

Estudio ambiental para la interventoría de proyectos de infraestructura verde vial en el contexto colombiano tomando como caso de estudio el proyecto Doble Calzada Briceño -

Tunja - Sogamoso (BTS)

Danny Farley Borrero Braga, Natalia Katherine Castellanos Quiroga

Trabajo de grado para optar el título de Especialista en Interventoría y Supervisión de la construcción

Director

John Jairo Rodríguez Rodríguez

Arq. Mag. Arquitectura y Urbanismo

Universidad Santo Tomás, Bucaramanga

División de Ingenierías y Arquitectura

Especialización en Interventoría y Supervisión de la construcción

2025

Contenido

Introducción	9
1. Problema.....	11
1.1 Planteamiento del problema.....	11
1.2 Justificación.....	12
1.3 Objetivos	14
1.3.1 Objetivo general.....	14
1.3.2 Objetivos específicos	14
2. Marco referencial.....	15
2.1. Marco teórico	15
2.2. Marco conceptual	19
2.3. Marco legal.....	32
2.3.1 Normas de carácter constitucional.....	32
2.3.2. Normas de carácter legal	32
3. Metodología.....	35
4. Resultados.....	37
4.1. Impactos ambientales ocasionados durante las actividades constructivas de proyectos viales	37
4.2. Caso de estudio: doble calzada Briceño - Tunja - Sogamoso (BTS)	40
4.2.1 Descripción de la zona de estudio	41
4.2.2 Características principales del proyecto.....	40
4.2.3 Identificación y análisis impactos ambientales generados durante el proyecto BTS	44
4.2.4 Análisis comparativo – cumplimiento lineamientos de construcción proyecto vial BTS	45

4.2.5 Oportunidades de mejora	48
5. Recomendaciones	49
6. Conclusiones.....	50
Referencias.....	52

Lista de tablas

Tabla 1. <i>Relación entidades públicas - documentos oficiales, con enfoque ambiental al sector vial</i>	18
Tabla 2. <i>Lineamientos de construcción</i>	22
Tabla 3. <i>Tipología de carreteras por administración</i>	25
Tabla 4. <i>Tipología de carreteras por terreno</i>	26
Tabla 5. <i>Tipología de carreteras por dimensión</i>	27
Tabla 6. <i>Tipología por Interés Ambiental (Áreas de Especial Interés Ambiental-AEIA)</i>	29
Tabla 7. <i>Normatividad nacional</i>	33
Tabla 8. <i>Proyectos de construcción de infraestructura vial analizados</i>	37
Tabla 9. <i>Impactos ambientales identificados en diez (10) proyectos de construcción de infraestructura vial en Colombia</i>	38
Tabla 10. <i>Relación de tramos del corredor vial BTS</i>	40
Tabla 11. <i>Información contratistas concesión Briceño – Tunja – Sogamoso.</i>	43
Tabla 12. <i>Componentes ambientales afectados en el proyecto BTS</i>	44
Tabla 13. <i>Evaluación cumplimiento lineamientos de construcción BTS</i>	45

Lista de figuras

Figura 1. <i>Esquema metodológico</i>	35
Figura 2. <i>Trayectos proyecto vial doble calzada Briceño - Tunja - Sogamoso</i>	39
Figura 3. <i>Trazabilidad proyecto doble calzada Briceño - Tunja – Sogamoso</i>	42

Resumen

Las obras de infraestructura vial permiten el desarrollo económico y social de un país, conectando un punto a otro, así mismo el transporte de diferentes bienes y servicios, además de personas. Su construcción es crucial a favor de la economía de un país, sin embargo, se han demostrado distintas problemáticas ambientales que impactan de forma negativa el entorno donde se construyen las mismas, la constante evidencia de afectaciones a los ecosistemas, la contaminación de fuentes hídricas y la alteración del paisaje, lograron generar la necesidad de crear nuevos y adecuados mecanismos para la conservación de los recursos naturales y el cuidado de las especies para compensar los daños generados. Las obras de infraestructura verde vial, minimizará los impactos ambientales, que se generan a partir de las construcciones viales forjando herramientas con las cuales, se pueda efectuar estrategias a futuro frente a los impactos generados en dichas construcciones.

Palabras clave: Infraestructura vial, impactos ambientales, evaluación, desarrollo.

Abstract

Road infrastructure works are an important element for the economic and social development of a country, they allow the connection from one point to another, as well as the transport of different goods and services, as well as people. Their construction is crucial in favor of the economy of a country, however, different environmental problems have been demonstrated that negatively impact the environment where they are built, the constant evidence of effects on ecosystems, the contamination of water sources and the alteration of the landscape, managed to generate the need to create new and adequate mechanisms for the conservation of natural resources and the care of species to compensate the damage generated. Green road infrastructure works will minimize the environmental impacts that are generated from road constructions, forging tools with which future strategies can be made against the impacts generated in such constructions.

Keywords: Road infrastructure, environmental impacts, evaluación, development.

Glosario

Desarrollo: en el contexto de proyectos de infraestructura, *Sachs, J. D. (2015)* se refiere a las actividades orientadas a mejorar la calidad de vida y las condiciones socioeconómicas de una región mediante la implementación de proyectos que contribuyan al crecimiento económico, la movilidad y la sostenibilidad. Esto incluye la creación de infraestructuras viales que promuevan el uso eficiente de los recursos naturales.

Evaluación del impacto ambiental: proceso sistemático de análisis de los efectos potenciales que un proyecto puede generar sobre el medio ambiente. Menciona *UNEP (2017)* que la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) es una herramienta clave utilizada en proyectos de infraestructura para predecir, identificar, mitigar y monitorear impactos ambientales.

Infraestructura vial: conjunto de obras y construcciones necesarias para el transporte terrestre, que incluyen carreteras, puentes, túneles, ciclovías y otras estructuras que permiten el tránsito de vehículos y personas. Según *AASHTO (2018)* la infraestructura vial puede incluir elementos tradicionales y sostenibles, junto con la gestión ecológica del espacio vial. Conjunto de obras y construcciones destinadas a permitir el transporte de personas y mercancías, tales como carreteras, puentes, túneles y otros elementos que facilitan la conectividad.

Impactos ambientales: son los efectos que las actividades humanas, tales como la construcción de infraestructura vial, que tienen sobre el medio ambiente. Estos pueden incluir la alteración de ecosistemas, la contaminación del aire y el agua, la pérdida de biodiversidad y la generación de residuos, entre otros. Es crucial evaluar estos impactos para prevenir daños a los recursos naturales y la salud humana como contempla *World Bank. (2012)*.

Introducción

De acuerdo al Consejo Nacional de Política Económica y Social - CONPES, uno de los propósitos de la actual política de transportes, es el desarrollo de proyectos de infraestructura vial, el cual es un renglón de interés de la política de integración nacional del país, lo que conlleva a la ampliación de los niveles de competitividad a través del servicio y construcción de la red nacional de carreteras, todo esto incluido dentro del Plan Nacional de Vías para la Integración Regional propuesto por el Ministerio de Transporte, (*PNVIR, 2020, p. 8*).

Según (*Invias, 2024, pp. 17, 18*), menciona que las cifras enmarcadas en el Plan Estratégico Institucional 2023 – 2026 del Instituto Nacional de Vías – Invias, la red carretera primaria nacional es de aproximadamente 17.400 Km, de los cuales, a 31 de diciembre de 2022, el Invías tenía a cargo 10.192 Km, los demás kilómetros están siendo administrados por la Agencia Nacional de Infraestructura -ANI en modalidad de concesión, advirtiendo que la propiedad de toda la red es del Invías. De los 10.192 Km de red vial carretera primaria, 4.423.33 Km, equivalentes al 43.4% están en buen estado, 3.201.3 Km que equivale al 31.41% están en regular estado y 2.567.37 Km que equivalen al 25.19% están en mal estado.

Con base en las cifras anteriores, es necesario mencionar que desde el año 2015, organizaciones nacionales e internacionales entre las que se destacan la Fundación para la Conservación y el Desarrollo Sostenible (FCDS) y World Wildlife Fund (WWF) en (*Minambiente, 2020, p. 22*), han aportado información y conocimiento técnico en relación a los impactos ambientales que ocasiona la infraestructura vial, y las oportunidades que representa el desarrollo de infraestructura de transporte sostenible para el país, todo lo anterior, contribuyó inicialmente a la formulación de los Lineamientos de Infraestructura Verde Vial para Colombia..

Para esta monografía, el caso de estudio seleccionado fue el Proyecto “Construcción de la Doble Calzada BTS – Briceño – Tunja – Sogamoso”, puesto que se trata de un corredor vial de gran magnitud que une dos departamentos y atraviesa ecosistemas frágiles y de importancia ecológica, además presenta distintas tipologías de terreno, lo cual es beneficioso para el análisis debido a la complejidad ya mencionada, este proyecto NO siguió los lineamientos de construcción de Infraestructura Verde Vial del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, debido a que se construyó con antelación, sin embargo, por las condiciones topográficas de la región se consideraron aspectos ambientales importantes durante la ejecución del proyecto. Se ha llevado a cabo la identificación y evaluación de los impactos ambientales a partir de la literatura, la cual refleja un diagnóstico de los componentes de los medios abiótico, biótico y socioeconómico del área donde se desarrolló el proyecto (BTS), así como el análisis comparativo de las acciones y estrategias necesarias para su ejecución.

1. Problema

1.1 Planteamiento del problema

Los inconvenientes de la construcción de obras de infraestructura vial en Colombia radican en los efectos negativos que se generan en los ecosistemas locales. En la ejecución de cualquier tipo de proyecto se generan impactos en el ambiente. Estos se identifican y se evalúan bajo el estudio de impacto ambiental, el cual, contempla las medidas de prevención, mitigación y compensación de los efectos ocasionados por el proyecto lo anterior, según (*Arroyave et al, 2006, p. 51*).

Colombia no es ajena en enfrentar los impactos generados por las construcciones viales. (*Armesto & Díaz, 2018, pp. 4, 7*) hace referencia a que la construcción de carreteras en Colombia generó dificultades institucionales, políticas y económicas, además de tener variaciones en aspectos técnicos como la topografía y factores climáticos, también se menciona que la infraestructura vial en Colombia se ha visto golpeada por la ineficiente inversión teniendo como resultado deficiencia en tramos viales y una mala gestión en el desarrollo de las vías alterando todos los recursos a su alrededor.

Los impactos son inherentes a la ejecución del proyecto y, aunque no se pueden evitar, sí pueden ser minimizados mediante estrategias de manejo ambiental, como el uso de tecnologías en maquinarias y la gestión de residuos sólidos, especialmente en la etapa de movimiento de tierras al inicio de las obras (*Thompson, 2014, p. 33*). Es necesario considerar al diseñar el trazado de una carretera y asegurarse de que no afecte la calidad de vida de las personas del entorno ni cause daños a los ecosistemas presentes (*Barrero Espinosa, 2024, p. 10*).

En este contexto, en el año 2020, por colaboración entre los Ministerios de Transporte y Ambiente y Desarrollo Sostenible, se conciben los lineamientos de infraestructura verde vial para Colombia, producto de la necesidad de seguir ciertas directrices, que puedan cumplir los proyectos viales siendo la infraestructura verde vial un tipo de proyecto aledaño o complementario para darle manejo sostenible a las vías del país. Así que, esta monografía responde a la pregunta: ¿Qué lineamientos de construcción de Infraestructura Verde Vial fueron considerados en el Proyecto Doble Calzada Briceño - Tunja - Sogamoso, y cómo puede evaluarse su cumplimiento, además qué medidas preventivas y/o correctivas podrían implementarse para garantizar una alineación con los LIVV en caso de identificarse incumplimientos?

1.2 Justificación

(Invias, 2019, p. 8) comenta que la infraestructura de transporte cumple una importante función de soporte para las actividades económicas de todo tipo de sociedades, pero a menudo no se ha considerado los efectos en el ambiente y su sostenibilidad en el tiempo. El sector transporte del país ha establecido 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 de infraestructura vial.

En Colombia, la infraestructura vial ha crecido exponencialmente en conjunto a la legislación sobre identificación y gestión de impactos ambientales que en la última década ha cambiado, de acuerdo a ese crecimiento gradual de la infraestructura vial en el país, es previsible reconocer que la superposición de estos proyectos viales traiga efectos adversos acumulativos en

el ambiente, en áreas mayores de las respectivas áreas de influencia directa como contempla (Invias, 2021, p. 35).

No fue sino hasta el año 2021, que el Ministerio de Transporte mediante la Circular 202160000167431 del 23 de febrero de 2021, entregó al Instituto Nacional de Vías - INVÍAS y a la Agencia Nacional de Infraestructura - ANI, los Lineamientos de Infraestructura Verde Vial (LIVV), como directrices complementarias a los requerimientos propios de la gestión ambiental de los proyectos viales. Estos lineamientos propician que los proyectos de construcción de infraestructura vial se diseñen y ejecuten, contemplando las medidas de manejo necesarias para evitar, prevenir, mitigar, corregir o compensar la totalidad de los impactos ambientales significativos que potencialmente se puedan generar, con el fin de lograr mayor sostenibilidad de los mismos. (Minambiente, 2020, p. 8). Así mismo, hasta el año 2024, mediante la Resolución No. 202430400118375 del 30 de abril de 2024, el Ministerio de Transporte, *incorpora en los proyectos de infraestructura vial el concepto de Corredor Geotécnico, se adoptan los lineamientos de Infraestructura Verde Vial - LIVV y se dictan otras disposiciones frente a la gestión del riesgo de desastres.*

Sin embargo, y aunque existe una Guía Ambiental para proyectos de infraestructura vial Modo Carretero que se ha venido actualizando en el tiempo, hasta hace apenas, un poco más de cuatro (4) años, y por iniciativa externa se empezó a hablar de proyectos de infraestructura verde vial para el país, con ello, INVÍAS, desarrolló un programa denominado “*Vive Colombia: Vías Verdes de Colombia*”; que fue el punto de partida para la creación de los Lineamientos de Infraestructura Verde Vial.

Esta investigación tiene sus inicios en el marco de la formulación de nuevos proyectos de infraestructura vial, que integran los Lineamientos de Infraestructura Verde Vial (LIVV), esto

conlleva a retos y oportunidades para la red vial nacional, y que busca que el sector transporte vial sea sostenible en tiempo y espacio.

El presente documento está enfocado a evaluar los lineamientos de construcción y consideraciones ambientales en la etapa de construcción del Tramo V del proyecto vial Briceño - Tunja - Sogamoso; con el fin de conocer e identificar los conflictos que se presentan entre la infraestructura vial y la normativa vigente dirigidas al desarrollo de infraestructura verde vial, misma que pretende la conservación de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos.

1.3 Objetivos

1.3.1 *Objetivo general*

Evaluar los lineamientos de construcción de Infraestructura Verde Vial considerados en el Proyecto doble calzada Briceño - Tunja - Sogamoso (BTS).

1.3.2 *Objetivos específicos*

Evaluar los aspectos ambientales considerados en la etapa de construcción del proyecto doble calzada Briceño - Tunja - Sogamoso (BTS).

Evaluar el grado de cumplimiento de los lineamientos para la construcción de infraestructura verde vial del proyecto doble calzada Briceño - Tunja - Sogamoso (BTS).

Plantear oportunidades de mejoras necesarias para la implementación de los LIVV para el desarrollo de proyectos viales en términos de sostenibilidad ambiental.

2. Marco referencial

2.1. Marco teórico

Antecedentes, infraestructura verde, infraestructura verde vial, y su relación con la planificación territorial.

En los últimos 50 años se han hecho proyectos de ingeniería civil a nivel nacional para impulsar el desarrollo económico y mejorar la accesibilidad a diferentes regiones (DNP, 2022, p. 238). Sin embargo, estos proyectos se llevaron a cabo sin una visión integral y no consideraron adecuadamente los aspectos ambientales. Esto ha llevado a impactos significativos en diversos ecosistemas y áreas protegidas a lo largo y ancho del país. Desde el año 2015, las organizaciones Fundación para la Conservación y el Desarrollo Sostenible (FCDS) y World Wildlife Fund (WWF-Colombia) generaron conocimiento técnico necesario frente a los impactos ambientales y se generan a partir de la infraestructura vial, buscando un enfoque sostenible de la infraestructura vial en el país, contribuyendo a la formulación de los Lineamientos de Infraestructura Verde Vial (Minambiente, 2020, p. 4).

Los proyectos de construcción de carreteras que se diseñen y ejecuten, según (Minambiente, 2020, p. 8) deben contemplar las medidas necesarias para evitar, prevenir, mitigar, corregir y/o compensar la totalidad de los impactos ambientales significativos que potencialmente puedan generar.

Un caso particular y que marcó un hito en obras viales en Colombia, fue la construcción de la vía que conecta las ciudades de Santa Marta y Barranquilla, la cual duró 24 años, entre 1956 y 1980, este proyecto evidenció los significativos impactos ambientales asociados a grandes obras de infraestructura. Esta obra condujo a una fragmentación extensiva del manglar, un ecosistema

vital para la regeneración y sustento de una amplia variedad de especies. El proyecto de pavimentación y el relleno de la vía, acarreó consecuencias negativas notables, el cerramiento de la comunicación de los cuerpos de agua dulce con los de agua salada, ocasionó alteraciones en el ecosistema como el secamiento y muerte de 33.245 hectáreas de manglares y una baja sedimentación que está ocasionando la erosión costera en varios puntos de la zona como en los kilómetros 19, 20, 28, 42 y 50 (*Corpamag, 2014*); lo cual representa un aspecto crítico para la preservación de este ecosistema único en Colombia, estos cambios alteraron considerablemente el paisaje, afectando tanto la economía local como el equilibrio ecológico de la región (*Aguilera, 2011, p. 10*).

Los daños ambientales causados por proyectos de infraestructura vial como el de la vía Santa Marta – Barranquilla, generó una mayor conciencia ambiental en algunas entidades en el país, lo cual promovió la implementación de medidas y estrategias que partieron del conocimiento, y que han logrado aumentar prácticas sostenibles con el entorno que nos rodea.

Buzai (2019, p.17), cita a Benedict y McMahon (2002, p. 7) quienes definen a la infraestructura verde “como una red interconectada de espacios verdes que conserva las funciones y valores de ecosistemas naturales ofreciendo beneficios a la población humana”. Además, señalan que la infraestructura verde urbana es una estrategia que permite la conservación de la naturaleza de un territorio lo que aporta a la sustentabilidad ambiental, social y económica del mismo. Esta estrategia difiere de “otras estrategias de planificación de los espacios abiertos al considerar la conservación de la naturaleza en relación con el desarrollo del territorio, la gestión del crecimiento de las ciudades y la planificación de la infraestructura construida” (Buzai, 2019, p. 17).

Russo y Cirella (2018, p. 14) reseñan que “la relación entre la población urbana y cantidad de espacios verdes es vital en términos de sostenibilidad, salud y resiliencia de las zonas urbanas”. Por ello, es importante que, en la planificación urbana futura, se considere el cambio climático como un aspecto del estudio realizado. La planificación urbana debe estar ligada a la sostenibilidad, buscando el bienestar de los habitantes, para lo cual, debe considerar la diversidad de factores biofísicos, ambientales, económicos, políticos, culturales y climáticos, siendo este último uno de los primordiales que influyen en el desarrollo futuro de las construcciones, como recomienda *Russo y Cirella* (2018, p. 14).

Recientemente, dentro de las consideraciones para el ingreso a la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) por nuevos miembros, este organismo recomendó avanzar hacia el desarrollo de infraestructura verde con criterios que sean vinculantes en los temas de contratación. Sin embargo, en lo que se considera las vías regionales, es decir, aquellas que, a pesar de su longitud, inversión e impactos potenciales, pero al ser ejecutadas con dineros públicos, no tienen aún mecanismos de evaluación que permitan establecer estrategias para identificar su viabilidad o sus medidas de compensación o mitigación, según sea el caso (*Minambiente, 2020, p. 24*).

En Colombia, durante su proceso de ingreso a la OCDE, el país adoptó un marco normativo para el desarrollo de estudios de impactos acumulativos y sinérgicos en la generación de los Lineamientos de Infraestructura Vial Verde en el año 2020 por parte del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (*Minambiente, 2020, p. 21*).

Así mismo, Colombia a través del Instituto Nacional de Vías (INVÍAS) en el año (2019) adoptó la “*Política de Sostenibilidad para la Infraestructura del Transporte*”, buscando aumentar los niveles de satisfacción de las necesidades y demandas del entorno socio ambiental en el que se

desarrollan los proyectos de infraestructura de transporte. Esta política se encuentra enmarcada en cuatro (4) ejes: proyectos sostenibles, comunidades sostenibles, institucionalidad e innovación sostenibles (*Invias, 2019, pp. 14*).

También es importante destacar que, además de los esfuerzos realizados por el Instituto Nacional de Vías - INVÍAS, otras entidades públicas han desarrollado estudios, documentos manuales y guías importantes respecto a la implementación de aspectos ambientales en la infraestructura vial, a continuación, se presentan los principales manuales y guías elaboradas por estas entidades (*Ver Tabla No. 1*), los cuales constituyen un fundamento teórico esencial para la recopilación de información y el desarrollo de un enfoque ambiental aplicado a proyectos de Infraestructura verde vial en Colombia:

Tabla 1. *Relación entidades públicas - documentos oficiales, con enfoque ambiental al sector vial*

Entidad	Documentos generados
Instituto Nacional de Vías - INVÍAS	Guía de manejo ambiental para vías terciarias.
	Guía de Manejo Ambiental de proyectos de Infraestructura Subsector Vial.
Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR	Guía 3093 de 2019 - Guía Técnica sobre Compensaciones Ambientales.
	Manual de Compensaciones ambientales del Componente Biótico (2018).
Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - MADS	Metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales.
	Guía para la Evaluación Ambiental Estratégica (EAE) (Herrera y Bonilla-Madrigán, 2008). (Es una colaboración entre entidades públicas, privadas y universidades de Colombia y España.
	Guía para la definición, identificación y delimitación del área de influencia.

Entidad	Documentos generados
Autoridad Nacional de Licencias Ambientales - ANLA	Guía de participación ciudadana para el licenciamiento ambiental.
Instituto de Desarrollo Urbano de Bogotá - IDU	Guía de implementación de gestión ambiental para el desarrollo de proyectos de infraestructura urbana en la ciudad.

En síntesis, el marco teórico desarrollado, concluye que el cambio climático en la actualidad demanda una diversificación en la manera de enfrentar los problemas del crecimiento de la infraestructura vial desde su estructura de planificación y a su vez reconocer la presencia de una crisis global. Eso lleva a que las entidades públicas y privadas desde su fase de planificación de proyectos anticipen los cambios y adapten su plan de acción en torno a estos, incluyendo en los diseños a la infraestructura verde vial, con la finalidad de reducir los riesgos asociados a los impactos que día a día genera el cambio climático en el territorio (*Barton, 2009, p. 23*) y contribuir al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) 15 y 13.

Los lineamientos de construcción de acuerdo con (*Minambiente, 2020, p. 15*), 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.

2.2. Marco conceptual

Ambiente: se refiere al entorno vital compuesto por factores físico-naturales, sociales, culturales, económicos y estéticos, los cuales interactúan entre sí con el individuo y la comunidad, definiendo su forma, carácter, relaciones y supervivencia (*Viloria et al., 2018, p. 5*).

Área de influencia: zona en la cual se manifiestan de manera objetiva y en lo posible cuantificable (Minambiente, 2018, p. 4), 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.

Carretera: es una vía terrestre de comunicación, para el tránsito principalmente de vehículos de pasajeros y de carga, abarcando automóviles, buses y camiones, pero que a su vez da cabida a otras formas de movilización como son las bicicletas y las motocicletas. En ciertas circunstancias también para la circulación compartida con transeúntes como para la tracción animal y el traslado restringido de maquinaria agrícola, industrial y de construcción (Invias, 2021, p. 109).

Concesión: es el contrato por medio del cual una entidad estatal, obligada a la prestación de un servicio público, confía el funcionamiento del mismo a manera de delegación a un concesionario, quién actúa en nombre y a riesgo propio en la operación, explotación, prestación, organización o gestión de un servicio público, bien sea de manera parcial o total (Invias, 2021, p. 16).

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 (Minambiente, 2020, p. 95).

Evaluación de impacto ambiental: es un instrumento o herramienta de carácter preventivo, encaminado a identificar las consecuencias ambientales de la ejecución y funcionamiento de una

actividad humana, con el fin de establecer las medidas preventivas y de control que hagan posible el desarrollo de la actividad sin perjudicar, o perjudicando lo menos posible al medio ambiente (Arboleda, 2005, p. 15).

Impacto ambiental: cualquier alteración en el medio ambiental biótico, abiótico y socioeconómico, que sea adverso o beneficioso, total o parcial, que pueda ser atribuido al desarrollo de un proyecto, obra o actividad (Decreto 1076 de 2015, p. 117).

Infraestructura verde: red de zonas naturales y seminaturales y de otros elementos ambientales, que presta una extensa gama de servicios ecosistémicos. La infraestructura verde consiste en la utilización de vegetación, suelos y procesos naturales para funciones tales como la gestión del agua de lluvia y la creación de ambientes más saludables, llega debido a necesidades cruciales de una comunidad, región o territorio (Minambiente, 2020, p. 96).

Infraestructura verde vial: 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 (Minambiente, 2020, p. 96).

Lineamientos de infraestructura verde vial (LIIV): son un conjunto de directrices que buscan que los proyectos de infraestructura vial incorporen de manera integral elementos ambientales, sociales, tecnológicos y de ingeniería para obtener un balance ambiental neto positivo, los cuales se encuentran clasificados de acuerdo con la etapa de desarrollo del proyecto (Minambiente, 2020, p. 22).

Ahora bien, estos lineamientos de infraestructura verde vial se encuentran clasificados de acuerdo a la etapa de desarrollo del proyecto de infraestructura en la cual 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

Lineamientos para la construcción con LIIV: 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 según se expresa en (*Minambiente, 2020, pp. 70, 76*), son ocho (8) los lineamientos que se deben cumplir (*Ver Tabla No. 2*)

Tabla 2. Lineamientos de construcción

Lineamientos	Descripción
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 IVV, 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. 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,

Lineamientos	Descripción
	deben garantizar la minimización de impactos ambientales ya obtenida en la etapa de diseño.
2. Contemplar estrategias y emprender acciones para preservar y consolidar corredores de conectividad ecológica para la ejecución de proyectos de construcción de infraestructura carretera	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. Se deben aplicar las medidas de manejo en los estudios previos, como: el establecimiento de franjas a lado y lado de la vía; la recuperación y enriquecimiento de coberturas naturales tanto en estas franjas como al interior de los corredores de conectividad ecológica; el establecimiento de un programa de monitoreo del estado de la cobertura vegetal natural asociada a la vía y 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.
3. Ejecutar obras de drenaje que no afecten o minimicen la afectación de cuerpos de agua y sus rondas	Las obras de drenaje que se construyan deben evitar la fragmentación de los ecosistemas terrestres y acuáticos presentes en el área de influencia del proyecto, la 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, 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.
4. Generar infraestructura de mitigación de impactos negativos sobre la fauna silvestre para la ejecución de proyectos de construcción de infraestructura carretera	Generar o crear infraestructura para evitar la generación de impactos negativos sobre la movilidad de la fauna silvestre (v. g. viaductos, puentes y túneles). Ejemplo: La construcción de un 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, 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 vial.

Lineamientos	Descripción
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.
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 (geomorfológico, hidrológico, suelo, aire, fauna, flora, hidrobiológico, económico).
7. Verificar el cumplimiento de requisitos de gobernanza para la ejecución de proyectos de construcción de infraestructura carretera	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; 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.
8. Garantizar la disponibilidad de recursos de financiación para la construcción de infraestructura carretera.	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.

Adaptado de: Minambiente (2020).

Obra vial: hace referencia a la construcción, rehabilitación o mejora de infraestructuras destinadas a facilitar el transporte de personas y mercancías por medio de vías de comunicación terrestre (Invías, 2021, p. 4).

Clasificación de obras viales: las carreteras tienen variadas formas de clasificación dependiendo fundamentalmente del propósito ingenieril pretendido. Con el fin de propiciar el contexto relevante para este documento, la clasificación comprende las siguientes instancias:

- Tipología por administración
- Tipología por terreno
- Tipología por dimensión
- Tipología por áreas de interés ambiental

Tipología por administración: de acuerdo con la Resolución 0411 del Ministerio de Transporte del 26 de febrero de 2020 y el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras del INVÍAS, las carreteras administrativamente se clasifican conforme se indica de forma consolidada en la *tabla 3*.

Tabla 3. *Tipología de carreteras por administración*

Nivel	Categorías	Clase	Administración
Nacional	Vías de primer orden	Son carreteras troncales y transversales que integran las principales zonas de producción y consumo, y conectan las fronteras con los puertos de comercio internacional.	INVÍAS ó ANI
Departamental	Vías de segundo orden	Son carreteras que unen las cabeceras municipales entre sí y/o que provienen de una cabecera municipal y se conectan con una carretera de primer orden.	Gobiernos departamentales
Municipal	Vías de tercer orden	Son carreteras que unen las cabeceras municipales con sus veredas o unen veredas entre sí (interveredales) de un municipio o con una carretera de segundo orden.	Gobiernos municipales, departamentales y/o INVÍAS
Distritos Especiales	Según aplique discrecionalmente a cada Distrito Especial ubicado en el territorio nacional, así como en referencia a Áreas Metropolitanas, conforme		

Nivel	Categorías	Clase	Administración
	a los lineamientos a la fecha impartidos por la ley 1617 de 5 de febrero de 2013 del Congreso de Colombia.		
Adaptado de: Invías (2020).			

Tipología por terreno: Colombia, presenta alta variedad en su relieve: sistemas montañosos, llanuras interiores y costeras, además de valles interandinos. Esta circunstancia influye notablemente en las diversas condiciones de operación de los vehículos que transitan por las carreteras, así como en el estado de estas dado el dinámico entorno natural y socioeconómico por donde discurren, se hace alusión al tema en función básicamente de la topografía del terreno; (ver tabla 4)

Tabla 4. *Tipología de carreteras por terreno*

Clase	Pendiente		Descripción
	Longitudinal (%)	Transversal (°)	
Plano	0 a 3	<5	Presenta alineamientos mayormente rectos y comparativamente extensos, libres por lo regular de restricciones naturales del relieve. La banca vial se dispone en su mayoría en terraplén con anchos holgados. Los vehículos pesados operan de forma relativamente similar a los vehículos livianos
Ondulado	3 a 6	6 a 13	Presenta alineamientos más o menos rectos con intercalaciones relativamente suaves de curvatura vertical y horizontal. Por una mayor presencia de restricciones naturales del relieve, la banca vial exhibe anchos relativamente holgados con una combinación de terraplenes y de cortes bajos a medianos. Los vehículos pesados, reducen su velocidad moderadamente por debajo de las de los livianos.

Clase	Pendiente		Descripción
	Longitudinal (%)	Transversal (°)	
Montañoso	6 a 8	13 a 40	A menos que se cuente con túneles y viaductos, la tendencia es a una combinación intercalada de alineamientos vertical y horizontal que se traduce en ascensos y descensos combinados, con curvas sucesivas cambiando de sentido. Por una permanente presencia de restricciones naturales del relieve, la banca vial es una combinación de terraplenes y cortes medianos a altos, con presencia relativa de secciones mixtas y restricción de ancho en ciertos casos. Los vehículos pesados operan frecuentemente con velocidad sostenida en rampa durante distancias considerables.
Escarpado	>8	>40	Similar a la condición montañosa, pero con pendientes mayores, en condiciones que demandan más alto cuidado y precaución en materia de operación para los vehículos en general.

Adaptado de: Invias (2021).

Tipología por dimensión: hace referencia al número de calzadas de las carreteras, más aún que se identifica actualmente un destacado desarrollo progresivo en infraestructura encaminado a dotar al país de dobles calzadas, que ha implicado la construcción de segundas vías por lo regular adosadas a las existentes, al igual que nuevos corredores integrales en doble carretera. A la fecha la tendencia en tal sentido es la siguiente, *ver tabla 5:*

Tabla 5. Tipología de carreteras por dimensión

Tipología	Descripción
	Se disponen para doble sentido de circulación, en calzada sencilla de dos carriles y en doble calzada con cuatro a seis carriles en total, con

Tipología	Descripción
Vías de primer orden	sus respectivos retornos, intersecciones y demás componentes geométricos.
Vías de segundo orden	Estas, se disponen por lo regular para doble sentido de circulación, en calzada sencilla y en algunos casos particulares en doble calzada con cuatro carriles en total.
Vías de tercer orden	Se disponen por lo regular para doble sentido de circulación en calzada sencilla.

Adaptado de: INVÍAS (2021).

Tipología por interés ambiental: la importancia de las Áreas de Especial Interés Ambiental (AEIA), denominadas así a partir del Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente, y ratificadas en políticas de Estado y en instrumentos de planificación y gestión como los denominados Programas de Desarrollo con Enfoque Territorial (PDET), radica en la gran biodiversidad que poseen, y en los bienes y servicios ecosistémicos que prestan, razón por la cual deben ser objeto de conservación, hagan parte o no del Sistema Nacional de Áreas Protegidas, SINAP. Algunas de estas áreas, están cobijadas bajo diferentes figuras jurídicas de protección que actualmente restringen e incluso prohíben los proyectos, obras o actividades que en ellas se pretenda ejecutar.

La clasificación de estas Áreas de Especial Interés Ambiental (AEIA), soportadas en la legislación vigente, fue formulada por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible en el año 2018, permitiendo considerar en forma sistemática el conjunto de AEIA, siendo así una base de análisis de la zonificación ambiental, y una herramienta valiosa para aspectos estratégicos; ver tabla 6.

Tabla 6. Tipología por Interés Ambiental (Áreas de Especial Interés Ambiental-AEIA)

Categoría de Ordenamiento Territorial	AEIA	RUNAP	REEAA	Categorías de Ordenamiento	
				Ambiental	Productivo
SINAP	Parques Nacionales Naturales	X		Preservación	Excluido
	Reservas Naturales	X		Preservación	Excluido
	Áreas naturales Únicas	X		Preservación	Excluido
Área del Sistema de Parques Nacionales Naturales	Santuarios de Fauna y Flora	X		Preservación	Excluido
	Vía Parque	X		Preservación	Excluido
	Prospección para la declaración de áreas	X		Preservación	Excluido
	Parques Regionales Naturales	X		Preservación	Excluido
	Reservas Forestales Protectoras Nacionales	X		Preservación	Excluido
	Reservas Forestales Protectoras Regionales	X		Preservación	Excluido
	Distritos Nacionales de Manejo Integrado	X		Conservación y Desarrollo Sostenible	Condicionado
SINAP Otras Categorías	Distritos Regionales de Manejo Integrado	X		Conservación y Desarrollo Sostenible	Condicionado
	Área de Manejo Especial de La Macarena	X		Conservación y Desarrollo Sostenible	Condicionado

Categoría de Ordenamiento Territorial	AEIA	RUNAP	REEAA	Categorías de Ordenamiento	
				Ambiental	Productivo
Ecosistemas Estratégicos	Distritos de Conservación de Suelos	X		Conservación y Desarrollo Sostenible	Condicionado
	Áreas de Recreación	X		Conservación y Desarrollo Sostenible	Condicionado
	Reservas Naturales de la Sociedad Civil	X	X	Conservación y Desarrollo Sostenible	Condicionado
	Complejos de Páramo			Preservación	Excluido
	Subpáramos, Zonas Recarga Acuíferos			Conservación y Desarrollo Sostenible	Condicionado
	Nacimientos agua, Rondas hídricas			Preservación	Excluido
	Humedales Interiores			Conservación y Desarrollo Sostenible	Condicionado
	Sabanas Naturales			Conservación y Desarrollo Sostenible	Condicionado
	Bosques Naturales			Conservación y Desarrollo Sostenible	Condicionado
	Bosques Secos		X	Conservación y Desarrollo Sostenible	Condicionado
	Zonas A de Reservas Forestales Ley 2da		X	Preservación	Excluido
	Manglares		X	Conservación y Desarrollo Sostenible	Condicionado

Categoría de Ordenamiento Territorial	AEIA	RUNAP	REEAA	Categorías de Ordenamiento	
				Ambiental	Productivo
Estrategias Complementarias de Conservación y de Desarrollo Sostenible	Zonas costeras, estuarios, meandros			Conservación y Desarrollo Sostenible	Condicionado
	Arrecifes coralinos			Preservación	N/A
	Pastos marinos		X	Conservación y Desarrollo Sostenible	N/A
	Zonas B y C de Reservas Forestales Ley 2da			Conservación y Desarrollo Sostenible	Condicionado
	Humedales RAMSAR		X	Conservación y Desarrollo Sostenible	Condicionado
	Reservas de la Biosfera			Conservación y Desarrollo Sostenible	Condicionado
	Patrimonios de la Humanidad			Conservación y Desarrollo Sostenible	Condicionado
	AICAs			Conservación y Desarrollo Sostenible	Condicionado
	Suelos de Protección para la Conservación			Preservación	Excluido

Tomado de Minambiente (2018).

Actividades relacionadas con impactos ambientales en proyectos viales:

- actividades previas: se llevan a cabo antes de iniciar la construcción.
- actividades constructivas: se refieren a la ejecución física de las obras y la implementación del plan de inversión.

- actividades de cierre: se llevan a cabo al finalizar el proyecto y están destinadas a la entrega de las áreas intervenidas durante la construcción.

2.3. Marco legal

Para desarrollar proyectos de infraestructura vial en nuestro país, se deben cumplir ciertas normativas y regulaciones ambientales, a continuación, se presentan las principales normas de carácter constitucional y legal aplicables al sector de infraestructura de transporte y otras disposiciones legales que son de importancia para la temática.

2.3.1 Normas de carácter constitucional

El Estado debe conservar las áreas de especial importancia ecológica, fomentar la educación para el logro de estos fines, planificar el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución. Además de prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados, y la salvaguarda del patrimonio cultural, artístico e histórico de la nación (*Artículos 79 y 80, CP, 1991, pp. 59, 62*).

2.3.2. Normas de carácter legal

A continuación, se presenta la relación del amplio desarrollo legal en materia ambiental y que ha tenido Colombia, con relación a las comunidades étnicas, el programa de arqueología preventiva, las actas de vecindad, proyectos productivos, obras con participación comunitaria, normatividad de sujetos de protección especial, y participación ciudadana y socio predial, entre otros (*Ver Tabla No. 7*)

Tabla 7. Normatividad nacional

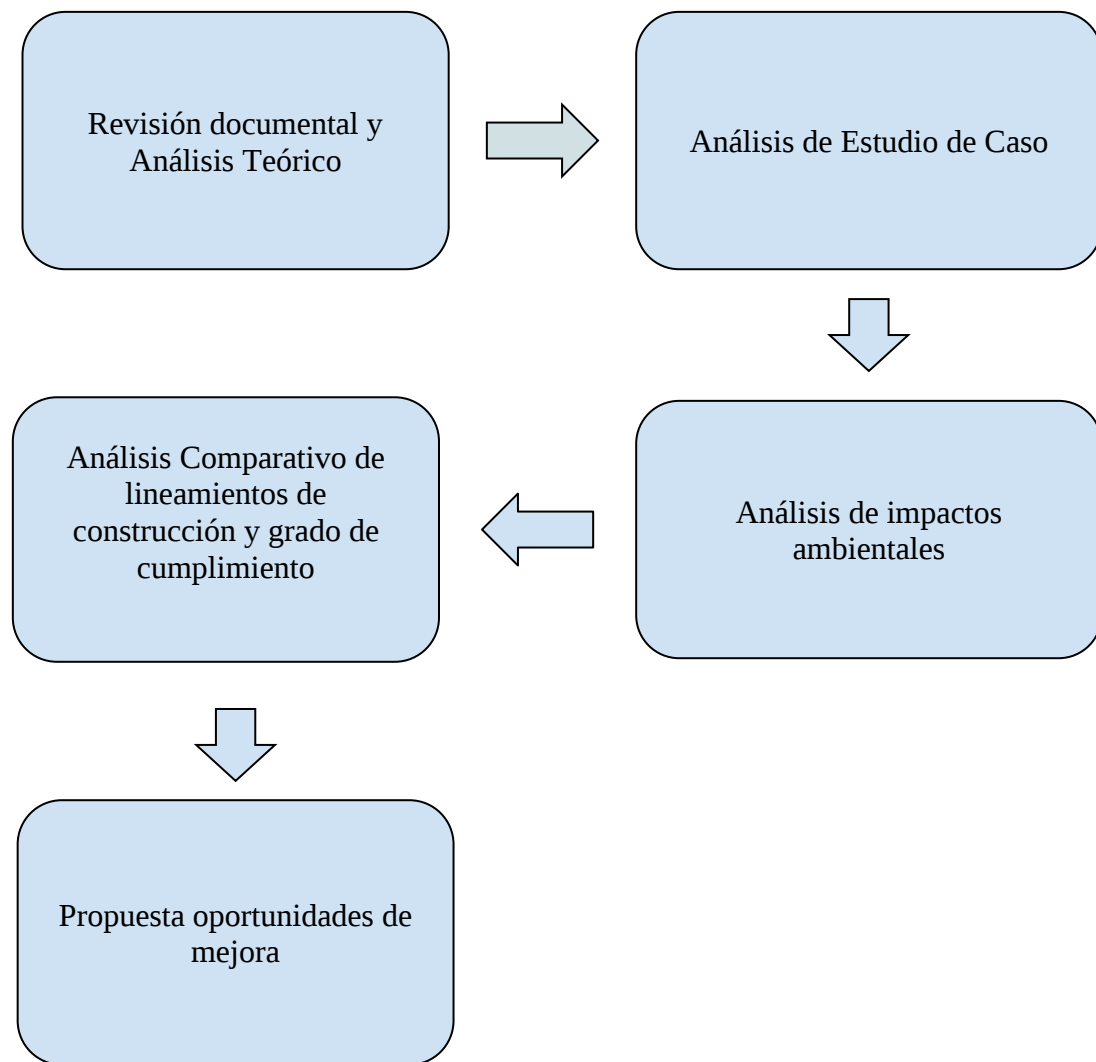
Norma	Descripción
Decreto 2811 de 1974	Corresponde al estado la administración de los recursos naturales
Ley 344 de 1996	Modificado por la Ley 633 de 2000
Ley 99 de 1993	Creación del Minambiente y se organiza el SINA
Ley 633 de 2000	Faculta a las autoridades ambientales para cobrar los servicios de evaluación y seguimiento de los instrumentos de control y manejo ambiental
Ley 1228 de 2008	Determinación de las fajas mínimas de retiro obligatorio o áreas de exclusión para las carreteras del Sistema Vial Nacional; se crea el Sistema Integral Nacional de Información de Carreteras y se dictan otras disposiciones.
Ley 1333 de 2009	Por la cual se establece el procedimiento sancionatorio ambiental y se dictan otras disposiciones
Decreto 2810 de 2010	Se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre Licencias Ambientales.
Ley 1682 de 2013	Por la cual se adoptan medidas y disposiciones para los proyectos de infraestructura de transporte y se conceden facultades
Decreto 1076 de 2015	Por el cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible.
Ley 1844 de 2017	Por medio de la cual se aprueba el “Acuerdo de París”, adoptado el 12 de diciembre de 2015 en París, Francia.
Resolución 1084 de 2018	Adopta la guía de aplicación de la valoración económica ambiental.
Decreto 138 de 2019	Por el cual se modifica la Parte VI “Patrimonio Arqueológico” del Decreto 1080 de 2015, Decreto Único Reglamentario del Sector Cultura.
Directiva Presidencial No. 08 del 09 de septiembre de 2020	Guía para la realización de la Consulta Previa.
Resolución 1257 de 2021	Por la cual se modifica la Resolución 0472 de 2017 sobre la gestión integral de Residuos de Construcción y Demolición – RCD y se adoptan otras disposiciones.

Norma	Descripción
Circular 20216000167431 del 23 de febrero de 2021	Lineamientos de Infraestructura Verde Vial, Ministerio de Transporte.
Normas Técnicas Colombianas – NTC	Establecen los estándares y requisitos técnicos para la construcción de vías y puentes, incluyendo aspectos ambientales como la prevención de la erosión y la conservación de la biodiversidad.
Resolución No. 20243040018375 de 2024 del Ministerio de Transporte	Por el cual se incorpora en los proyectos de infraestructura vial el concepto de Corredor Geotécnico, se adoptan los lineamientos de Infraestructura Verde Vial - LIVV y se dictan otras disposiciones frente a la Gestión del Riesgo de Desastres.

3. Metodología

Para la presente monografía se seleccionó el método mixto (enfoque cuantitativo y cualitativo). A continuación, se describen los pasos que se siguieron durante el desarrollo del presente trabajo (*Ver figura 1*)

Figura 1. Esquema metodológico



Revisión documental y análisis teórico: se recopiló información de manera inicial, de esta forma se realizó una lluvia de ideas de todos los impactos/efectos causados por la infraestructura vial a los principales ecosistemas. Posteriormente, se identificó mediante una revisión en la literatura científica, cuáles de esos efectos tenían mayor relevancia según la comunidad científica, para ello se hizo uso de bases de datos. La estrategia adoptada es la agrupación en categorías, los impactos/efectos identificados y analizados de DIEZ (10) proyectos de construcción de infraestructura vial en el país.

Análisis de estudio de caso: así, con esta información se confronta con las herramientas de análisis/gestión disponible en la bibliografía de manera aplicada a UN (1) caso de estudio de proyecto de infraestructura vial.

Análisis de impactos ambientales: posterior a ello, se realizó el análisis de los impactos ambientales generados en el Corredor Vial Briceño – Tunja – Sogamoso.

Análisis comparativo de lineamientos de construcción y grado de cumplimiento: de acuerdo a la información recolectada y a su posterior estudio, se llevó a cabo la verificación del cumplimiento de los lineamientos de construcción de infraestructura verde vial en el proyecto doble calzada Briceño – Tunja – Sogamoso, a través de un análisis comparativo.

Propuesta o diseño de mejoras: Por último, se realiza el planteamiento de oportunidades y necesidades de mejora para la implementación de los LIVV para el desarrollo de proyectos viales y que, contribuya. con los objetivos de Colombia frente a la sostenibilidad ambiental.

4. Resultados

Como resultado de la revisión de la literatura, el desarrollo de la metodología y el análisis de la información acerca de proyectos de infraestructura vial, se obtuvo los siguientes planteamientos que dinamizan la investigación:

4.1. Impactos ambientales ocasionados durante las actividades constructivas de proyectos viales

Se identificaron proyectos viales de gran importancia en todo el territorio nacional, se analizaron DIEZ (10) proyectos de construcción de infraestructura vial en los departamentos de Antioquia, Bolívar, Boyacá, Cundinamarca, Cesar, Meta, Santander y Valle del Cauca, (Ver Tabla No. 8), en donde se identificaron los impactos ambientales generados o posibles durante su ejecución. Para ello, se puede utilizar el listado presentado en la *Tabla 9.* como referencia.

Tabla 8. *Proyectos de construcción de infraestructura vial analizados*

Proyecto	Ubicación
Ruta del Cacao	Bucaramanga (Santander) – Barrancabermeja (Santander) – Yondó (Antioquia)
Ruta del Sol	Villeta, Guaduas, Caparrapí, Puerto Salgar (Cundinamarca) – Puerto Boyacá (Boyacá) - Bolívar, Puerto Parra, Cimitarra, Barrancabermeja, Sabana de Torres, Puerto Wilches (Santander) – La Esperanza (Norte de Santander) – San Alberto, San Martín, Aguachica, Pelaya, Pailitas, Curumaní, Bosconia, El Copey (Cesar) – Algarrobo, Fundación, Aracataca, Ciénaga, Santa Marta, Ariguaní, Nueva Granada, El Plato (Magdalena) – El Carmen de Bolívar, Zambrano (Bolívar)
Doble Calzada Candelaria – Cali	Candelaria, Cali (Valle del Cauca)

Proyecto	Ubicación
Construcción Segunda Calzada Ye de Villa Rica – Av. Bicentenario - (Proyecto Nueva Malla Vial del Valle del Cauca – Corredor Accesos Cali y Palmira (5G))	Cali, Jamundí (Valle del Cauca) – Villa Rica (Cauca)
Doble Calzada Buga – Loboguerrero - Buenaventura	Buga, Yotoco, Calima, Restrepo, Dagua, Buenaventura (Valle del Cauca)
Doble Calzada BTS	Briceño (Cundinamarca) – Tunja y Sogamoso (Boyacá)
Construcción Segunda Calzada Túnel - San Jerónimo, Unidades Funcionales 1 y 3 (Proyecto Autopista al Mar 1.) (4G)	Medellín, Santa fe de Antioquia, San Jerónimo (Antioquia)
Vía Remedios – Alto de Dolores	Antioquia
Construcción Doble Calzada Oriente - Unidad Funcional 1	Envigado, El Retiro, Rionegro (Antioquia)
Construcción nueva calzada de la carretera Bogotá — Villavicencio (Via al Llano - 3 tramos)	Bogotá, Guayabetal, Quetame, Cáqueza (Cundinamarca) – Villavicencio (Meta)

Tabla 9. Impactos ambientales identificados en diez (10) proyectos de construcción de infraestructura vial en Colombia

Medio	Componente	Impacto ambiental	Descripción
	Hidrológico	Cambios en la calidad del agua superficial	Alteraciones en los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos del agua superficial
		Alteración en la capacidad de transporte de agua	Se refiere a la acumulación de sedimentos en el cauce que impide que el agua fluya normalmente
		Alteración del cauce	Son los cambios que sufre la morfología del cauce debido a la extracción o aporte de materiales u otras actividades dentro de los cuerpos de agua

Medio	Componente	Impacto ambiental	Descripción
Abiótico	Hidrogeológico	Alteración del nivel freático	Se refiere a las fluctuaciones que o pérdida del nivel de agua en el suelo
		Alteración capacidad de acuíferos	Este impacto se refiere a los cambios que puede sufrir el volumen de agua del acuífero
		Cambios en la calidad del agua del acuífero	Alteraciones en la calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua subterránea
		Alteración en zonas de recarga hídrica	Se refiere a los cambios en la capacidad de intercambio de los acuíferos
	Geológico/ Geomorfológico o / Geotécnico	Alteración de la morfología	Se refiere a los cambios en la forma del terreno
		Activación o generación de procesos erosivos o de generación en masa	Hace referencia a las inestabilidades en los terrenos, debido a deslizamientos, erosión, flujo hídrico, entre otros.
		Cambios en la calidad del aire	Se refiere al aumento de las concentraciones de gases y el aporte de material particulado a la atmósfera
	Atmosférico	Cambios en los niveles de ruido	Se refiere al aumento de los decibeles de acuerdo con el valor de referencia, línea base o norma
	Edafológico	Pérdida de suelo	Área de suelo que se altera o elimina por las intervenciones del proyecto
		Alteración del uso actual	Cambios en el uso del suelo permitido en los POT, EOT o PBOT
	Paisaje	Alteración de los valores escénicos de una unidad de paisaje	Cambios en la visibilidad, calidad visual y el valor escénico del entorno

Medio	Componente	Impacto ambiental	Descripción
Biótico		Alteración Áreas de Interés Cultural de la Nación.	Intervención vial específica en inmediaciones del Puente de Boyacá e intervención de la capa vegetal superficial de la zona y el acondicionamiento de los predios.
		Pérdida de cobertura vegetal	Se refiere a la reducción en área de coberturas naturales, seminaturales o agrícolas
	Flora	Cambios en la fragmentación y conectividad de ecosistemas	Cambios en el tamaño, proximidad y distribución de parches de vegetación que interrumpen procesos naturales y el flujo de especies de fauna, efecto barrera y efecto borde.
	Fauna	Afectación de la fauna	Hace referencia a los cambios en las poblaciones y hábitats de especies de fauna, así como a la pérdida de individuos por atropellamiento
	Áreas de especial interés ambiental	Afectación de áreas de especial interés ambiental	Se refiere a la posible pérdida de biodiversidad y servicios ecosistémicos que albergan las AEIA

4.2. Caso de estudio: doble calzada Briceño - Tunja - Sogamoso (BTS)

El proyecto vial doble calzada Briceño - Tunja - Sogamoso o por sus siglas (BTS); es un megaproyecto de corredor vial que une la zona industrial del departamento de Boyacá con el sector norte de la ciudad de Bogotá, el proyecto es, concesionado en doble calzada interrumpido en 4 puntos: en el paso por el municipio de Tocancipá; en el paso por el municipio de Gachancipá; en el paso por el monumento del Puente de Boyacá y en el paso urbano por el municipio de Paipa. El proyecto vial tiene como punto de partida el municipio de Briceño, atravesando varios municipios del norte de Cundinamarca y del sur del departamento de Boyacá, finalizando en la ciudad de Sogamoso (*Contraloría, 2015, p. 15*). (Ver figura 2).

4.2.1 Descripción de la zona de estudio

Ubicación del proyecto

- *General:* norte del departamento de Cundinamarca y al sur del departamento de Boyacá.
- *Específico:* atraviesa los municipios de Tocancipá, Gachancipá, Sesquilé, Suesca, Chocontá, Villa pinzón en el departamento de Cundinamarca, así como Ventaquemada, Tunja, Cómbita, Oicatá, Tuta, Sotaquirá, Paipa, Duitama, Nobsa y Tibasosa del departamento de Boyacá (*Concesión Autovía BTS, 2024*).

Figura 2. Trayectos proyecto vial doble calzada Briceño - Tunja - Sogamoso



Tomado de *Concesión Autovía BTS (2024)*.

4.2.2 Características principales del proyecto

Características generales: corredor vial concesionado de 205 kilómetros de longitud, de los cuales 163 kilómetros son doble calzada, cuenta con zonas de seguridad, servicios al usuario y con un trazado que cumple con todas las especificaciones técnicas de las vías modernas. En el recorrido de doble calzada se encuentran ubicados tres (3) peajes: Roble, Albarracín y Tuta, que hacen parte integral de la concesión.

El proyecto vial lo conforman (18) tramos, de la siguiente manera. (Ver Tabla No. 10)

Tabla 10. Relación de tramos del corredor vial BTS

Tramo	Alcance Actual (Km)		Observaciones
	Rehabilitación	Construcción	
1		1,15	Trayecto 1. Briceño – Inicio Trayecto 2
2		14,17	Trayecto 2. Final Trayecto 1 – Inicio Trayecto 4
3			Trayecto 3. Variante Tocancipá – Gachancipá
4		6,76	Trayecto 4. Final Trayecto 2 – Cruce Sesquilé
5		9,27	Trayecto 5. Cruce a Sesquilé – Cruce a Salida a Guateque
6		8,37	Trayecto 6. Cruce a Salida a Guateque - Chocontá
7		13,59	Trayecto 7. Chocontá – Villapinzón
8		9,54	Trayecto 8. Villapinzón – Peaje Albarracín
9		11	Trayecto 9. Peaje Albarracín – Ventaquemada
10		22,79	Trayecto 10. Ventaquemada – Inicio Variante Tunja
10B	3,57		Trayecto 10B. Inicio Variante Tunja - Tunja
11	8,77		Trayecto 11. Paso urbano por Tunja
12		16,13	Trayecto 12. Variante Tunja

Tramo	Alcance Actual (Km)		Observaciones
	Rehabilitación	Construcción	
13	3,1		Trayecto 13. Tunja – Final Variante Tunja
13B		7,37	Trayecto 13B. Final Variante Tunja – El Mortiñal
14		24,37	Trayecto 14. El Mortiñal - Paipa
15		10,91	Trayecto 15. Paipa – Duitama
16		5,8	Trayecto 16. Duitama – La Ye
17	12,52		Trayecto 17. La Ye – Tibasosa - Sogamoso
18	13,18		Trayecto 18: La Ye – Nobsa - Sogamoso

Tomado de Contraloría (2015).

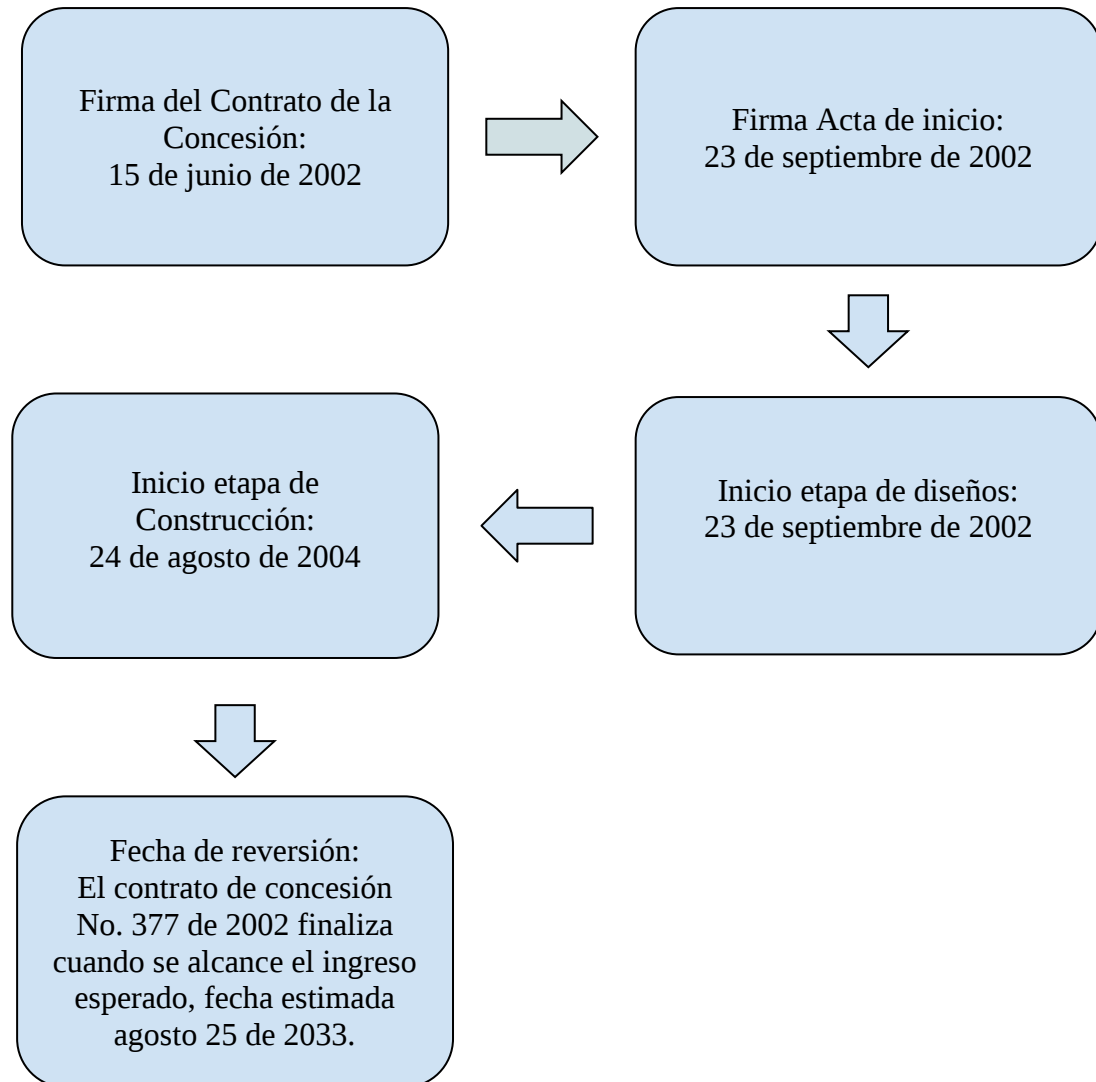
Características financieras: el Valor inicial del proyecto fue de **\$845.574.000.000** millones de pesos moneda corriente (Consortio Solarte Solarte).

Valor final del Proyecto: **1.07 billones** de pesos moneda corriente (Consortio Solarte Solarte).

La doble calzada BTS, generó un total de 1.524 empleos directos y 184 indirectos.

Características legales: la concesión doble calzada Briceño - Tunja - Sogamoso, fue uno de los primeros contratos de cesión vial del país, su planificación inició desde el año 1998, como una necesidad vial del centro oriente del país, a continuación, se describe la trazabilidad de la concesión (*Ver figura 3*):

Figura 3. Trazabilidad proyecto doble calzada Briceño - Tunja – Sogamoso



A continuación, se relaciona la información contractual de la concesión (*Ver Tabla No. 11*)

Tabla 11. *Información contratistas concesión Briceño – Tunja – Sogamoso.*

Clase	Detalle del Contrato	Número	Contratista
Concesionario	Concesión para que realice por su cuenta y riesgo, los estudios y diseños definitivos, las obras de construcción, rehabilitación y mejoramiento de los trayectos, la prestación de los servicios y el uso de los servicios y el uso de los bienes de propiedad del INVÍAS (Hoy Inco) dados en concesión, al trayecto Briceño-Tunja-Sogamoso.	No. 377 de 2002	Consorcio Solarte Solarte - Concesionario Autovía BTS.
Interventor	Realizar la interventoría integral que incluye, pero no se limita a la interventoría técnica, jurídica, administrativa, contable, financiera, operativa, predial y socioambiental del contrato de concesión No. 377 de 2002 y demás documentos que la modifiquen, adicionen o complementen, correspondientes a la Concesión Briceño-Tunja-Sogamoso	No. 093 de septiembre de 2012	Consorcio Concesiones de Colombia
Supervisor	Profesional por prestación de servicios -ANI	No. 365 de 2014	Ing. Patricia Bernal

Tomado de Contraloría (2015).

La duración de la construcción del proyecto fue de 14 años, entre los años 2002 a 2016 (ANI, 2014).

4.2.3 Identificación y análisis impactos ambientales generados durante el proyecto BTS

Tabla 12. Componentes ambientales afectados en el proyecto BTS

Componente ambiental	Impacto ambiental	Descripción
Biótico	Cambios en la cobertura vegetal.	Modificación en áreas de los diferentes tipos de vegetación.
	Alteración de hábitat	Perturbación al hábitat natural de la fauna presente.
	Pérdida o ganancia de suelo.	Volumen de suelo que se extrae o que se adiciona en un determinado sitio por las actividades constructivas del proyecto.
Suelo	Cambios en la calidad de los suelos	Se presenta contaminación de suelos, ocasionando desequilibrio físico, químico y biológico que afecta negativamente las plantas, animales y humanos.
	Alteración del uso actual	Cambios en el uso del suelo permitido en los POT, EOT o PBOT, especialmente en los municipios de Tunja y Sogamoso.
	Alteración Áreas de Interés Cultural de la Nación.	Intervención vial específica en inmediaciones del Puente de Boyacá e intervención de la capa vegetal superficial de la zona y el acondicionamiento de los predios.
Atmosférico	Cambios en la calidad del aire	Aumento de las concentraciones de compuestos como el CO, SO ₂ , NO ₂ y material particulado, presentes en la atmósfera.
	Cambios en los niveles de ruido	Aumento de los decibeles de acuerdo con el valor de referencia – línea base o norma.

4.2.4 Análisis comparativo – cumplimiento lineamientos de construcción proyecto vial

BTS

De acuerdo a la información recolectada y a su posterior análisis, se llevó a cabo la verificación del cumplimiento de los lineamientos de construcción de infraestructura verde vial en el proyecto doble calzada Briceño – Tunja – Sogamoso, (ver Tabla No.13)

Tabla 13. Evaluación cumplimiento lineamientos de construcción BTS

LINEAMIENTOS	EVALUACIÓN		ANÁLISIS ENCONTRADO
	CUMPLE	NO CUMPLE	
1. Verificar el cumplimiento de las especificaciones de los diseños.		X	La inclusión de obras no contempladas en la etapa de diseño o la exclusión de obras que sí lo estaban y las modificaciones de diseño que se requieran durante la construcción, deben garantizar la minimización de impactos ambientales ya obtenida en la etapa de diseño. La variante de Gachancipá (Tramo 3), fue un punto de mayor análisis, debido a la determinación de solución final al tramo, dadas las propuestas allegadas por el Concesionario y la Interventoría (Otro si sobre nuevo trazado). Fue necesario ajustar el diseño del trazado en varios tramos (Tramo 3, 10, entre otros).
2. Contemplar estrategias y emprender acciones para preservar y consolidar corredores de conectividad ecológica.	X		Si se aplicaron medidas de manejo ambiental como lo fue: el establecimiento de franjas ecológicas en las variantes y la recuperación y enriquecimiento de coberturas naturales en tramos de la doble calzada. Se implementó un Plan de Monitoreo de compensación por aprovechamiento forestal y paisajístico. En el tramo 14 (Sector Tunja - Paipa) se presentaba discontinuidad en el corredor vial de doble calzada, se trabajó de manera adecuada en la terminación de trayecto, al mismo tiempo con la implementación de un corredor ecológico.

LINEAMIENTOS	EVALUACIÓN		ANÁLISIS ENCONTRADO
	CUMPLE	NO CUMPLE	
3. Ejecutar obras de drenaje que no afecten o minimicen la afectación de cuerpos de agua y sus rondas	X		Todas las obras construidas ocasionan afectaciones, sin embargo, las obras realizadas en la Doble Calzada BTS minimizaron la afectación en cuerpos de agua de sistemas lenticos y lóticos, si se consideraron las condiciones físicas y biológicas del entorno. Las obras complementarias no presentaron afectaciones marcadas. Aunque se construyeron pasos de fauna en infraestructura lineal cumpliendo los estándares de MinAmbiente; ejemplo, construcción de estructuras tipo Puente de dosel, la cual es una estructura de paso de fauna superior, dedicada a facilitar el cruce de la vía por parte de fauna arborícola.
4. Generar infraestructura de mitigación de impactos negativos sobre la fauna silvestre.	X		Sin embargo, en el tramo 8 (Sector la Curva del Tigre), el concesionario tomó un punto como un botadero (Realizaron un apantallamiento de estabilidad bastante complejo por esta actividad), así mismo se presentó un caso de relleno en la quebrada la Pinocha (Sector cercano a la curva de la zanahoria, provocando inestabilidad y afectación de la quebrada en su componente natural. por causa de la operación de la infraestructura vial.
5. Generar infraestructura de mitigación de impactos negativos sobre la cobertura vegetal y la flora silvestre.	X		Se realizaron cortes en taludes para la ampliación del corredor, posterior revegetalización (Tramo 14: Sector Tunja - Paipa), como una medida encaminada a la mitigación de impactos sobre la cobertura vegetal, así mismo en los dos frentes (Cundinamarca y Boyacá) se establecieron viveros con especies nativas.
6. Optimizar el manejo de materiales.		X	No se cumplió a cabalidad, en varios recorridos por parte del Invias, ANI, el Concesionario y la Interventoría, se evidenciaron fallas por hundimientos y afectación del corredor, además de un desgaste NO NATURAL en el pavimento, así mismo se evidenció falencias en la seguridad vial del corredor, se precisa en mal estado una cantidad

LINEAMIENTOS	EVALUACIÓN		ANÁLISIS ENCONTRADO
	CUMPLE	NO CUMPLE	
			importante de señales verticales, también es visible la ausencia de señalización vertical y horizontal en mayor medida en el frente Cundinamarca.
7. Verificar el cumplimiento de requisitos de gobernanza.		X	El cumplimiento de los requisitos de gobernanza abarca diferentes temáticas, por una parte, se pudo verificar el cumplimiento de los alcances particulares que se encuentran en un proyecto carretero: Componente administrativo, jurídico, técnico-operativo, ambiental, predial, social, aforo-recaudo y financiero. Sin embargo, el proyecto contó con 12 hallazgos por la Contraloría General de la Nación (2015, p. 11), en cuanto a la reestructuración de las metas y fechas para acoplar el Plan de mejoramiento (Redefinir los porcentajes de avance y se reformulen las metas propuestas) afectando la gobernanza del proyecto. Así mismo, hubo falencias en la suscripción de las pólizas de garantía y cumplimiento (Mala suscripción)
8. Garantizar la disponibilidad de recursos de financiación para la construcción de infraestructura carretera.		X	La construcción de un proyecto de IVV requiere que se garantice la disponibilidad de la totalidad de los recursos estimados para realizar los estudios y diseños, y su 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. Según lo encontrado desde el inicio no se garantiza la totalidad de los recursos, ejemplo: definición del tramo 10 (Área Puente de Boyacá (Otro si, liberación de recursos que permitan culminar 6 kilómetros faltantes, una vez dado el aval para la licencia ambiental, trámite con MinCultura y MinAmbiente).

4.2.5 Oportunidades de mejora

Las buenas prácticas ingenieriles en el ámbito del manejo ambiental de la infraestructura de transporte, se tienen que concebir como acciones que minimicen los impactos negativos que generan sobre el ambiente y las comunidades que se encuentran en su área de influencia, con el fin de fortalecer la toma de decisiones en los proyectos de IVV, mediante la implementación de soluciones tecnológicas y de ingeniería, a continuación, se plantean oportunidades de mejora para la implementación y/o fortalecimiento de los Lineamientos de Infraestructura verde vial:

- Sinergia entre las entidades públicas y la academia, con el manejo de la información técnica y científica de la vías y proyectos en el país.
- Seguimiento y evaluación de la Matriz de Riesgos de Gestión, con el fin de fortalecer la información sobre eventos que ocurran respecto a la infraestructura vial, así como acompañamiento técnico, que permita subsanar en el menor tiempo posible.
- Accesibilidad a toda la información técnica y legal que estén en todos los procesos contractuales en tiempo real en las plataformas públicas de contratación.
- Realizar informes de seguimiento periódicos o planes de evaluación independientes ajenos a la Supervisión e Interventoría.

5. Recomendaciones

Después de la revisión documental de los estudios de impacto ambiental de los diez (10) proyectos de infraestructura vial analizados, se encontró que básicamente realizan un diagnóstico de los componentes de flora y fauna de las áreas de influencia delimitadas. Sin embargo, no plantean medidas con el objetivo de minimizar los efectos ecológicos sobre la biodiversidad y otros componentes, sino que se proponen medidas de compensación, que en la mayoría de los casos se limitan a la siembra de especies forestales.

Así mismo, se recomienda a las entidades públicas exigir a las empresas constructoras, contratistas e interventorías, la identificación y evaluación de los impactos negativos que producen los proyectos de infraestructura vial en los componentes biótico y abiótico, así como el efecto que se causa en los ecosistemas circundantes, todo lo anterior en el marco del cumplimiento de la Circular 20216000167431 del 23 de febrero de 2021: Lineamientos de Infraestructura Verde Vial, Ministerio de Transporte y la Resolución No. 20243040018375 de 2024 del Ministerio de Transporte, por la cual se incorpora en los proyectos de infraestructura vial el concepto de Corredor Geotécnico, se adoptan los lineamientos de Infraestructura Verde Vial - LIVV y se dictan otras disposiciones frente a la Gestión del Riesgo de Desastres.

6. Conclusiones

Según lo encontrado en la revisión bibliográfica realizada, los cambios en la fragmentación y conectividad de los ecosistemas y la afectación a la fauna son los impactos más significativos en los proyectos viales en Colombia, ya que el efecto barrera y el efecto de borde afectan la disponibilidad de alimento e interrumpen procesos naturales y el flujo de las especies de fauna.

Con el fin de identificar las medidas utilizadas en Colombia para prevenir y mitigar los impactos sobre el ambiente, se consultaron los estudios de impacto ambiental de las siguientes diez (10) obras de infraestructura vial: Ruta del Cacao, Ruta del Sol, Doble Calzada Candelaria – Cali, Construcción Segunda Calzada Ye de Villa Rica – Av. Bicentenario, Doble Calzada Buga – Loboguerrero – Buenaventura, Doble Calzada BTS, Construcción Segunda Calzada Túnel - San Jerónimo, Vía Remedios – Alto de Dolores, Construcción Doble Calzada Oriente - Unidad Funcional 1, Construcción nueva calzada de la carretera Bogotá — Villavicencio., los cuales se ejecutaron o se encuentran en ejecución en ocho (8) departamentos del país, se evidencio que las medidas de manejo del componente biótico consisten básicamente en la revegetalización de taludes y terraplenes descubiertos y en la siembra de especies arbóreas, según lo que recomienda la corporación autónoma regional de su competencia o en efecto la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales, –ANLA. Sin embargo, Colombia ha avanzado muchísimo en la estructuración de medidas para mitigar estos impactos, estas medidas se basan en soluciones estructurales, a través de la evidencia de sistemas de señalizaciones, pasos subterráneos (Underpasses), pasos elevados (Overpasses), y algunas modificaciones de estructuras existentes.

Aunque el Proyecto Doble Calzada Briceño - Tunja - Sogamoso, fue construido con años de antelación comparado con la formulación de los LIVV, la Concesión Autovía BTS, cuenta con los siguientes seis (6) programas ambientalmente sostenibles: Programa de manejo del recurso

suelo, programa de actividades constructivas, programa de Biodiversidad y servicios ecosistémicos, Programa de manejo de residuos convencionales y especiales, Programa de compensación por pérdida de la biodiversidad y programa de gestión hídrica.

Para los proyectos de infraestructura vial, que quieran cumplir con los LIVV, el desarrollo de estas medidas en donde se aplican diseños ingenieriles encaminados al manejo y conservación del ambiente, están relacionados directamente al aumento de su complejidad, costo y efectividad.

Para concluir podemos afirmar y como se ha mencionado antes, la construcción del proyecto Doble Calzada Briceño - Tunja - Sogamoso, aunque fue construida con anterioridad a los LIVV, tuvo en consideración aspectos ambientales de gran impacto, la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales, las Corporaciones Ambientales Corpochivor y CAR, y la Agencia Nacional de Infraestructura - ANI, fueron garantes de este proyecto durante la etapa de diseños (2 años) y construcción (14 años), siendo así, que si se interpolaran los Lineamientos de Construcción de Infraestructura Verde Vial al Proyecto BTS, este tendría un cumplimiento del 50%.

Referencias

- Aguilera. (2011). *La economía de las ciénagas del Caribe Colombiano*. Colección de economía regional. Banco de la República, 2011. Pag.10. CEP- Biblioteca Luis Ángel Arango ISBN: 978-958-664-245-3
- ANI. (2014). Agencia Nacional de Infraestructura. Boletín de prensa, diciembre de 2016. Oficina de Comunicaciones ANI. Artículo Principal: *Por fin, después de 14 años, será inaugurada la doble calzada Bogotá – Tunja.*, Ministerio de Transporte. Recuperado el 06 de diciembre de 2024. <https://www.ani.gov.co/por-fin-despues-de-14-anos-sera-inaugurada-la-doble-calzada-bogota-tunja#:~:text=%2D%20El%20Vicepresidente%20de%20la%20Rep%C3%ABlica%2C%20Germ%C3%A1n%20Vargas%20Lleras%2C%20llega,ser%20terminada%20en%20su%20totalidad.>
- Arroyave et al. (2006). *Impactos de las carreteras sobre la fauna silvestre y sus principales medidas de manejo*. Revista EIA, ISSN 1794-1237 Número 5 p. 45-57. junio 2006. Escuela de Ingeniería de Antioquia, Medellín (Colombia)
- Arboleda. (2005). *Manual para la evaluación de impacto ambiental de proyectos, obras o actividades*. Manual EIA. Academia EDU, Medellín - Colombia
- Armesto, A., & Díaz, S. (2018). *Desarrollo de las vías de comunicación en Colombia: el problema de la construcción de carreteras de 1945 a 1970*. Universidad Nacional de Colombia, 17. Facultad de Ciencias humanas y económicas. Revista de Estudiantes de economía/N. 2 / enero – diciembre 2018 / E-ISSN 2619-6131

- Barrero Espinosa. (2024). *Identificación y valoración del impacto ambiental ocasionado por la rehabilitación de la vía de acceso al municipio de San Luis, Tolima*. Repositorio Institucional Universidad Cooperativa de Colombia
- Barton, Jonathan R. (2009). “*Adaptación al cambio climático en la planificación de ciudades regiones*”. Revista de Geografía Norte Grande 43: 5-30 (2009). Tema Central: medio ambiente urbano.
- Benedict, M. & McMahon, E. (2002). Green Infrastructure. Washington: Island Press, 2002
- Buzai, Gustavo, Claudia Baxendale. (2019). Universidad de Luján, y Universidad de Buenos Aires. 2019. “*Modelos urbanos e infraestructura verde en ciudades de América Latina. Aproximación a la ciudad de Buenos Aires*”. Resiliencia, Territorios y Gobernanza – Vinculación con la sociedad: ISBN: 978-607-633-072-2
- Contraloría General de la Nación. (2015). Informe de auditoría. *Informe de seguimiento a las funciones públicas de supervisión y de interventoría asociadas al proyecto carretero Briceño - Tunja - Sogamoso*. Oficina de control interno, marzo de 2015.
- Constitución Política de Colombia [Const.]. (1991). Art. 79 y 80. Julio de 1991. Gobierno de Colombia (Colombia).
- Corpamag, 2014. Artículo, Periódico El Heraldó; *La deuda pendiente de la Vía entre Ciénaga-Barranquilla con la naturaleza*. 18 de noviembre de 2014. Barranquilla, Colombia. Recuperado el 14 de noviembre de 2024. <https://www.elheraldo.co/local/2014/11/18/la-deuda-pendiente-de-la-via-entre-cienaga-barranquilla-con-la-naturaleza/>
- Decreto 1076 de 2015 [con fuerza de ley]. Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible. 26 de mayo de 2015. Última actualización 24 de abril de 2024. Diario Oficial No. 49523 del 26 de mayo de 2015.

DNP (2022). *Colombia: potencia mundial de la vida. Bases del Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026*. (Pág. 238). Departamento Nacional de Planeación.

Instituto Nacional de Vías [Invías]. (2019). *Política de Sostenibilidad del Invias para la Infraestructura del Transporte*. Invias, Subdirección de Medio Ambiente y Gestión Social, Equipo de Sostenibilidad.

Instituto Nacional de Vías [Invías]. (2021). *Guía de manejo ambiental de proyectos de infraestructura – Modo Carretero; Subsector vial año 2021*.

Instituto Nacional de Vías [Invías]. (2024). *Plan Estratégico Institucional 2023 – 2026: Por un país con vías intermodales donde convergen territorios y comunidades. Colombia Potencia de la Vida*. Páginas 17 y 18.

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

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [Minambiente]. (2020). *Lineamientos de infraestructura verde vial para Colombia (LIVV)*. Minambiente, Fundación para la Conservación y el Desarrollo Sostenible -FCDS, WWF-Colombia.

PNVIR. (2020). *Plan Nacional de Vías para la Integración Regional*. Ministerio de Transporte. Gobierno de Colombia. 0003260.

Russo, Alessio, y Giuseppe Cirella. (2018). “Modern compact cities: ¿How much greenery do we need?” *International Journal of Environmental Research and Public Health*

Thompson. (2014). *Guía para la implementación de las adecuadas prácticas empresariales en gestión ambiental relacionada con las obras de infraestructura vial en Colombia, sistema sostenible para obras viales*. In World Health Organization, World Bank Group, OECD (Issue July).

Viloria Villegas, M. I., Cadavid, L., & Awad, G. (2018). *Metodología para evaluación de impacto ambiental de proyectos de infraestructura en Colombia*. In Ciencia e Ingeniería Neogranadina (Vol. 28, Issue 2). <https://doi.org/10.18359/rcin.2941>