, la mejor información posible, para que ésta contribuya en el proceso de decisión de forma documentada.
- Determinar el área de influencia del proyecto de infraestructura verde vial, el cual corresponde como mínimo al área en la que se manifiestan los potenciales impactos directos, indirectos, sinérgicos y acumulativos en el ámbito regional.
- Identificar las determinantes ambientales del ordenamiento territorial que existen en el área de influencia del proyecto y planificar el proyecto con arreglo a dichas determinantes.
- Realizar la identificación de corredores regionales de conectividad ecológica como áreas para realizar medidas de manejo.
- Aplicar la jerarquía de mitigación a escala regional incluyendo impactos indirectos, sinérgicos y acumulativos.
- Diseñar e incorporar las soluciones de ingeniería "verde" (estructuras para el manejo de cuerpos y rondas hídricas, pasos de fauna y de diseño paisajístico) y buenas prácticas de manejo ambiental.

◇ Gobernabilidad y gobernanza como bases de un proyecto de infraestructura verde vial en áreas de alta sensibilidad ambiental y social

La construcción de una coordinación armónica entre organizaciones sociales y las instituciones del Estado para el logro de las finalidades sociales y de desarrollo sostenible de la infraestructura de transporte, requiere una constante articulación institucional y social para lograr un tránsito hacia la gobernabilidad y la gobernanza en el marco del postconflicto colombiano. Para esto, es necesario contribuir con el fortalecimiento de las capacidades de las organizaciones sociales para facilitar su participación en temas relacionados con la gestión ambiental de proyectos de infraestructura de transporte en sus territorios. Los mecanismos que se enuncian a continuación contribuyen, de manera particular, con dicho propósito y de manera general, con la construcción de una gobernabilidad legítima y una gobernanza participativa, con el propósito de planear, ejecutar y generar los beneficios propios de los proyectos de infraestructura verde vial:

- Capacitar en normativa ambiental, mecanismos de participación ciudadana y control social, en el marco del desarrollo de proyectos de infraestructura de transporte.
- Facilitar la participación local en las propuestas de desarrollo y ordenamiento, por intermedio de los Planes Veredales de Desarrollo Sostenible.
- Divulgar a las comunidades información sobre impactos ambientales, conflictos sociales y oportunidades que ofrecen los proyectos de infraestructura de transporte.

- Generar canales permanentes de comunicación y articulación entre comunidades y entidades del Estado en el marco del desarrollo del proyecto.
- Garantizar la participación comunitaria en procesos de decisión sobre la viabilidad y características del proyecto.

◇ Ordenamiento territorial

El reconocimiento del ordenamiento territorial y sus determinantes ambientales es una condición necesaria para la protección de las áreas de especial interés ambiental y otras figuras del ordenamiento en el marco de un proyecto de infraestructura verde vial. Áreas como los Parques Nacionales Naturales y Parques Naturales Regionales con las mayores restricciones para el uso del suelo, así como otras figuras, con una zonificación de manejo ambiental que le permite el uso sostenible de algunas de sus áreas, deben ser consideradas en las decisiones del proyecto de manera temprana en la selección de los trazados. Así mismo, los corredores de conectividad ecológica, las áreas con coberturas naturales o donde se han implementado arreglos agroecológicos que permiten el uso sostenible del suelo sin comprometer la estructura de los bosques, la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos, deben ser objeto de medidas, tanto para evitar impactos ambientales negativos, como para generar impactos ambientales positivos.



El reconocimiento del ordenamiento territorial y sus determinantes ambientales es una condición necesaria para la protección de las áreas de especial interés ambiental y otras figuras del ordenamiento.

◇ Atención de impactos directos, indirectos, sinérgicos y acumulativos

Para efectos de realizar, de una manera adecuada la atención de impactos ambientales, el EIT reconoce que la evaluación ambiental y la formulación de medidas de manejo para proyectos de infraestructura de transporte, pueden ser fortalecidos para promover acciones encaminadas a propiciar que las medidas de manejo ambiental generen un balance ambiental neto positivo y trasciendan la escala local, para lograr incidir en el ámbito regional en el cual se manifiestan los efectos de la construcción y operación vial a nivel de los ecosistemas.

El EIT reconoce que, a partir del momento en que se formaliza públicamente una iniciativa de infraestructura de transporte, se generan expectativas en su área de influencia que ocasionan impactos sociales y ambientales, en particular en áreas que presentan condiciones de alta sensibilidad ambiental y baja gobernanza, como es el caso de las zonas afectadas por el conflicto en el país. Estudios realizados en los países de la cuenca amazónica por el Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (IPAM), han demostrado que la principal causa de la deforestación asociada a la construcción de vías, es la apropiación ilegal de tierras, en especial, aquellas en zonas denominadas tierras fiscales, o "baldíos" de la Nación, en las cuales se presenta escaza gobernanza por baja oferta institucional o por la existencia de economías ilícitas (minería, cultivos de uso ilícito, apropiación y acumulación indebida de tierras, etc.).

Si bien en la actualidad se desarrollan actividades de planeación y diseño con información ambiental y social, apoyadas en modelos de costo desarrollados con simulaciones para minimizar este tipo de impactos, es de especial importancia incluir consideraciones como:



- **Seleccionar trazados concebidos para evitar afectaciones sobre áreas protegidas, corredores ecológicos, ecosistemas vulnerables y áreas de alto valor histórico, cultural o mágico religioso.**
- **Lograr el equilibrio entre los costos de las actividades constructivas, la sensibilidad ambiental de las áreas objeto de intervención y el manejo de impactos ambientales del proyecto.**
- **Incorporar obras hidráulicas de diseño especial con arreglo a condiciones de variabilidad climática y eventos extremos.**
- **Promover la conservación de áreas de especial interés ambiental involucrando a las comunidades presentes en las zonas de influencia de los proyectos viales.**

Una de las premisas con que parte el EIT, es que los ecosistemas sensibles y estratégicos deben tener un aprestamiento previo a la realización de cualquier proyecto, obra o actividad que pueda afectarlos, a través de la incorporación por parte de los sectores ambiental, agrario y de ordenamiento, de arreglos que restrinjan los usos del suelo para garantizar el mantenimiento de la cobertura natural y la estabilidad de población local.

Así mismo, debe realizarse en la etapa de prefactibilidad, la evaluación de conectividad ecosistémica estructural en los paisajes a intervenir, sobre la base de un polígono que incorpore las zonas de impactos acumulativos y sinérgicos.

Desde las instancias más tempranas de la planificación de proyectos, obras o actividades de construcción e intervención de carreteras, se generan impactos ambientales y sociales directos, indirectos, sinérgicos y acumulativos, debido a la creación de expectativas en el área de influencia. Algunos de los impactos que a pesar de su importancia son generalmente soslayados de un análisis oportuno, son:

- Especulación sobre el precio de la tierra en zonas adyacentes al proyecto vial.
- Apropiación y acaparamiento de tierras y compras irregulares en escenarios con baja gobernabilidad.
- Deforestación acelerada de áreas naturales para incentivar sistemas productivos de baja inversión (ganadería).
- Desplazamiento de poblaciones vulnerables por actores e intereses en el proyecto.
- Inmigración acelerada.

Con el fin de mitigar la generación y magnitud de estos impactos, el EIT promueve:

- Generar y difundir información veraz, pertinente y oportuna a todos los actores interesados.
- Identificar, reconocer y acoger las figuras de ordenamiento territorial y sus determinantes ambientales.

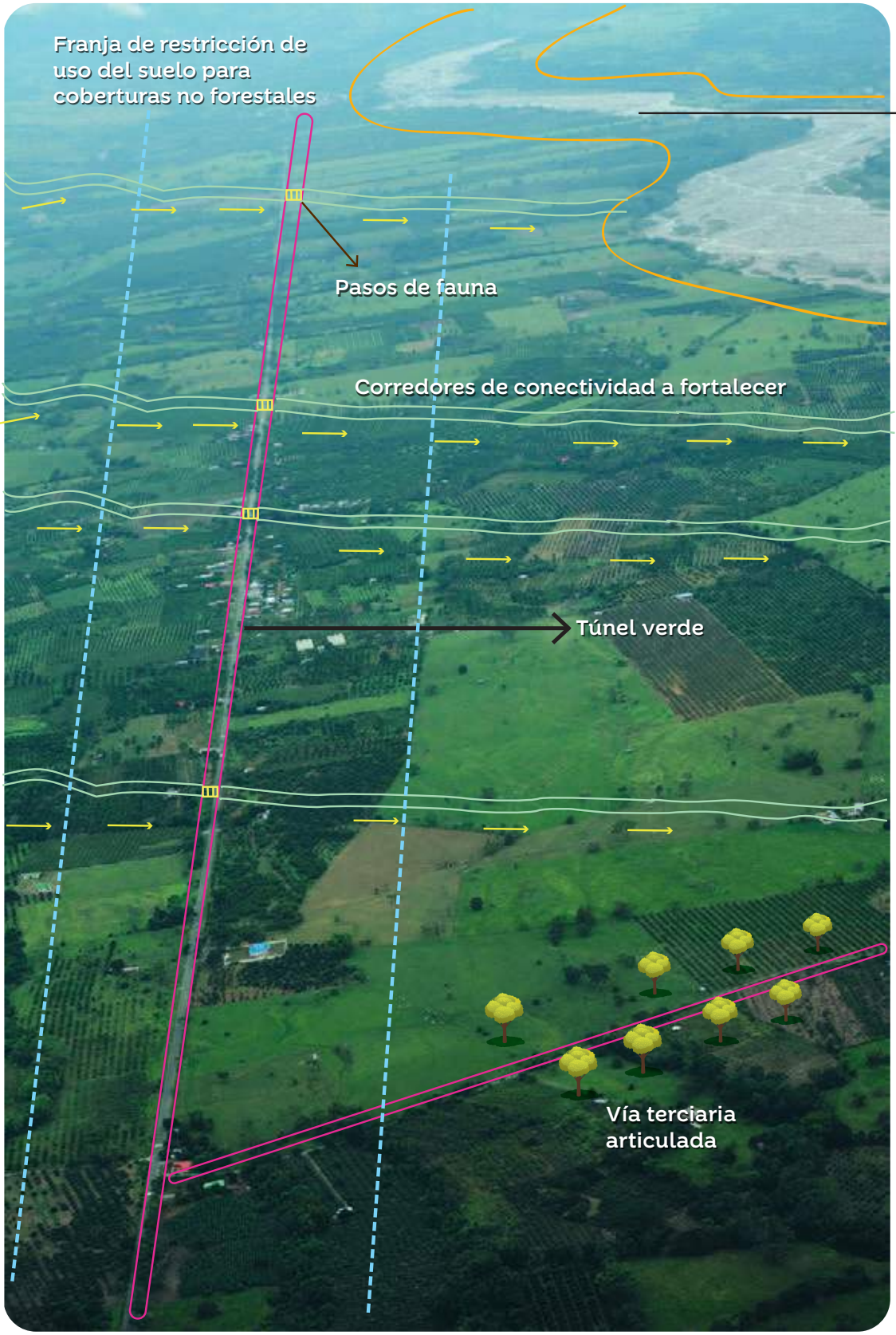


© Ministerio de Transporte

- Propiciar que en el marco de planeación del proyecto se fortalezcan los escenarios de gobernabilidad y gobernanza.
- Realizar acciones para planear y regular la valoración económica del suelo, con apoyo en la información predial y la identificación de potenciales impactos socioeconómicos.
- Identificar y evaluar los impactos ambientales directos, indirectos, sinérgicos y acumulativos del proyecto vial en una extensión no menor de 5 km a lado y lado del derecho de vía. Los análisis de cambios de cobertura forestal a nivel mundial (Laurence, 2017) y en la Amazonía colombiana (FCDS, 2017) indican que el 90% de la deforestación se genera dentro de estos 5 primeros kilómetros.
- Identificar la ubicación de subcuencas hidrográficas, rondas hídricas y cuerpos de agua.
- Monitorear a lo largo de todo el ciclo del proyecto las coberturas naturales, los centros poblados, la infraestructura de transporte y los accesos terrestres que no hacen parte de ella, por medio de sobrevuelos de baja altura, con el fin de identificar de forma temprana fenómenos de deforestación, red de drenajes, posibles corredores de conectividad ecológica, cambios no planificados en el uso del suelo y la construcción de accesos terrestres ilegales.
- Realizar modelamientos retrospectivos y prospectivos (tendencias), de intervención antrópica y deforestación.
- Realizar periódicamente inventarios prediales y poblacionales en el área de influencia del proyecto.

Con propósitos ilustrativos, en la siguiente figura se observa parte del área de influencia de un tramo vial que está siendo objeto de estructuración de un proyecto de intervención, en la que se han plasmado algunas de las acciones que el EIT recomienda tener en cuenta en el proceso de planificación de este tipo de proyectos.

Figura 2. Ejemplos de acciones que el EIT recomienda considerar para identificar y gestionar los impactos ambientales directos, indirectos, sinérgicos y acumulativos en proyectos viales



Fuente:
FCDS, 2020

Es pertinente resaltar que la consideración temprana de impactos ambientales y la consecuente formulación de medidas para evitarlos y mitigarlos, previene la generación de sobrecostos, en la medida que constituye un mecanismo que facilita estructurar un proyecto resiliente al deterioro y a la ocurrencia de eventos climáticos extremos, u otro tipo de amenazas.

◇ Corredores regionales de conectividad ecológica: escenarios retrospectivos y prospectivos

En las etapas iniciales de la concepción de un proyecto vial se deben desarrollar análisis espaciales retrospectivos y prospectivos, enfocados principalmente en la identificación de tendencias de deforestación y en la identificación del estado de los corredores de conectividad ecológica a escala regional (1:100.000). Sobre estas áreas de referencia se deben realizar los ejercicios de modelamiento, así como los análisis sobre los vectores de transformación del paisaje y áreas críticas.

Posteriormente, en la elaboración de estudios y diseños definitivos, se debe realizar el modelamiento de corredores de conectividad ecológica a escala subregional o local (1:25.000 o más detallada), apoyados en estudios de monitoreo de fauna endémica, migratoria y en estado de amenaza o vulnerabilidad, con el fin de evitar su afectación o inclusive propiciar su fortalecimiento (p. e. mediante la conservación y restauración de coberturas naturales en los corredores de conectividad), y diseñar y establecer medidas complementarias de mitigación y corrección, tales como la construcción de sistemas de pasos de fauna.



La realización de análisis del nivel de capilaridad que presenta una vía, permite dirigir esfuerzos para diseñar e implementar medidas y soluciones tecnológicas para reducir el efecto barrera y mejorar la permeabilidad de la carretera.

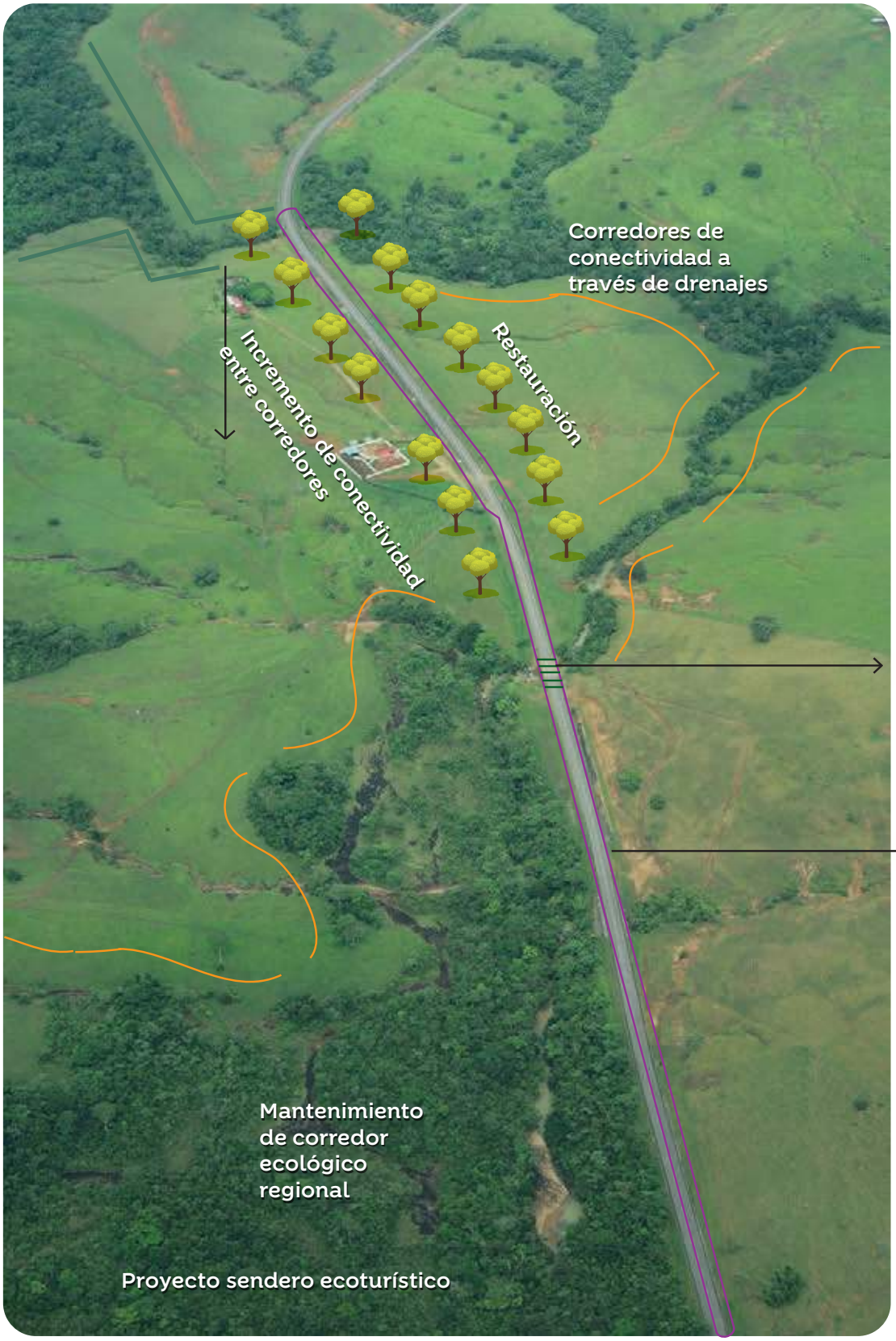
◇ Capilaridad

La realización de análisis del nivel de capilaridad que presenta una vía, permite dirigir esfuerzos para diseñar e implementar medidas y soluciones tecnológicas para reducir el efecto barrera y mejorar la permeabilidad de la carretera, mitigando la interrupción de los flujos de materia y energía de los ecosistemas afectados por la infraestructura de transporte. Se resalta la importancia de aplicar una estrategia de capilaridad[2], como herramienta para la implementación de las medidas de manejo que se deben incorporar en el diseño de la infraestructura vial con el propósito de contribuir al mantenimiento de la funcionalidad de los corredores regionales y locales de conectividad ecológica.

A continuación, se presenta una imagen de parte del área de influencia de un tramo vial en la que se han plasmado algunas acciones que se podrían implementar para mejorar la capilaridad de la vía: reconexión de corredores de conectividad ecológica, establecimiento de corredores en las áreas de ronda de drenajes, enriquecimiento de coberturas naturales, conformación de túneles verdes y construcción de sistemas de pasos de fauna silvestre.

2. La estrategia de capilaridad a grandes rasgos, consiste en focalizar los esfuerzos para mantener la conectividad funcional de los ecosistemas afectados por la infraestructura vial, en la conservación de las condiciones naturales de las rondas y cuerpos de agua, y en la adecuación de sistemas de pasos de fauna que optimicen la permeabilidad de dicha infraestructura vial.

Figura 3. Acciones para mejorar la capilaridad de una vía



Fuente:
FCDS, 2020

◇ Conglomerados viales

En el marco del EIT, el análisis de la dinámica que presentan los conglomerados viales permite identificar la posible generación de impactos ambientales indirectos, sinérgicos y acumulativos a escala regional o subregional que no resulta evidente a partir de información y análisis de carácter puntual, al permitir detectar alteraciones de los procesos de ocupación, uso, manejo y aprovechamiento del suelo debido a la construcción de carreteras.

La accesibilidad que genera una carretera cuando ésta se construye en inmediaciones de áreas naturales, no se limita al corredor en el que se materializa el trazado de la vía, sino que afecta áreas distantes de él, por cuanto potencian las dinámicas económicas y la generación de nuevos accesos.



© Ministerio de Transporte

Arreglos locales para el uso del suelo en zonas adyacentes o de impacto de la vía

Los arreglos locales para el uso del suelo se definen como acuerdos sociales e institucionales con el fin de establecer estrategias para conservar las coberturas naturales, los cuerpos de agua y las rondas hídricas, y las zonas destinadas para actividades productivas, permitiendo que se conserve tanto la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos como la productividad del suelo. Para lograr establecer de manera adecuada estos acuerdos y realizar el manejo adecuado del suelo, es necesario contar con información detallada de la vocación de los suelos, la existencia de corredores de conectividad ecológica, y la presencia de especies de fauna silvestre claves, por ejemplo, especies dispersoras.

Para esto, realizar monitoreos de fauna con participación de las comunidades del área de influencia de los proyectos en diferentes épocas del año, es una estrategia que, además de ser útil para generar información pertinente para la definición de medidas de manejo de impactos, es una herramienta poderosa para la apropiación, valoración y conservación de la biodiversidad por parte de la población local.

Aspectos de ingeniería “verde” y buenas prácticas ambientales y sociales

La ingeniería verde y las buenas prácticas ambientales y sociales en el ámbito del manejo ambiental de la infraestructura de transporte, son un conjunto de acciones encaminadas a que los proyectos minimicen los impactos negativos que generan sobre el ambiente y las comunidades que se encuentran en su área de influencia, utilizando información ambiental dirigida a fortalecer la toma de decisiones o mediante la implementación de soluciones tecnológicas y de ingeniería.

En este sentido y en el marco del enfoque propuesto, una de las buenas prácticas a adoptar, consiste en realizar el modelamiento de los paisajes a una escala subregional (1:25.000 a 1:10.000). Este modelamiento suministra información estratégica para apoyar la definición de los trazados y la construcción de obras de ingeniería con criterios de sostenibilidad ambiental y económica, a una escala de paisaje.

Adicionalmente, y a manera de buena práctica, se deben identificar áreas con presencia de especies de fauna silvestre endémicas, migratorias o en estado de amenaza o vulnerabilidad, teniendo en cuenta lo especialmente sensible que resulta este recurso a los impactos generados por los proyectos viales, tanto durante su construcción como durante su operación. Una forma fácil de identificar la presencia de especímenes de la fauna silvestre es el uso sistemático de cámaras trampa. A continuación se muestran algunas imágenes en las que se ha captado la presencia de fauna silvestre en áreas de influencia de proyectos viales:

Figura 4. Ejemplares de la fauna silvestre captados con cámaras trampa



Fuente: FCDS, 2020



Fuente: FCDS, 2020

Así mismo, se considera una buena práctica efectuar análisis de geomorfología de los cuerpos de agua sobre los que está prevista la construcción de puentes, box culverts y alcantarillas, con el propósito no sólo de optimizar el diseño de la obra, sino para evitar la afectación del flujo hídrico en diferentes épocas del año, y adecuar la estructura para permitir el paso de la fauna silvestre. En las siguientes imágenes se muestran algunos ejemplos de estructuras con adecuaciones que permiten el paso de la fauna silvestre en las áreas de ronda:

Figura 5. **Ejemplos de estructuras viales de cruces con cuerpos de agua con adecuaciones que permiten el paso de la fauna silvestre**

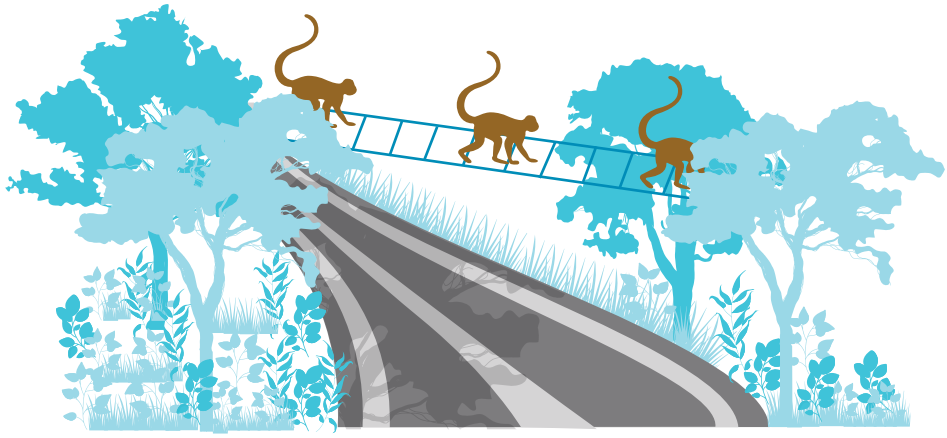


Fuente: FCDS, 2020

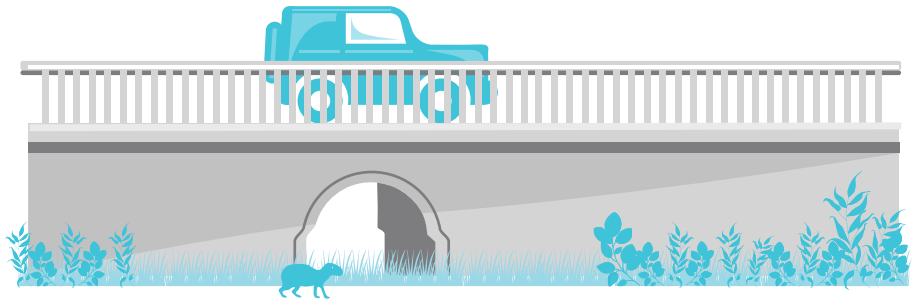
Estas mismas consideraciones se deben tener en cuenta para el diseño y construcción de sistemas de pasos de fauna silvestre aéreos, terrestres y acuáticos asociados a las carreteras y otra infraestructura de transporte, con el fin de mitigar el impacto generado por el atropellamiento de individuos. A continuación se presenta un esquema básico de estos tipos de pasos de fauna.

Figura 6. **Esquemas de tipos de pasos de fauna silvestre**

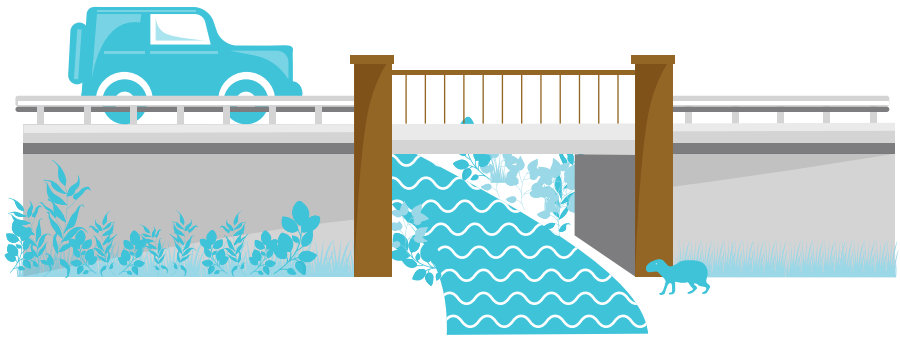
1. Paso aéreo



2. Paso seco terrestre



3. Paso acuático



Fuente:
FCDS, 2020

La estructura de los pasos de fauna se debe complementar en algunos casos con la inclusión de otras estructuras accesorias para garantizar su funcionalidad, tales como los enmallamientos concebidos para propiciar que la fauna emplee las estructuras de paso, como se observa en las imágenes a continuación:

Figura 7. **Ejemplos de enmallamiento utilizados como adecuaciones para pasos de fauna silvestre**



Fuente: FCDS, 2020



© Antonio Olmos / WWF-UK

1

Lineamientos para la planeación estratégica sectorial

1.1 Elaborar evaluaciones ambientales estratégicas como parte del proceso de estructuración y expedición de políticas, planes y programas sectoriales

La Evaluación Ambiental Estratégica (EAE) es un instrumento de apoyo para la incorporación de la dimensión ambiental a la toma de decisiones estratégicas, en las políticas, planes o programas, contribuyendo al fortalecimiento de estos instrumentos de planificación (Cepal y Minambiente, 2009).

En razón a que las políticas y los instrumentos de planeación estratégica inciden sobre un conjunto amplio de decisiones subsecuentes que se generan a partir de sus directrices u orientaciones, resulta oportuno que, de forma previa o durante la estructuración de los mismos, se elaboren EAE o evaluaciones ambientales estratégicas regionales (EAER), y se incorporen de manera efectiva sus recomendaciones en las políticas, planes o programas sectoriales, con el fin de que sus orientaciones sean más sostenibles ambientalmente.

Con el análisis de largo plazo propio de las EAE se facilita la identificación, en una instancia temprana de la planificación, de aquellas alternativas de desarrollo de infraestructura de transporte que son ambientalmente sostenibles. En territorios, cuyo uso ha sido determinado para la conservación de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos que ésta presta (v. g. áreas protegidas, áreas de reserva forestal), el desarrollo de infraestructura de transporte, especialmente infraestructura carretera, por su gran poder transformador, genera impactos indeseables que resulta pertinente prevenir mediante mensajes claros expresamente manifiestos en las políticas e instrumentos de planificación. Propuestas que incorporen intermodalidad e infraestructura verde pueden constituir las alternativas que viabilicen, desde el punto de vista ambiental, soluciones de comunicación y transporte para territorios en los que tienen presencia este tipo de figuras de conservación o de manejo especial.

De los ejercicios de EAE de políticas, planes y programas de infraestructura de transporte, también pueden surgir orientaciones generales respecto del tipo de proyectos que posteriormente han de estructurarse, resaltando el nivel de recursos económicos que es necesario poner a disposición para financiar los estudios, incluyendo los ambientales, y la ejecución de proyectos de infraestructura verde que eviten, mitiguen y corrijan la mayor parte de los impactos ambientales significativos, e incorporen consideraciones relacionadas con la mitigación al cambio climático y la gestión del riesgo, además de arrojar beneficios ambientales netos positivos.



La Evaluación Ambiental Estratégica (EAE) es un instrumento de apoyo para la incorporación de la dimensión ambiental a la toma de decisiones estratégicas, en las políticas, planes o programas.



1.2 Contribuir al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) 15 y 13

- El ODS 15 propende por gestionar sosteniblemente los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y detener la pérdida de biodiversidad.
- A su vez el ODS 13 tiene como objetivo el fortalecimiento de la resiliencia y la capacidad de adaptación a los riesgos relacionados con el clima y los desastres naturales en todos los países.

Las políticas y los instrumentos de planeación estratégica del sector transporte generan expectativas que propician la transformación de un territorio de manera definitiva. Cuando esta presión se ejerce sobre áreas naturales, la transformación amenaza el cumplimiento integral del objetivo y de las metas que se ha propuesto alcanzar.

Resulta imprescindible que durante la formulación de las políticas e instrumentos de planeación sectorial, se analicen las implicaciones que sus orientaciones tienen sobre la conservación de los ecosistemas terrestres y se garantice la formulación de directrices que contribuyan al cumplimiento de los citados ODS.

Resulta imprescindible que durante la formulación de las políticas e instrumentos de planeación sectorial, se analicen las implicaciones que sus orientaciones tienen sobre la conservación de los ecosistemas terrestres y se garantice la formulación de directrices que contribuyan al cumplimiento de los citados ODS.

1.3 Acoger las determinantes del ordenamiento territorial en el proceso de estructuración y expedición de políticas, planes y programas sectoriales

En la Ley 388 de 1997 se establece la figura de determinantes de los planes de ordenamiento territorial, que constituyen normas de superior jerarquía que deben orientar la formulación de los planes de ordenamiento territorial, con el objeto de integrar las variables de la dimensión ambiental en la planeación del uso del territorio y en la ordenación de los procesos de ocupación. El primer conjunto de determinantes es el relacionado con la conservación y protección del ambiente, los recursos naturales y la prevención de amenazas y riesgos naturales, también llamado determinantes ambientales.

La formulación de políticas, planes y programas sectoriales de transporte debe incorporar las determinantes ambientales, con el fin, no solo de armonizar los objetivos del desarrollo de la infraestructura de transporte con el ordenamiento ambiental territorial, sino de lograr un efecto sinérgico entre la planeación para el desarrollo y la planeación para el ordenamiento territorial.

Las Áreas de Especial Interés Ambiental (AEIA) son un ejemplo de determinante ambiental a considerar. Estas son áreas que, por sus características ambientales, su importancia ecosistémica, la biodiversidad que albergan, los beneficios ecosistémicos que prestan y su localización, deben ser conservadas en su estructura y función, con el fin de asegurar la continuidad de los procesos ecológicos y evolutivos, asegurar la oferta de bienes y servicios ambientales para el bienestar humano y garantizar la permanencia del medio natural y sus componentes.

La Frontera Agrícola Nacional, establecida por Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (Minagricultura), es otra figura asociada al ordenamiento territorial, en este caso al ordenamiento productivo y social de la propiedad rural, que promueve el uso eficiente del suelo rural agropecuario y el fortalecimiento de la productividad y competitividad de las actividades del sector. De acuerdo con la definición establecida en la Resolución 261 de 2018 de Minagricultura, es el límite del suelo rural que separa las áreas donde se desarrollan las actividades agropecuarias, las áreas 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.

En consideración a lo anterior es que las políticas, planes y programas sectoriales encaminadas a dar soporte a la actividad agropecuaria, deben dirigirse al interior de la frontera agrícola, evitando la afectación de ecosistemas en áreas naturales.

1.4 Incorporar la sostenibilidad ambiental en los objetivos de las políticas, planes y programas sectoriales

Las políticas, planes y programas sectoriales de transporte, deben contribuir al cumplimiento de las políticas ambientales nacionales para garantizar la sostenibilidad ambiental. Para ello se debe incorporar en instancias tempranas de la planeación sectorial de transporte y de otros sectores que inciden en la planeación de transporte, como minería, hidrocarburos y agropecuario, la promoción de iniciativas compatibles con las políticas y estrategias ambientales, así como con sus lineamientos territoriales, dentro de las cuales se señalan:

- La Política de Gestión Integral de la Biodiversidad y los Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE).
- La Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico.
- La Política para la Gestión Sostenible del Suelo.
- La Estrategia Integral de Control de la Deforestación y Gestión de los Bosques (EICDGB).
- La Política Nacional de Producción y Consumo Sostenible.
- La Política Nacional de Cambio Climático.

1.5 Considerar e incorporar modos de transporte alternativos al carretero, en el proceso de formulación de políticas, planes y programas sectoriales

Por las dinámicas de uso, manejo y ocupación del suelo que, en el entorno latinoamericano, genera o potencia la construcción de carreteras, a éstas se les reconoce la capacidad de generar impactos ambientales significativos.

En razón a que algunos de estos impactos resultan negativos, en especial por dinamizar procesos que entran en conflicto con el ordenamiento territorial, o amenazan el cumplimiento de objetivos de política ambiental, o van en detrimento de las metas o compromisos que el país ha establecido con el fin de alcanzar el desarrollo sostenible, es conveniente que durante la formulación de políticas sectoriales o en la estructuración de instrumentos de planificación, se consideren soluciones de infraestructura y transporte complementarias o alternativas a las carreteras, originadas en los modos aéreo, ferroviario, marítimo y fluvial o terrestre, diferente al carretero, y de esta forma, cumplir los objetivos de conectividad de transporte que se persiguen, sin comprometer el patrimonio ambiental con el que cuenta un determinado territorio.

1.6 Definir como política la incorporación de análisis de prefactibilidad y factibilidad para la estructuración de proyectos de construcción y mejoramiento de vías de segundo y tercer orden

El sector transporte ha determinado que, con el fin de evaluar progresivamente la viabilidad económica de un proyecto de construcción o mejoramiento de vías primarias, se deben realizar análisis de prefactibilidad y factibilidad de forma previa a la obtención de los diseños[3]. Esta buena práctica constituye una oportunidad para que, de manera temprana en la estructuración de un proyecto carretero, se evalúe la viabilidad económica de una opción que opte por una alternativa de bajo impacto ambiental y que a su vez, incluya los costos correspondientes a la elaboración de, entre otros, los estudios ambientales, y los relativos a la ejecución de los planes de manejo ambiental.

Al igual que para el caso de vías primarias, la construcción y mejoramiento de vías secundarias y terciarias, requiere un proceso similar de evaluación de viabilidad económica de alternativas que incorporen adecuadamente los componentes técnico, social y ambiental. No haberlo hecho de esta forma, es la posible causa de que en el país "existe (...) un sinnúmero de vías terciarias construidas con trazados, diseños y tecnologías inadecuados que generan grandes impactos ambientales negativos, que resulta imprescindible cuantificar y cualificar y que se deben tomar acciones para evitar que se sigan generando", tal como lo señala el CONPES 3857 de 2016.

3. INVÍAS – Instituto Nacional de Vías, 2008. Manual de Diseño Geométrico.

2

Lineamientos para la planeación de proyectos a nivel de prefactibilidad



© Becca Skinner / WWF–US

2.1 Formular soluciones a las necesidades de conectividad de transporte que consideren e incorporen modos de transporte alternativos al carretero

Es competencia del Ministerio de Transporte, el Instituto Nacional de Vías (INVÍAS), la Agencia Nacional de Infraestructura (ANI), las gobernaciones, las alcaldías y los distritos especiales (Ley 105 de 1993), de acuerdo con sus respectivos ámbitos de acción, estructurar y ejecutar soluciones de transporte y movilidad sostenible que atiendan las necesidades de conectividad de transporte del país, las regiones y las comunidades locales.

En ejercicio de esta responsabilidad, el sector transporte y los entes territoriales comúnmente han respondido formulando soluciones propias del modo carretero, sin aprovechar, en la dimensión adecuada, la potencialidad que tienen opciones de los modos aéreo, ferroviario, marítimo y fluvial, o terrestre diferente al carretero; desconociendo, además que la construcción y la operación de carreteras ocasionan impactos ambientales directos, indirectos, sinérgicos y acumulativos, que son, comparativamente, de mayor diversidad, intensidad y magnitud, que los generados por los otros modos mencionados.

Resulta entonces esencial que los propósitos de conexión y movilidad en el territorio, se alcancen, no solo al minimizar las afectaciones a la biodiversidad y los servicios ecosistémicos que presta, sino contribuyendo a su conservación, y a la mitigación del cambio climático y a la adecuada adaptación de los territorios.

Operativamente, este lineamiento se traduce en la concepción de soluciones integrales de transporte a largo plazo, soportadas en modos alternativos al carretero, o intermodales, que:

1. Apliquen de manera estricta la jerarquía de la mitigación de impactos (evitar, prevenir, mitigar y corregir) durante su estructuración inicial.
2. Incorporen criterios ambientales y realicen análisis de conglomerados viales durante el proceso de diagnóstico e identificación de necesidades presentes y futuras de comunicación, transporte y movilidad.
3. Identifiquen elementos y condiciones preexistentes que favorezcan el transporte por modos alternativos al carretero (v. g. muelles marítimos o fluviales, áreas marítimas, ríos con tramos navegables, aeródromos, barreras geográficas, tales como cañones, zonas inundables, áreas de inestabilidad geológica, áreas con potencial ferroviario).
4. Identifiquen y valoren las restricciones que impone el territorio y la normativa, políticas, metas y compromisos sectoriales, ambientales y de otro orden.
5. Identifiquen la información que se debe obtener, procesar y analizar para apoyar la estructuración de tales soluciones integrales de transporte.
6. Consulten a los diferentes actores beneficiados o perjudicados con las soluciones previstas, con el fin de identificar preferencias y disposiciones a pagar.
7. Cuantifiquen de forma preliminar los costos de tales soluciones alternativas, tanto asociados a la construcción como a su operación y mantenimiento.
8. Incorporen análisis de costo–beneficio, de tal forma que las soluciones propuestas sean costo efectivas en un escenario que ha incorporado integralmente los costos ambientales.

A continuación, se relacionan algunas opciones alternativas de transporte clasificadas por modo:

Modo aéreo

- Avión
- Hidroavión
- Dirigible

Modo acuático

- Navegación fluvial
- Navegación marítima

Modo terrestre

- Cable aéreo
- Aerodeslizador

Modo Ferroviario

- Tren eléctrico
- Tren diésel
- Monorriel

2.2 Identificar y seleccionar alternativas de ejecución de proyectos de construcción o intervención de infraestructura carretera que no afecten Áreas de Especial Interés Ambiental (AEIA), o minimicen la afectación sobre ellas

Bajo la denominación Áreas de Especial Interés Ambiental (AEIA) se agrupan diferentes figuras de ordenamiento ambiental, entre ellas las del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP), las correspondientes a Estrategias Complementarias de Conservación y Desarrollo Sostenible y las referidas a Ecosistemas Estratégicos, 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, uno de los principales objetivos del Convenio de Diversidad Biológica.

Como se mencionó en el lineamiento anterior, la construcción y la operación de carreteras ocasionan impactos ambientales directos, indirectos, sinérgicos y acumulativos de gran magnitud. Estos impactos ambientales tienen la capacidad de transformar de manera profunda el territorio en el cual se insertan, razón por lo cual resulta primordial que, en las instancias tempranas de planeación de proyectos constructivos, se identifiquen y prioricen alternativas de ubicación, trazado, ingeniería, tecnología y diseño, que viabilicen su ejecución sin afectar AEIA.

Algunas de las AEIA, como los Parques Nacionales Naturales (PNN) y los Parques Naturales Regionales (PNR), por la naturaleza de su creación y los objetivos de conservación que tienen, conllevan altas restricciones para el desarrollo de infraestructura a su interior y en sus zonas amortiguadoras, que inviabilizan la construcción de infraestructura vial primaria, secundaria o terciaria en su jurisdicción. Para el caso de las AEIA que no imponen restricciones absolutas al desarrollo de este tipo de proyectos, se debe buscar que las alternativas seleccionadas no comprometan su integridad, ni afecten los objetivos de conservación que persiguen o las funciones que desempeñan, ni propicien su ocupación o uso ilegal que a la postre signifiquen su transformación.

2.3 Identificar y seleccionar alternativas de ejecución de proyectos de construcción o intervención de infraestructura carretera que no afecten corredores de conectividad ecológica a escala regional, subregional y local, o minimicen la afectación sobre ellos

Los corredores de conectividad ecológica son franjas 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.

La construcción y operación de carreteras genera barreras físicas y estimula procesos de transformación del uso, manejo y ocupación del suelo que fragmentan las áreas naturales, afectan la conectividad ecológica y producen el aislamiento de poblaciones de especies de la biodiversidad tanto a escala de paisaje como ecosistémica, en virtud de lo cual, en instancias tempranas de la planeación de proyectos de construcción de carreteras, se debe reconocer la presencia de corredores de conectividad ecológica, con el fin de identificar y priorizar alternativas de ubicación, trazado, ingeniería, tecnología y diseño, que no se superpongan o afecten dichos corredores.

La identificación de corredores de conectividad se debe realizar a diferentes niveles: regional, subregional y local, para lo cual se recomienda emplear información a las siguientes escalas:

- **Regional: 1:100.000**
- **Subregional: 1:25.000**
- **Local: 1:5.000 o la escala más detallada posible de trabajo en campo.**

La información de corredores regionales y subregionales se emplea para caracterizar la dinámica de conectividad a nivel de paisaje, coberturas y ecosistemas, en tanto que la información de corredores locales se emplea para caracterizar las condiciones de movilidad que tiene una especie o un grupo de especies que resultan de interés en una determinada zona. **La identificación de corredores a esta escala debe tener en cuenta, entre otros, los siguientes aspectos:**

- Identificación de barreras naturales y artificiales.
- Tipos de coberturas.
- Identificación de redes de drenaje, cuerpos de agua y áreas inundables.
- Inventario de especies de fauna silvestre presentes y clasificación de las mismas según: extintas, en peligro crítico de extinción, amenaza o vulnerabilidad, endémicas, migratorias, sombrilla, dispersoras de semillas y claves para el equilibrio ecosistémico.
- Identificación de poblaciones de especies con altos requerimientos de movilidad.
- Hábitos y requerimientos de movilidad de poblaciones de especies de fauna silvestre.

2.4 Identificar y seleccionar alternativas de ejecución de proyectos de construcción o intervención de infraestructura carretera que no afecten áreas de distribución de fauna endémica, migratoria y/o en condición de amenaza o vulnerabilidad, o minimicen la afectación sobre ellas

La construcción y operación de carreteras afecta de manera significativa el componente faunístico de la biodiversidad, por cuanto ocasiona de manera directa e indirecta pérdida de hábitat, aislamiento, disminución y pérdida de poblaciones, reducción de la oferta alimenticia, disminución de la variabilidad genética y mortalidad de individuos, entre otros impactos negativos, razón por la que, en instancias tempranas de la planeación de proyectos de construcción de carreteras, se debe reconocer la presencia de especies de fauna endémica, migratoria y/o en condición de amenaza o vulnerabilidad, con el fin de identificar y priorizar alternativas de ubicación, trazado, ingeniería, tecnología y diseño, que no se superpongan con dichas áreas.

Las condiciones de endemismo, migración, amenaza o vulnerabilidad de las especies de fauna silvestre, están íntimamente relacionadas con la importancia que para la biodiversidad tienen estas especies, el grado de sensibilidad que las caracteriza y el nivel de riesgo de extinción al que están expuestas, situaciones que a su vez son valiosas para la estructuración e implementación de políticas públicas y la ejecución de acciones destinadas a su conservación (v. g. identificación de especiales valores de conservación, realización de inventarios de biodiversidad, adopción de figuras y medidas de protección, y definición y aplicación de buenas prácticas para evitar la afectación de las áreas en las cuales se distribuyen este tipo de especies).

Para facilitar la identificación de las áreas de distribución natural de las especies de fauna silvestre, la organización no gubernamental Conservación Internacional Colombia, con el apoyo del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, la Embajada del Reino de los Países Bajos, la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR), la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) y el Ministerio de Minas, desarrolló un sistema de alertas tempranas denominado Tremarctos–Colombia, que permite conocer las zonas del territorio nacional en las que se ha identificado la presencia de especies de fauna endémica, migratoria y/o en condición de amenaza o vulnerabilidad.

El documento de *Criterios técnicos ambientales para la priorización de vías de tercer orden* elaborado en 2018 por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, describe el procedimiento que se debe emprender para verificar si el área de influencia de un proyecto carretero se superpone con áreas de distribución de fauna endémica, migratoria y/o en condición de amenaza o vulnerabilidad.

2.5 Verificar el cumplimiento de requisitos de gobernabilidad que legitimen el proceso de formulación de proyectos de construcción o intervención de infraestructura carretera

La gobernabilidad es la expresión de la capacidad del Estado para lograr el cumplimiento de sus propósitos de manera eficaz y eficiente, como producto de la acción interinstitucional y la participación de las comunidades en los niveles de decisión de las políticas, planes, programas y proyectos gubernamentales que conciernen, y se aplican y ejecutan en su territorio.

Satisfacer el cumplimiento de los requisitos legales, las determinantes ambientales del ordenamiento territorial, la asignación y ejecución racional, ajustada y transparente de los recursos destinados a la elaboración de estudios de prefactibilidad y las garantías de participación integral y efectiva comunitaria, permite configurar un escenario de gobernabilidad durante el proceso de planeación de proyectos de infraestructura de transporte.

En el proceso de formulación de un proyecto en etapa de prefactibilidad es necesario establecer y verificar que se cuenta con un marco de gobernanza confirmando la viabilidad jurídica de la totalidad de las actividades que comprende, la legalidad de la procedencia de los recursos públicos o privados dispuestos para su ejecución, y la legitimidad de los propósitos y de los actores involucrados en su formulación.



La gobernabilidad es la expresión de la capacidad del Estado para lograr el cumplimiento de sus propósitos de manera eficaz y eficiente, como producto de la acción interinstitucional y la participación de las comunidades.

El marco de gobernabilidad debe ser eficaz en viabilizar únicamente aquellas iniciativas de transporte que respondan a intereses legítimos del Estado provenientes de las diferentes instancias gubernamentales, en especial de aquellas encargadas de la misión de construir y administrar la infraestructura de transporte, e identificar los beneficios sociales que de allí se derivan y cuáles son las comunidades que se benefician o se afectan por dicha infraestructura.

Al igual que las iniciativas formuladas por las entidades del sector transporte y por las entidades territoriales, los proyectos formulados por las comunidades deben cumplir, en su totalidad, los requisitos de gobernabilidad. Para ello se recomienda el acompañamiento técnico del INVÍAS, de las diferentes dependencias de las gobernaciones y alcaldías, y de las autoridades ambientales competentes.

De acuerdo con lo expuesto, la planeación en etapa de prefactibilidad de un proyecto de infraestructura de transporte debe realizar las siguientes acciones:

- Identificación de las entidades y/o comunidades promotoras, y verificación de su legitimidad para promover tal iniciativa.



© David Estrada Larraneta / WWF

- Identificación de las entidades ejecutoras de estudios y diseños de prefactibilidad, y verificación de su legitimidad para desarrollar tales estudios.
- Justificación del objeto, necesidad y pertinencia de la iniciativa, así como de la legitimidad de los propósitos de la misma.
- Determinación de la legitimidad y legalidad de las fuentes de financiación.
- Verificación del cumplimiento de normas y requerimientos legales, con el fin de determinar la viabilidad jurídica.
- Verificación del cumplimiento de las determinantes ambientales del ordenamiento territorial.
- Verificación de que el proyecto se integra funcional y estructuralmente a la red de transporte de manera intermodal y ambientalmente sostenible.
- Verificación de que la asignación y la ejecución de los recursos destinados a la elaboración de estudios y diseños de prefactibilidad sea racional, ajustada y transparente.
- Verificación de que la participación comunitaria en el proceso de planeación sea integral y efectiva.

Se resalta el papel de la gobernabilidad en relación con la capacidad del Estado en su conjunto para garantizar el cumplimiento de las determinantes ambientales del ordenamiento territorial en la planeación de la infraestructura de transporte; por ejemplo, en la Amazonía brasileña se ha encontrado que el 95% de la deforestación se da dentro de un área de 5,5 kilómetros de las carreteras o de 1 km desde los ríos (Barber, Cochrane, Souza Jr. y Laurance, 2014), situación que no se presentaría con un adecuado rol de control territorial del Estado.

2.6 Cuantificar detalladamente los costos aproximados de planeación y ejecución de proyectos de construcción o intervención de infraestructura carretera para todas sus etapas y asegurar la disponibilidad de los respectivos recursos

En la etapa de planeación, a nivel de prefactibilidad, para los proyectos de construcción o intervención de carreteras, se realiza una evaluación económica preliminar comparando a lo largo de un período de análisis económico, la suma del costo inicial de construcción o mejoramiento, el costo de mantenimiento rutinario y el costo del mantenimiento periódico, con los beneficios económicos que se obtendrían con los cambios generados en la operación vehicular.

La estimación de los costos de construcción y mantenimiento se realiza con base en información obtenida de la ejecución de proyectos similares, que comúnmente no han incorporado en toda su dimensión y de forma integral, los costos que implica la realización de los estudios ambientales necesarios para concluir la viabilidad ambiental del proyecto, y para formular y ejecutar las medidas de manejo ambiental y social encaminadas a evitar, prevenir, mitigar y corregir impactos negativos. Este costeo subestimado resulta inadecuado y propicia el avance de proyectos a etapas de planeación posteriores que deberían declararse inviables en estas instancias tempranas de planeación.



La ejecución de proyectos de infraestructura verde vial requiere que a nivel de prefactibilidad se realice una cuantificación detallada de los costos de ejecutar el proyecto.

La ejecución de proyectos de infraestructura verde vial requiere que a nivel de prefactibilidad se realice una cuantificación detallada de los costos de ejecutar el proyecto, con el fin de evitar que se inicie la ejecución de aquellos que no tienen garantizado su cierre financiero incluyendo la totalidad de los costos ambientales y el alcance de propiciar un balance ambiental neto positivo, como está previsto desde la conceptualización del término.

La concomitante asignación oportuna de los recursos financieros estimados adecuadamente, no sólo materializa la total ejecución del proyecto, sino que permite minimizar los tiempos de obra, evitar costos de rehabilitación, reducir los costos que implica el mantenimiento, mitigar riesgos de emergencias y sus costos asociados, y evitar la omisión de las medidas de manejo ambiental encaminadas a evitar, prevenir, mitigar y corregir impactos directos, indirectos, sinérgicos y acumulativos.

3

Lineamientos para la planeación de proyectos a nivel de factibilidad y diseños definitivos



© Mario Orlando López Castro / Asesor DAASU Minambiente

3.1 Elaborar estudios ambientales para proyectos de construcción de infraestructura de transporte que no requieren licencia ambiental

El estudio de impacto ambiental (EIA) es el instrumento básico para la toma de decisiones sobre los proyectos, obras o actividades que requieren licencia ambiental, es decir, aquellos con la capacidad de generar impactos ambientales significativos y modificaciones notorias al paisaje. La información recabada en el marco de la elaboración de un EIA es útil, para entre otras cosas:

- Describir y conocer las condiciones ambientales y las características de los proyectos.
- Identificar y valorar los impactos ambientales y el uso de servicios ecosistémicos.
- Establecer zonas homogéneas.
- Definir planes y programas de manejo ambiental que eviten, mitiguen y corrijan los impactos (aplicando de manera estricta la jerarquía de mitigación) que potencialmente podrían ser generados por dichos proyectos, razón por lo cual se constituye en un instrumento de gran valor en camino a asegurar que los proyectos que finalmente se ejecuten, tengan un balance neto ambiental por lo menos igual a cero.



El estudio de impacto ambiental (EIA) es el instrumento básico para la toma de decisiones sobre los proyectos, obras o actividades que requieren licencia ambiental.

De acuerdo con lo previsto en la normativa ambiental, la ejecución de algunos proyectos de construcción de infraestructura de transporte no requiere licencia ambiental (Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015, en su artículo 2.2.2.3.2.1 y subsiguientes). No obstante, si éstos han de corresponder a proyectos que sean calificados como de infraestructura verde vial, la elaboración de un estudio ambiental acorde con su magnitud y complejidad, que establezca las condiciones del medio en donde se ejecutará el proyecto, identifique los impactos ambientales que potencialmente se puedan generar y establezca medidas para evitar, prevenir, mitigar y corregir su ocurrencia, contribuye a que dicho proyecto, a la par de generar los beneficios económicos y sociales esperados por la sociedad, no afecte la conservación de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos que presta, mantenga las condiciones de salud de los ecosistemas y de las especies de fauna y flora silvestre que albergan, no afecte la disponibilidad de recursos naturales renovables, e inclusive aporte al resarcimiento de daños ambientales preexistentes.

La construcción y operación de cables aéreos destinados al transporte de pasajeros y carga, la construcción y operación de aeródromos diferentes a aeropuertos y la construcción de muelles fluviales, son ejemplos de proyectos de infraestructura de transporte a los cuales aplica la realización de estudios ambientales, aun cuando no necesariamente lo requieran desde el punto de vista de la normatividad (Decreto 1076 de 2015).

3.2 Elaborar estudios y diseños para la ejecución de proyectos de construcción o mejoramiento de infraestructura carretera que no afecten o minimicen la afectación de Áreas de Especial Interés Ambiental (AEIA)

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. La ocupación, uso y manejo del suelo están definidos en el ordenamiento territorial, en el cual, las determinantes ambientales constituyen normas de superior jerarquía que velan por la conservación y protección del ambiente y los recursos naturales, y la prevención de amenazas y riesgos naturales (numeral 1 del artículo 10 de la Ley 388 de 1997).

Teniendo en cuenta que la infraestructura de transporte, especialmente la perteneciente al modo carretero, tiene un alto potencial de transformar el territorio en el que se inserta, es preciso identificar, durante la planeación a nivel de factibilidad y diseños definitivos de este tipo de proyectos, la presencia de AEIA, su naturaleza, características y restricciones de uso que impone, con el fin de adoptar diseños de proyectos que contemplen:

- Trazados que eviten o minimicen la superposición con AEIA.
- Estructuras que favorezcan la conectividad ecológica.

Así mismo, incluir soluciones tecnológicas que eviten o minimicen impactos negativos y que tengan potencial de generar impactos ambientales positivos. Algunos ejemplos de tales soluciones tecnológicas son:

- Viaductos.
- Túneles.
- Puentes.
- Pasos de fauna.
- Obras de drenaje dimensionadas a la medida de las necesidades que impone la variabilidad multianual de los flujos de agua.
- Obras de drenaje acondicionadas para facilitar el tránsito de fauna acuática y terrestre.
- Enriquecimiento de la cobertura vegetal de áreas intervenidas y rondas hídricas, con el fin de facilitar la conectividad ecológica.

Los impactos ambientales indirectos de la construcción y operación de vías en áreas predominantemente naturales, deben ser tenidos en cuenta tanto en la estructuración de proyectos como en las decisiones relacionadas con los procesos de planeación del ordenamiento del territorio, como una de las estrategias de conservación más efectivas en términos de relación costo–efecto (Alagmir et al., 2017).

3.3 Elaborar estudios y diseños para la ejecución de proyectos de construcción o mejoramiento de infraestructura carretera que no afecten corredores de conectividad ecológica a escala regional, subregional y local, o minimicen la afectación sobre ellos

Por definición, en los corredores de conectividad ecológica persiste el movimiento y la dispersión de las especies de flora y fauna silvestres, el intercambio genético y otros flujos ecológicos, hecho en el que radica su importancia. Tales condiciones son amenazadas e inclusive vulneradas, parcial o totalmente, por procesos de uso, transformación y ocupación del territorio.

En razón a lo anterior, es necesario que, en la etapa de planeación de proyectos de construcción o mejoramiento de infraestructura carretera, en la etapa de factibilidad y diseños definitivos, se identifiquen los corredores de conectividad ecológica de diferentes escalas (regional, subregional y local), que se superpongan con el área de influencia de dichos proyectos, con el fin de evitar o minimizar afectaciones en dichas áreas, y en dirección contraria, concebir y materializar diseños (soluciones tecnológicas y de ingeniería), que favorezcan la conservación y consolidación de la funcionalidad de dichos corredores.

Ahora bien, con el propósito de garantizar que los diseños sean acordes con las necesidades de funcionalidad de los corredores de conectividad, resulta preciso obtener y analizar información básica que oriente tales diseños, alguna de la cual se cita a continuación:

- Existencia y distribución de coberturas naturales.
- Existencia y distribución de ecosistemas.
- Presencia de especies de fauna extintas, en peligro crítico de extinción, amenazadas o en vulnerabilidad, endémicas, migratorias, sombrilla, dispersoras de semillas y aquellas que sean calificadas como claves para el equilibrio ecosistémico.
- Identificación de hábitos y requerimientos de movilidad de las poblaciones de especies de fauna silvestre presentes.
- Identificación de barreras naturales y artificiales para la movilidad de la fauna silvestre.
- Identificación de redes de drenaje, cuerpos de agua y áreas inundables.

Asimismo, en la medida de las necesidades, un proyecto de infraestructura verde vial debe realizar acciones que propicien el mejoramiento de la conectividad ecológica en su área de influencia, identificando áreas o polígonos en los que dicha conectividad se ha afectado y, en consecuencia, prevea desde esta etapa de factibilidad y diseños definitivos, medidas tales como reforestación, enriquecimiento de coberturas naturales y la subscripción de acuerdos con propietarios para realizar este tipo de acciones.

En la medida de las necesidades, un proyecto de infraestructura verde vial debe realizar acciones que propicien el mejoramiento de la conectividad ecológica en su área de influencia.

3.4 Elaborar estudios y diseños para la ejecución de proyectos de construcción o intervención de infraestructura carretera que no afecten o minimicen la afectación de cuerpos de agua y sus rondas

Los cuerpos de agua y el recurso hídrico asociado, constituyen el soporte de procesos biológicos que determinan la existencia y las características de los ecosistemas acuáticos, razón por la cual la normativa ambiental ha establecido medidas para su protección y manejo. Los cuerpos de agua y sus rondas, son altamente sensibles a actividades antrópicas que ocasionan ocupación, alteración en su morfología, cambio de uso, contaminación y sobreexplotación del recurso hídrico.

La construcción y el mejoramiento de carreteras tienen la potencialidad de generar este tipo de impactos, hecho que determina la necesidad de que proyectos denominados de infraestructura verde sean especialmente rigurosos en la realización de estudios y en la concepción de diseños que incorporen el análisis de la existencia, distribución, características y dinámica de los cuerpos de agua ubicados en el área de influencia de tales proyectos, con el fin de concebir diseños acordes a tales condiciones, que no vulneren la disponibilidad y calidad del recurso hídrico, o afecten negativamente la estructura y funcionalidad de los ecosistemas acuáticos e incorporen consideraciones relacionadas con la mitigación al cambio climático y la gestión del riesgo.

El proceso que conlleve el diseño de las obras de drenaje, tanto transversales como longitudinales, debe considerar el análisis de información climatológica, pluviométrica, hidrométrica y de caudales, que comprenda periodos de retorno de 200 años para obras mayores y de 25 años para obras menores, e información temporal basada en series de tiempo, incluyendo los escenarios de cambio climático y de variabilidad climática, determinados por las entidades competentes. Un diseño adecuado de este tipo de obras minimiza la posibilidad de que el proyecto carretero genere impactos negativos al entorno y reduce los niveles de riesgo y la vulnerabilidad de la infraestructura vial ante la ocurrencia de eventos, tanto propios de la variabilidad climática como extremos.



© Ministerio de Transporte

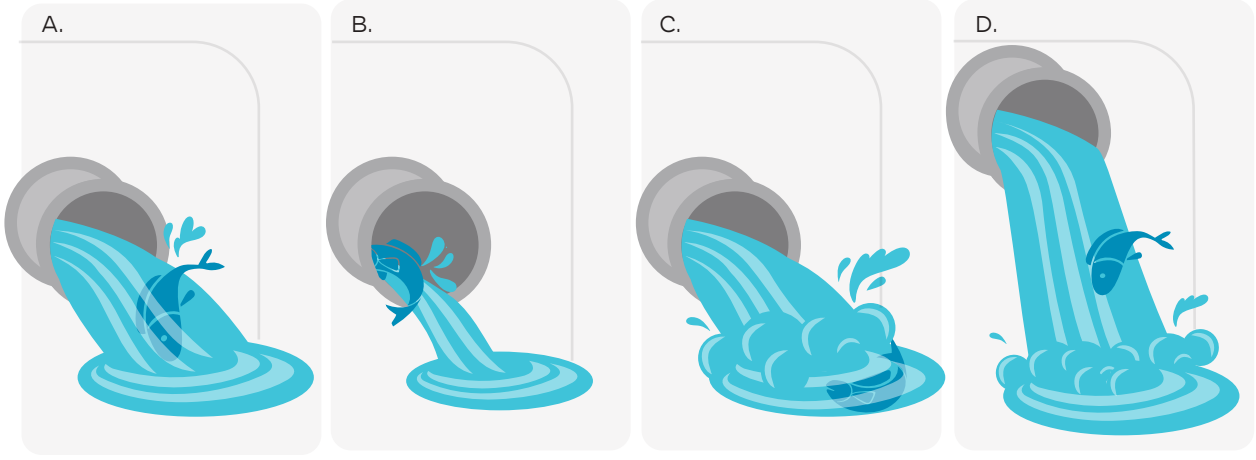
En la realización de los estudios, se debe utilizar información espacial disponible en instituciones públicas, centros de investigación, organizaciones privadas, universidades y la red de redes, como por ejemplo, la disponible en el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) o en el Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS, por sus siglas en inglés), que cuenta con un modelo de elevación digital del terreno con una resolución de 30 metros para todo el mundo.

Es necesario que los diseños de las obras de drenaje transversal incorporen consideraciones de trazado y estructura que preserven la morfología natural de las rondas y los cauces, la capacidad hidráulica y la dinámica del flujo de las aguas. Es importante resaltar, que la cobertura vegetal hace parte integral de la ronda hídrica y por ende los diseños de las obras de drenaje deben procurar no afectarlas.

Los diseños de las obras de drenaje, igualmente deben tener en consideración no atentar contra la funcionalidad que cumple, tanto un cuerpo de agua como su ronda, de constituirse en hábitat y medio de tránsito de la fauna acuática y terrestre.

Obras de drenaje inadecuadamente concebidas, diseñadas y/o construidas se constituyen en barreras para la movilidad de la fauna acuática y terrestre (Figura 8).

Figura 8. Ejemplo de deficiencias en el diseño de obras de drenaje trasversal, que constituyen barreras para el desplazamiento de la fauna acuática



En la figura se ilustran cuatro (4) situaciones en las que alrededor de una alcantarilla se produce una barrera para el paso de la fauna acuática:

A. Incremento de la velocidad de flujo del agua, debido a la disminución de la sección del cauce, concentrando el caudal.

B. Disminución del caudal generando un paso de profundidad menor a la necesaria.

C. Ausencia de tanque de remanso, causando una zona de turbulencia que dificulta el paso.

D. Desnivel en el cauce, ya sea por diseño o por procesos de socavación.

Fuente: Adaptado de Keller y Sherar (2004).



© Ministerio de Transporte

Algunas recomendaciones, generales y particulares, para evitar o minimizar la afectación de cuerpos de agua y sus rondas, se enuncian a continuación:

- Definir trazados y elaborar diseños de carreteras que eviten o minimicen la intervención de áreas inundables, ciénagas, humedales y manglares (evitar trazados que se superpongan con rondas hídricas o áreas con pendientes superiores al 30 % y drenaje subsuperficial).
- Abstenerse de incluir diseños que contemplen la construcción de terraplenes o bateas en áreas húmedas o de inundación y la canalización con concreto de la ribera de los cauces.
- Seleccionar el tipo de obra para drenajes transversales y longitudinales de acuerdo con el régimen climático, los caudales, el cauce y la ronda hídrica (viaductos, puentes, pontones y *box culvert*).
- Diseñar obras de drenaje transversal que no impliquen la invasión de los lechos y las rondas (ya sea por su estructura o cimentación).
- Incluir en los análisis de diseño, consideraciones de cambio climático como eventos climáticos extremos.
- En caso de que el proceso constructivo haya implicado la alteración de la morfología natural de lechos y cauces, restaurar las condiciones originales, en especial, los taludes de los lechos, las pendientes de las riberas, el sustrato del fondo y la cobertura vegetal.
- Privilegiar diseños de obras de drenaje que propicien el tránsito de fauna acuática y terrestre.
- Diseñar adecuaciones para obras de drenaje previamente construidas, con el fin de corregir o mejorar las condiciones de barrera a la movilidad de la fauna, que éstas hayan generado.

En los cauces naturales, la presencia de piedras, rocas, pequeños desniveles, troncos y otras estructuras sólidas, generan áreas de turbulencia y áreas de remanso que configuran pequeños hábitats diferenciados por las condiciones hidrodinámicas y las subsecuentes condiciones de dinámica de sedimentos y turbiedad. Tales condiciones diferenciales favorecen la permanencia o desplazamiento de unos u otros organismos acuáticos. Los remansos se constituyen en áreas para la ubicación, reproducción, desove, alimentación o descanso de algunas especies.

Por lo anterior, el diseño de obras hidráulicas para un proyecto de infraestructura verde vial debe propender por evitar alterar las condiciones naturales de los entornos en que se han de construir tales obras. En los casos en los que la construcción implique alteración al medio natural, el diseño debe contemplar el reacondicionamiento de las condiciones naturales.

3.5 Elaborar estudios y diseños de pasos de fauna para la construcción o mejoramiento de infraestructura carretera

La construcción y la operación de carreteras generan impactos significativos sobre las poblaciones y las comunidades faunísticas, entre los cuales se resaltan la disminución de hábitat, la alteración en la composición de comunidades y poblaciones, y la pérdida directa de individuos. El atropellamiento de individuos causado por el funcionamiento de las carreteras es una de las principales causas de pérdida de ejemplares de la fauna silvestre.

La ejecución de proyectos de infraestructura verde, y la identificación de las medidas de manejo que este tipo de proyectos debe implementar de acuerdo con la jerarquía de la mitigación, con el fin de evitar y mitigar los impactos negativos sobre la fauna silvestre de forma costo eficiente, precisa que, durante la etapa de estudios y diseños, se obtenga información primaria para la caracterización integral de la fauna silvestre existente en los ecosistemas presentes en su área de influencia, y se identifique su distribución espacial, sus hábitos de movilidad y la etología de la especie, entre otra información que permita que las decisiones de alineamiento, diseño y construcción del proyecto garanticen la continuidad de las necesidades de movilidad de las especies.

Para cumplir con este objetivo, los estudios de caracterización deben realizarse considerando los principales grupos faunísticos representados en el área de influencia, resaltando la presencia de especies endémicas, en peligro, amenaza o vulnerabilidad, migratorias, sensibles a la infraestructura de transporte y susceptibles al atropellamiento (v. g. perezosos, hormigueros, zarigüeyas y armadillos). Igualmente, resulta esencial determinar sus hábitos, comportamiento y necesidades de movilidad.

Este conjunto de información orienta las decisiones definitivas de trazado, diseños, obras o adecuaciones y medidas de manejo que se han de implementar para garantizar las ya mencionadas necesidades de movilidad de la fauna silvestre. A continuación, se enuncian ejemplos de los posibles tipos de soluciones:

- Optar por trazados que eviten o minimicen la afectación a la movilidad de la fauna silvestre (que no intervengan corredores de conectividad o zonas con vegetación natural, no conformar taludes de pendientes pronunciadas).
- Considerar soluciones tecnológicas y de ingeniería que beneficien la permeabilidad de la infraestructura carretera (v. g. viaductos, puentes, túneles, pasos de fauna).
- Considerar medidas de conservación y restablecimiento de coberturas vegetales, especialmente arbóreas, en orientación longitudinal y transversal al eje vial (v. g. estableciendo zonas de exclusión, conformando corredores longitudinales y puentes de dosel, implementando actividades de enriquecimiento generalizado de coberturas).
- Diseñar el sistema de pasos de fauna del proyecto vial, estableciendo los tipos de pasos a construir, las especies de fauna a las cuales están dirigidos, su número, ubicación y complementariedad, señalización, rutas de movilidad, infraestructura y medidas de manejo asociadas y complementarias para evitar el acceso de la fauna al corredor vial y al mismo tiempo para orientarla al uso de los pasos de fauna.
- Incluir diseños orientados a reducir la velocidad en sectores en los que la vía presenta algún grado de susceptibilidad al atropellamiento de fauna, involucrando señales, elementos reductores de velocidad, o modificaciones al diseño geométrico de la vía.

- Incluir consideraciones de diseño dirigidas al control de la contaminación sonora y/o lumínica asociada a la vía, tales como barreras vegetales, luminarias con sensores de movimiento, o barreras físicas para evitar la afectación de ecosistemas por la acción de la luz de los faros de los vehículos.

Debe tenerse en cuenta que estas soluciones de movilidad o de permeabilidad para la fauna no son excluyentes entre sí, por el contrario, deben implementarse de forma complementaria para garantizar su eficiencia.

Pasos de fauna

Son sistemas que buscan garantizar el paso seguro de la fauna silvestre de un lado al otro de una infraestructura de transporte, de modo tal que no se vea afectada la conectividad funcional y se evite o minimice el efecto de barrera que genera normalmente la infraestructura vial.

Para cumplir con su propósito deben:

- Responder a un análisis de la conectividad funcional a nivel regional y local, en el que se identifiquen las posibles rutas de conectividad y las especies que los utilizarían (incluyendo la identificación de sus limitaciones de movilidad y sus requerimientos de hábitat).
- Incluir la generación y/o mantenimiento de corredores de conectividad funcional que faciliten el desplazamiento de la fauna silvestre entre las estructuras de paso seguro y los ecosistemas naturales.
- Incluir barreras que encaucen a la fauna hacia las estructuras de paso seguro y limiten su acceso al corredor vial.
- Actuar en concordancia con estrategias de conservación de los ecosistemas naturales, para garantizar la funcionalidad de las estructuras en el largo plazo.

El análisis previo deberá llevar a responder las siguientes preguntas:

- ¿Se necesitan pasos de fauna?
- ¿Cuáles son las especies (o grupos de especies) que condicionarían los diseños?
- ¿Dónde deberían ubicarse?
- ¿Qué tipo de estructura debe utilizarse?
- ¿Cuántos deberían ser?

Las opciones de estructuras que se pueden utilizar se clasifican en primera instancia como pasos superiores e inferiores, dependiendo de si la fauna pasa por encima o por debajo de la superficie de rodadura de la infraestructura de transporte. En términos generales, pueden ser:

- Pasos superiores: puentes de dosel (para especies arborícolas) o ecoductos (Figura 9).
- Pasos inferiores: viaductos, puentes, pontones, *box culverts*, alcantarillas y zanjas cubiertas.

El diseño de los pasos de fauna deberá considerar:

- La funcionalidad que se requiere desempeñe (v. g. uniespecie, multiespecie, aéreos, a nivel, subterráneos).
- Su conexión con áreas naturales y corredores de conectividad ecológica.
- La cobertura vegetal que haga parte de su estructura y accesos.
- Los hábitos, comportamiento y necesidades de movilidad de las especies a las cuales están dirigidos.
- La factibilidad de emplear materiales naturales, reciclados y de bajo costo, que, no obstante, garanticen la funcionalidad, resistencia y durabilidad de las estructuras.
- La incorporación de estructuras atractivas, disuasivas y de apantallamiento.

Figura 9. Ejemplos de puentes de dosel



Fuente: Darío Correa, 2019.

3.6 Formular medidas de compensación de impactos ambientales que se agreguen y complementen a las planteadas por otros proyectos

La jerarquía de mitigación de impactos ambientales contempla la aplicación ordenada de medidas con el fin de que los impactos que un proyecto tiene la potencialidad de generar, no se materialicen con su ejecución; privilegiándose inicialmente, aquellas medidas encaminadas a evitar que los impactos se generen, subsidiariamente, las destinadas a minimizar los impactos que no fue posible evitar, luego aquellas destinadas a corregir la fracción de los impactos que no fue posible mitigar, y finalmente, aquellas dirigidas a compensar los impactos que no fue posible evitar, prevenir, mitigar o corregir.

Este lineamiento busca que para las situaciones en las que es necesario formular medidas compensatorias, éstas se conciban de forma complementaria y se sumen a las acciones que en el marco de otros proyectos se hayan formulado o se estén ejecutando. Esta articulación con las acciones de compensación planteadas por otros proyectos, podría de acuerdo con la magnitud de las áreas seleccionadas para su desarrollo, tener efectos a escala local e incluso regional que contribuyan al fortalecimiento del ordenamiento ambiental territorial.

La integración de medidas de compensación de proyectos, obras o actividades en el territorio, favorece la generación de efectos sinérgicos en las medidas de manejo a nivel de la estructura y funcionalidad del paisaje, de los ecosistemas y la biodiversidad, así como la incorporación de consideraciones relacionadas con la mitigación al cambio climático, en virtud de las cuales se pueden generar impactos ambientales positivos.

3.7 Incorporar consideraciones de diseño para la generación de impactos ambientales netos positivos en la flora y la fauna en el proceso de elaboración de estudios y diseños

Las carreteras generan impactos indirectos, sinérgicos y acumulativos de gran magnitud sobre las coberturas naturales y los ecosistemas, que trascienden el área en la que se localiza la infraestructura del proyecto, en razón de ello se requiere que los diseños incorporen especificaciones dirigidas a evitar y mitigar dichos impactos.

Para un proyecto de infraestructura verde vial, se requiere adicionalmente la inclusión de diseños encaminados a propiciar impactos directos e indirectos netos positivos al ambiente, entre ellos los dirigidos a, por ejemplo, restaurar coberturas de ecosistemas naturales, recuperar corredores de conectividad ecológica y hábitat de fauna, y restablecer la distribución natural de especies de flora y fauna silvestres.

Estas especificaciones de diseño y medidas dirigidas a la generación de impactos ambientales netos positivos, se pueden realizar por fuera del área que en primera instancia haya sido identificada como de influencia del proyecto y, en todo caso, son adicionales a las medidas de manejo destinadas a evitar, prevenir, mitigar, corregir y compensar los impactos ambientales ocasionados por el proyecto.

3.8 Verificar la aplicación de los requisitos de gobernanza en el proceso de elaboración de estudios y diseños para la ejecución de proyectos de construcción o intervención de infraestructura carretera

Como se mencionó con anterioridad, un escenario de gobernanza para el caso de proyectos de infraestructura de transporte, se configura una vez se logra establecer el cumplimiento de los requisitos legales, de ordenamiento territorial, de la ejecución de los recursos y de la participación comunitaria, verificado en las etapas de planeación y ejecución de dichos proyectos.

Las carreteras generan impactos indirectos, sinérgicos y acumulativos de gran magnitud sobre las coberturas naturales y los ecosistemas.

En el proceso de formulación de un proyecto en etapa de estudios y diseños, es necesario verificar la aplicación de los requisitos de gobernanza previamente mencionados, de tal forma que se vean reflejados en los diseños definitivos. Esto significa que la información primaria y secundaria obtenida durante la etapa de prefactibilidad y la información de detalle generada durante la etapa de factibilidad, han sido empleadas como insumo para la elaboración de los diseños definitivos.

3.9 Cuantificar detalladamente los costos de la elaboración de estudios y diseños, y de la ejecución de proyectos de construcción o intervención de infraestructura carretera y aseguramiento de la disponibilidad de los respectivos recursos

En la etapa de planeación a nivel de estudios y diseños, para los proyectos de construcción o intervención de carreteras, se identifican las actividades a ejecutar de acuerdo con los diseños definitivos, sus costos y los tiempos que conlleva su ejecución. Se requiere garantizar que la estimación de los costos se realice teniendo en cuenta la infraestructura y actividades requeridas para estructurar y ejecutar las medidas de manejo ambiental y social encaminadas a evitar, prevenir, mitigar, corregir, y en última instancia, compensar, impactos negativos, y simultáneamente, aquellas dirigidas a generar impactos positivos.



© Ministerio de Transporte

La construcción de un proyecto de infraestructura verde vial requiere que se garantice la disponibilidad de la totalidad de los recursos estimados para realizar los estudios y diseños, y la respectiva construcción, con el fin de evitar que la falta de recursos, conlleve modificaciones de diseño al momento de ejecutar las obras, que impliquen la omisión de las consideraciones ambientales que determinaron dichos diseños, truncando la decisión de generar un balance ambiental neto positivo como está previsto desde la concepción del proyecto, como proyecto de infraestructura verde vial.

La concomitante asignación oportuna de los recursos financieros estimados adecuadamente no solo materializa la ejecución del proyecto en su totalidad, sino que permite:

- Minimizar los tiempos de obra.
- Evitar costos de rehabilitación.
- Reducir los costos que implica el mantenimiento.
- Mitigar riesgos de emergencias y sus costos asociados.
- Evitar la omisión de las medidas de manejo ambiental encaminadas a evitar, prevenir, mitigar y corregir impactos directos, indirectos, sinérgicos y acumulativos.

4

Lineamientos para la construcción



© Stephen Kelly / WWF-US

4.1 Verificar el cumplimiento de las especificaciones de los diseños para la ejecución de proyectos de construcción de infraestructura carretera

Los diseños correspondientes a un proyecto de infraestructura verde vial, a la vez que satisfacen los requerimientos propios de la infraestructura de transporte, al incorporar consideraciones para alcanzar estándares de eficiencia en el cumplimiento de objetivos de infraestructura y movilidad, incluyen especificaciones para evitar la generación de impactos ambientales negativos asociados a su construcción y operación, concebidas de acuerdo con lo establecido por la jerarquía de la mitigación.

Dado que, en la etapa de planeación de proyectos a nivel de factibilidad y diseños definitivos, se contempló la elaboración de estudios y diseños que no afecten o minimicen los impactos en AEIA, corredores de conectividad ecológica, cuerpos de agua y sus rondas, y contemplen la construcción de pasos de fauna, es menester ahora, en esta instancia, verificar la materialización estricta de tales diseños cumpliendo los objetivos para los que fueron concebidos. La inclusión de obras no contempladas en la etapa de diseño o la exclusión de obras que sí lo estaban, el cambio de diseños, debe cuidarse de generar impactos ambientales no previstos; en todo caso, las modificaciones de diseño que se requieran durante la construcción, deben garantizar la minimización de impactos ambientales ya obtenida en la etapa de diseño.

4.2 Contemplar estrategias y emprender acciones para preservar y consolidar corredores de conectividad ecológica para la ejecución de proyectos de construcción de infraestructura carretera

La conservación de corredores de conectividad ecológica, al interior de los cuales se mantiene el movimiento y la dispersión de las especies de flora y fauna silvestres, el intercambio genético y otros flujos ecológicos, así como la incorporación de estrategias para favorecer dicha conectividad, hacen parte de las acciones que un proyecto de construcción de carreteras debe acoger para consolidarse como infraestructura verde.

En instancias tempranas de la planeación de proyectos de construcción de carreteras, se debe reconocer la presencia de corredores de conectividad ecológica en el área de influencia de éstos, con el fin de identificar y priorizar alternativas de ubicación, trazado, ingeniería, tecnología y diseño, que eviten que la infraestructura se superponga o afecte negativamente dichos corredores.

En este caso, se deben aplicar las medidas de manejo consideradas en los estudios previos, de las cuales son ejemplo:

i) el establecimiento de franjas a lado y lado de la vía, donde se garantice la permanencia de la cobertura vegetal natural, de tal forma que se minimice el

efecto barrera (atenuando la generación de resistividades a la movilidad de las especies de fauna silvestre), se prevenga la deforestación de áreas a las cuales ahora se tendrá acceso como consecuencia de la existencia de la nueva infraestructura (evitando la generación de impactos indirectos, acumulativos y sinérgicos), y se evite la formación de nuevos accesos terrestres que se desprendan de la vía, ii) la recuperación y enriquecimiento de coberturas naturales tanto en estas franjas como al interior de los corredores de conectividad ecológica, favoreciendo la recuperación de los hábitats de las diferentes especies de fauna silvestre, iii) el establecimiento de un programa de monitoreo del estado de la cobertura vegetal natural asociada a la vía, con el fin de identificar oportunamente fenómenos que representen una amenaza a la cobertura de las franjas y la funcionalidad de los corredores de conectividad ecológica existentes, y la iv) vinculación al proceso de conservación y enriquecimiento de la vegetación, tanto de propietarios de predios como de la comunidad asentada en el área de influencia de la vía.

No obstante, es posible que, en la ejecución de proyectos de construcción, por deficiencia en etapas previas, aún no se hayan identificado los corredores de conectividad ecológica que a diferentes escalas (regional, subregional y local) puedan verse afectadas por el proyecto. En este otro caso, resulta necesario localizar dichos corredores, recabar información para su caracterización y definir estrategias y acciones encaminadas no sólo a preservarlos, sino a consolidar su estructura y funcionamiento, tales como ajuste en trazados y diseños, incorporación de soluciones tecnológicas y aplicación de medidas de manejo.

4.3 Ejecutar obras de drenaje que no afecten o minimicen la afectación de cuerpos de agua y sus rondas

Los cuerpos de agua y el recurso hídrico asociado constituyen el soporte de procesos biológicos que determinan la existencia y las características de los ecosistemas acuáticos, razón por la cual, la normativa ambiental ha establecido medidas para su protección y manejo. Los cuerpos de agua y sus rondas son altamente sensibles a actividades antrópicas que ocasionan ocupación, alteración en su morfología, cambio de uso, contaminación y sobreexplotación del recurso hídrico.

La construcción de carreteras tiene la potencialidad de ocasionar impactos permanentes y transitorios sobre los cuerpos de agua y el recurso hídrico asociado, afectando los procesos biológicos que en ellos se soportan.

Las obras de drenaje que se construyan deben evitar que se fragmenten los ecosistemas terrestres y acuáticos presentes en el área de influencia del proyecto, que se afecte la morfología y la subsecuente funcionalidad de los cuerpos y las rondas hídricas a causa de su ocupación permanente por la estructura de la obra de drenaje, o que se modifiquen los flujos, disponibilidad y la calidad fisicoquímica y biológica del agua. Por estas razones, el tipo de obras de drenaje que se elijan, sus características,



materiales, dimensiones y disposición deben ser consecuencia de una evaluación integral de las condiciones físicas y biológicas del entorno en donde se van a insertar estas soluciones de ingeniería. Para seleccionar la solución constructiva óptima, se recomienda tener en cuenta, adicionalmente, consideraciones de adaptación a la variabilidad climática y la gestión del riesgo.

Es importante resaltar que la cobertura vegetal forma parte integral de la ronda hídrica y, por ende, las obras de drenaje deben evitar afectarlas, ya sea directa o indirectamente.

Por otra parte, y debido a que tanto los cuerpos de agua como sus rondas se constituyen en hábitat y medio de tránsito de la fauna acuática y terrestre, las obras de drenaje deben integrarse a la estructura, función y dinámica del paisaje natural y constituirse en sí mismas como mecanismos efectivos y seguros de movilidad de la fauna silvestre.



4.4 Generar infraestructura de mitigación de impactos negativos sobre la fauna silvestre para la ejecución de proyectos de construcción de infraestructura carretera

En la etapa de construcción se deben ejecutar las obras que, en las etapas de formulación de estudios y diseños definitivos, se concibieron para, entre otros fines, evitar la generación de impactos negativos sobre la movilidad de la fauna silvestre (v. g. viaductos, puentes y túneles). De manera subsidiaria a estas consideraciones tecnológicas y de ingeniería, en la construcción es preciso contemplar infraestructura complementaria que contribuya a mitigar este tipo de impactos.

La construcción de un sistema de pasos de fauna del proyecto vial, de acuerdo con las consideraciones previstas en la etapa de factibilidad y diseños definitivos, estableciendo los tipos de pasos a construir, las especies de fauna a las cuales están dirigidos, su número, ubicación y complementariedad, señalización, rutas de movilidad, infraestructura y medidas de manejo asociadas y complementarias para evitar el acceso de la fauna al corredor vial y al mismo tiempo para orientarla al uso de los pasos de fauna, constituye la medida más eficaz para mitigar el efecto barrera y la pérdida de individuos de la fauna silvestre por causa de la operación de la infraestructura carretera.

Otra medida encaminada a la mitigación de impactos sobre la fauna silvestre es la construcción y/o fortalecimiento de Centros de Atención y Valoración de Fauna Silvestre (CAV) y Centros de Atención, Valoración y Rehabilitación de Fauna Silvestre (CAVR) localizados en las proximidades del área de influencia del proyecto. En la etapa de construcción, estos centros brindan un apoyo fundamental para la correcta aplicación de las medidas planteadas en el PMA del proyecto constructivo, destinadas a mitigar los impactos sobre la fauna silvestre. Como ejemplos de tales medidas, se pueden citar la identificación de especies, la identificación de la presencia y ubicación de individuos, la definición de mecanismos de captura de ejemplares, la aplicación de protocolos para el rescate y traslado, la atención primaria veterinaria especializada de ejemplares heridos, el monitoreo y manutención de individuos, y la rehabilitación y reintroducción de animales.

Estos centros también juegan un papel como escenarios para la capacitación del personal de obra y de las comunidades en relación con la importancia de la conservación de la fauna silvestre.

Las acciones que adelante un proyecto constructivo de infraestructura verde vial para la construcción o fortalecimiento de los centros de atención, pueden potenciarse con las realizadas por otros tipos de proyectos o actividades que se desarrollen en la región en la que se inserta la obra (v. g. exploración o explotación minero energética, construcción de variada infraestructura, agricultura e industria), inclusive llegando a generar impactos ambientales netos positivos.

4.5 Generar infraestructura de mitigación de impactos negativos sobre la cobertura vegetal y la flora silvestre para la ejecución de proyectos de construcción de infraestructura carretera

Una medida encaminada a la mitigación de impactos sobre la cobertura vegetal y la flora silvestre es la construcción y/o fortalecimiento de viveros multifuncionales localizados en las proximidades del área de influencia del proyecto. En la etapa de construcción, estos viveros brindan apoyo al cumplimiento de las medidas planteadas en el PMA del proyecto constructivo, destinadas a mitigar los impactos sobre la cobertura vegetal y la flora silvestre. Como ejemplo de tales medidas, se pueden citar la identificación de especies, el acopio de germoplasma y plántulas de los diferentes grupos taxonómicos representativos, la reproducción de material vegetal, la selección del material de siembra, el enriquecimiento de coberturas con diferentes propósitos, el monitoreo de las siembras y el recambio que resulte necesario.

El material vegetal generado en los viveros multifuncionales puede ser empleado para el enriquecimiento de coberturas de áreas, tales como corredores de conectividad ecológica, rondas hídricas, estructuras atractivas, disuasivas y de apantallamiento asociadas a pasos de fauna, con oferta alimentaria y de hábitat para la fauna, de paisajismo, amenazadas por procesos de inestabilidad geológica o erosión, o con presencia de especies vedadas, endémicas o en estado de amenaza o vulnerabilidad.

Estos viveros también desempeñan un papel como escenarios para la capacitación del personal de obra y de las comunidades en relación con la importancia de la conservación de las coberturas vegetales y la flora silvestre.

Las acciones que adelante un proyecto constructivo de infraestructura verde vial para la construcción o fortalecimiento de viveros multifuncionales, pueden potenciarse con las realizadas por otros proyectos o actividades que se desarrollen en la región en la que se inserta la obra (v. g. exploración o explotación minero energética, construcción de variada infraestructura, agricultura, industria), inclusive llegando a generar impactos ambientales netos positivos. El fortalecimiento de los viveros multifuncionales podría llegar a extenderse a la formulación y ejecución de proyectos productivos que mejoren la calidad de vida de las comunidades asentadas en el área de influencia del proyecto.



4.6 Optimizar el manejo de materiales durante la ejecución de proyectos de construcción de infraestructura carretera

El manejo inadecuado de los materiales de construcción genera una gran variedad de impactos negativos que afectan los diferentes componentes del ambiente (v. g. geomorfológico, hidrológico, suelo, aire, fauna, flora, hidrobiológico, económico).

Algunas de las medidas encaminadas a optimizar el manejo ambiental de materiales durante la extracción, transporte, uso y disposición, son las siguientes:

- Acoger las determinaciones que en la licencia ambiental se explicitan para el manejo de materiales.
- Aislar y proteger áreas húmedas y de ronda hídrica de las actividades extractivas.
- Fomentar la reutilización de materiales provenientes de excavaciones, residuos de otras obras y demoliciones, debidamente autorizados por autoridad ambiental competente.
- Propender por el uso de materiales provenientes de fuentes cercanas al proyecto de tal forma que se minimice el impacto ambiental ocasionado por su transporte.
- Separar, confinar y cubrir de forma independiente el material orgánico y el material estéril.
- Realizar acciones para recuperar la morfología de las áreas intervenidas, de acuerdo con sus características propias.
- Reutilizar el suelo orgánico para la reconformación de áreas intervenidas temporalmente y para áreas destinadas a manejo paisajístico.
- Aplicar medidas de manejo para la fauna silvestre.
- Evitar la realización de excavaciones y cortes de taludes en tramos superiores a 0,5 km hasta tanto éstos no se estabilicen totalmente.
- Realizar el acopio temporal de materiales, de tal forma que se evite el aporte de sedimentos a las cunetas y drenajes del proyecto.
- Utilizar materiales e insumos desprovistos de sustancias peligrosas, o gestionar adecuadamente su uso y disposición final.
- Evitar la utilización de materiales o insumos sobre los cuales no se tenga certeza del impacto que generan en el ambiente.
- Retirar las estructuras y materiales que se hayan utilizado en los frentes de obra y aquellos que conforman accesos temporales o tramos inutilizados.
- Desmantelar la infraestructura temporal de acceso a las áreas del proyecto y restaurar completamente estas áreas para evitar promover procesos de ocupación, tales como los carreteables de acceso a fuentes de materiales, a zonas industriales y campamentos.

Por otra parte, es de carácter obligatorio emplear materiales de construcción exclusivamente provenientes de fuentes que cuenten con título minero o autorización temporal y con la respectiva licencia ambiental, en la cual explícitamente se autorice el suministro para el proyecto constructivo específico.

4.7 Verificar el cumplimiento de requisitos de gobernanza para la ejecución de proyectos de construcción de infraestructura carretera

Como se mencionó anteriormente, aplicar un marco de requisitos de gobernanza en todas las etapas de la planeación y ejecución de un proyecto de infraestructura permite que su ejecución se realice de manera estrictamente ceñida a los presupuestos de planeación. Verificar el cumplimiento de los requisitos de gobernanza incluye:

- Comprobar el cumplimiento de las exigencias de tipo legal, el estricto acatamiento a las directrices establecidas en el ordenamiento del territorio en el que se enmarca el proyecto constructivo.
- Asegurar la transparencia en la asignación, destinación y ejecución de recursos, la disponibilidad oportuna de los mismos.
- Establecer la ejecución de todos los proyectos y programas previstos en el PMA para evitar, prevenir, mitigar, corregir y compensar los impactos ambientales negativos.
- Realizar el seguimiento ambiental por parte de las autoridades ambientales y permitir los espacios necesarios para el desarrollo de ejercicios de veeduría ciudadana.

A continuación, se relacionan los requisitos de gobernanza que deben ser objeto de verificación durante el proceso constructivo de un proyecto de infraestructura verde vial:

- La ejecución del proyecto está a cargo de la entidad a la cual se ha confiado la administración del tramo vial a construir, en otras palabras, la entidad ejecutora es competente para adelantar el proyecto.
- El proyecto está contemplado en un plan vial debidamente aprobado por la autoridad competente.
- El proyecto a ejecutar adopta la totalidad de las especificaciones establecidas en los estudios y diseños definitivos.
- El proyecto cuenta con licencia ambiental otorgada por autoridad competente.
- El proyecto está contemplado en el plan de ordenamiento territorial, o es compatible con el mismo.
- El proyecto obedece las determinantes ambientales del ordenamiento territorial.
- El objeto del proyecto es legítimo, en el sentido de que está dirigido a satisfacer las necesidades de conectividad de una comunidad, y corresponde al nivel de la infraestructura vial para el que el ejecutor es competente.
- La asignación de recursos se realiza mediante mecanismos preestablecidos y de conocimiento público.
- El proyecto cuenta con un plan de trabajo de obra y un cronograma de ejecución presupuestal que son objeto de seguimiento permanente por parte de la entidad ejecutora competente, asegurando la disponibilidad permanente de los recursos que su ejecución exige.
- En caso de que el monto de los recursos a ejecutar así lo exija, el proyecto cuenta con su respectiva interventoría.
- El plan de manejo ambiental se ejecuta en su totalidad con el fin de evitar, prevenir, mitigar, corregir y compensar



los impactos ambientales negativos que el proyecto tiene la potencialidad de generar.

- La autoridad ambiental competente realiza periódicamente el ejercicio de seguimiento y control ambiental a la licencia otorgada para la ejecución del proyecto.
- Las entidades y unidades administradoras y ejecutoras suministran de manera adecuada, suficiente y oportuna la información relacionada con la ejecución del proyecto a los diferentes tipos de actores.
- Las entidades y unidades administradoras y ejecutoras del proyecto generan espacios, estrategias y acciones que garantizan una efectiva participación de las comunidades que se benefician o afectan con la ejecución del proyecto.

Por otra parte, el proyecto debe informar y permitir el acceso de las comunidades a la información, y el seguimiento al cumplimiento de los objetivos del proyecto de infraestructura verde.

4.8 Garantizar la disponibilidad de recursos de financiación para la construcción de infraestructura carretera

La construcción de un proyecto de infraestructura verde vial, requiere que se garantice la disponibilidad de la totalidad de los recursos estimados para materializar rigurosamente los diseños definitivos, con el fin de evitar que la falta de recursos, conlleve modificaciones que afecten la condición de generar un balance ambiental neto positivo, como está previsto desde la concepción del proyecto de infraestructura verde vial.

La oportuna disponibilidad de los recursos para el financiamiento de las obras, no sólo materializa la ejecución del proyecto en su totalidad, sino que permite minimizar los tiempos de obra, evitar costos de rehabilitación, reducir los costos que implica el mantenimiento, mitigar riesgos de emergencias y sus costos asociados, y evitar la omisión de las medidas de manejo ambiental encaminadas a evitar, prevenir, mitigar y corregir impactos directos, indirectos, sinérgicos y acumulativos.



La construcción de un proyecto de infraestructura verde vial, requiere que se garantice la disponibilidad de la totalidad de los recursos estimados para materializar rigurosamente los diseños definitivos.

5

Lineamientos para la operación



© Mario Orlando López Castro / Asesor DAASU Minambiente

5.1 Caracterizar la infraestructura carretera existente, con el fin de identificar la necesidad de contemplar estrategias y emprender acciones para preservar y consolidar corredores de conectividad ecológica durante la operación de dicha infraestructura

La funcionalidad de los corredores de conectividad ecológica es esencial para mantener el intercambio genético, la dispersión de las especies de flora y fauna silvestres, y otros flujos ecológicos, por esta razón, tanto su conservación como la incorporación de estrategias para favorecer dicha conectividad forman parte de las acciones que en la etapa de operación se deben acoger en la infraestructura verde vial

A pesar de que el momento más oportuno para identificar la presencia de corredores de conectividad ecológica asociados a los proyectos de infraestructura vial es en etapas tempranas de la planeación, muchas de ellas se encuentran en operación sin que hayan sido objeto de medidas que contribuyan a preservar y consolidar esta importante figura de conservación.

En consecuencia, y en el marco de generar infraestructura verde vial, se hace necesario que los responsables de la administración de las vías o las entidades encargadas de mantenerlas en buen estado de operación, caractericen la infraestructura carretera y los corredores de conectividad ecológica a ella asociados, con el fin de establecer estrategias y emprender acciones para preservarlos y consolidarlos.

Algunos ejemplos de este tipo de estrategias son:

i) propiciar que las coberturas vegetales existentes en el área de influencia de la vía no se vean afectadas negativamente; ii) evitar que se generen nuevas iniciativas de construcción vial que tengan como propósito conectarse a la carretera, generando impactos indirectos, acumulativos y sinérgicos; y iii) evaluar alternativas de reubicación, trazado, ingeniería, tecnología y diseño, que eviten que la infraestructura se superponga o afecte corredores de conectividad ecológica.

Por su parte, ejemplos de acciones encaminadas a preservar los corredores son:

i) el enriquecimiento de las franjas ubicadas a lado y lado de la vía con especies vegetales nativas, preferiblemente arbóreas, minimizando el efecto barrera causado por la carretera; ii) el establecimiento de un programa de monitoreo del estado de la cobertura vegetal natural asociada a la vía, con el fin de identificar oportunamente fenómenos que representen una amenaza a la cobertura de las franjas; iii) el establecimiento de un programa de monitoreo de presencia de fauna silvestre en el área de influencia de la carretera así como del atropellamiento de individuos; iv) la vinculación al proceso de conservación de la flora y la fauna silvestres y del enriquecimiento de la vegetación tanto de propietarios de predios como de la comunidad asentada en el área de influencia de la vía; y v) la identificación de sitios en los cuales resultaría necesario construir pasos de fauna.

5.2 Realizar inventario de cruces con cuerpos de agua y sus rondas, y de obras de drenaje con el fin de identificar la necesidad de construir o adecuar este tipo de estructuras

Los cuerpos de agua representan el soporte vital de procesos biológicos de los ecosistemas acuáticos y terrestres. Tanto los cuerpos de agua como las rondas hídricas se constituyen en hábitat y medio de tránsito de la fauna silvestre y, dada su alta vulnerabilidad ante actividades antrópicas que ocasionen la alteración en su morfología, cambio de uso y contaminación, deben ser objeto de especial atención en el marco de la operación de infraestructura carretera, con el fin de evitar que se generen impactos ambientales negativos en esta etapa. Las obras de drenaje de la vía, bien diseñadas y construidas, pueden por el contrario, constituirse en sí mismas en mecanismos efectivos y seguros de movilidad de la fauna silvestre.

La operación de carreteras tiene la potencialidad de ocasionar impactos ambientales negativos sobre los cuerpos de agua y el recurso hídrico asociado, especialmente cuando las obras de drenaje presentes en los cruces con cuerpos de agua carecen de la ubicación, los diseños o las dimensiones apropiadas para permitir la adecuada continuidad de los flujos hídricos y ecológicos por los cauces y las rondas hídricas, respectivamente.

Por lo anterior, se debe realizar un inventario de cruces de la vía con cuerpos de agua y sus rondas, así como de las obras de drenaje construidas, con el fin de identificar las necesidades de nueva infraestructura de drenaje y paso de la fauna silvestre, el ajuste de los drenajes preexistentes mejorando diseños, capacidades y funcionalidad para contribuir al flujo genético de fauna acuática y terrestre, y el enriquecimiento de las coberturas naturales asociadas a dichos cuerpos de agua, sus rondas hídricas y la infraestructura de drenaje existente.

5.3 Realizar el monitoreo a la movilidad de la fauna silvestre durante la operación de infraestructura carretera

La movilidad de la fauna silvestre se ve afectada por la operación de las vías, particularmente por el efecto barrera que ocasionan, el tráfico de vehículos a altas velocidades, la contaminación lumínica y sonora, y el atropellamiento de individuos.

Con el fin de conocer el nivel de afectación que a la movilidad de la fauna está generando la operación de una carretera, resulta indispensable determinar las condiciones de movilidad de la fauna en el área de influencia de dicha infraestructura, identificando los corredores de movilidad. Este tipo de estudios también permite identificar la efectividad de las medidas que el proyecto vial adoptó durante la etapa de construcción, con el fin de evitar y mitigar el atropellamiento de fauna silvestre.



El monitoreo a la movilidad de la fauna silvestre debe considerar de forma preferencial especies sombrilla, endémicas, en estado de amenaza o vulnerabilidad, y especies con limitaciones al desplazamiento[4], empleando una o varias de las siguientes acciones:

- Realización de muestreos estandarizados por tramos viales.
- Instalación de cámaras trampa.
- Instalación de trampas huella.
- Realización de transectos de observación en campo.
- Reporte y análisis de información de la Red colombiana de seguimiento a la fauna atropellada (Recosfa).

La información obtenida con el monitoreo a la movilidad de la fauna silvestre, permite direccionar los esfuerzos y los recursos económicos destinados a evaluar la eficacia y la efectividad de la infraestructura asociada a la vía que fue construida con el fin de evitar, prevenir, mitigar y corregir los impactos ambientales generados sobre el recurso fauna silvestre, así como de las medidas de manejo formuladas e implementadas con esos propósitos. La información relativa al monitoreo de la fauna atropellada se emplea también para orientar las acciones destinadas a evitar la pérdida de individuos por esta causa.

Para la captura de información de atropellamiento de fauna silvestre, se recomienda evaluar la factibilidad de involucrar universidades, los institutos de investigación adscritos y vinculados a Minambiente, las autoridades ambientales, otros institutos de investigación relacionados con la temática, organizaciones no gubernamentales de carácter ambiental, las entidades adscritas o vinculadas al sector transporte en el modo carretero y las comunidades asentadas en el área de influencia de la carretera.

Los estudios orientados a evaluar la efectividad de los muestreos de fauna atropellada (Zimmermann Teixeira, Pfeifer Coelho, Beraldo Esperandio y Kindel, 2013; Smith y van der Ree, 2015; Abra, Huijser, Pereira y 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.**
- **El registro debe extenderse a las bermas de la vía.**
- **Los recorridos deben realizarse antes de que el personal de mantenimiento retire los cadáveres.**
- **Los cadáveres ya registrados deben ser retirados de la vía, con el fin de evitar sobrerregistros.**
- **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 taxonómica de los especímenes.**
- **Los monitoreos deben ser de largo plazo, ya que los puntos de mayor frecuencia de atropellamiento suelen variar en el tiempo.**

4. Para este último grupo se recomienda tener en cuenta especies pertenecientes al Superorden Xenarthra (perezosos, hormigueros y armadillos).

5.4 Realizar el monitoreo a las coberturas naturales durante la operación de infraestructura carretera

La operación vial soporta, incentiva y fortalece el desarrollo de actividades productivas y de intercambio de bienes y servicios que generan ocupación del suelo y pérdida de coberturas naturales a causa de cambios en el uso. La pérdida de las coberturas naturales, por su parte, transforma y afecta los ecosistemas terrestres y acuáticos en una superficie que se extiende más allá del área en la que opera la infraestructura carretera.

Con el fin de evitar, mitigar, prevenir, y corregir oportunamente estos impactos ambientales negativos, los cuales son tanto directos como indirectos, acumulativos y sinérgicos, es pertinente realizar el monitoreo a la dinámica de cambio de las coberturas naturales en el área de influencia de las carreteras durante la instancia de operación de las mismas.

De acuerdo con la experiencia hasta ahora recabada en el país, los impactos de transformación más fuertes propiciados por la existencia de una carretera, se presentan a una distancia de hasta 5 kilómetros a lado y lado, razón por la cual se recomienda que el monitoreo cubra esta longitud y se concentre en la identificación de focos de deforestación. El monitoreo se debe privilegiar sobre los predios aledaños al derecho de vía, las rondas hídricas, los corredores de conectividad ecológica, las áreas destinadas al desarrollo de actividades de compensación y las superficies que han sido enriquecidas por las actividades de paisajismo.

En caso de que se identifiquen áreas afectadas con pérdida de coberturas vegetales, se debe informar de manera inmediata a la autoridad ambiental con competencia en la respectiva jurisdicción, para que, en articulación con ellas y las autoridades municipales, se emprendan acciones para detener y revertir las afectaciones causadas.

5.5 Preservar y mantener la infraestructura de mitigación de impactos negativos sobre la fauna silvestre durante la operación de infraestructura carretera

En la etapa de construcción de proyectos carreteros de infraestructura verde vial, se han establecido estructuras dirigidas a evitar la generación de impactos negativos sobre la movilidad de la fauna silvestre (v. g. viaductos, puentes, túneles, sistemas de pasos de fauna), así como infraestructura complementaria destinada a mitigar y corregir otros impactos sobre este recurso (v. g. CAV y CAVR), que es necesario preservar y mantener para garantizar su funcionalidad.

Se requiere realizar una evaluación periódica de cada una de las estructuras asociadas a la carretera que están cumpliendo funciones de mitigación de impactos, como la fragmentación de ecosistemas, la afectación a corredores de conectividad ecológica y la impermeabilidad al cruce de la fauna silvestre, tales como viaductos, puentes, túneles, *box culvert* y alcantarillas adaptadas, pasos de fauna, cercados y vallados perimetrales,

rampas, mecanismos de escape, estructuras atractivas, disuasivas y de apantallamiento, y señalización asociada, con el fin de identificar oportunamente la necesidad de emprender medidas de mantenimiento, reparación o modificación, que aseguren su buen estado y la funcionalidad en su operación.

Así mismo resulta indispensable verificar, mediante monitoreo permanente, que dichas estructuras son eficaces y eficientes como medios para el cruce de los diferentes especímenes de la fauna silvestre existentes en el área de influencia de la carretera. En caso de ser necesario, se deben implementar los cambios que sean necesarios para optimizar su funcionamiento.

Igualmente, es necesario cotejar periódicamente el conjunto de actividades adelantadas por los CAV y CAVR, confirmando su permanente y correcto funcionamiento, asegurando que las instalaciones, equipos, insumos y personal operan de acuerdo con los requerimientos de la infraestructura carretera y de los impactos ambientales que genera sobre el recurso fauna silvestre. En caso de ser necesario se deben ejecutar las acciones que corrijan debilidades y fortalezcan su actuar.



5.6 Preservar y mantener la infraestructura de mitigación de impactos negativos sobre la cobertura vegetal y la flora silvestre durante la operación de infraestructura carretera

En la etapa de construcción de proyectos carreteros de infraestructura verde vial se han establecido estructuras dirigidas a apoyar medidas de mitigación y corrección de impactos negativos sobre la cobertura vegetal y la flora silvestre (v. g. viveros multifuncionales), que generan material vegetal para el enriquecimiento de coberturas de áreas tales como: corredores de conectividad ecológica, rondas hídricas, estructuras atractivas, disuasivas y de apantallamiento asociadas a pasos de fauna, con oferta alimentaria y de hábitat para la fauna, de paisajismo, amenazadas por procesos de inestabilidad geotécnica o erosión, o con presencia de especies vedadas, endémicas o en estado de amenaza o vulnerabilidad.

Igualmente, resulta necesario asegurar que estos viveros mantengan las condiciones como escenarios de capacitación de las comunidades asociadas con la infraestructura carretera en relación con la importancia de la conservación de las coberturas vegetales y la flora silvestre. Se deben emprender medidas de mantenimiento, reparación o modificación, que aseguren su buen estado y la funcionalidad en su operación, las cuales pueden potenciarse con las realizadas por otros proyectos o actividades que se desarrollen en la región en la que se inserta la carretera (v. g. exploración o explotación minero–energética, construcción de variada infraestructura, agricultura, industria), inclusive llegando a generar impactos ambientales netos positivos. El fortalecimiento de los viveros multifuncionales podría llegar a extenderse a la formulación y ejecución de proyectos productivos que mejoren la calidad de vida de las comunidades asentadas en el área de influencia del proyecto. En caso de no existir este tipo de infraestructura es posible realizar su construcción y adecuación en la etapa de operación de la vía.

6

Lineamientos para la intervención (mejoramiento, rehabilitación y mantenimiento)



© Mario Orlando López Castro / Asesor DAASU Minambiente

6.1 Aplicar la metodología de criterios técnicos ambientales para la priorización de vías a intervenir

La metodología de criterios técnicos ambientales para la priorización de vías a intervenir, elaborada por Minambiente con el apoyo de Mintransporte y algunas de sus entidades adscritas y vinculadas, es una herramienta que facilita la toma de decisiones, incorporando en etapas tempranas de la planeación de infraestructura a intervenir mediante proyectos de mejoramiento, rehabilitación o mantenimiento, la evaluación de criterios técnicos ambientales, evitando que se ejecuten accesos terrestres que tienen restricciones ambientales absolutas o muy altas que los inviabilizan.

El ejercicio de aplicación de la metodología propende porque las carreteras que sean priorizadas para intervención (mejoramiento, rehabilitación o mantenimiento), correspondan a aquellas que fueron construidas antes de la entrada en vigor de la Ley 99 de 1993[5], o que en su defecto hayan sido construidas con posterioridad a esa fecha habiendo obtenido previamente licencia ambiental otorgada por la autoridad ambiental competente. Asimismo, el ejercicio evita que se priorice un acceso terrestre que se superponga con un área protegida en la categoría de Sistema de Parques Nacionales Naturales (SPNN) o de Parque Natural Regional (PNR), en razón a que este hecho constituye una restricción ambiental absoluta.



La metodología de criterios técnicos ambientales para la priorización de vías a intervenir, elaborada por Minambiente con el apoyo de Mintransporte y algunas de sus entidades adscritas y vinculadas, es una herramienta que facilita la toma de decisiones.

Otros criterios ambientales considerados con la aplicación de la metodología, buscan que restricciones ambientales altas y muy altas sean identificadas en dicha instancia temprana, con el fin de que el proyecto de intervención contemple las implicaciones de tales condiciones. La superposición con áreas cobijadas con la figura de reserva forestal, o áreas con coberturas vegetales naturales o humedales, corredores de conectividad ecológica o áreas de distribución natural de especies de la fauna silvestre endémicas o en alguna categoría de amenaza, implica la obtención de permisos de forma previa a la intervención y/o la realización de estudios que establezcan la viabilidad de ejecutar el proyecto, así como la identificación de las medidas de manejo que han de implementarse para evitar, prevenir, mitigar y corregir los impactos que esté generando la carretera, como consecuencia de su operación.

5. El artículo 49 de la Ley 99 de 1993 establece que "La ejecución de obras, el establecimiento de industrias o el desarrollo de cualquier actividad, que, de acuerdo con la ley y los reglamentos, pueda producir deterioro grave a los recursos naturales renovables o al medio ambiente o introducir modificaciones considerables o notorias al paisaje requerirán de una Licencia Ambiental". Por su parte, los artículos 2.2.2.3.2.2. y 2.2.2.3.2.3 del Decreto 1076 de 2015 señalan que la construcción de carreteras requiere licencia ambiental.

6.2 Realizar un diagnóstico de las características del alineamiento y la estructura vial de forma previa a la intervención

La intervención de carreteras para su mantenimiento, rehabilitación o mejoramiento representa una buena oportunidad para efectuar una evaluación del alineamiento (trazado) de la vía, su diseño, los componentes de su infraestructura y de la incidencia de éstos en la generación de impactos ambientales directos, indirectos, sinérgicos y acumulativos en el área de influencia de la carretera, con el propósito de identificar y considerar como parte del proyecto de intervención, obras o actividades que eviten que dichos impactos se sigan presentando y se corrijan las afectaciones causadas. Para ello se debe realizar un diagnóstico de la infraestructura, teniendo en consideración, entre otras, las siguientes condiciones:

- Trazados sinuosos.
- Cortes a media ladera.
- Pendientes pronunciadas en la superficie de rodadura.
- Taludes con pendientes pronunciadas.
- Zonas inestables y susceptibles de remoción en masa (derrumbes).
- Inestabilidad geotécnica.
- Bateas.
- Terraplenes.
- Estructuras de drenaje (presencia o no en sitios de cruce con cuerpos de agua, número y capacidad).
- Paralelismos de la vía con cuerpos de agua que ocupan su ronda hídrica
- Estructuras para el cruce de la fauna silvestre acuática y terrestre (presencia o no en sitios asociados a corredores de conectividad ecológica, número, eficacia en su funcionamiento).
- Sitios que revistan amenaza a la seguridad vial.
- Sitios asociados con reportes de velocidad de tránsito superior a la velocidad de diseño o velocidad permitida.
- Sitios asociados con reportes continuos de atropellamiento de fauna.
- Sitios asociados con áreas de especial interés ambiental (AEIA) y corredores de conectividad ecológica o con el potencial para su conservación o recuperación.

La identificación de características de la vía que estén generando impactos ambientales negativos o riesgo ambiental o a la seguridad vial, debe verse reflejada en la formulación de recomendaciones para que, en el marco de la intervención prevista, se incluya la aplicación de soluciones tecnológicas dirigidas a corregir las deficiencias registradas. Algunos tipos de obras o actividades a considerar son:

- Realineamiento vial.
- Adecuación de sobreanchos.
- Modificación del trazado.
- Inhabilitación y desmantelamiento de tramos de vía.
- Construcción de viaductos.
- Construcción, ampliación y readecuación de puentes.
- Construcción de túneles.

- Construcción, ampliación y readecuación de estructuras para favorecer el cruce de la fauna silvestre acuática y terrestre.
- Construcción, ampliación, readecuación y reemplazo de pontones y *box culvert*.
- Estabilización y mejoramiento de taludes.
- Sustitución de bateas, terraplenes y alcantarillas.
- Mallas de protección.
- Restauración de cauces naturales, rondas hídricas y pasos secos en los drenajes.
- Instalación o mejoramiento de la señalización horizontal y/o vertical.
- Monitoreo de la movilidad y el atropellamiento de fauna silvestre.



6.3 Realizar adecuaciones en las obras de drenaje para restablecer la movilidad de la fauna en cuerpos de agua y rondas hídricas

Las obras de drenaje de la infraestructura vial cumplen funciones esenciales, no solo en relación con la estabilidad y durabilidad de la obra, sino con la preservación de la integridad de los cuerpos de agua y el recurso hídrico que, como consecuencia del reemplazo de la cobertura natural del suelo por el de la vía, se ven afectados de forma permanente. Debido a la importancia que tienen los cuerpos de agua y el recurso hídrico como soporte de procesos biológicos diversos y de los ecosistemas acuáticos, y la alta sensibilidad que presentan ante las actividades antrópicas que ocasionan ocupación, alteración en su morfología y cambio de uso, así como contaminación y sobreexplotación del recurso hídrico, resulta indispensable que la implementación de proyectos de infraestructura verde vial garantice su protección y buen manejo.

Las obras de drenaje deben evitar que se fragmenten los ecosistemas terrestres y acuáticos presentes en el área de influencia del proyecto, que se afecte la morfología y la subsecuente funcionalidad de los cuerpos y las rondas hídricas a causa de su ocupación por la estructura de drenaje, o que se modifiquen los flujos, disponibilidad y la calidad fisicoquímica y biológica del agua, razón por la cual, dichas obras deben ser consecuencia de una evaluación integral de las condiciones físicas y biológicas del entorno en donde se van a insertar estas soluciones de ingeniería.

La intervención de carreteras para su mantenimiento, rehabilitación o mejoramiento representa una buena oportunidad para efectuar una evaluación de las obras de drenaje de la vía, que esté dirigida a determinar la necesidad de ampliar, readecuar o reemplazar este tipo de estructuras o construir nuevas, con el objeto de cumplir, no solo con su función básica de garantizar que ni los cuerpos de agua ni la vía se vean afectados negativamente en los sitios en donde se superponen o cruzan, sino con el fin de evitar impactos negativos a la movilidad de la fauna silvestre acuática y terrestre.

Los cuerpos de agua y sus rondas hídricas son, por su propia naturaleza, corredores para la movilidad de la fauna silvestre acuática y terrestre, razón por la cual las obras de drenaje de la infraestructura



© Ministerio de Transporte

carretera que se construyan en sus inmediaciones, deben evitar constituirse en barreras que dificulten o impidan su normal tránsito.

Las estructuras de drenaje más comunes que deben ser objeto de evaluación y eventualmente adecuación, aprovechando la ejecución de proyectos de intervención vial (mejoramiento, rehabilitación o mantenimiento), con el fin de restablecer la movilidad de la fauna silvestre en donde ésta se haya afectado, son:

- Puentes
- Pontones
- *Box culvert*
- Alcantarillas

En términos generales, el objeto de la adecuación de las estructuras consiste en ampliar su sección, garantizando que no invadan las zonas de inundación de los cuerpos de agua y su ronda hídrica, de tal forma que dichas estructuras, en particular los puentes y los pontones, no ocupen la ronda hídrica[6] más allá de lo necesario para la instalación de sus correspondientes soportes, y en especial, sin afectar su funcionalidad como corredor de movilidad. Para el caso de *Box culvert* y alcantarillas, la finalidad de su adecuación en diseño, tamaño y características es garantizar que mantengan pasos secos permanentes en sus dos extremos laterales y que la superficie del fondo propicie la movilidad de la fauna silvestre acuática y terrestre propia de la zona.

Ahora bien, para efectos de realizar una selección apropiada del tipo de estructura que mejor se acondiciona a unas características particulares de un cuerpo de agua (así como sus dimensiones y demás características), es necesario tener en cuenta, entre otros aspectos, escenarios de variabilidad climática. La evaluación de las condiciones asociadas con las estructuras de drenaje, que oriente la adecuación a realizar a cada tipo de estructura, debe incluir un análisis de información hidrometeorológica contemplando diferentes períodos de retorno. Se recomiendan los siguientes períodos, según tipo de estructura:

- Puentes: 100 años.
- Pontones: 50 años.
- *Box culvert*: 30 años.
- Alcantarillas: 20 años.

En proyectos de mejoramiento de infraestructura vial, una recomendación general es cambiar las alcantarillas redondas por cuadradas o rectangulares que cuenten con mayor capacidad (Figura 10). Estos proyectos deben igualmente contemplar el retiro de cualquier tipo de barrera física que obstruya la movilidad de la fauna silvestre acuática o terrestre, procurando el restablecimiento del lecho del cauce natural.

6. Las rondas hídricas son inembargables, inalienables e imprescriptibles.

El tipo de estructura (Puente, *box–culvert* o alcantarilla), sus dimensiones y las demás condiciones, entre ellas las de iluminación natural, sustrato del piso, estructuras complementarias (barreras canalizadoras, cobertura vegetal, disponibilidad de refugio, etc.), determinarán las especies de fauna silvestre que la utilizarán como ruta para pasar al costado opuesto de la vía.

Para determinar la dimensión que debe tener la estructura de un paso inferior de fauna silvestre, de acuerdo con las especies para las cuales se está diseñando o adecuando la estructura, se debe determinar el coeficiente de apertura (Donaldson, 2005; Mata Estacio, 2007), que resulta de dividir el área de sección de la estructura por la longitud de la estructura (desde la entrada hasta la salida) (Figura 10).

A manera de ejemplo:

un *box culvert* de 2 m de alto y 3 m de ancho que atraviese una vía de calzada sencilla (7,65 m de calzada + 2 m de bermas = 9,65 m de largo), tendría un coeficiente de apertura de 0,6. Este mismo tipo de estructura con igual sección, pero atravesando una vía doble calzada (15,3 m de las dos calzadas + 1 m de separador + 2 m de bermas = 18,3 m de largo), tendría un coeficiente de apertura de 0,3.

El paso de mamíferos grandes demanda que la estructura cuente con un coeficiente de apertura mínimo de 0,75, en tanto que para el paso de mamíferos medianos se requiere cuente con un coeficiente no menor de 0,4.

Figura 10. Índice de apertura en una estructura cuadrangular y otra de sección circular



Fuente: Mata Estacio (2007).

6.4 Identificar potenciales corredores de conectividad ecológica de forma previa a la intervención

La funcionalidad de los corredores de conectividad ecológica es esencial para mantener el intercambio genético, la dispersión de las especies de flora y fauna silvestres, y otros flujos ecológicos. Por esta razón, tanto su conservación como la incorporación de estrategias para favorecer dicha conectividad, hacen parte de las acciones que en la etapa de intervención (mejoramiento, rehabilitación o mantenimiento) se deben acoger en la infraestructura verde vial.

A pesar de que el momento más oportuno para identificar la presencia de corredores de conectividad ecológica asociados con los proyectos de infraestructura vial es en instancias tempranas de la planeación, muchas de ellas se encuentran en operación sin que hayan sido objeto de medidas que contribuyan a preservar y consolidar esta importante figura de conservación, razón por la cual, la etapa de intervención representa una buena oportunidad para suplir la necesidad.

La identificación de potenciales corredores de conectividad ecológica de forma previa a la intervención de la vía se realiza por medio de estudios biológicos y pretende incorporar oportunamente, en el proyecto de intervención, acciones encaminadas a su preservación y consolidación, tales como:

- Evaluar alternativas de reubicación, trazado, ingeniería, tecnología y diseño, que eviten que la infraestructura se superponga o afecte los corredores de conectividad ecológica.
- Evitar que se realicen intervenciones que afecten negativamente las coberturas vegetales existentes en el área de influencia de la vía.



© Ministerio de Transporte

- Emprender el enriquecimiento de las franjas ubicadas a lado y lado de la vía con especies vegetales nativas, preferiblemente arbóreas, minimizando el efecto barrera causado por la carretera.



La mayor parte de la infraestructura carretera en el país ha sido construida sin considerar su afectación en la conectividad ecológica, razón por la cual, es necesario resarcir los impactos que esto ha generado.



© Mario Orlando López Castro / Asesor DAASU Minambiente

7

Lineamientos para el desmantelamiento

7.1 Realizar la identificación de infraestructura vial que debe ser objeto de desmantelamiento

La ejecución de proyectos de construcción o mejoramiento de carreteras puede haber contemplado el reemplazo de algunos tramos viales que deben ser desmantelados como parte de las acciones que se han de implementar, con el fin de corregir los impactos ambientales generados en otras etapas del ciclo de proyectos. De forma similar, tramos viales que perdieron su funcionalidad deben surtir el mismo proceso, con el propósito de que se recuperen las áreas intervenidas por esa infraestructura carretera. Igualmente, las vías ilegales que no hacen parte de la red vial nacional, que fueron construidas sin cumplir con la normativa sectorial o ambiental y sobre las cuales se decida su inhabilitación, deben ser objeto de desmantelamiento.

El artículo 2.2.2.3.1.1 del Decreto 1076 de 2015, Decreto Único Reglamentario Ambiental establece como parte del alcance de los proyectos, obras o actividades objeto de licenciamiento ambiental, el desmantelamiento de la infraestructura asociada con su desarrollo, como una etapa más de las consideradas en el ciclo de proyectos, tales como la planeación, el emplazamiento, la instalación, la construcción, el montaje, la operación y el mantenimiento.



La ejecución de proyectos de construcción o mejoramiento de carreteras puede haber contemplado el reemplazo de algunos tramos viales que deben ser desmantelados como parte de las acciones que se han de implementar, con el fin de corregir los impactos ambientales generados en otras etapas del ciclo de proyectos.

Para emprender un proyecto de desmantelamiento o emprender la etapa de desmantelamiento de un proyecto, el Decreto 1076 de 2015, en su artículo 2.2.2.3.9.2 determina que se debe presentar a la autoridad ambiental competente, un estudio que contenga, entre otros aspectos, la identificación de los impactos ambientales presentes al momento del inicio de esta fase, el plan de desmantelamiento y abandono con las actividades de restauración final y los costos de las actividades para la implementación de la fase de desmantelamiento y abandono.

Para el caso de tramos viales que han sido reemplazados o han perdido su funcionalidad, la identificación de aquellos que se deben desmantelar se efectúa mediante un recorrido técnico de reconocimiento realizado por los administradores de la infraestructura.

Para el caso de los tramos viales ilegales, el proceso de identificación de la infraestructura que debe ser objeto de desmantelamiento, se inicia con la aplicación de la metodología de criterios técnicos ambientales para la priorización de vías a intervenir, por medio de la cual se corrobora su condición de ilegalidad, la cual, a su vez, soporta la decisión de ordenar su inhabilitación por parte de la autoridad ambiental competente. Estos tramos viales deben ser objeto de desmantelamiento.

7.2 Realizar el retiro de la infraestructura existente para el desmantelamiento

Para el desmantelamiento de vías se requieren incorporar consideraciones ambientales, sociales, tecnológicas y de ingeniería que permitan desmontar y retirar la infraestructura existente y restaurar el área ocupada por la infraestructura recuperando las condiciones preexistentes en la zona y particularmente realizando acciones con el fin de cumplir los siguientes propósitos:

- Recuperar las coberturas naturales.
- Restablecer la conectividad ecológica.
- Restablecer la estructura de las rondas hídricas.
- Restablecer la estructura de los cauces naturales.
- Restablecer las condiciones de movilidad de la fauna.

Adicionalmente, se deben realizar acciones tendientes a generar impactos ambientales positivos en el área de influencia del corredor por donde discurre la infraestructura objeto de desmantelamiento, tales como:

- Generar áreas cuya cobertura permita establecer corredores de conectividad ecológica.
- Conectar áreas con presencia de especies de fauna en peligro crítico de extinción, estado de amenaza o vulnerabilidad, endémicas o migratorias.
- Construir viveros para la restauración natural y la recuperación de áreas intervenidas o erosionadas.
- Generar acciones para el enriquecimiento de rondas hídricas.
- Sembrar vegetación dirigida a favorecer la oferta de hábitat y alimentaria para la fauna silvestre.

El retiro de la infraestructura debe ser desarrollado teniendo en cuenta la formulación del plan de desmantelamiento, incluyendo medidas de manejo para evitar, prevenir, mitigar y corregir los impactos ambientales propios de la actividad. Algunas de las acciones que se deberán tener en cuenta son:

- Retirar la totalidad de las estructuras.
- Evitar el aporte de sedimentos a los cuerpos de agua.
- Recuperar material empleado para la construcción (reciclaje de concreto, material de base, sub base y material de fresado).
- Disponer el material estéril no reciclado en una zona autorizada por la autoridad ambiental competente.



© Mario Orlando López Castro / Asesor DAASU Minambiente

7.3 Realizar la restauración del área intervenida

Uno de los impactos que genera la construcción de una carretera es el cambio definitivo del uso del suelo del área destinada a su construcción, que afecta la cobertura natural, los ecosistemas, la conectividad ecológica y el suelo. En esa medida, es necesario tanto el retiro de la estructura de la carretera como de las adecuaciones existentes, tales como puentes, pontones y obras de drenaje con el fin de preparar las condiciones del terreno para disponer las acciones de restauración.

Una vez retirada la infraestructura de la carretera que ha sido objeto de desmantelamiento, es necesario recuperar la estructura del suelo, su cobertura vegetal y la funcionalidad del paisaje.

Desde el punto de vista del componente físico, es importante recuperar la morfología del paisaje natural, realizando procesos de reconformación paisajística, retirando los terraplenes, mejorando la pendiente de cortes y taludes para contribuir al restablecimiento de la conectividad interrumpida, utilizando suelo orgánico y vegetación de la zona para reconformar todas las áreas intervenidas.

Desde el punto de vista del componente biótico, las acciones de restauración deben estar enfocadas a recuperar las condiciones naturales del área en la cual se desarrolló la construcción de la carretera, para lo cual se deben realizar estudios de suelos y realizar acciones dirigidas a su recuperación. La restauración de cobertura natural, se debe realizar empleando únicamente especies nativas del área intervenida, seleccionando vegetación formadora de suelo, así como especies con funcionalidades que permitan restablecer procesos de conectividad ecológica, que representen refugio, hábitat y oferta alimentaria para la fauna.

Glosario

- **Alcance del proyecto, obra o actividad**: incluye la planeación, emplazamiento, instalación, construcción, montaje, operación, mantenimiento, desmantelamiento, finalización y/o terminación de todas las acciones, actividades e infraestructura relacionada y asociada con las etapas de desarrollo (Minambiente, 2015).
- **Alcantarilla:** obra perteneciente al sistema superficial de drenaje, a través del cual cruza el agua bajo la vía de manera transversal al eje de su estructura (INVÍAS, 2006).
- **Ambiente:** fracción del globo terráqueo que comprende los elementos naturales tanto físicos, como biológicos, los elementos artificiales, sociales y culturales, y las interacciones de estos entre sí (Minambiente, 2018a).
- **Área de influencia:** zona en la cual se manifiestan de manera objetiva y en lo posible cuantificable, los impactos ambientales significativos ocasionados por la ejecución de un proyecto, obra o actividad, sobre los medios abiótico, biótico y socioeconómico, en cada uno de los componentes de dichos medios (Minambiente, 2018a).
- **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 de servicio de la infraestructura y/o servicio (Congreso de la República, 2012).
- ***Box culvert:*** alcantarilla de sección cuadrada (INVÍAS, 2006).
- **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 periodos de tiempo comparables (Naciones Unidas, 1992).
- **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 natural (Minambiente, 2018a).
- **Conglomerado vial:** conjunto conformado por la infraestructura vial, los centros de ocupación y sus nodos de articulación en torno a dinámicas sociales territoriales.
- **Construcción:** en el contexto del presente documento, acción dirigida a generar obra nueva (Congreso de la República, 2013).
- **Contrato de concesión:** tipo de contrato que celebran las entidades estatales con el objeto de otorgar a una persona llamada concesionario la prestación, operación, explotación, organización o gestión, total o parcial, de un servicio público, o la construcción, explotación o conservación total o parcial de una obra o bien destinados al servicio o uso público, así como todas aquellas actividades necesarias para la adecuada prestación o funcionamiento de la obra o servicio por cuenta y riesgo del concesionario y bajo la vigilancia y control de la entidad concedente, a cambio de una remuneración que puede consistir en derechos, tarifas, tasas, valorización, o en la participación que se le otorgue en la explotación del bien, o en una suma periódica, única o porcentual y, en

general, en cualquier otra modalidad de contraprestación que las partes acuerden (Congreso de la República, 1993a).

- **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.
- **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 necesidades (Minambiente, 2018a).
- **Enfoque de intervención temprana:** aproximación conceptual, analítica y práctica que resalta los beneficios de incorporar en cada una de las instancias de la concepción, planeación y ejecución de proyectos, y de la forma más oportuna posible, conceptos, instrumentos y la mejor información disponible para apoyar la toma de decisiones.
- **Estrategia de capilaridad:** mantenimiento de la conectividad funcional de los ecosistemas en los cuerpos de agua. Al conjunto de drenajes superficiales, (caños, ríos, quebradas, meandros, lagunas, terrazas de inundación, entre otros) se denomina "estructura de capilaridad". Esta denominación, se utiliza para hacer la analogía con los vasos sanguíneos en áreas periféricas del cuerpo donde pequeños vasos permiten el flujo de sangre y el mantenimiento de los órganos sin depender de grandes vasos. En el caso de la infraestructura, la distribución de las "cargas" de conectividad –por donde transitan especies, flujos genéticos y materia– en la mayor cantidad de zonas, usando los cuerpos de agua que atraviesan un trazado vial (proyectado o existente), esto disminuye la vulnerabilidad de los corredores de conectividad ecológica frente a la fragmentación.
- **Estudios y diseños:** fase de la ejecución de los proyectos de infraestructura en la cual se deben elaborar 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 construcción (Congreso de la República, 2013).
- **Factibilidad:** fase de la ejecución de los proyectos de infraestructura en la cual se debe diseñar el proyecto y efectuar 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 mismo (Congreso de la República, 2013).
- **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.
- **Gobernabilidad:** expresión de la capacidad del Estado para lograr el cumplimiento de sus propósitos de manera eficaz y eficiente, como producto de la acción interinstitucional y la participación de las comunidades en los niveles de decisión de las políticas, planes, programas y proyectos gubernamentales que conciernen, y se aplican y ejecutan en su territorio.
- **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. Para efectos prácticos, la identificación, análisis y manejo de los impactos acumulativos se deben orientar a aquellos que sean reconocidos como significativos, que se manifiestan en diversas escalas espacio–temporales (Minambiente, 2018a).

- **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 (Minambiente, 2018a).
- **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 (Minambiente, 2018a).
- **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 (Minambiente, 2018a).
- **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 (Minambiente, 2018a).
- **Infraestructura verde vial:** aquella infraestructura vial que a lo largo de todas sus etapas de desarrollo, desde la misma etapa 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, prevenir, 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.
- **Intervención de carreteras:** en el contexto del presente documento se refiere a los proyectos de infraestructura que tengan como objetivo realizar actividades de mejoramiento, rehabilitación o mantenimiento de carreteras.
- **Jerarquía de la mitigación:** es un concepto desarrollado para que los proyectos de infraestructura, que pueden afectar potencialmente a los componentes ambientales, planifiquen e implementen medidas efectivas para, en primera instancia, evitar, subsidiariamente minimizar, luego corregir o finalmente compensar sus impactos.
- **Mantenimiento de emergencia:** intervención en la infraestructura derivada de eventos que tengan como origen emergencias climáticas, telúricas, terrorismo, entre otros, que a la luz de la legislación vigente puedan considerarse eventos de fuerza mayor o caso fortuito (Congreso de la República, 2013).
- **Mantenimiento periódico:** conjunto de actividades de conservación a intervalos variables, destinados primordialmente a recuperar los deterioros ocasionados

por el uso o por fenómenos naturales o agentes externos (Congreso de la República, 2013).

- **Mantenimiento rutinario:** intervención para la conservación continua (a intervalos menores de un año), con el fin de mantener las condiciones óptimas para el tránsito y uso adecuado de la infraestructura de transporte (Congreso de la República, 2013).
- **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 (Minambiente, 2018a).
- **Medidas de corrección:** acciones dirigidas a recuperar, restaurar o reparar las condiciones del ambiente afectadas por un proyecto, obra o actividad (Minambiente, 2018a).
- **Medidas de mitigación:** acciones dirigidas a minimizar los impactos y efectos negativos de un proyecto, obra o actividad sobre el ambiente (Minambiente, 2018a).
- **Medidas de prevención:** acciones encaminadas a evitar los impactos y efectos negativos que pueda generar un proyecto, obra o actividad sobre el ambiente (Minambiente, 2018a).
- **Mejoramiento:** cambios en una infraestructura de transporte con el propósito de mejorar sus especificaciones técnicas iniciales (Congreso de la República, 2013).
- **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 (INVÍAS, 2008).
- **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) (INVÍAS, 2008).
- **Prefactibilidad:** fase de la ejecución de los proyectos de infraestructura en la cual se debe realizar el prediseño aproximado del proyecto, presentando alternativas y realizar la evaluación económica preliminar recurriendo a costos obtenidos en proyectos con condiciones similares, utilizando modelos de simulación debidamente aprobados por las entidades solicitantes (Congreso de la República, 2013).
- **Puente:** estructura de drenaje cuya luz mayor, medida paralela al eje de la carretera, es mayor de diez metros (10 m) (INVÍAS, 2008).
- **Rehabilitación:** reconstrucción de una infraestructura de transporte para devolverla al estado inicial para la cual fue construida (Congreso de la República, 2013).
- **Rocería:** actividad de mantenimiento rutinario encaminada a mantener baja la vegetación de las zonas laterales de la vía (INVÍAS, 2008).
- **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.
- **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 (Minambiente, 2018a).



Referencias bibliográficas

Abra, F. D., Huijser, M. P., Pereira, C. S., & Ferraz, K. M. (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.

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.

Barber, C. P., Cochrane, M. A., Souza Jr., C. M., & Laurance, W. F. (2014). Roads, deforestation, and the mitigating effect of protected areas in the Amazon. *Biological Conservation, 177*, 203–209.

Broxtowe Borough Council. (2016). Green Infrastructure. Recovered from https://www.broxtowe.gov.uk/for-you/parks-and-nature-conservation/nature-conservation/green-infrastructure/

Business and Biodiversity Offsets Programme. (2009). Biodiversity Offset Cost-Benefit Handbook. BBOP, Washington, D.C. Available at: http://www.forest-trends.org/documents/files/doc_3094.pdf

Cardinale, P., & Greig, L. (2013). *Cumulative Impact Assessment and Management: Guidance for the Private Sector in Emerging Markets. Corporación Financiera Internacional.* Washington, DC: World Bank.

Colombia. Congreso de la República. (1993a). Ley 80. Por la cual se expide el Estatuto General de Contratación de la Administración Pública. Bogotá, Diario Oficial 41.094, de 28 de octubre de 1993.

Colombia. Congreso de la República. (1993b). 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. Ley 99 de 1993. Bogotá, Diario Oficial 41.146, de 22 de diciembre de 1993.

Colombia. Congreso de la República. (1997). Ley 388. Por la cual se modifica la Ley 9ª de 1989, y la Ley 3ª de 1991 y se dictan otras disposiciones. Bogotá, Diario Oficial 43.127, de 12 de septiembre de 1997.

Colombia. Congreso de la República. (2012). Ley 1508. Por la cual se establece el régimen jurídico de las Asociaciones Público Privadas, se dictan normas orgánicas de presupuesto y se dictan otras disposiciones. Bogotá, Diario Oficial 48308, de enero 10 de 2012.

Colombia. Congreso de la República. (2013). Ley 1682. Por la cual se adoptan medidas y disposiciones para los proyectos de infraestructura de transporte y se conceden facultades extraordinarias. Bogotá, Diario Oficial 48.987, de 27 de noviembre de 2013.

Colombia. Congreso De La República. (2013). Decreto 1076 de 2015. Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible. Bogotá, Congreso de la República.

Colombia. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2018). Resolución 261. Por medio de la cual se define la frontera agrícola nacional y se adopta la metodología para la identificación general. Bogotá, Diario Oficial 50632, de junio 22 de 2018.

Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [Minambiente]. (2015). Decreto 1076. Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible. Bogotá, 26 de mayo de 2015.

Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [Minambiente]. (2018a). Resolución 1402. Metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales. Bogotá, Diario Oficial 50.673, de 2 de agosto de 2018.

Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [Minambiente]. (2018b). *Criterios ambientales para la priorización de vías de tercer orden.* Bogotá, D. C.

Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [Minambiente]. (s.f.). Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Recuperado de https://www.minambiente.gov.co/index.php/convencion-marco-de-naciones-unidas-para-el-cambio-climatico-cmnucc/convencion-marco-de-naciones-unidas

Colombia. Ministerio de Justicia y del Derecho. (2015). Decreto 1606. Por el cual se establece la conformación, organización y funcionamiento de la Comisión de Seguimiento a las Condiciones de Reclusión del Sistema Penitenciario y Carcelario creada por los artículos 93 y 94 de la Ley 1709 de 2014. Bogotá, Diario Oficial 49600, 10 de agosto de 2015.

Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo: https://www.sica.int/ccad/

Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL]. Estudio económico de América Latina y el Caribe 2010–2011, documento informativo. Santiago de Chile, julio.

Conesa, V. (2010). *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental.* (4.ª ed.). Madrid, España: Mundi–Prensa.

Consejo Nacional de Política Económica y Social República de Colombia – Departamento Nacional de Planeación (2016). *Conpes 3857. Lineamientos de política para la gestión de la red terciaria.* Bogotá, D. C.

Departamento Nacional de Planeación [DNP]. (2013). Consejo Nacional de Política Económica Y Social – Conpes 3760. Bogotá. También citado en Inversión en infraestructura vial y su impacto en el desarrollo económico: Un análisis al caso Colombia (1993–2014). Universidad Nacional. Ramírez Muriel, Andrés Felipe, 2015.

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.

Echeverry C., D. (2017). Nivel de influencia sobre los costos de un proyecto. Notas de clase. Uniandes.

EFE. (2015). 'A. Latina debe invertir más en infraestructura': BID y CAF. *Portafolio.* Recuperado de http://www.portafolio.co/internacional/latina–debe–invertir–infraestructura–bid–caf–26900

Fedesarrollo. (2015). Plan Maestro de Transporte Intermodal (PMTI) 2015–2035. Bogotá.

Fundación para la Conservación y el Desarrollo Sostenible [FCDS] y Departamento de Interior de los Estados Unidos [DOI]. (2017). Plan Regional de Gestión Social y Ambiental en el área de influencia del proyecto vial Marginal de la Selva en los tramos entre La Macarena (Meta) y El Cruce La Leona (Guaviare). Iniciativa Ambiental para la Paz en Colombia, EPIC (USAID).

Fundación para la Conservación y el Desarrollo Sostenible. (2019). Guía técnica. Enfoque de intervención temprana (EIT). Botero García, Rodrigo.

Gómez, D. (2002). *Evaluación de impacto ambiental: un instrumento preventivo para la gestión ambiental* (2.ª ed.). Madrid, España: Mundi–Prensa.

Herrera, R. J. y Bonilla, M. (2009). *Guía de evaluación ambiental estratégica*. Santiago de Chile: Cepal y Minambiente.

Instituto Nacional De Vías [INVÍAS]. (2006). *Manual para la inspección visual de obras de drenaje*. p, 59.

Instituto Nacional de Vías [INVÍAS]. (2008). *Manual de Diseño Geométrico.* Colombia. p. 276.

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.

Laurance, William F., Campbell, Mason J., Alamgir, Mohammed, and Mahmoud, Mahmoud I. (2017). *Road expansion and the fate of Africa's tropical forests*. Frontiers in Ecology and Evolution, 5. 75. pp. 1–7.

Laurance, William F., Mahmoud, Mahmoud I., and Kleinschroth, Fritz. (2017). *Infrastructure expansion and the fate of Central African forests*. In: Brouwer, Meindert, (ed.) Central African Forests Forever. Central African Forests Commission, Bunnik, The Netherlands, pp. 88–95.

Malky, A., Reid, J., Barr, R. y Ledezma, J. C. (2013). Filtro de carreteras. Identificando proyectos viales de alto riesgo en la cuenca amazónica. Conservation Strategy Fund. *Políticas de Conservación en Síntese* (14).

Mata Estacio, C. (2007). Utilización por vetebrados terrestres de los pasos de fauna y otras estructuras transversales de dos autovías del Centro–Noroeste peninsular. Madrid, España: Universidad Autónoma de Madrid.

Naciones Unidas. (1992). Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. P. 27.

Naciones Unidas. (1993). Convenio de Diversidad Biológica (CDB).

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos [OCDE]. (2016). Hacia Infraestructuras Exitosas. Diez retos clave para la gobernanza y opciones de política. Marco de la OCDE para La Gobernanza de las Infraestructuras.

Price Waterhouse y Coopers. (2010). Invirtiendo y construyendo para el futuro Soluciones integrales en infraestructura, APP's y proyectos de capital. Price Waterhouse y Coopers.

Price waterhouse Coopers, S.C. (2015). El Futuro de la Alianza del Pacífico: Integración para un crecimiento productivo.

Quintero, J. D. (2012). *Principles, practices and challenges for green infrastructure in Latin America.* Discussion paper. No. IDB–DP250. Washington D.C.: Inter–American Development Bank (IDB).

Quintero, J. D. y López, D. (2015). Compensaciones de biodiversidad en Latinoamérica y aplicación en el contexto colombiano. *Gest. Ambient., 18*(1), 159–177.

Raiter, K., Possingham, P., Prober, S., & Hobbs, R. (2014). Under the radar: mitigating enigmatic ecological impacts. *Trends in Ecology and Evolution, 29*(11), 635–644.

Smith, D. J., Van Der Ree, R., & Rosell, C. (2015). Wildlife crossing structures: an effective strategy to restore or maintain wildlife connectivity across roads. Handbook of road ecology, 172–183.

Teixeira, F. Z., Coelho, I. P., Esperandio, I. B., da Rosa Oliveira, N., Peter, F. P., Dornelles, S. S., ... & Kindel, A. (2013). Are road–kill hotspots coincident among different vertebrate groups?. Oecologia Australis, 17(1), 36–47.

The New Climate Economy. (2016). The sustainable infrastructure imperative. Washington, DC.

United States Environmental Protection Agency [EPA]. (2016). Best Practices for Green Infrastructure O&M. Recovered from https://www.epa.gov/green–infrastructure/best–practices–green–infrastructure–om

World Economic Forum. Annual Report 2015–2016.

Los lineamientos de infraestructura verde vial, son un conjunto de directrices formuladas con el objeto de que los proyectos de infraestructura carretera, incorporen, de manera integral, elementos ambientales, sociales, tecnológicos y de ingeniería para evitar, prevenir, mitigar y corregir los potenciales impactos ambientales negativos que puedan generar, obteniendo como resultado de su ejecución, un balance ambiental neto positivo.



El futuro es de todos
Gobierno de Colombia

WWF

FCDS
Conservación y Desarrollo