

**DISEÑO DE UNA PROPUESTA DE EVALUACION DE LA SOSTENIBILIDAD,
APLICABLE A VÍAS CONCESIONADAS EN EL DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA**

HEYFA JESNEY RINCON GAONA

Tesis Maestría

Directores

PhD. Alejandra Balaguera Quintero

PhD. Gloria Isabel Carvajal Peláez



Universidad de Medellín

Facultad de Ingenierías

Maestría en Ingeniería Civil

2024

TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO	2
LISTA DE TABLAS	5
LISTA DE FIGURAS	6
PREÁMBULO	7
RESUMEN	9
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	11
1.1 Alcance de la investigación	11
1.2 Hipótesis.....	12
1.3 Objetivos	12
CAPÍTULO 2. ESTADO DEL ARTE Y MARCO TEÓRICO	14
2.1 Antecedentes.....	14
2.2 Indicadores de sostenibilidad sector transporte a nivel internacional	21
2.3 Sistemas de certificación viales sostenibles.....	23
2.3.1 Guías de sostenibilidad vial a nivel internacional.....	26
2.3.2 Guías de sostenibilidad vial a nivel nacional	33
2.4 Metodología AIKA (INVIAS).....	39
2.5 Carreteras	42
2.5.1 Clasificación de carreteras	42
2.5.2 Tipología de carreteras.....	44
2.5.3 Ciclo de un proyecto vial	45
2.5.4 Carreteras sostenibles.....	47
2.6 Vía concesionada	50
2.6.1 Características principales	54
2.7 Metodología	60
CAPÍTULO 3. IDENTIFICACIÓN DE SISTEMAS DE CERTIFICACIÓN VIAL ... 63	

3.1 Greenroads	63
3.2 Envision	65
3.3 Greenlites	67
3.4 I-Last	68
3.5 Invest.....	69
3.6 Stars.....	72
3.7 Steed.....	73
3.8 Ceequal.....	74
3.9 Infraestructure Sustainability (IS).....	76
3.10 Be ² st-in-highways tm	78
3.11 Greenpave	79
3.12 Lce4roads.....	80
3.13 TSI, Technical Sustainability Index.....	81
3.14 SUSAIP-Sustainable Appraisal in Infrastructure Projects.....	83
3.15 SUREE estándar para la infraestructura.....	84

CAPÍTULO 4. DETERMINACIÓN DE CERTIFICACIONES VIALES SOSTENIBLES APLICABLES A VÍAS CONCESIONADAS88

4.1 Análisis de certificaciones viales sostenibles aplicables a vías concesionadas	
--	--

88

CAPÍTULO 5. FORMULACIÓN DE LA PROPUESTA DE EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD112

5.1 Análisis de dimensiones.....	112
----------------------------------	-----

5.1.1 Dimensión técnica	113
5.1.2 Dimensión económica	116
5.1.3 Dimensión ambiental	121
5.2 Análisis de encuestas aplicadas.....	132
5.2.1 Análisis técnico.....	133
5.2.3 Análisis económico.....	136
5.2.4 Análisis ambiental	138
5.3 Propuesta de sostenibilidad	141
CONCLUSIONES.....	162
RECOMENDACIONES.....	164
5. REFERENCIAS.....	168

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Definiciones de construcción sostenible	20
Tabla 2. Guías de sostenibilidad vial a nivel internacional.....	27
Tabla 3. Sistemas de certificación sostenible.....	30
Tabla 4. Indicadores de sostenibilidad INVIAS	35
Tabla 5. Tipología de obras viales	44
Tabla 6. Resumen de las diferentes etapas del ciclo del proyecto vial	47
Tabla 7. Listado de certificaciones por criterios	85
Tabla 8. Análisis componente técnico	88
Tabla 9. Análisis componente económico	94
Tabla 10. Análisis componente ambiental	98
Tabla 11. Evaluación de certificación por componente	102
Tabla 12. Dimensión técnica.....	113
Tabla 13. Dimensión económica.....	116
Tabla 14. Dimensión ambiental	122

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Elementos de desarrollo sostenible en el tiempo.....	18
Figura 2. Mapa de origen y cronograma de lanzamiento de los sistemas de certificación sostenibles de carreteras a nivel internacional.....	28
Figura 3. Ejes de la política de sostenibilidad del INVIAS	38
Figura 4. Ubicación proyectos de vías concesionadas.....	54
Figura 5. Porcentajes de cumplimiento por certificación	106
Figura 6. Análisis de criterios técnicos.....	133
Figura 7. Análisis de criterios económicos.....	136
Figura 8. Análisis de criterios ambientales.....	139

PREÁMBULO

En la encrucijada entre la imperativa necesidad de construir un futuro vial más sostenible y la creciente conciencia ambiental, se despliega una estrategia de vital importancia en Colombia: la integración de certificaciones viales sostenibles. El presente estudio se erige sobre el análisis de certificaciones prominentes como Greenroads, Envision, Greenlites, Invest, Breeam, Be2st in Highways y SURE, destacando su compromiso abarcador con criterios aplicables a vías concesionadas y su capacidad para abordar eficazmente desafíos ambientales, de seguridad vial y económicos. En este escenario, la generalización de estas prácticas certificadas se vislumbra como una valiosa oportunidad para que los concesionarios de vías en Colombia no solo alcancen estándares integrales, sino que también se erijan como agentes activos en la construcción de un entorno vial más sostenible, mejorando la eficiencia operativa y destacando en un mercado cada vez más competitivo.

Simultáneamente, se ha delineado un enfoque equilibrado hacia la sostenibilidad mediante un minucioso análisis de encuestas aplicadas en el Departamento de Antioquia. Estas encuestas han proporcionado herramientas fundamentales sobre las prioridades específicas, tales como el diseño sostenible y la gestión de activos, subrayando la importancia de abordar integralmente la sostenibilidad en proyectos viales. La propuesta resultante para la evaluación de sostenibilidad en vías concesionadas, derivada tanto del estudio de certificaciones sostenibles como del análisis de encuestas, presenta un marco integral que abarca desde el diseño hasta la operación y mantenimiento de la infraestructura, considerando criterios técnicos, económicos y ambientales.

Como antesala a futuras investigaciones, este preámbulo sugiere diversas líneas de estudio, desde la evaluación del impacto real de certificaciones viales sostenibles hasta la adaptación local de estos estándares y la evaluación continua de propuestas específicas en la práctica. En este viaje

hacia un futuro vial más sostenible, se plantea la necesidad de explorar a fondo cómo las certificaciones y enfoques equilibrados pueden no solo transformar el paisaje vial colombiano, sino también modelar un paradigma sostenible para la construcción y gestión de carreteras a nivel global.

RESUMEN

En el presente estudio, se aborda la necesidad imperativa de promover la construcción de carreteras más sostenibles en Colombia, en respuesta a los desafíos ambientales, de seguridad vial y económicos. La estrategia central propuesta consiste en la integración de certificaciones viales sostenibles, tales como Greenroads, Envision, Greenlites, Invest, Breeam, Be2st in Highways y SURE. Estas certificaciones, reconocidas por su compromiso integral, se presentan como instrumentos esenciales para elevar los estándares en la planificación y ejecución de proyectos viales en el país. El objetivo primordial de la tesis es evaluar el impacto y la viabilidad de la implementación generalizada de estas certificaciones en el contexto colombiano. Para alcanzar esta meta, se llevaron a cabo experimentos que incluyeron el análisis minucioso de certificaciones viales sostenibles y la aplicación de encuestas en el Departamento de Antioquia. A través de estos métodos, se exploraron criterios técnicos, económicos y ambientales, proporcionando una base robusta para entender las necesidades y prioridades específicas en el ámbito de la sostenibilidad vial. Los resultados obtenidos reflejan la importancia crítica de la integración de certificaciones sostenibles en el desarrollo de carreteras más sostenibles en Colombia. Las encuestas realizadas en Antioquia arrojaron luz sobre prioridades específicas, destacando la relevancia del diseño sostenible y la gestión de activos. La propuesta de evaluación de sostenibilidad para vías concesionadas, derivada de estos resultados, se presenta como un marco integral que abarca desde el diseño hasta la operación y mantenimiento de las carreteras, integrando criterios técnicos, económicos y ambientales de manera equilibrada. En conclusión, se destaca que la implementación generalizada de certificaciones viales sostenibles puede ser un catalizador significativo para la construcción de un entorno vial más sostenible en Colombia. La propuesta de evaluación de sostenibilidad, basada en la integración de certificaciones y en los resultados de

encuestas, se vislumbra como una herramienta efectiva para lograr un enfoque integral y equilibrado. Se subraya la necesidad de considerar la adaptación local y diversas perspectivas, garantizando así la sostenibilidad a largo plazo de las carreteras en el país. Estos hallazgos apuntan hacia un futuro vial más sostenible, donde las certificaciones y enfoques equilibrados desempeñan un papel crucial en la transformación del sector.

Palabras clave: Certificación vial, sostenibilidad, economía circular, diseño sostenible.

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

Actualmente existe una gran preocupación a nivel global que abarca la inclusión de la sostenibilidad en todos los procesos de la vida humana, ya que se está siendo más consciente de la fragilidad de los recursos en el planeta. Como bien se sabe, la construcción ha sido una de las actividades más antiguas, pero además una de las más contaminantes a lo largo del tiempo, ya que integra la explotación intensiva e irracional de recursos naturales no renovables, la generación de residuos y su inadecuada disposición (Bedoya, 2011; Laurance et al., 2015).

La infraestructura vial, en especial la construcción, operación y mantenimiento de carreteras han afectado negativamente en la biodiversidad de los ecosistemas (Branza, 2017; Laurance et al., 2015; Quintero, 2016). Uno de los grandes compromisos que debe abarcar la ingeniería es el desarrollo sostenible, puesto que se debe ser consciente de la actividad profesional con la responsabilidad de asegurar la calidad de vida de las generaciones futuras. Por lo general, cuando se habla de sostenibilidad se hace referencia a los tres pilares de la sostenibilidad o que se deben adherir al triple resultado (Silva et al., 2018). Con el fin de dar solución a esta problemática a nivel internacional existen metodologías, certificaciones y criterios de implementación de indicadores de sostenibilidad vial tales como GREENROADS, GreenLITES, ENVISION, CEEQUAL, INVEST, STEED y STARS (González Arenas, 2015), los cuales han ganado gran popularidad, ya que se componen de mejores prácticas de ingeniería y se pretende que ayuden a maximizar la eficiencia económica, social y logren alcanzar los objetivos de sostenibilidad global (ONU, 2019a; OMS, 2017).

1.1 Alcance de la investigación

La presente investigación rige su alcance en vías concesionadas para el Departamento de Antioquia, teniendo en cuenta la aplicabilidad de certificaciones viales sostenibles por criterios

técnicos, económicos y ambientales, así mismo describiendo cada criterio y a cuál fase corresponde cada uno y seguidamente los aspectos a considerar por cada criterio.

1.2 Hipótesis

- La implementación de sostenibilidad en el sector de la infraestructura vial en Colombia carece de metodologías que proyecten un desarrollo con enfoque técnico y ambiental.
- La infraestructura vial en Colombia requiere la implementación de más modelos, guías, certificaciones, criterios de valoración para determinar la sostenibilidad de este tipo de proyectos.
- Es posible demostrar la sostenibilidad vial a partir de las certificaciones aplicadas internacionalmente.
- Es posible diseñar una propuesta de evaluación de la sostenibilidad, que incluya criterios técnicos, ambientales y económicos aplicables a vías concesionadas en el Departamento de Antioquia.

1.3 Objetivos

En base a lo anterior, esta tesis tiene como objetivo general:

Diseñar una propuesta de evaluación de la sostenibilidad, aplicable a vías concesionadas en el Departamento de Antioquia.

Y como objetivos específicos, los que se detallan a continuación:

Identificar los sistemas de certificaciones sostenibles aplicables a proyectos viales con el fin de reconocer criterios ambientales, económicos y técnicos que faciliten su medición.

Determinar cuáles certificaciones viales sostenibles pueden ser aplicadas en vías concesionadas, analizando su viabilidad técnica, ambiental, económica.

Formular la propuesta de evaluación de la sostenibilidad, a partir de las certificaciones sostenibles existentes.

CAPÍTULO 2. ESTADO DEL ARTE Y MARCO TEÓRICO

Este capítulo permitió examinar los temas y áreas de estudio que se consideraron relevantes para lograr los objetivos establecidos en la tesis de maestría actual.

2.1 Antecedentes

El concepto de desarrollo sostenible (DS) ha ido avanzando con el pasar de los años, siendo cada vez más usado y teniendo más relevancia no solo a nivel ambiental. Con el informe de Brundtland de las Naciones Unidas en el año 1987, se introduce el término de sostenibilidad, que identifica al medio ambiente como la meta del desarrollo y veinte años después la comisión dejó en claro el desafío que tienen las generaciones actuales de satisfacer sus necesidades sin involucrar la de las generaciones futuras, para migrar al concepto de desarrollo sostenible, que incluye unas nuevas políticas de equidad y justicia para cada generación y entre ellas (Brundtland, 2007).

Según la historia, el cambio climático relacionado con las concentraciones de dióxido de carbono (CO₂) a nivel mundial se dieron a conocer hace más de un siglo. Aproximadamente hace unos veinte años, la comisión mundial integrada por científicos expertos en cambio climático (IPCC) de 30 países en Austria conformados por PNUMA, la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y el Consejo Internacional para la Ciencia, afirmaron que este cambio producido por el hombre era muy probable (Brundtland, 2007).

Con la conferencia de las Naciones Unidas ocurrida en el año 1992, sobre medio ambiente de Río de Janeiro, se reafirma lo establecido en Estocolmo en 1972 con la Declaración de la Conferencia de las Naciones Unidas. Esta conferencia lo que pretendió fue establecer una alianza

mundial equitativa que incorporará nuevos niveles entre estados, sectores claves de la sociedad y personas interesadas, con el propósito de llegar a acuerdos internacionales que los represente y proteja en especial el sistema ambiental y promueva el desarrollo mundial (Gracia rojas, 2015).

En 1995 la comisión europea presentó la publicación del Libro verde que trata de medio ambiente urbano, el cual invita a la reflexión. Este va dirigido a todo el personal interesado y abarca temas de cambio climático, insuficiencia de fuentes hídricas, temas ambientales, sociales y económicos (Gracia rojas, 2015).

Para el año 2002 se lleva a cabo en Johannesburgo la conferencia de las naciones unidas sobre desarrollo sostenible con la participación de miles de interesados, jefes de estado, ONG, empresas, entre otros. La intención principal era llamar la atención de los participantes y actuar a favor de la calidad de vida, conservación y protección de los recursos naturales del planeta.

La definición de conservación se trató durante la primera estrategia mundial llevada a cabo en UICN, en colaboración del Fondo Mundial para la naturaleza y el programa para el medio ambiente de las naciones unidas, el cual se estableció como la gestión adecuada de la biosfera con tal de producir el mayor beneficio sostenido para la actual generación, pero que tenga el potencial de satisfacer el de las futuras (Gudynas, 2003).

Siguiendo con la idea de una adecuada gestión que conlleve al crecimiento, al equilibrio social y ambiental se menciona en el informe Meadow, con los “Los límites del crecimiento” que lo que se pretende es convertir en sostenibles los conceptos de desarrollo y crecimiento (Naredo & Parra, 1998).

A nivel nacional, se establece en el Art. 3 de la Ley 99 de 1993, el desarrollo sostenible como aquel que conlleve al crecimiento del país, al bienestar social y mejore la calidad de vida, sin dañar el medio ambiente o agotar los recursos naturales no renovables para uso de las necesidades propias sin tener en cuenta los derechos de las futuras generaciones (Congreso de Colombia, 1993).

Adicionalmente, (Dam & Taylor, 2011) afirman que “la sostenibilidad es simplemente una buena ingeniería: optimizar recursos, equilibrando intereses en competencia y haciendo mejoras incrementales a medida que mejora el conocimiento”.

En el año 2012 en Río de Janeiro se desarrolló la Conferencia sobre Desarrollo Sostenible, organizada por las Naciones Unidas, de este encuentro se elaboró el documento “El futuro que queremos” en este quedó plasmado el enfoque de sostenibilidad basados en el aspecto social, económico y ambiental. Adicionalmente se establecieron objetivos generales y requisitos esenciales de cumplimiento tales como: erradicación de pobreza, promoción de consumo y producción sostenible y protección de recursos naturales (Mendoza, 2014).

En este sentido se dice que el desarrollo sostenible se puede agrupar en tres pilares que deben estar bien articulados para que eso sea posible, se establecen de la siguiente forma:

- **Sostenibilidad ambiental:** se puede establecer como el equilibrio entre sociedad y medio ambiente. (Sachs, 1974) en su artículo “Environnement et styles de développement” lo define a través de principios aplicables a proyectos rurales como urbanos, entre algunos de ellos se tienen: satisfacción de necesidades básicas, gestión de recursos de uso actual pero siendo solidarios con las generaciones futuras, protección de medio ambiente,

minimizar impactos ambientales negativos, respeto y conciencia de otras culturas, generación de empleo, buen uso de la energía, uso de energías alternativas o renovables y apoyo entre países.

- **Sostenibilidad económica:** esto conlleva a maximizar el bienestar humano a través de las mejores vías para el desarrollo económico teniendo en cuenta la disponibilidad de recursos y capital humano (Priego, 2003).
- **Sostenibilidad social:** este se define como un derecho para poder acceder a bienes comunes para toda la humanidad en términos equitativos para todas las culturas y entre géneros (Diaz & Escárcega, 2011).

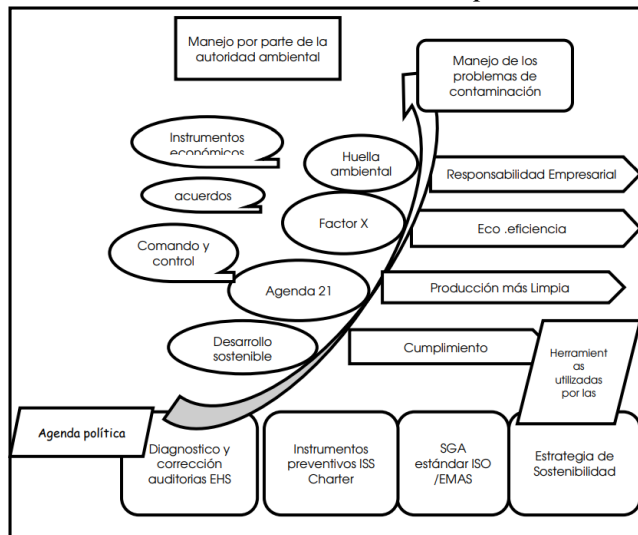
Otra forma de representar estas dimensiones de la sustentabilidad lo establece (Diaz & Escárcega, 2011) de la siguiente forma:

- **Dimensión económica:** se apoya en la definición de Priego mencionada anteriormente, y además establece los factores como aspectos complementarios. Establece que dicho factor cuando se limita no genera incrementos en el producto.
- **Dimensión social:** establece que esta dimensión no solo abarca a la población, sino que involucra además las diferentes formas de organización y de participación, teniendo en cuenta cultura, etnia, religión, sector público, privado y sociedad civil.

- Dimensión ambiental:** esta dimensión tiene en cuenta la biodiversidad (agua, suelo, capa vegetal, entre otras) ya que son elementos que definen la capacidad productiva de ciertos sectores, hace énfasis en el buen manejo de recursos naturales no renovables por parte de actores económicos e institucionales totalmente capacitados (Sepúlveda, et al., 1998).

A lo largo del tiempo las empresas y entidades han estado trabajando en la sostenibilidad, al comienzo solo orientados a temas ambientales a través de diagnósticos, auditorías y demás, desde entonces han optado por las buenas prácticas y comienzan a salir incentivos de manera privada tal como los principios de cámara de comercio internacional, luego los sistemas comienzan a estandarizarse con la ISO 1400, se plantean mesas de trabajo internacional y metas a cumplir a largo plazo como agenda 21, en la figura 1 se observan algunas de esas herramientas.

Figura 1. Elementos de desarrollo sostenible en el tiempo



Fuente: adaptado de Eco-efficiency, World Business Council for Sustainable Development Graphic adapted.

En la actualidad, la sostenibilidad ha tenido muchas iniciativas tanto de carácter público como privado, con la definición de metas a alcanzar en el año 2015 con la Declaración del milenio y el pacto mundial (Gaviria, 2013) se han establecido los siguientes ocho objetivos de desarrollo del milenio:

ODM 1: erradicar la pobreza extrema y el hambre

ODM 3: promover la igualdad entre los sexos y la autonomía de la mujer

ODM 4: reducir la mortalidad infantil

ODM 5: mejorar la salud materna

ODM 6: combatir el VIH/SIDA, el paludismo y otras enfermedades

ODM 7: Garantizar la sostenibilidad del medio ambiente

ODM 8: Fomentar una asociación mundial para el desarrollo

La **Agenda 21** es un plan de acción coordinado a nivel global para fomentar la sostenibilidad y el empoderamiento social. Los estudios indican que, para lograr el desarrollo sostenible, la calidad de la participación pública en los procesos de gestión es más importante que la cantidad. Dicha calidad puede ser el resultado de un proceso de aprendizaje social, el aprendizaje conjunto y colaborativo entre diferentes actores que, a través de la interacción, aumenta su capacidad para realizar tareas conjuntas relacionadas con problemas ambientales y construir capital social (Xavier et al., 2019).

(Gaviria, 2013) Afirma que la Agenda 21 lo que busca es estimular un cambio y trascender al concepto de desarrollo sostenible a través de la integración de los diferentes programas o áreas tales como biodiversidad, ecosistemas, agricultura, vivienda, energía, población, salud pública, transporte y reciclaje.

Colombia y la Agenda 21: Con la participación de Colombia en Río 20, se establecen unos compromisos a seguir, adicionalmente se cuenta con informes de los ecosistemas colombianos, la gestión y política del sector público para el apoyo y conservación del medio ambiente y del patrimonio cultural y natural del país. Hoy en día estos resultados no son muy fructíferos, pero se cree que en el futuro estos temas sean de mayor interés para toda la población en general (Gaviria, 2013).

En cuanto a la introducción de construcción sostenible se enumeran las diferentes definiciones a lo largo del tiempo en la tabla 1.

Tabla 1. *Definiciones de construcción sostenible*

Investigador/país	Definición
1era conferencia Mundial sobre la construcción sostenible (Kibert 1994)	La creación y gestión responsable de un medio ambiente sano construido sobre la base eficiente de los recursos y los principios ecológicos
Finlandia (Construcción sostenible Huovila 1999)	En sus propios procesos y productos durante su vida útil, tiene por objeto reducir al mínimo el uso de la energía y las emisiones que son perjudiciales para el medio ambiente y la salud y produce información relevante a los consumidores para la toma de decisiones.
Japón (edificios ecológicos) (Chang et al . 2000)	Bajo impacto ambiental, de alto contacto con el medio ambiente, servicios y la salud
Agenda 21 para la Construcción Sostenible en los Países en Desarrollo (Plessis et al. 2002)	Un proceso integral con el objetivo de restaurar y mantener la armonía entre lo natural y el medio ambiente urbano, y crear asentamientos que afirman la dignidad humana y promover la equidad económica.

Taiwán (construcción verde) (Huang y Kou 2002)	Construcción ecológica para lograr la coexistencia sostenible con el medio natural a través de las etapas de la planificación, diseño, construcción y vida útil, haciendo hincapié en la ética ambiental, incluyendo el consumo de energía mínimo y los recursos, la armonía con el medio ambiente y compartir con las generaciones futuras
Taiwán (verde, arquitectura) (Arquitectura y Edificación del Instituto de Investigación 2003)	El diseño arquitectónico orientado a la salud humana y el confort, buscando la convivencia con el medio ambiente mundial, y el fomento de la sostenibilidad de las condiciones de vida de la gente. Los edificios deben consumir los recursos naturales relativamente escasos y la fabricación de residuos relativamente poco.
Bedoya 2005	La construcción sostenible es aquella que busca la implementación de flujos no lineales en cuanto a energía y materiales, como también una política de valoración ambiental de los recursos por encima de los costos económicos. Ello implica construir reflexiva e integralmente, desde la concepción del diseño, hasta el término de la vida útil de la edificación.
Consejo Colombiano de Construcción Sostenible	Se refiere a las mejores prácticas durante todo el ciclo de vida de las edificaciones (diseño, construcción y operación) las cuales aportan de forma efectiva a minimizar el impacto del sector en el cambio climático- por sus emisiones de gases efecto invernadero-el consumo de recursos y la pérdida de biodiversidad.

Nota: Fuente: (Gaviria, 2013)

2.2 Indicadores de sostenibilidad sector transporte a nivel internacional

A nivel internacional, el compromiso de establecer sistemas de indicadores que fusionen medio ambiente, desarrollo y faciliten la toma de decisiones a favor del desarrollo sostenible ha

dado lugar a diversas iniciativas. Diversas organizaciones han creado sus propias herramientas de evaluación de la sostenibilidad para distintos sectores económicos, entre ellos, el transporte. A continuación, se destacan algunos de los indicadores clave en este sector.:

Indicadores ambientales (OCDE)

La OCDE o más conocida organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico desarrolló una caja de herramientas para facilitar la toma de decisiones en esta integró indicadores de tipo ambiental, social y económico para muchos sectores. Sin embargo, para el sector transporte se destacan de importancia ambiental, patrones sectoriales y tendencias, interacciones con el medio ambiente, aspectos políticos y económicos (Ordoñez & Meneses, 2015).

Indicadores de impacto ambiental del transporte - EPA

En el año 1996, la agencia de estados unidos para la protección ambiental más conocida como EPA, estableció los indicadores de impacto ambiental para cada modo de transporte que incluye el marítimo, ferroviario, aéreo y carreteras y los clasificó así:

-Indicadores de efecto (outcomes): relacionan información cuantitativa de tipo ambiental y efectos de cada actividad productiva.

-Indicadores de salida (inputs): relacionan información de descargas o cantidad de emisiones que ocasionan daño ambiental.

-Indicadores de actividad (activities): magnitud de actividades consideradas de efectos dañinos (Ordoñez & Meneses, 2015).

Iniciativa de informes globales (Global Reporting Initiative-GRI)

Surge con el propósito de llevar unas memorias a nivel global para el desarrollo de sostenibilidad que le facilite a cualquier organización valorar su labor social, ambiental y

económico. Es una guía que consta de 6 secciones y facilita el uso de 81 indicadores para su evaluación y seguimiento. Fue creada en el año 1997 por la alianza entre CERES y PNUMA de las Naciones Unidas (Ordoñez & Meneses, 2015).

Mecanismo de notificación de transporte y medio ambiente – TERM

En el año 1998 diferentes instituciones de la Unión Europea crearon el documento Transport and Environment Reporting Mechanism (TERM) el cual consta de datos estadísticos de la Unión Europea que cada año son actualizados con el fin de verificar, controlar y validar la eficiencia de las estrategias implementadas del sector transporte y medio ambiente a través de algunos indicadores tales como demanda y costos de transporte, planificación, accesibilidad, integración administrativa y utilización de energía (Ordoñez & Meneses, 2015).

ISO 21929-2

Con base en la ISO 21929-1 que trata de indicadores de sostenibilidad solo para edificios nuevos o existentes, en el año 2015 el comité técnico ISO/TC 59/SC 17 elabora la norma técnica ISO 21929-2 relacionada con “selección y elaboración de indicadores para obras de ingeniería civil” atendiendo la necesidad de extender este tipo de buenas prácticas a todo tipo de obra civil teniendo en cuenta los impactos relacionados a ellos (Ordoñez & Meneses, 2015).

2.3 Sistemas de certificación viales sostenibles

A lo largo del tiempo se han determinado varios sistemas de certificación para mejorar la gestión y diseño sostenible de los proyectos viales. Estos sistemas tratan de abarcar las mejores prácticas en todo sentido y le apuestan a la industria su potencial para ayudar a obtener mejores resultados, a mejorar activos y a generar sistemas de transporte sostenibles y resilientes

(Mattinzioli et al., 2020). En consecuencia, la implementación de sistemas de indicadores se anticipa como un mecanismo clave para potenciar la eficiencia económica, promover el bienestar social y contribuir al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible a nivel global (ONU, 2019, citado en OMS, 2017). Durante la última década, los objetivos de desarrollo sostenible han sido incorporados de manera progresiva al sector de la infraestructura de transporte, dado que investigaciones señalan su impacto significativo en la emisión de dióxido de carbono y en el consumo de recursos y energía. Para evaluar el progreso hacia estos objetivos, se emplea un sistema de calificación de sostenibilidad respaldado por un conjunto de indicadores (Chang et al., 2018).

Estos sistemas de calificación, comúnmente basados en indicadores de desempeño y niveles de implementación, permiten discernir el grado de sostenibilidad alcanzado por los proyectos de infraestructura. En la categorización de carreteras, por ejemplo, se consideran aspectos como la escorrentía, el ruido, los materiales, la calidad del agua y el hábitat acuático (Chang et al., 2018). Tsai y Chang (2012), por su parte, desarrollaron 60 indicadores específicos para carreteras, agrupados en 14 categorías, abordando aspectos como la reducción de volumen, el uso de piedras de moler o refuerzo blando, zanjas de infiltración o cuencas de captación, crecimiento de vegetación y reciclaje de la capa superficial del suelo. Estos indicadores están directamente relacionados con los desafíos de sostenibilidad comúnmente encontrados durante las fases de diseño y construcción de carreteras (p.14).

Se prevé que para los próximos 15 años los sistemas de clasificación sostenibles (SRS) para carreteras ganen popularidad a nivel mundial y como se mencionó anteriormente estas mejores prácticas cubran los tres pilares de la sostenibilidad y sirvan como indicadores de

desempeño dentro de las SRS, estos por lo general se organizan en categorías según temas comunes (uso de energía, uso de recursos, contaminación, uso de tierra, ecología) (Mattinzioli et al., 2020)

Por lo general, para la medición de indicadores de desempeño se utiliza una métrica común (puntos) para poder hacer comparaciones. Este número de puntos suele ser proporcional a su importancia e impacto en la consecución del nivel de sostenibilidad óptimo objetivo del sistema. Al completar el ejercicio de calificación, se suma la cantidad total de puntos obtenidos y se otorga una puntuación final al proyecto. Donde los límites de puntuación de nivel de premio se definen por sistema. También se pueden otorgar puntos por resultados basados en resultados o procesos. Por ejemplo, para los primeros se otorgan al obtener ciertos niveles de mejoras medibles dentro del proyecto (es decir, disminuciones porcentuales en el uso de energía y emisiones o toneladas de material reciclado utilizado). Mientras que, para este último, también se pueden otorgar puntos por la inclusión y consideración de ciertas prácticas (es decir, realizar un análisis de costos del ciclo de vida, demostrar que elementos específicos están incluidos en un programa de gestión de activos). (Mattinzioli et al., 2020)

Dado que la vida útil de una carretera es de unos 30 años, las autoridades públicas de la Unión Europea (UE) utilizan certificados para productos innovadores y más ecológicos para confirmar el mejor rendimiento de sostenibilidad durante toda su vida. Con el fin de evaluar el ciclo de vida de las carreteras, la Comisión Europea financió proyectos de investigación para desarrollar importantes metodologías para hacerlo. Además, la Comisión Europea ha desarrollado criterios de contratación pública ecológica (GPP) para la infraestructura vial en cuanto a la construcción eficiente en el uso de los recursos (Branza, 2017).

Como bien se sabe, los enfoques de etiquetado ambiental son herramientas que se usan para mejorar la evaluación de rendimiento, estos se basan en normas ISO, entre ellas se tiene etiqueta medioambiental de tipo I, etiqueta ambiental tipo II o auto declaradas y etiqueta ambiental tipo III o más conocida como declaración de producto medioambiental (EPD), esta última es una marca registrada y en el sector de carreteras, Acciona Infraestructuras fue la primera empresa constructora en crear una EPD de una carretera, en particular la carretera regional N-340 en España (Flores et al., 2016).

La experiencia ha demostrado que estos enfoques, como las iniciativas de etiquetado y certificación, estimulan a la industria, fortalecen la innovación y la creatividad utilizando mecanismos para obtener resultados rentables, promoviendo adquisiciones, y trasladar las regulaciones y metodologías de los estándares nacionales a los de armonización (Flores et al., 2016).

2.3.1 Guías de sostenibilidad vial a nivel internacional

A nivel internacional se han establecido varios sistemas de acreditación o certificación de sostenibilidad, se incluyen criterios, medidas o actividades para cada eje o fundamento del desarrollo sostenible. Para el sector de transporte en especial para el subsector de infraestructura vial sobresalen los mencionados en la tabla 2 (Ordoñez & Meneses, 2015).

Para el sector de transporte en especial para el subsector de infraestructura vial sobresalen los mencionados en la tabla 2, los cuales tienen diferentes autores y cuya finalidad es la de evaluar la sostenibilidad y proporcionar una orientación para los diferentes proyectos de este tipo. Además, de contar con criterios muy similares o complementarios en el componente ambiental.

Tabla 2. Guías de sostenibilidad vial a nivel internacional

Nombre	Autor	Objetivo	Categorías (Criterios)
CEEQUAL – 2004 (CEEQUAL Ltd.) [19] Esquema de adjudicación y evaluación de la calidad ambiental en ingeniería civil.	Instituto de Ingenieros Civiles y el Gobierno del Reino Unido.	Evaluar el desempeño ambiental y la sostenibilidad en proyectos de ingeniería civil y de paisajismo durante las etapas de diseño, construcción y mantenimiento.	Estrategia del Proyecto. Gestión de Proyectos. Población y comunidades. Uso del Suelo y Paisaje. Medio Ambiente. Ecología y Biodiversidad. Medio Acuático. Recursos físicos. Transporte
Infrastructure Sustainability – 2009 (AGIC, 2009) [20] Carreteras Sostenibles y Movilidad Optima.	Consejo Australiano de Infraestructura Verde- AGIC.	Evaluar la sostenibilidad en el diseño, construcción y operación de la infraestructura de transporte.	Gestión y Gobernabilidad. Uso de los Recursos. Emisiones, Contaminación y Residuos. Ecología. Comunidad. Innovación.
GreenLITES – 2008 (NYSDOT, 2008) [21] Liderazgo en el transporte y la sostenibilidad ambiental.	Federación de Carreteras de la Unión Europea.	Promover el transporte y carretas sostenibles como una alternativa para reducir los impactos negativos.	Sitios Sostenibles. Calidad del Agua. Materiales y Recursos. Energía y Medio Ambiente. Innovación.
Greenroads – 2010 (Greenroads, 2011) [22] Carreteras Verdes.	Universidad de Washington (UW) y CH2M Hill.	Reconocer la aplicación de buenas prácticas sostenibles en el diseño y construcción de carreteras.	Requerimientos del Proyecto de Carreteras. Medio Ambiente y Agua. Acceso y Equidad. Actividades de Construcción. Materiales y Recursos. Tecnología de Pavimentos.
INVEST – 2012 (FHWA, 2012) [23]	Administración Federal de Carreteras	Proporcionar orientación a los profesionales para	Planificación del sistema. Desarrollo del Proyecto. Operaciones y Mantenimiento.

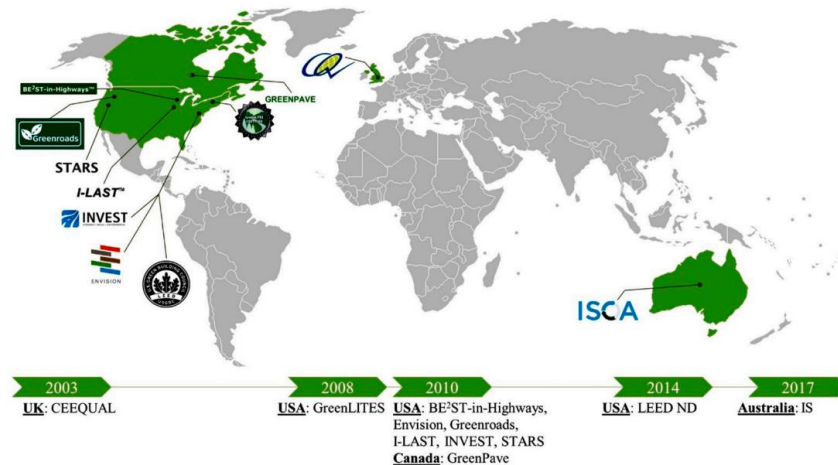
Herramienta voluntaria de evaluación de la sostenibilidad en la infraestructura	(FHWA) de Estados Unidos.	evaluar la sostenibilidad de sus proyectos y programas de transporte.
---	---------------------------	---

Nota: Descripción de guías de sostenibilidad a nivel internacional. Fuente: (Ordoñez & Meneses, 2015)

Siguiendo con la literatura se tiene que el Sistema de Calificación **Envision** contiene las mejores prácticas de sostenibilidad que se pueden aplicar a varios tipos de infraestructura, incluida la infraestructura de transporte. Por su parte, Rooshdi y col. (2014) propusieron siete criterios de diseño y construcción sostenibles y evaluaron sus puntajes para carreteras verdes. En la etapa de diseño se consideraron dos criterios, el diseño sensible al contexto y la selección de alineación, y los otros cinco se consideraron en la etapa de diseño. En la etapa de construcción se implementaron criterios, plan de manejo de la construcción, control de mitigación de ruido, eficiencia de equipos y maquinaria, gestión de calidad y control de erosión y sedimentación. (Chang et al., 2018)

Por otro lado, siguiendo con la búsqueda de la literatura se encontró que los SRS de carreteras surgieron en diferentes regiones geográficas (Figura 2) según el mapa las regiones clave que han lanzado sistemas de clasificación sostenibles son América del norte, Canadá, Reino Unido y Australia, además están asociadas a diferentes enfoques y métodos. La sostenibilidad está basada en el contexto y varía según las características locales. (Mattinzioli et al., 2020)

Figura 2. *Mapa de origen y cronograma de lanzamiento de los sistemas de certificación sostenibles de carreteras a nivel internacional*






Fuente: (Mattinzioli, Sol Sánchez , Martínez, & Rubio Gamez, 2020)




Finalmente, el sistema de certificación de sostenibilidad para carreteras denominado "**LCE4ROADS**", que se está desarrollando como parte del proyecto FP7: "Enfoque de ingeniería del ciclo de vida para desarrollar un nuevo sistema de certificación de sostenibilidad armonizado con la UE para infraestructuras viales rentables, más seguras y más ecológicas", integrará mediante un enfoque de Ingeniería de Ciclo de Vida (LCE), todos los aspectos de sostenibilidad (Ambiental, Económico, Social, Técnico) para evaluar proyectos y obras viales (tanto de nueva construcción como de rehabilitación / mantenimiento) con el objetivo final de crear un y metodología armonizada con la UE para incrementar la sostenibilidad de las carreteras. Este se basa en las normas vigentes EN e ISO de sostenibilidad en la construcción (EN15804) y LCA y LCC (ISO 14040-44 e ISO15686), además con el objetivo de refinar el sistema de certificación y los parámetros e indicadores clave de desempeño a ser considerados, se debe mencionar que LCE4ROADS ya ha sido presentado a diferentes actores clave como: Autoridades de carreteras nacionales y regionales en seis países de la UE (Francia, Países Bajos, España, Alemania, Suecia,






Polonia) y en Turquía (el Ministerio de Transporte de Turquía (KGM) es socio del Proyecto FP7).


(Flores et al., 2016)

Tabla 3. *Sistemas de certificación sostenible*

SISTEMAS DE CERTIFICACION SOSTENIBLE					
No	SISTEMA	CATEGORIAS DE INDICADORES	SUBCATEGORIA	CREDITOS	NIVELES
1		0. Requisitos del proyecto (PR)	12	0	Bronce: 40 puntos Plata: 50 puntos Oro: 60 puntos Evergreen: 80 puntos
		1. Medio ambiente y agua (EW)	10	30	
		2. Actividades de Construcción (CA)	11	20	
		3. Materiales y Diseño (MD)	6	24	
		4. Utilidades y Controles (UC)	8	20	
		5. Acceso y habitabilidad (AL)	10	21	
		6. Creatividad y Esfuerzo (CE)	4	15	
		Total:	61	130	
2		1. Calidad de vida (QL)	14	200	Bronce: 20% Plata: 30% Oro: 40% Platino: 50%
		2. Liderazgo (LD)	12	182	
		3. Asignación de recursos (RA)	14	196	
		4. Mundo Natural (NW)	14	232	
		5. Clima y resiliencia (CR)	10	190	
		Total:	64	1000	
3.		1. Sitios sostenibles (S)	5	81	Certificado: 15-29 puntos Plata: 30-44 puntos Oro: 45-59 puntos Evergreen: 60 puntos
		2. Calidad del agua (W)	2	20	
		3. Materiales y recursos (M)	5	66	
		4. Energía y atmosfera (E)	6	104	
		5. Innovación/No cotizados (I)	3	9	
		Total:	21	280	
4.	I-Last V2.0	1. Planificación (P)	2	10	No cuenta con niveles
		2. Diseño (D)	2	13	
		3. Medio ambiente (E)	3	27	
		4. Calidad del agua (W)	3	24	
		5. Transporte (T)	3	25	
		6. Iluminación (L)	2	9	

		7. Materiales (M)	1	14	
		8. Innovación (I)	1	1	
		9. Construcción (C)	8	32	
		Total:	25	155	
5.	Invest V1.3 	1. Planificación para estados (SPS)	17	250	Bronce: 30% Plata: 40% Oro: 50% Platino: 60%
		2. Planificación para regiones (SPR)	17	250	
		3. Desarrollo de proyectos (PD)	33	171	
		4. Operaciones y mantenimiento (OM)	14	210	
		Total:	81	881	
6.	Stars V1	1. Proceso integrado	2		Medidas de desempeño
		2. Contexto comunitario	3		
		3. Acceso y movilidad	2		
		4. Seguridad y salud	3		
		5. Beneficio económico	2		
		6. Rentabilidad	1		
		7. Contaminación climática y uso de energía	2		
		8. Función ecológica	1		
		Total:	16		
7.	Steed	1. Calidad ambiental	7		Mejora continua en lugar de niveles de premio
		2. Calidad social	7		
		3. Viabilidad económica	7		
		Total:	43		
8.	BREEAM (Ceequal V6) 	1. Gestión	5	550	Sobresaliente ≥ 90% Excelente ≥ 75% Muy bueno ≥ 60% Bueno ≥ 45% Aprobar ≥ 30% Desclasificado < 30%
		2. Resiliencia	3	600	
		3. Comunidades y partes interesadas	3	550	
		4. Uso de la tierra y ecología	5	600	
		5. Paisajismo y entorno histórico	2	450	
		6. Contaminación	2	400	
		7. Recursos	8	1450	
		8. Transporte	2	400	
		9. Innovación			
		Total:	30	5000	
9.	Infraestructure Sustainability V2.0 	1. Gobernanza	5	36	Diamante: 95-110 puntos Platino: 80-94,9 puntos Oro: 60-79,9 puntos Plata: 40-59,9 puntos
		2. Económico	2	8	
		3. Ambiental	6	44	
		4. Social	4	22	
		Total:	17	110	

				Bronce: 20-39,9 puntos	
10.	BE2ST in Highways V.1 	0. Requisitos previos	*	*	Oro: 90% Plata: 75% Bronce: 50%
		1. Emisión de gases de efecto invernadero	1	2	
		2. Uso de energía	1	2	
		3. Reducción de desechos (incluidos los materiales ex situ)	1	2	
		4. Reducción de desechos (reciclado de materiales in situ)	1	2	
		5. Consumo de agua	1	2	
		6. Residuos peligrosos	1	2	
		7. Costo del ciclo de vida	1	2	
		8. Tráfico ruido	1	2	
		9. Costo social del ahorro de carbono	1	2	
Total:		9	18		
11.	GreenPave V2.1 	1. Tecnologías de diseño de pavimentos (PT)	4	9	Trillium Oro: ≥ 15 puntos Plata 12 < 15 puntos Bronce: 9 < 12 puntos
		2. Materiales y recursos (MR)	4	11	
		3. Energía y atmosfera (EA)	4	8	
		4. Proceso de innovación y diseño (I)	2	4	
		Total:	14	32	
12.	LCE4Roads 	1. Medio ambiente	14		Ligero Completo
		2. Económico	3		
		3. Social	3		
		4. Técnico	5		
		Total:	25		
13.	TSI- Technical Sustainability Index 	1. Ambiental	8		0,9 a 1,0 Excellent 0,8 a 0,9 Very Good 0,7 a 0,8 Good 0,6 a 0,7 Regular 0,5 a 0,6 Tolerable 0,4 a 0,5 Bad < 0,4 Very Very Bad
		2. Económico	8		
		3. Social	8		
		Total:	24		
		Total:			
14.	SUSAIIP 	1. Ambiental	18	0 a 5	Método A
		2. Salud y seguridad	5	0 a 5	Método B
		3. Economía	6	0 a 5	Método C

		4. Social	7	0 a 5	Diagrama de rose
		5. Utilización de recursos	11	0 a 5	
		6. Administración del proyecto	4	0 a 5	
		Total:	51		
15		1. Gobernanza	19		Oro Plata Bronce
		2. Sociedad	24		
		3. Ambiental	18		
		Total:	61		

En la Tabla 3 se logra evidenciar los sistemas de certificación sostenible para el sector del transporte, como Greenroads V2, Envision V3 y BREEAM (Ceequal V6), ofrecen marcos integrales que evalúan aspectos clave como medio ambiente, calidad de vida y resiliencia. Cada sistema asigna niveles de certificación, desde Bronce hasta Platino, indicando el grado de sostenibilidad alcanzado. Estos criterios, que van desde emisiones de gases de efecto invernadero hasta gestión y planificación, reflejan un compromiso global hacia prácticas más sostenibles en el diseño y operación de infraestructuras de transporte.

2.3.2 Guías de sostenibilidad vial a nivel nacional

El INVIAS cuenta con la política socio ambiental liderada por la subdirección de medio ambiente y gestión social (SMA), este es el organismo encargado de darle cumplimiento y lo hace a través de diferentes estrategias, publicaciones y capacitaciones, tales como los que se mencionan a continuación (Ordoñez & Meneses, 2015):

-Políticas y prácticas ambientales en 1993: es considerada por varios países latinoamericanos como un modelo en cuestiones de cultura vial, estas políticas dieron paso a los centros de gestión socioambiental (CEGESA) que están vigentes en las concesiones viales del país.

- Guía ambiental para las actividades de construcción, mejoramiento, rehabilitación y mantenimiento de la infraestructura vial colombiana: el INVIAS en apoyo con el Ministerio de medio ambiente y transporte elaboran este documento cuya finalidad es servir como medio de consulta y orientar a la gerencia en manejo y desarrollo de proyectos viales en las etapas de construcción, mejoramiento mantenimiento y rehabilitación.

- **Guía de manejo ambiental de proyectos de infraestructura subsector vial:** para el año 2007 se publica esta guía con el fin de agrupar la gestión socioambiental y la planificación para un adecuado seguimiento y control que abarque las diferentes etapas del ciclo de vida para proyectos que no requieren licencia ambiental para ejecutarse (Zambrano, 2018).

- **Actualización de la guía de manejo ambiental de proyectos de infraestructura subsector vial:** posteriormente en el año 2011 se realiza la actualización de esta guía dado que se requiere se integren los cambios en políticas ambientales y normativas vigentes del país, también se actualizan las normas Invias y gana importancia la prevención de riesgos ante desastres naturales con la implementación de un buena planificación, diseño y construcción (Zambrano, 2018). Esta guía contempla seis (6) programas de tipo ambiental con el propósito de prevenir, controlar, mitigar y compensar los impactos generados, se establecen así:

1. Desarrollo y aplicación de la gestión ambiental
2. Gestión social
3. Gestión recurso hídrico
4. Actividades constructivas
5. Manejo de instalaciones temporales

6. Biodiversidad y servicios ecosistémicos

Algunos de los programas, objetivos del programa, nombre de los diferentes indicadores y forma de evaluación establecidos en esta guía ambiental del INVIAS se relacionan a continuación en la tabla 3:

Tabla 4. *Indicadores de sostenibilidad INVIAS*

Indicadores y forma de evaluación			
Programa y/o Proyecto	Objetivo del programa y proyecto	Nombre del indicador	Forma de evaluación
Conformación grupo de gestión ambiental y social	Garantizar el cumplimiento y desarrollo eficaz de las acciones propuestas en cada programa del Plan de Adaptación de la Guía Ambiental (PAGA	N°. de profesionales propuestos para la gestión ambiental y social. Requerimientos de Entidades.	<u>N° Profesionales contratados</u> No de profesionales requerido <u>No. Requerimientos emitidos</u> Requerimientos superados
Recuperación de Áreas afectadas	Recuperación de Áreas afectadas	Áreas recuperadas.	m2 de áreas recuperada = áreas afectadas
Manejo integral de materiales de construcción	Prevenir, mitigar y controlar los impactos ambientales que se generen por el manejo de los materiales de construcción.	Quejas y reclamos Calidad del Aire	No. de quejas y reclamos por manejo de materiales de construcción = 0 Resultados de monitoreo calidad de aire (material particulado) = parámetros de la norma o de la línea base.

Proyectos productivos apoyados	Apoyar a las comunidades organizadas del área de influencia directa con proyectos productivos en que estén trabajando.	Proyecto productivo.	No. de proyectos productivos apoyados
Manejo integral de materiales de construcción	Prevenir, mitigar y controlar los impactos ambientales que se generen por el manejo de los materiales de construcción.	Prevenir, mitigar y controlar los impactos ambientales que se generen por el manejo de los materiales de construcción.	No. de quejas y reclamos por manejo de materiales de construcción = 0 Resultados de monitoreo calidad de aire (material particulado) = Parámetros de la norma ò de la línea base. Resultados monitoreo de calidad de agua (sólidos)= Parámetros de la norma o de la línea base.

Nota: Fuente: (INVIAS, 2011)-

La tabla 4 proporciona una visión detallada de los indicadores y formas de evaluación asociados a diversos programas y proyectos ambientales y sociales. Estos indicadores abarcan desde la conformación de grupos de gestión ambiental y social hasta la recuperación de áreas afectadas, el manejo integral de materiales de construcción, la calidad del aire y el apoyo a proyectos productivos en comunidades locales. La forma de evaluación, expresada a través de métricas como el número de profesionales contratados, áreas recuperadas, quejas y reclamos, y el monitoreo de la calidad del aire y agua, refleja una preocupación integral por el cumplimiento y desarrollo eficaz de las acciones propuestas en el marco del Plan de Adaptación de la Guía

Ambiental (PAGA). Este enfoque evidencia un compromiso con la sostenibilidad y la mitigación de impactos ambientales, destacando la importancia de la gestión adecuada en la ejecución de proyectos y programas ambientales.

Así mismo, en la actualidad el INVIAS trabaja en la política de sostenibilidad y reconoce las problemáticas a las que se enfrenta en cuestiones ambientales y ve la necesidad de incorporar la sostenibilidad en su gestión para darle solución a 4 problemáticas de gran importancia:

1. Proyectos de infraestructura en el sector transporte con prácticas constructivas y operativas no amigables con el entorno y los recursos naturales.
2. Poca importancia, interacción o participación de la comunidad y el entorno para la contribución al desarrollo de la infraestructura.
3. Debilidades en la concepción de sostenibilidad por parte del equipo institucional del Invias.
4. Tecnología desactualizada para la construcción y operación de obras de infraestructura a cargo del Invias.

Y articula el desarrollo de estas problemáticas a partir de la creación de ejes que denomina así:

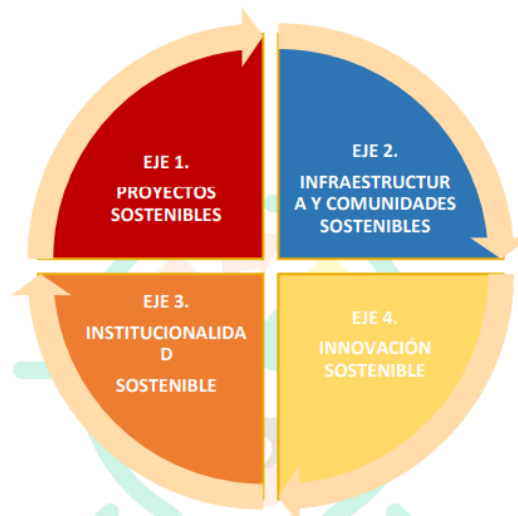
- **Proyectos sostenibles (EJE 1):** Inclusión de criterios de análisis de ciclo de vida en este tipo de proyectos.

- **Infraestructura y comunidades sostenibles (EJE 2):** estudiar, conocer y trabajar en las necesidades de la población y sociedad en general para brindarle solución a cada una de ellas.

- **Institucionalidad sostenible (EJE 3):** poner en práctica programas o estrategias que aporten a la sostenibilidad a nivel de institución como interinstitucional

• **Innovación sostenible (EJE 4):** Incentivar el uso y desarrollo de la innovación sostenible a través de la investigación y tecnología para proyectos de infraestructura vial o de transporte.

Figura 3. *Ejes de la política de sostenibilidad del INVIAS*



Nota: Fuente: (INVIAS, 2020)

Para terminar, en el año 2020 en trabajo articulado entre el Ministerio de Transporte, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF) y La Fundación para la Conservación y el Desarrollo Sostenible (FCDS) realizan la construcción de los Lineamientos de Infraestructura Verde Vial para Colombia que establecen estos objetivos, pasos o reglas que busca orientar los planes, programas y proyectos de infraestructura vial, desde las etapas iniciales de diseño y planificación.

Los lineamientos de infraestructura verde vial se ajustan a la normativa ambiental que está vigente en el marco del licenciamiento ambiental (a cargo de la Agencia Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) y las Corporaciones Autónomas Regionales); entran a complementar lo ya establecido para la gestión ambiental en los proyectos viales, de manera que la concepción, diseño

y construcción de nuevas vías se realicen con el fin de prevenir, evitar, amortiguar o compensar los impactos ambientales que se identifiquen (Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible et al., 2020).

Las siguientes son las etapas del proceso de desarrollo de infraestructura vial para las cuales se han diseñado los lineamientos:

- 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

2.4 Metodología AIKA (INVIAS)

La Política de Sostenibilidad de INVÍAS en relación con la Infraestructura de Transporte se presenta como un documento principal que establece las pautas fundamentales para asegurar la realización de proyectos, servicios y elementos que en conjunto contribuyan al desarrollo de una infraestructura de transporte sostenible. Además, sirve como base para lograr objetivos, tomar decisiones, resolver disputas y establecer acuerdos y compromisos que puedan ser necesarios o surgir durante la búsqueda de dicha infraestructura. Esto se traduce en la búsqueda de equilibrio entre los aspectos ambientales, sociales, técnicos, económicos y financieros, enfocados en la movilidad de personas y bienes, basándose en principios de gobernanza, equidad y democracia.

En otras palabras, se busca fomentar la conciencia colectiva sobre la infraestructura de transporte como un recurso público que promueve diversos tipos de prosperidad, siendo un valioso patrimonio que debe ser respetado y preservado. En todas sus etapas, esta infraestructura debe ser diseñada considerando que los recursos naturales y los servicios ecosistémicos son limitados, y se debe tener en cuenta la continua disminución de su disponibilidad, a veces de manera irreversible, lo que puede generar efectos negativos en el tiempo, el lugar y la forma, tal como se destacó en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático - COP26, llevada a cabo en Glasgow (Reino Unido) entre octubre y noviembre de 2021.

Para cada uno de los pilares que se menciona en la Política de Sostenibilidad de INVÍAS para la Infraestructura de Transporte, poniendo énfasis en el tercer pilar, se establece como objetivo fundamental la integración de criterios de sustentabilidad en todas las etapas de los proyectos de infraestructura de transporte. Asimismo, se propone el diseño y la validación de una metodología para evaluar la sustentabilidad a lo largo del ciclo de vida de estos proyectos, con la intención de generar un documento técnico al respecto.

¿Qué es la metodología AIKA?

Aika, término que significa "mañana" en la lengua muisca y rinde homenaje al pueblo indígena mencionado, encarna una estrategia metodológica que refleja el compromiso con el medio ambiente en relación con la infraestructura nacional. Esta estrategia proyecta el avance con una perspectiva social y ecológica, con el propósito de resaltar los proyectos del INVÍAS como iniciativas de carácter sostenible que salvaguardan y conservan la diversidad biológica de Colombia. Dicha metodología está diseñada para evaluar el nivel de cumplimiento de sostenibilidad en todas las fases de los proyectos viales, utilizando una escala fundamental en las

normas actuales que tienen un impacto positivo en el entorno donde se llevan a cabo las construcciones (INVÍAS, 2022)

Esta metodología comprende distintos niveles de evaluación, que van desde el nivel más básico, en el que se verifica si un proyecto cumple con las normas existentes en áreas como el medio ambiente, lo social, lo técnico, lo económico-financiero y la gobernanza, hasta el nivel excepcional, que certifica que el proyecto contribuye de manera significativa y positiva al entorno, al medio ambiente ya las comunidades vecinas de las obras de infraestructura (INVÍAS, 2022)

El Gobierno nacional, a través del INVÍAS, busca con acciones concretas trazar una nueva dirección para el desarrollo y la planificación de proyectos de infraestructura en el país. Esto tiene como objetivo mejorar la calidad de vida de los ciudadanos colombianos y estimular la competitividad de las distintas regiones mediante un enfoque de desarrollo sostenible (INVÍAS, 2022)

La estrategia de sostenibilidad, basada en maximizar los beneficios que surgen de la incorporación de criterios sostenibles, representa un enfoque tanto cualitativo como cuantitativo que tiene como objetivo evaluar exhaustivamente el rendimiento, el nivel o el "grado" de sostenibilidad de un proyecto específico. Se entiende que el nivel inicial o mínimo de sostenibilidad se alcanza al cumplir con las normativas o regulaciones correspondientes, según el tipo de proyecto. El resultado obtenido al aplicar esta metodología de evaluación de sostenibilidad actúa como un indicador de calificación del proyecto en sí, lo que permite tomar decisiones analíticas para realizar ajustes, mejoras, correcciones o modificaciones en cualquier etapa de su ciclo de vida en función de los resultados obtenidos (INVÍAS, 2022).

El indicador resultante de aplicar la metodología de evaluación de sostenibilidad actúa como una medida integral de la calidad del proyecto, proporcionando una base para la toma de

decisiones analíticas. Este indicador refleja la efectividad del proyecto en términos de sostenibilidad y permite identificar áreas de mejora o ajustes en cualquier etapa de su ciclo de vida. La evaluación de sostenibilidad generalmente considera diversas variables clave, tales como eficiencia energética, gestión de recursos, impacto ambiental, inclusión social y viabilidad económica.

Los rangos de evaluación pueden variar según la metodología específica utilizada, pero generalmente incluyen niveles como "bajo", "medio" y "alto", o se definen con términos como "insostenible", "en desarrollo sostenible" y "altamente sostenible". Estos rangos proporcionan una medida cuantitativa o cualitativa de cómo el proyecto aborda y cumple con los criterios establecidos para la sostenibilidad. La flexibilidad en los rangos permite adaptar la evaluación a las características específicas de cada proyecto y garantiza la utilidad del indicador para tomar decisiones informadas y promover la mejora continua en su ejecución.

2.5 Carreteras

Según (INVIAS, 2008) una carretera se define como una infraestructura de transporte capaz de brindar a los usuarios de vehículos una circulación libre y continua en tiempos adecuados, cómodos y seguros. Estas pueden estar clasificadas según la demanda del tránsito y su funcionalidad, pueden estar compuestas de una o varias calzadas, carriles o sentidos de circulación.

2.5.1 Clasificación de carreteras

La clasificación de carreteras más usual es la de urbanas o rurales, pero también pueden clasificarse según el número de vehículos, condiciones del terreno o topografía, número de carriles

o conectividad, sin embargo la más común es según sus capacidades y funciones (Quintero, 2016).

Entre las más relevantes se tiene:

- **Autopistas:** por lo general se diseñan para altas velocidades con el fin de garantizar viajes continuos sin interrupción, constan de vías pavimentadas con doble calzada, tres o más carriles. Usualmente no tienen intersecciones, semáforos o pasos a nivel. A veces cuentan con carriles colectores o intercambiadores.
- **Arterias:** pueden dividirse en menores, mayores, urbanas y rurales. Comúnmente están pavimentadas y trasladan grandes volúmenes de tráfico, suelen tener intersecciones, semáforos o pasos a nivel.
- **Colectores:** son las encargadas de recoger el tráfico local y distribuirlo a las arterias.
- **Carreteras locales:** estas transportan bajos volúmenes de tráfico, se contemplan bajos límites de velocidad, suelen ser urbanos o rurales y por lo general son de tierra.

A nivel nacional, el (INVIAS, 2008) clasifica las carreteras según funcionalidad de acuerdo a la necesidad operacional o de los intereses del país en los siguientes niveles:

- **Primarias:** estas deben estar pavimentadas, son aquellas que conectan ciudades capitales de cada departamento para garantizar la integración en términos de producción, desarrollo económico y consumo del país y con conexión con otros países, son también conocidos como troncales o transversales.
- **Secundarias:** su funcionamiento puede ser en afirmado o pavimento, estas carreteras conectan las cabeceras municipales entre ellas o una cabecera municipal con una primaria.

- **Terciarias:** éstas deben funcionar en afirmado, pero en caso de pavimentar debe cumplirse con las especificaciones de una vía secundaria. Generan acceso o la unión entre cabeceras municipales y sus veredas o veredales entre ellas.

2.5.2 Tipología de carreteras

Cuando nos referimos a obras viales estas pueden incluir cambio de categoría, construcción de nuevas vías, cambio o mejoramiento de especificaciones, mantenimiento y rehabilitación de las existentes, en la tabla 4 se aprecia la descripción y actividades.

Tabla 5. *Tipología de obras viales*

Tipología	Descripción	Actividades típicas
Construcción de carreteras nuevas	Incluye la construcción de vías nuevas construidas sobre nuevos alineamientos, construcción de circunvalares, viaductos, puentes, túneles, etc. Puede requerirse la adquisición de tierras para todo el derecho de vía.	Grandes movimientos de tierra para la construcción de drenajes, viaductos, puentes, túneles, etc. Construcción de estructuras de control de la erosión y la sedimentación, estabilización de taludes, etc.
Cambio de categoría	Cambio de categoría (por ejemplo, de secundaria a primaria, de arteria a autopista, etc.) En la mayoría de los casos se requiere la adquisición de tierras.	_Adición de nuevos carriles (de 2 a 4, de 4 a 6, etc.) _Cambios en la superficie de rodadura (por ejemplo, de tierra a pavimento) _Mejoramiento de señales de tránsito, obras de arte, etc.
Mejoramiento de la vía	Obras para mejorar las especificaciones de la carretera. La mayor parte de los trabajos se realizan en la plataforma existente o derecho de vía. Se	_Ampliación de intersecciones _Ampliación de los carriles, calzadas, bermas _Adición de nuevos carriles en terrenos con altas pendientes _Mejoramiento del trazado vertical

	podría requerir la adquisición adicional de tierras en lugares específicos.	y/o horizontal _Mejoramiento de curvas y peraltes _Reforzamiento de puentes
Rehabilitación	Trabajos necesarios en las carreteras en estado de deterioro para llevarlas a su condición original. Todos los trabajos se realizan sobre la calzada o el derecho de vía existente. No se requiere adquisición de tierras	_Mejoramiento de drenajes, taludes, terraplenes, u otras estructuras de la vía _Recuperación y mejoramiento de la capa de rodadura _Repavimentación completa _Recuperación de trabajos civiles _Mejoramiento de señales de tránsito, obras de arte, bermas, etc.
Mantenimiento	Trabajos necesarios en la vía existente para mantenerla en condiciones óptimas. Todos los trabajos se llevan a cabo en la calzada o el derecho de vía existente. No se requiere adquisición de tierras.	_Trabajos rutinarios como re-parqueo, tratamiento de fisuras, o limpieza de cunetas y alcantarillas _Trabajos periódicos como repavimentación, marcación de líneas, mantenimiento de puentes, obras de arte, etc. _Remoción de derrumbes y escombros

Nota: Fuente: (Quintero, 2016)

2.5.3 Ciclo de un proyecto vial

De acuerdo con (Quintero, 2016), existen 5 etapas de gran importancia para la ejecución de un proyecto de tipo vial, se describen a continuación y se presenta un breve resumen de las actividades en la tabla 5.

- **Planificación:** es el primer paso y en él se tienen en cuenta las políticas nacionales, regionales y locales, se basa en un análisis de vulnerabilidad de desastres naturales, se

realiza factibilidad desde el punto de vista económico, financiero, técnico y ambiental.

Acá se tienen en cuenta los sistemas de transporte y la necesidad de nuevas vías, se priorizan algunas, se establecen estrategias y se selecciona el corredor con menor impacto.

- **Prediseño:** en esta etapa también es importante identificar la alternativa más viable para generar el menor impacto posible, éste por lo general incluye una descripción de la ubicación, principales características del proyecto, impactos socioambientales negativos con gran probabilidad y análisis económico. También debe incluir qué aspectos mejorar o cuales en lo posible evitar, minimizar o mitigar.
- **Diseño final:** en esta etapa se producen cambios menores de las dos etapas anteriormente mencionadas, este comprende un conjunto de planes, especificaciones técnicas, análisis de precios unitarios, presupuesto y cantidades que serán necesarios durante la construcción
- **Construcción:** una vez se haya terminado la etapa de diseño se inicia se procede al paso de licitación donde se selecciona el contratista idóneo y se da paso a la construcción. Se recomienda la participación del grupo de diseño y especialistas por si surgen cambios adicionales, esta etapa puede durar meses o años. Finalizada esta, se pasa a la operación y mantenimiento
- **Operación y mantenimiento:** en esta etapa se debe garantizar una carretera en buenas condiciones o buenos niveles de servicio, para así asegurar la adecuada circulación de vehículos y evitar el número de accidentes. Se divide en mantenimiento periódico o rutinario y abarca actividades específicas, si no se realiza este tipo de actividades se da lugar a un deterioro rápido de la vía y altos costos no contemplados.

- **Desmantelamiento:** se realiza para caminos de acceso y caminos forestales de otros proyectos. Contempla además actividades para estabilizar caminos que no sean necesarios y restaurarlos. Se ejecutan actividades como revegetación, eliminación de cortes y llenos, inestabilidad de bermas y restauración de taludes. Resulta de gran importancia para el control de sedimentos y reducción de impactos en las fuentes hídricas y ecosistemas terrestres cercanos a la vía.

Tabla 6. *Resumen de las diferentes etapas del ciclo del proyecto vial*

Etapa	Descripción de la actividad
Planificación	Se identifican las necesidades y se plantean programas de transporte acorde a los recursos financieros por parte de gobiernos nacionales, regionales y locales.
Pre-Diseño	Se define el proyecto vial a ejecutar, se considera la ubicación, el trazado y las características del diseño.
Diseño	En esta etapa se proyecta el diseño final teniendo en cuenta los impactos ambientales.
Construcción	En esta etapa se redactan o formulan los documentos para la licitación y se elige al contratista idóneo.
Operación y mantenimiento	Comprende trabajos de mantenimiento rutinario, preventivo o correctivo para permitir la libre y segura circulación de la carretera, en otras palabras, brindar óptimas condiciones de servicio.
Desmantelamiento	Dar por finalizado vida útil de una carretera provisional restableciendo el medio ambiente a su condición natural

Nota: Fuente: (Quintero, 2016)

2.5.4 Carreteras sostenibles

El término de carreteras sostenibles conlleva un cambio desde la idea del proyecto, prioridades, métodos, hojas de rutas y especificaciones. Es por esta razón que diferentes

organizaciones a nivel mundial han expresado sus conceptos y según (Ordoñez & Meneses, 2015) lo más relevantes se expresan de la siguiente manera:

- **La Federación Europea de Carreteras (ERF):** la definición de carreteras que establece es que deben estar bien diseñadas, construidas, armónicamente modernizadas y conservadas. Deben también respetar el medio ambiente y a través del aspecto socioeconómico brindar movilidad y seguridad (Ordoñez & Meneses, 2015)
- **La Administración Federal de Carreteras (FHWA):** La FHWA en Estados Unidos, establece que una carretera sostenible es aquella que satisface las necesidades de ciclo de vida, aporta al crecimiento del país e incluye el desarrollo social, pero a la vez trata de reducir impactos, conserva el entorno ambiental en todas las etapas del proyecto vial (Ordoñez & Meneses, 2015)
- **El Sistema de carreteras verdes (Greenroads):** en este sentido se habla de carreteras verdes o de aquellas que han sido construidas con mejores prácticas de ingeniería con un alto nivel de sostenibilidad, teniendo en cuenta conceptos desde ecología, economía, igualdad y aprovechamiento de recursos renovables como no renovables para el crecimiento como sociedad y aporte económico (Ordoñez & Meneses, 2015).

Como bien se ha expresado las carreteras sostenibles realizan un adecuado manejo de los recursos existentes y le apuestan al medio ambiente para su conservación, con esto pretenden mejorar las condiciones de transporte para todos los involucrados en términos de economía, movilidad, comodidad y seguridad en la vida útil de la vía (Lielgaidina et al., 2012)

Finalmente “los gobiernos locales también juegan un papel clave en el sistema de planificación y puede garantizar que las condiciones locales y los recintos apoyen opciones de viajes sostenibles y proporcionen destinos locales”. (Hemsley, 2011)

Según un informe del Forum of European National Highway Research Laboratories (FEHRL) hay cuantos conceptos (Lielgaidina et al., 2012) útiles para el diseño de carreteras sostenibles y su mantenimiento. (Popescu et al., 2016):

1. **Ingeniería de por vida:** el desarrollo de nuevos materiales y tecnologías para certificar la confiabilidad y el rendimiento de la estructura de una carretera y una mayor vida útil mediante la investigación interdisciplinaria.
2. **Mínimo mantenimiento:** el diseño de materiales avanzados debe correlacionarse con el desarrollo de tecnologías que permitan una rápida puesta en servicio, la carretera debe diseñarse en sección transversal para que la intervención pueda realizarse con una perturbación mínima.
3. **Optimización de oferta y demanda:** ejemplo de medidas que se pueden tomar, diseñar la sección transversal de las carreteras para que medidas como la introducción de carriles exclusivos para autobuses o la inversión de la conducción podría adoptarse fácilmente en función de requisitos del tráfico.
4. **Herramientas de gestión de activos:** centros de fundación para el seguimiento del tráfico y la evolución de la estructura de la carretera para que las grietas o fallas pueden contrarrestarse a tiempo de obras de intervención, suavizar normas europeas para el diseño de carreteras, exigir el análisis de ciclo del costo del ciclo de vida (LCCA) o la evaluación del ciclo de vida (LCA) para todos los proyectos viales.

2.6 Vía concesionada

Se describe el contrato de concesión de acuerdo con la ley 80, según lo establecido en el numeral 4° del Artículo 32 de la siguiente manera: "Los contratos de concesión son acuerdos celebrados por las entidades estatales con el propósito de conceder a una persona, conocida como concesionario, la responsabilidad total o parcial de prestar, operar, explotar, organizar o gestionar una obra o bien destinado al servicio o uso público. Esto incluye todas las actividades necesarias para garantizar el adecuado funcionamiento de la obra o servicio, asumiendo el concesionario los riesgos asociados, y todo ello bajo la supervisión y control de la entidad concedente. A cambio, el concesionario recibe una compensación que puede tomar diversas formas, como derechos, tarifas, tasas, valorización o incluso participación en los beneficios generados por el bien, así como pagos periódicos, únicos o proporcionales, u otras modalidades de contraprestación acordadas entre las partes" (ANCP, 2022)

Así mismo, el origen de las concesiones viales en Colombia se atribuye a la insuficiencia de la infraestructura en el país durante la década de los noventa. En ese período, el país experimentaba un déficit en infraestructura que representaba aproximadamente el 0,7% del Producto Interno Bruto (PIB), una cifra considerablemente menor que las estimaciones proyectadas, que oscilaban entre el 2% y el 3% del PIB. Además, esta situación se vio agravada por la escasez de recursos y la apertura económica, lo que generó la necesidad de desarrollar nuevas estrategias para financiar estos proyectos de infraestructura. De este contexto surgió el sistema de concesiones, en el cual el sector privado asume la financiación y ejecución de los proyectos, aliviando así la carga sobre el presupuesto nacional (ANCP, 2022)

Por otro lado, existen aspectos importantes relacionados con la legislación de concesiones y asociaciones público-privadas en el sector de transporte en Colombia:

1. El artículo 19 establece la figura de la reversión, donde al concluir el período de la concesión, los bienes pasan a ser propiedad de la entidad concedente sin compensación para el contratista. Esto permite que el Estado recupere el control de la infraestructura al finalizar la concesión.

2. La Ley 105 de 1993 establece las disposiciones básicas para el sector de transporte y permite la recuperación de la inversión en obras a través de peajes y/o contribuciones de valorización.

4. El Decreto 4165 de 2011 transformó el Instituto Nacional de Concesiones (INCO) en la Agencia Nacional de Infraestructura (ANI), modificando su naturaleza jurídica y denominación.

5. La Ley 1508 de 2012 introduce los esquemas de Asociación Público-Privada (APP), que son contratos entre entidades estatales y personas naturales o jurídicas privadas para proporcionar bienes públicos y servicios relacionados. Estos contratos involucran la transferencia de riesgos entre las partes y pueden abordar la construcción, reparación, mejoramiento o equipamiento de infraestructura, incluyendo operación y mantenimiento.

6. Características de las APP:

- Aplicación a la construcción de infraestructura y servicios públicos.
- Requisito de inversión mínima de 6000 salarios mínimos mensuales legales vigentes (SMMLV).
- Plazos máximos de contrato de 30 años.
- Límite de adiciones con recursos públicos del 20% del valor del contrato.
- Posibilidad de participación pública o privada.
- Derecho a retribuciones condicionado a la disponibilidad de la infraestructura y el nivel de servicio.

- Proceso de selección a través de licitación pública.
- Etapas del proyecto: diseño, construcción, operación, mantenimiento y reversión.

Es por lo que, se destaca la importancia de la reversión en las concesiones, la Ley 105 de 1993 para la recuperación de la inversión y la Ley 1508 de 2012 que establece las pautas para las asociaciones público-privadas en el sector de transporte en Colombia. Se describen las características clave de las APP y su aplicación en proyectos de infraestructura y servicios públicos.

Las etapas de las Concesiones en Colombia se han dado por generaciones, la primera fue entre el año 1990 y 1994 y se licitaron 11 proyectos que consistían principalmente en rehabilitación y ampliación de calzadas existentes, la segunda generación ocurrió entre el año 1994 y 1998 y se licitaron 3 proyectos donde debían contar con estudios definitivos antes de la construcción, con licencias ambientales y fichas prediales antes del inicio de la construcción. La tercera generación entre el año 1998 y 2002, se licitaron 14 proyectos y se introducen los riesgos del proyecto, con las de cuarta generación se habla de la ley APP o ley 1508 de 2012 y se estructuran 30 proyectos subdividas en primera, segunda, tercera y cuarta ola con una inversión aproximada de 55 billones de pesos. El programa Concesiones del Bicentenario o quinta generación de concesiones está compuesto por dos olas: de la primera hacen parte 14 proyectos multimodales, entre los que hay carreteros, aeroportuarios, fluviales y férreos, los cuales tienen una inversión de 21,79 billones de pesos (ANCP, 2022)

En consulta a través de la plataforma tecnológica ANISCOPIO que realiza seguimiento a los proyectos de infraestructura de transporte y en especial al modo carretero para el departamento de Antioquia se tiene los siguientes proyectos de vías concesionadas:

1. Desarrollo vial de Oriente de Medellín- DEVIMED (1G) en etapa de operación

2. Autopista al Mar 1- DEVIMAR (4G) en etapa de operación
3. Autopista al Mar 2- Autopistas de Urabá (4G) en etapa de construcción
4. Autopista al Rio Magdalena 2 (4G) en etapa de construcción
5. Autopista Conexión Norte- Autopista del Nordeste (4G) en etapa de construcción
6. Autopista Conexión Pacífico 1- COVIPACIFICO (4G) en etapa de construcción
7. Autopista Conexión Pacífico 2- La Pintada (4G) en etapa de operación
8. Autopista Conexión Pacífico 3- La Pintada-Felisa (4G) en etapa de construcción
9. Bucaramanga- Barrancabermeja-Yondó (4G) en etapa de construcción
10. IP Antioquia-Bolívar, Concesión vía al mar (4G) en etapa de construcción
11. IP Vías del Nus (4G) en etapa de operación
12. IP Santuario-Caño Alegre, Ruta del agua (5G) en etapa de estructuración
13. Conexión del Nare II- La Sierra, Antioquia (5G) en etapa de estructuración

Figura 4. Ubicación proyectos de vías concesionadas



Fuente: ANISCOPIO (2023).

2.6.1 Características principales

COMPONENTE TÉCNICO:

- Se define el alcance del proyecto, incluyendo el tipo de vía, su longitud estimada y la sectorización en Unidades Funcionales (UF), la cual tiene un monto estimado de 100.000 SMMLV.
- Especifica las características geométricas de las UF para vías a cielo abierto, puentes y viaductos que se establezcan, velocidad de diseño, descripción de obras especiales, instalaciones en el corredor del proyecto y otros detalles técnicos.

- Establece requisitos para la operación y mantenimiento tales como mantenimiento rutinario y periódico, atención de de emergencias como derrumbes o inundaciones, operación de las estaciones de peaje, atención de accidentes, primeros auxilios a personas y auxilio mecánico básico, continuidad y calidad del servicio. Se indica la evaluación de indicadores de disponibilidad, seguridad, calidad y nivel de servicio (E1, E2, E3, E4, E5, E6, E7, E8, E10, E11, E12, E13, E14, E15, E16, E17, E18, E19, E20, E21, E22, E23, E24, E25, E26) de frecuencia mensual, trimestral, semestral o anual. Se establece valor mínimo de aceptación, tiempo máximo de corrección y se utiliza el Sistema informático de control y contabilización (SICC) para registro y procesamiento de resultados, adicionalmente hay indicadores de operación (O1, O2, O3, O4, O5, O6, O7 y O8) para determinar el cálculo del índice de cumplimiento para cada unidad funcional.
- Seguridad vial a través de auditorias para reducir índices de accidentalidad, identificación de tramos de concentración de accidentes (TCA) e indicador de mortalidad (O1).
- Las instalaciones en el corredor del proyecto contemplan por lo general un Centro de Control y Operación (CCO), estaciones de pesaje, áreas de servicio, sistemas de comunicación y postes SOS, puentes, estaciones de peaje, paneles LED (avisos electrónicos inteligentes)
- Se establecen especificaciones generales teniendo en cuenta estudios de detalle y estudios de trazado y diseño geométrico de carreteras, puentes, viaductos, túneles y otras estructuras, cumplimiento de manuales y normas técnicas de acuerdo con la ley aplicable vigente al momento de la presentación de la oferta, Manual de diseño geométrico para carreteras (INVIAS), Manual de señalización, Normas de ensayos materiales para carreteras (INV-13), AASHTO, PCA, Norma colombiana de diseño de puentes (CCP-

2014), Norma Colombia de diseño y construcción sismo resistente NSR-10, ICONTEC, estudios y diseños de carreteras en fase III, estudios y diseños para mejoramiento de carreteras y estudios y diseños para rehabilitación de carreteras según el INVIAS.

- Aborda la gestión de interferencia de redes con la identificación, inventario, manejo, protección, y/o traslados de las redes que se vean afectadas con el proyecto, así como la afectación y el tipo de servicio perjudicado.
- En la gestión predial se tiene en cuenta el plan de adquisición, elaboración de la documentación, ficha y plano predial. Resulta importante los avalúos comerciales corporativos, la enajenación voluntaria, la expropiación judicial y la expropiación por vía administrativa.
- Incluye un plan de obras con cronograma y recursos necesarios.

COMPONENTE ECONÓMICO:

- Implica la contratación de pólizas de cumplimiento, seguro de obras civiles y responsabilidad civil extracontractual.
- Considera la asignación de recursos y fuentes de financiación, ya sea de iniciativa privada o pública, con aportes privados o aportes ANI con vigencias futuras.
- Detalla los costos de la estructuración al originador de la iniciativa, ejecución del proyecto (CAPEX) y operación y mantenimiento (OPEX).
- Se refiere a los ingresos por peajes y explotación comercial, así como la estructura tarifaria.
- Determina el valor del acta de la retribución teniendo en cuenta el recaudo de peajes, ingresos de explotación comercial, índice de cumplimiento y porcentaje de participación por unidad funcional y descuento de cualquier pendiente.

- Establece los giros Equity y las subcuentas del patrimonio autónomo: predios, compensaciones ambientales, redes, interventoría y supervisión, soporte contractual, obras menores, Métodos alternativos de solución de conflictos (MASC)
- Enumera los eventos que pueden generar multas.

COMPONENTE AMBIENTE:

- Se basa en las regulaciones que rigen los estudios ambientales y recursos naturales en Colombia.
- Aborda la gestión ambiental, incluyendo la prevención, mitigación, corrección o compensación de impactos ambientales.
- Requiere la obtención y cumplimiento de licencias ambientales y permisos.
- Considera el uso de recursos naturales, vertimientos, emisiones, ocupación de zonas, explotación de fuentes de materiales, disposición de material sobrante, concesiones de agua y compensaciones ambientales.
- En el caso de que se utilice fuentes naturales de agua para consumo o cualquier otra de las actividades se deberá cumplir con lo establecido en el Decreto 1900 de 2006 sobre plan de inversión del 1% de que trata el artículo 43 de la Ley 99 de 1993.
- Implica la realización de estudios para desmantelamiento y abandono.
- Aprovechamiento forestal.
- Establece procedimientos para las etapas de preconstrucción, construcción y operación/mantenimiento.
- Cumplir con los lineamientos del Instituto Colombiano de Antropología e Historia ICANH - y la Ley Aplicable en relación con el patrimonio cultural y arqueológico de la Nación

Los requerimientos ambientales para una vía concesionada en Colombia están sujetos a regulaciones y normativas específicas que son establecidas por las autoridades ambientales y de infraestructura del país. Estos requerimientos pueden variar dependiendo del tipo de vía, su ubicación geográfica y otros factores, pero en general, se deben cumplir con ciertos estándares ambientales. Algunos de los requisitos comunes incluyen:

1. Evaluación de Impacto Ambiental (EIA): Antes de la construcción de una vía concesionada, generalmente se requiere una evaluación de impacto ambiental. Esto implica estudios detallados para identificar posibles impactos ambientales y sociales, y proponer medidas de mitigación y compensación.
2. Autorizaciones y permisos: Se deben obtener permisos y autorizaciones de las autoridades ambientales correspondientes, como la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) y las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR), antes de iniciar cualquier actividad de construcción.
3. Plan de Manejo Ambiental (PMA): Las concesionarias de vías deben desarrollar y ejecutar un Plan de Manejo Ambiental que establezca las medidas para minimizar los impactos ambientales y asegurar el cumplimiento de las regulaciones ambientales durante la construcción y operación de la vía.
4. Restricciones en áreas sensibles: Si la vía atraviesa áreas ambientalmente sensibles, como reservas naturales, zonas de protección de cuerpos de agua o hábitats de especies en peligro de extinción, es posible que existan restricciones adicionales y requisitos especiales.
5. Monitoreo ambiental: Se requiere un programa de monitoreo ambiental continuo para evaluar el cumplimiento de las medidas de mitigación y garantizar que no se estén produciendo impactos negativos significativos en el entorno.

6. Compensación ambiental: En algunos casos, las concesionarias pueden estar obligadas a llevar a cabo acciones de compensación ambiental, como la restauración de áreas degradadas o la protección de hábitats naturales.

7. Participación pública: Las autoridades ambientales suelen requerir procesos de participación pública para recopilar comentarios y preocupaciones de la comunidad local y las partes interesadas.

8. Cumplimiento de normativas internacionales: En proyectos de gran envergadura, como vías concesionadas, también se deben tener en cuenta las normativas y convenios internacionales relacionados con el medio ambiente y el desarrollo sostenible.

Es importante destacar que los requisitos específicos pueden variar según la ubicación y las características de la vía concesionada. Por lo tanto, es fundamental que las empresas concesionarias consulten con las autoridades competentes y realicen estudios ambientales detallados para garantizar el cumplimiento de todas las regulaciones y requisitos ambientales aplicables. Además, la legislación y las regulaciones ambientales pueden cambiar con el tiempo, por lo que es importante mantenerse actualizado sobre las normativas vigentes en Colombia.

REGULATORIO:

- Hace referencia a regulaciones y leyes ambientales, así como a códigos relacionados con recursos naturales.
- Destaca la consulta previa con comunidades indígenas y negras, las áreas de retiro obligatorio para carreteras y otros aspectos regulatorios.
- Menciona la gestión de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y el uso eficiente del agua.

En resumen, estas características proporcionan una visión integral de los aspectos técnicos, económicos, ambientales y regulatorios que deben considerarse en proyectos de infraestructura en Colombia. Estas directrices son fundamentales para garantizar la planificación y ejecución adecuadas de proyectos viales y de transporte en el país.

2.7 Metodología

El desarrollo de esta investigación se hará por medio de una técnica de recolección de datos con enfoque cualitativo, utilizando un registro de datos a partir de una encuesta a expertos, para probar la pregunta de investigación en cuanto a si es posible diseñar una propuesta evaluación de la sostenibilidad, aplicable a vías concesionadas en el Departamento de Antioquia basada en certificaciones viales existentes. Dentro de las características que tiene el enfoque descriptivo, se define y se analiza las características de una población o fenómeno sin entrar a conocer las relaciones entre ellas. (Hernández et al., 2010)

El alcance de la investigación es básicamente descriptivo, ya que establece el fenómeno a estudiar y sus componentes, miden conceptos y define las variables. Aunque con el desarrollo de este, puede incluir otros alcances como el explicativo puesto que brindará un sentido de entendimiento al objeto estudiado. Los parámetros que se usarán son de tipo experimental, utilizando métodos de investigación cualitativa que maneja la consideración de variables dependientes e independientes.

El método a utilizar es la observación directa, búsqueda de base de datos en línea, y un panel de expertos que se definen como métodos de tipo cualitativo. También se podría definir como aquellos que al tratar de darle respuesta al problema, analizar y probar las diferentes hipótesis se apoya en los diferentes procesos investigativos de carácter cualitativo, cuantitativo o mixto (Hernández et al., 2010)

En cuanto a la determinación de la población y muestra, al ser una investigación de profundización se caracteriza por poseer un método no probabilístico, ya que el investigador elige la información que más le interese, requiere de más conocimiento acerca de la población y depende de las características propias de la investigación, en este sentido la población de estudio son los proyectos viales en el departamento de Antioquia y la muestra sería los proyectos viales de vías concesionadas.

Por otro lado, para la recolección de datos se debe desarrollar un procedimiento que lleve a cumplir con el propósito definido y con los datos adecuados (Sampieri et al., 1991). De este modo para las técnicas y recolección de datos de esta investigación se hará uso de datos secundarios, que conllevan a la identificación y revisión de documentos públicos, base de datos en línea, entrevista a profesionales expertos en el tema de investigación en lo referente a: certificaciones viales sostenibles aplicables a proyectos viales en vías concesionadas.

3.1 Fase 1: identificar los sistemas de certificaciones sostenibles aplicables a proyectos viales con el fin de reconocer criterios ambientales, económicos técnicos que faciliten su medición.

Para dar cumplimiento con este objetivo se requieren de las siguientes acciones:

- Búsqueda y análisis de información bibliográfica referente a certificaciones sostenibles viales existentes.
- Relacionar por criterios (técnico, ambiental, económico), cada una de las certificaciones viales analizadas.

3.2 Fase 2: Determinar cuáles certificaciones viales sostenibles pueden ser aplicadas en vías concesionadas, analizando su viabilidad técnica, ambiental, económica y social.

- Analizar cada una de las certificaciones viales sostenibles aplicables a vías concesionadas determinando si cumple o no, teniendo en cuenta lo siguiente:
 - Por componente técnico: Alcance del proyecto, características geométricas, requisitos operación y mantenimiento, seguridad vial, especificaciones generales de construcción, interferencia de redes, gestión predial, plan de obras y cronograma.
 - Por componente económico: Contratación de pólizas, asignación de recursos/ fuentes de financiación, costos de estructuración, ejecución y operación, ingresos del proyecto, recaudo de peajes y/o explotación comercial, subcuentas, eventos que generan multas.
 - Por componente ambiental: Regulación de normas por autoridades ambientales, evaluación de impacto ambiental (EIA), autorización de licencias ambientales, PAGA y demás permisos, plan de manejo ambiental (PMA), restricción de áreas sensibles, monitoreo ambiental, compensación ambiental, socioeconómica y plan de inversión, informes de cumplimiento (ICA trimestrales)

3.3 Fase 3: Formular la propuesta de evaluación de la sostenibilidad, a partir de las certificaciones sostenibles existentes

- Analizar cada una de las dimensiones (técnico, económico, ambiental) describiendo cada una de ellas para cada certificación, detallando si aplica o no para vías concesionadas en el Departamento de Antioquia.
- Realizar una encuesta dirigida a profesionales y expertos en el ámbito, para la recopilación de datos técnicos, económicos, ambientales de cada uno de los criterios a analizar.
- Realizar el análisis de las encuestas realizadas, mediante gráficos de barras.
- Realizar la propuesta de sostenibilidad con base en los resultados obtenidos en el análisis de las encuestas realizadas.

CAPÍTULO 3. IDENTIFICACIÓN DE SISTEMAS DE CERTIFICACIÓN VIAL

Para el desarrollo del presente capítulo se realizó una búsqueda en línea para identificar las certificaciones viales de las cuales se presentan a continuación 15 de ellas, reconociendo cada uno de sus criterios ambientales económicos y técnicos.

3.1 Greenroads

Greenroads es un programa de certificación de sostenibilidad para proyectos de infraestructura vial, diseñado para promover prácticas y diseños viales sostenibles y respetuosos con el medio ambiente. A través de la certificación Greenroads, los proyectos de construcción de carreteras y calles pueden evaluar y mejorar su impacto ambiental, social y económico.

CRITERIOS AMBIENTALES

- Análisis de impacto ecológico
- Huella energética y de carbono
- Desarrollo de bajo impacto
- Prevención de la contaminación
- Gestión de residuos
- Gestión del ruido y deslumbramiento
- Alineación preferida
- Conectividad ecológica
- Conservación del hábitat
- Mejoras en el uso de la tierra
- Calidad de la vegetación
- Gestión del suelo
- Conservación del agua

- Control de flujo de escorrentía
- Tratamiento mejorado: metales
- Tratamiento de aceites y contaminantes
- Excelencia ambiental
- Proceso de calidad
- Emisiones al aire de la zona de trabajo
- Uso de agua en la zona de construcción
- Conservación y reutilización

Contenido reciclado y recuperado

- Declaraciones ambientales de producto
- Declaraciones de productos sanitarios
- Materiales locales
- Infraestructura de vehículos eléctricos
- Eficiencia energética
- Energía alternativa
- Reducción de emisiones de tráfico
- Reducción del ruido y deslumbramiento

CRITERIOS ECONÓMICOS

- Análisis del coste del ciclo de vida
- Gestión de activos
- Eficiencia de combustible del equipo
- Desarrollo económico local

CRITERIOS TÉCNICOS

- Control de calidad
- Diseño de larga duración
- Auditoria de seguridad

3.2 Envision

Envision es un marco de evaluación y certificación de sostenibilidad desarrollado para proyectos de infraestructura que se centra en promover el diseño y la construcción sostenibles en diversas áreas, incluyendo la infraestructura de transporte, energía, agua y más. Fue creado por el Institute for Sustainable Infrastructure (ISI) en colaboración con otras organizaciones.

CRITERIOS AMBIENTALES

- Minimizar el ruido y las vibraciones
- Minimizar la contaminación lumínica
- Establecer un plan de gestión de la sostenibilidad
- Utilizar materiales reciclados
- Reducir los residuos durante la explotación de la infraestructura
- Reducir los residuos durante la construcción
- Equilibrar el movimiento de tierras en la obra
- Reducir el consumo energético durante la explotación
- Reducir el consumo energético durante la construcción
- Utilizar energía renovable
- Puesta en marcha y supervisión de los sistemas de energía
- Preservar los recursos hídricos
- Reducir el consumo de agua durante la explotación
- Reducir el consumo de agua durante la construcción

- Supervisar los sistemas de agua
- Preservar las áreas de alto valor ecológico
- Proporcionar zonas de amortiguación de humedales y aguas superficiales
- Preservar los suelos de alta capacidad agrícola
- Preservar los terrenos no desarrollados
- Recuperar terrenos industriales en desuso
- Gestionar las aguas pluviales
- Proteger la calidad de las aguas superficiales y subterráneas
- Preservar los hábitats funcionales
- Preservar las funciones de los humedales y las aguas superficiales
- Mantener las funciones de las llanuras aluviales
- Controlar especies invasoras
- Proteger la calidad del suelo
- Reducir el carbono neto incorporado
- Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero
- Reducir las emisiones contaminantes
- Evaluar la vulnerabilidad al cambio climático
- Maximizar la resiliencia

CRITERIOS ECONÓMICOS

- Mejorar la movilidad y la accesibilidad de la comunidad
- Estimular la prosperidad económica y el desarrollo sostenible
- Realizar una evaluación económica del ciclo de vida del proyecto
- Apoyar las prácticas de compras sostenibles

CRITERIOS TÉCNICOS

- Mejorar la accesibilidad y la señalización

3.3 Greenlites

GreenLITES es un programa de auto certificación que diferencia los proyectos de transporte basado en la medida que incorpora opciones de diseño sostenibles, que de igual manera permitirá al público percatarse que se está basando en prácticas sostenibles.

CRITERIOS AMBIENTALES

- Uso de la tierra/ Planificación comunitaria
- Proteger, mejorar o restaurar el hábitat de vida silvestre
- Proteger, plantar o mitigar para la eliminación de árboles y comunidades vegetales
- Gestión de aguas pluviales (volumen y calidad)
- Mejores prácticas de gestión (BMP)
- Reutilización de materiales
- Contenido reciclado
- Material provisto localmente
- Minimización de materiales peligrosos
- Mejorar la calidad del aire mejorando el flujo de tráfico
- Reducción de ruido

CRITERIOS ECONÓMICOS

- Reducir el consumo eléctrico
- Reducir el consumo de petróleo
- Reducción de luz parásita

CRITERIOS TÉCNICOS

- Selección de alineación
- Soluciones sensibles al contexto
- Técnicas de Bioingeniería
- Mejorar las instalaciones para bicicletas y peatones

3.4 I-Last

Illinois Livable and Sustainable Transportation (I-LAST) o transporte habitable y sostenible de Illinois es considerado un sistema de calificación y guía voluntario, aplicable a carreteras para evaluar su sostenibilidad. Fue desarrollado con la colaboración entre el Departamento de Transporte de Illinois (IDOT), el Consejo Estadounidense de Ingenieros Consultores (ACEC) y la Asociación de Constructores de Carreteras y Transporte de Illinois (IRTBA). Este sistema permite revisar los criterios, seleccionar los que aplica y calificarlos, además se puede utilizar en la fase de planificación o Fase I, fase de diseños o Fase II y a la construcción futura o Fase III (Clevenger et al., 2013).

CRITERIOS AMBIENTALES

- Uso del suelo/ Planificación comunitaria
- Proteger, mejorar o restaurar vida silvestre y su hábitat
- Árboles y comunidades vegetales
- Reducción del ruido
- Reducir zona impermeable
- Tratamiento de aguas pluviales
- Materiales
- Innovación
- Proteger, mejorar y restaurar vida silvestre y su hábitat

- Árboles y comunidades de plantas
- Proveedores certificados
- Reducir el área impermeable
- Tratamiento de aguas pluviales

CRITERIOS ECONÓMICOS

- Operaciones de tráfico
- Tránsito
- Consumo eléctrico reducido
- Reducción de luz parásita
- Maximice la eficiencia del transporte por carretera

CRITERIOS TÉCNICOS

- Soluciones sensibles al contexto
- Selección de alineación
- Diseño sensible al contexto
- Prácticas de diseño para proteger la calidad del agua
- Mejorar las instalaciones para bicicletas y peatones
- Prácticas de construcción para proteger calidad del agua
- Prácticas de construcción (Uso de material reciclado, pavimento asfáltico recuperado (RAP), cenizas volantes)

3.5 Invest

Infrastructure Voluntary Evaluation Sustainability Tool (INVEST) es una herramienta de autoevaluación de carreteras sostenibles que se encuentra en la web y está compuesta de las mejores prácticas de sostenibilidad, denominadas criterios, estos cubren el ciclo de vida de los

servicios de transporte, incluyen la planificación del sistema, planificación del proyecto, diseño y construcción y la operación y mantenimiento. La FHWA desarrollo Invest para uso voluntario con el fin de evaluar y mejorar la sostenibilidad de sus proyectos y programas y el objetivo principal es mejorar el triple resultado final, de los resultados sociales, ambientales y económicos de los proyectos de carretera (FHWA, 2018).

CRITERIOS AMBIENTALES

- Planificación integrada: natural ambiente
- Calidad del aire
- Energía y combustibles
- Resistencia de la infraestructura
- Seguimiento de compromisos medioambientales
- Restauración del hábitat
- Control de flujo y calidad de aguas pluviales
- Conectividad ecológica
- Eficiencia energética
- Vegetación, mantenimiento e irrigación del sitio
- Reducir, reutilizar y reciclar materiales
- Materiales de reciclaje
- Equilibrio de movimiento de tierras
- Reducción de energía y emisiones en materiales de pavimento
- Capacitación ambiental de construcción
- Reducción de emisiones de equipos de construcción
- Mitigación de ruido de construcción

- Gestión de residuos de construcción
- Desarrollo de bajo impacto
- Contaminación lumínica
- Reducción de ruido
- Eficiencia y uso de energía eléctrica
- Eficiencia y uso del combustible del vehículo
- Reducir, reutilizar y reciclar
- Seguimiento de compromisos medioambientales sistema
- Programa de gestión del clima vial

CRITERIOS ECONÓMICOS

- Planificación integrada: económica, desarrollo y uso de la tierra
- Transporte multimodal y salud pública
- Movimiento de mercancías
- Gestión de la demanda de viajes
- Sostenibilidad financiera
- Sistemas de transporte, gestión y operaciones
- Vinculación de la gestión de activos y planificación
- Análisis económicos
- Tránsito e instalaciones HOV (vehículos de alta ocupación)
- Movilidad de carga
- ITS para operaciones del sistema

CRITERIOS TÉCNICOS

- Desarrollo de proyectos sensibles al contexto

- Seguridad vial y del tráfico
- Instalaciones peatonales
- Instalaciones para bicicletas
- Pavimento de larga duración
- Pavimento permeable
- Plan de control de calidad de la construcción
- Sistema de gestión de pavimentos
- Sistema de gestión de puentes
- Sistema de gestión de mantenimiento
- Preservación de la infraestructura vial y mantenimiento
- Infraestructura de control de tráfico y mantenimiento
- Gestión de transporte y operaciones
- Controles de tráfico de la zona de trabajo

3.6 Stars

El sistema de calificación y análisis de transporte sostenible (STARS), es un marco de planificación y un sistema de calificación que se está desarrollando y aplicando a planes y proyectos de transporte en California, Oregón y Washington. Actualmente, cuenta con un manual de aplicación de proyectos piloto V1.0. El personal de políticas de la oficina de transporte de Portland Oregón en el año 2008 convocó a profesionales del transporte y sostenibilidad para desarrollar el marco basado en resultados de análisis económicos, ambientales y de equidad para proyectos de transporte. Fue así, como el personal se inspiró en el liderazgo en energía y diseño ambiental (LEED) y el Living Building Challenge, un producto del International Living Future Institute (Dondero et al., 2012).

CRITERIOS AMBIENTALES

- Mejorar la calidad del aire (Seguridad y salud)
- Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y el consumo de combustibles fósiles
- Evitar o mejorar el hábitat
- Mejorar la calidad del agua y los caudales de los arroyos

CRITERIOS ECONÓMICOS

- Reinvertir en la economía local
- Optimizar los beneficios durante el ciclo de vida del proyecto

CRITERIOS TÉCNICOS

- Mejorar la seguridad multimodal, especialmente para los usuarios más vulnerables (mejora de sitios de alta accidentalidad)
- Priorizar la mejora y el mantenimiento del sistema existente sobre la expansión del sistema (estado del pavimento, costos de mantenimiento, antigüedad de activos)

3.7 Steed

El programa de Ingeniería de Transporte Sostenible y Diseño Ambiental (STEED), de H. W Lochner proporciona a los diferentes usuarios una lista de verificación para desarrollar proyectos de transporte. En versiones anteriores, se organizó como un sistema de calificación, pero actualmente se usa como un marco de evaluación centrado en la mejora continua en lugar de niveles de premio. Una de las características, es que los proyectos se evalúan en múltiples etapas del proceso: planificación, medio ambiente, diseño y construcción. Adicionalmente, está orientado

a los resultados, incluye análisis de ciclo de vida y los impactos económicos y de equidad se abordan de forma integral (Dondero et al., 2012).

CRITERIOS AMBIENTALES

- Calidad del aire
- Biodiversidad
- Energía
- Limpieza ambiental
- Fuentes de materiales y reutilización y recursos hídricos

CRITERIOS ECONÓMICOS

- Consideraciones sobre el ciclo de vida
- Duración de la construcción
- Movilidad de carga
- Uso innovador de la tecnología
- Múltiples modos y conectividad modal
- Operaciones y mantenimiento
- Impactos económicos del usuario

3.8 Ceequal

CEEQUAL es una metodología y sistema de evaluación de la sostenibilidad en proyectos de infraestructura y construcción. El nombre "CEEQUAL" proviene de las palabras "Civil Engineering Environmental Quality Assessment and Award Scheme," lo que se traduciría como "Esquema de Evaluación de Calidad Ambiental y Civil en Ingeniería."

CEEQUAL se utiliza para evaluar y mejorar la sostenibilidad en proyectos de construcción de infraestructura, como carreteras, puentes, ferrocarriles, aeropuertos y proyectos de desarrollo

urbano. Su objetivo es promover prácticas de construcción sostenibles y responsables desde el punto de vista ambiental y social.

CRITERIOS AMBIENTALES

- Liderazgo en sostenibilidad
- Gestión ambiental
- Gestión responsable de la construcción
- Evaluación y mitigación de riesgos
- Inundaciones y escorrentía de aguas superficiales
- Contaminación y remediación de la tierra
- Protección de la biodiversidad
- Cambio y mejora de la biodiversidad
- Impacto paisajístico y visual
- Contaminación del agua, aire, acústica y lumínica
- Reducción de las emisiones de carbono durante toda la vida
- Impacto ambiental de los productos de construcción
- Gestión de residuos de construcción
- Uso de energía y del agua.
- Eficiencia energética

CRITERIOS ECONÓMICOS

- Costo de toda la vida
- Uso circular de los productos de construcción
- Estrategia para eficiencia de los recursos
- Gestión financiera del proyecto

- Optimización de costos
- Beneficios económicos del proyecto
- Inversión de sostenibilidad
- Evaluación de riesgos y oportunidades económicas
- Planificación de costos de ciclo de vida

CRITERIOS TÉCNICOS

- Diseño sostenible
- Movilidad sostenible
- Resiliencia climática
- Mejora continua

3.9 Infrastructure Sustainability (IS)

El Consejo de sostenibilidad de infraestructura de Australia (ISCA) ha desarrollado el esquema de calificación de sostenibilidad de infraestructura (IS), este evalúa las iniciativas de sostenibilidad e impactos ambientales, sociales y económicos de los proyectos. Este sirve como una guía para el diseño, adquisición, construcción y operación sostenibles de proyectos de infraestructura. El esquema ha sido diseñado para que alcance todo su potencial y comprende IS para planificación, Diseño y As Built y operación. Los activos de aeropuertos, puertos, carreteras, trenes, telecomunicaciones y agua pueden aplicar (ISCA, 2018).

CRITERIOS AMBIENTALES

- Eficiencia energética
- Energías renovables
- Compensación
- Infraestructura verde

- Calidad de agua receptora
- Ruido
- Vibración
- Calidad de aire
- Contaminación lumínica
- Desarrollo de estrategias de recursos
- Contaminación y remediación
- Manejo de suelos con sulfato ácido
- Recuperación de recursos
- Adaptabilidad
- Medición y gestión del impacto de ciclo de vida del material
- Productos y cadenas de suministro con etiquetas medioambientales
- Uso del agua
- Uso adecuado de fuentes de agua
- Evaluación ecológica y gestión de riesgos
- Monitoreo ecológico

CRITERIOS ECONÓMICO

- Evaluación de opciones
- Valoración y consideración de externalidades
- Equidad e impactos distributivos
- Sostenibilidad económica y financiera
- Mapeo de beneficios
- Evaluación posterior al proyecto.

3.10 Be²st-in-highwaystm

Es un sistema de clasificación de sostenibilidad cuyo enfoque principal es proporcionar un análisis comparativo cuantitativo y un método de calificación para la construcción de carreteras sostenibles. Utiliza varias herramientas, entre ellas la evaluación del ciclo de vida del pavimento para efectos ambientales y económicos (PaLATE), el programa de software RealCost de análisis de costos del ciclo de vida (LCCA), guía de diseño de pavimento empírico-mecanicista (MEPDG) para medir la vida útil, la búsqueda de modelo de ruido de tráfico (TNM-Look) y simulación del Índice Internacional de Rugosidad (IRI) para determinar la vida útil del pavimento (Clevenger et al., 2013).

CRITERIOS AMBIENTALES

- Emisión de gases de efecto invernadero
- Uso de energía
- Reducción de residuos (incluidos los materiales ex situ)
- Reducción de residuos (reciclado de materiales in situ)
- Consumo de agua
- Residuos peligrosos
- Ruido de tráfico

CRITERIOS ECONÓMICOS

- Costo del ciclo de vida
- Evaluación del ciclo de vida
- Evaluación de ahorro de costos de carbono social
- Reducción de costos

CRITERIOS TÉCNICOS

- Análisis del desempeño del pavimento
- Índice de rugosidad internacional (IRI)
- Iluminación y comunicación energéticamente eficientes
- Calidad del paisaje
- Mejora de la seguridad (Auditoría de seguridad vial RSA)

3.11 Greenpave

El sistema de calificación de diseño de pavimentos verdes es una iniciativa del Ministerio de transporte de Ontario (MTO) cuenta con la versión 2.1 del año 2017. Se basó en algunos sistemas de calificación sostenibles incluidas LEED, Greenroads y GreenLites, pero la principal diferencia es que se centra en los pavimentos en lugar de todos los elementos de la calzada. Tiene en cuenta estructura del pavimentos, estrategias de rehabilitación, uso de materiales, el rendimiento del pavimento y el tipo de vehículos y equipos utilizados durante la construcción y algunas de las clasificaciones de las subcategorías se basan en la evaluación del ciclo de vida e incluyen: pavimentos de larga duración, mitigación del ruido, pavimentos fríos y suavidad del pavimento (Kazmierowski & Navarra, 2014).

CRITERIOS AMBIENTALES

- Mitigación de ruido
- Contenido reciclado (RAP, Reciclaje en frío, in situ con mezcla asfáltica extendida)
- Materiales locales
- Reducir las emisiones de gases efecto invernadero
- Suavidad del pavimento
- Reducción de la contaminación

CRITERIOS ECONÓMICOS

- Reducir consumo de energía
- Optimización de diseños de pavimentos sostenibles
- Innovación de diseño (I)
- Reducción de costos

CRITERIOS TÉCNICOS

- Pavimentos de larga vida
- Pavimentos permeables
- Pavimentos frescos
- Estructura de pavimento intacta
- Calidad de la construcción
- Proceso de innovación y diseño (I)

3.12 Lce4roads

El sistema de certificación LCE4roads o Ingeniería del ciclo de vida para carreteras integra un enfoque de ingeniería de ciclo de vida (LCE) con todos los aspectos de la sostenibilidad (ambiental, económico, social, técnico) para evaluar proyectos y obras viales (tanto de nueva construcción como de rehabilitación/mantenimiento) con el objetivo final de crear un y metodología armonizada de la UE para aumentar la sostenibilidad de las carreteras (Flores et al., 2016)

CRITERIOS AMBIENTALES

- Consumo de materiales
- Materiales reciclados
- Demanda de energía (uso de fuentes de energía renovables/fuentes de energía no renovables)

- Residuos peligrosos/ no peligrosos/ residuos radiactivos
- Potencial de calentamiento global
- Creación fotoquímica de ozono potencial voluntario
- Acidificación potencial voluntaria
- Eutrofización potencial voluntaria
- Agotamiento abiótico
- Toxicidad humana

CRITERIOS ECONÓMICOS

- Costo de mantenimiento
- Costo inicial
- Valor represivo voluntario

CRITERIOS TÉCNICOS

- Valores de módulo resiliente
- Uniformidad
- Resistencia al deslizamiento
- Resistencia al cambio climático

3.13 TSI, Technical Sustainability Index

Una herramienta para la toma de decisiones que asiste en la identificación de enfoques tecnológicos para el manejo de residuos sólidos. Su propósito es brindar apoyo a los responsables municipales para determinar cuál método de tratamiento tecnológico se ajusta mejor a las condiciones específicas del municipio, teniendo en cuenta la información de la base de datos local, las políticas gubernamentales, las particularidades de los residuos y las tecnologías disponibles.

CRITERIOS AMBIENTALES

- La cantidad anual de efluentes líquidos producidos por cada tonelada de residuos tratados anualmente (medida en metros cúbicos por tonelada).
- La cantidad anual de dióxido de carbono emitido por cada tonelada de residuos tratados anualmente (medida en Newtons por tonelada).
- La cantidad anual de gases de efecto invernadero liberados por cada tonelada de residuos tratados anualmente (medida en Newtons por tonelada).
- La cantidad anual de créditos de carbono negociados por cada tonelada de residuos tratados anualmente (medida en Newtons por tonelada).
- La cantidad anual de tierra utilizada por cada tonelada de residuos tratados anualmente (medida en toneladas por tonelada).
- La cantidad total de energía consumida en el proceso de tratamiento por cada tonelada de residuos tratados anualmente (medida en kilovatios-hora por tonelada).
- La cantidad de calor o vapor generado en el proceso de tratamiento por cada tonelada de residuos tratados anualmente (medida en kilovatios-hora por tonelada).
- El espacio utilizado por la tecnología por cada tonelada de residuos tratados anualmente (medida en metros cuadrados por tonelada).

CRITERIOS ECONÓMICOS

- Gastos anuales relacionados con el tratamiento de efluentes líquidos y gaseosos por cada tonelada de residuos tratados anualmente (en Reales por tonelada).
- Costos asociados con el tratamiento de efluentes líquidos y gaseosos por año por cada tonelada de residuos tratados anualmente (en Reales por tonelada).
- Estimación de los gastos en superficie total por metro cuadrado por tonelada de residuos tratados anualmente (en Reales por metro cuadrado por tonelada).

- Ingresos generados por la venta de energía por cada tonelada de residuos tratados anualmente (en Reales por tonelada).
- Inversión total en construcción (CAPEX) que incluye infraestructura, equipamiento, etc., por cada tonelada de residuos tratados anualmente (en Reales por tonelada).
- Gastos totales anuales de operación (OPEX), que abarcan energía, mano de obra, impuestos, entre otros, por cada tonelada de residuos tratados anualmente (en Reales por tonelada).
- Costos asociados al cierre del proceso por cada tonelada de residuos tratados anualmente (en Reales por tonelada).
- Ingresos derivados de materiales reciclables por cada tonelada de residuos tratados anualmente (en Reales por tonelada).

3.14 SUSAIP-Sustainable Appraisal in Infrastructure Projects

Fundamentada en indicadores que han sido identificados a través de entrevistas y encuestas realizadas a las partes involucradas en todas las etapas del proyecto, dando prioridad a aquellos que tienen mayor importancia según las opiniones de los participantes. Su propósito principal es establecer un plan para evaluar la sostenibilidad, lo que significa que busca identificar y analizar las diferentes opciones disponibles, tanto en términos cuantitativos como cualitativos.

CRITERIOS AMBIENTALES

- Administración de desechos de sustancias líquidas tóxicas
- Seguridad en la comunidad
- Extensión de la pérdida de hábitats en áreas de alimentación
- Restauración de hábitats
- Gestión de desechos de materiales sólidos utilizados en la construcción

- Manejo de desechos sólidos resultantes de operaciones de dragado
- Material excavado
- Diseño de sistemas de ventilación para la fase operativa
- Evaluación de impacto ambiental en el marco de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental: Agua, Aire
- Consideraciones ecológicas

CRITERIOS ECONÓMICOS

- Costo inicial
- Costo del ciclo de vida
- Costo del reasentamiento de las personas
- Costo de rehabilitación del sistema
- Impacto adverso en los valores turísticos
- Empleo de mano de obra

CRITERIOS TÉCNICOS

- Inclusión de cláusulas relacionadas con la sostenibilidad
- Reutilización de materiales (moldes, encofrados)
- Uso de materiales innovadores

3.15 SUREE estándar para la infraestructura

Un estándar a nivel mundial, de adhesión voluntaria, que incorpora consideraciones de sostenibilidad y capacidad de recuperación en la planificación y mejora de la infraestructura. Se centra en la verificación y certificación independiente de proyectos de infraestructura en todas sus fases de desarrollo. Su propósito principal es fomentar la incorporación de aspectos relacionados con la sostenibilidad y la capacidad de recuperación en el proceso de desarrollo de infraestructura.

CRITERIOS AMBIENTALES

- Diversidad de vida y sistemas ecológicos
- Recursos provenientes de la naturaleza
- Utilización de la superficie terrestre y la configuración del entorno
- Salvaguardia del entorno natural
- Variación en las condiciones climáticas

CRITERIOS ECONÓMICOS

- Desarrollo socioeconómico
- Costo del ciclo de vida

CRITERIOS TÉCNICOS

- Desarrollo de infraestructura
- Integración de aspectos de sostenibilidad

En la tabla 7 se tiene el listado de cada una de las certificaciones por criterios ambientales, económicos y técnicos. Teniendo en cuenta la cantidad referenciada en cada una de ellas, se puede establecer que las certificaciones más completas o que abarcan el tema de estudio son Greenroads, Envision, Invest y Ceequal.

Tabla 7. Listado de certificaciones por criterios

No.	Nombre	Criterios ambientales	Criterios económicos	Criterios técnicos
1	Greenroads	30	4	3
2	Envision	32	4	1
3	GreenLites	11	3	4
4	I-Last	13	5	7
5	Invest	26	11	14
6	Stars	4	2	2
7	Steed	5	7	0
8	Ceequal	15	9	4

9	IS	20	6	0
10	Be2st-in-highways	7	4	5
11	GreenPave	6	4	6
12	LCE4roads	10	3	4
13	TSI	8	8	0
14	SUSAIP	10	6	3
15	SURE	5	2	2

La revisión detallada de los distintos programas de certificación y sistemas de evaluación de sostenibilidad para proyectos de infraestructura vial ha revelado una panorámica rica y matizada de enfoques utilizados en todo el mundo. Estos modelos, como Greenroads, Envision, GreenLITES, I-LAST, INVEST, STARS, STEED, CEEQUAL, IS, Be2st-in-highways, Greenpave, LCE4roads, TSI, SUSAIP y SUREE, han contribuido significativamente al entendimiento de la sostenibilidad en este ámbito multidimensional, abordando aspectos ambientales, económicos y técnicos.

Un elemento clave en el análisis de estos modelos es la observación de criterios y variables comunes que emergen repetidamente. Estos incluyen la gestión de residuos, el análisis de impacto ecológico, la eficiencia energética, la seguridad vial, el desarrollo económico local y la sostenibilidad financiera. La consideración del ciclo de vida, la eficiencia de combustible y la integración de la innovación en el diseño también se destacan como componentes esenciales para evaluar la sostenibilidad de manera integral.

El desglose de estos criterios revela la complejidad inherente a la evaluación de la sostenibilidad en proyectos de infraestructura vial. Por ejemplo, la gestión de residuos implica no solo la minimización de desechos durante la construcción, sino también la consideración de prácticas de mantenimiento y demolición. Del mismo modo, la seguridad vial no es simplemente

un indicador técnico, sino que también tiene ramificaciones directas en la sostenibilidad social y económica de una comunidad.

En términos de variables específicas, el análisis crítico sugiere que la adaptabilidad y la flexibilidad son cruciales en el desarrollo de una metodología de evaluación robusta. Los contextos locales varían, al igual que los objetivos y prioridades de los proyectos de infraestructura vial. Por lo tanto, la metodología debe ser capaz de adaptarse a estas diferencias, sin comprometer la integridad de la evaluación.

Por lo tanto, el análisis detallado de los modelos existentes proporciona una visión profunda de las dimensiones clave de la sostenibilidad en infraestructuras viales. La diversidad de criterios y variables identificados ofrece una riqueza de opciones para la formulación de una metodología de evaluación sólida y adaptativa. Al incorporar estos elementos, podemos avanzar hacia prácticas más sostenibles en el diseño, construcción y operación de infraestructuras viales, promoviendo así el desarrollo de comunidades más resilientes y respetuosas con el medio ambiente.

CAPÍTULO 4. DETERMINACIÓN DE CERTIFICACIONES VIALES SOSTENIBLES APLICABLES A VÍAS CONCESIONADAS

Teniendo en cuenta lo descrito con anterioridad en el estado del arte en la conceptualización de una vía concesionada y sus características principales por cada componente técnico, económico y ambiental, a continuación, se realiza el análisis de cada una de las certificaciones viales sostenibles aplicables a vías concesionadas para el Departamento de Antioquia, puesto que es un Departamento con vocación agrícola y agropecuaria que surte al resto de las despensas del país y es eje principal del tránsito desde el norte del país hasta el sur, actualmente se considera que las vías concesionadas son el salto más importante en infraestructura en cuanto a nueva conectividad, competitividad y reducción de viajes en la región.

4.1 Análisis de certificaciones viales sostenibles aplicables a vías concesionadas

Para analizar qué certificaciones viales internacionales pueden aplicarse a vías concesionadas en Colombia y cuáles pueden descartarse, es importante considerar los criterios de cada certificación y cómo se alinean con las condiciones y objetivos específicos de las vías concesionadas en el país. A continuación, se proporciona un análisis justificado de cada certificación:

Tabla 8. *Análisis componente técnico*

CERTIFICACIÓN	COMPONENTE TÉCNICO							
	Alcance del proyecto	Características geométricas	Requisitos operación y mantenimiento	Seguridad vial	Especificaciones generales de construcción	Interferencia de redes	Gestión predial	Plan de obras y cronograma
Greenroads	C	C	NC	C	C	NC	NC	C
Envision	C	C	C	NC	C	NC	NC	C
GreenLITES	C	C	NC	NC	C	NC	NC	NC
I-last	C	C	NC	NC	C	NC	NC	NC

Invest	C	C	C	C	C	NC	NC	C
Stars	C	NC	NC	C	C	NC	NC	NC
Steed	C	NC	NC	NC	C	NC	NC	NC
Ceequal	C	C	NC	NC	C	C	NC	C
IS	C	C	C	NC	C	C	NC	C
Be2st in Highways	C	C	C	C	C	NC	NC	NC
GreenPave	C	C	NC	NC	C	NC	NC	NC
LCE4Roads	C	C	C	C	C	NC	NC	NC
TSI	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
SUSAIP	C	C	C	NC	C	NC	NC	NC
SURE	C	C	C	NC	C	NC	NC	C

Nota: En la tabla anterior se describen los criterios técnicos para cada una de las certificaciones viales existente donde C: cumple y NC: no cumple, respectivamente.

La tabla 8 proporciona una evaluación detallada de varios modelos de certificación vial en términos de su cumplimiento con componentes técnicos clave. En general, se observa que la mayoría de los modelos, como Greenroads, Envision, GreenLITES, I-last, Invest, Stars, Steed, Ceequal, IS, Be2st in Highways, GreenPave y LCE4Roads, abordan de manera consistente aspectos como el alcance del proyecto, características geométricas, requisitos de operación y mantenimiento, seguridad vial, especificaciones generales de construcción y gestión predial.

Sin embargo, surgen diferencias notables en áreas específicas. Por ejemplo, Invest destaca por su cumplimiento integral en todos los componentes técnicos evaluados, mientras que otros modelos como TSI y Steed presentan varias áreas donde no cumplen con los requisitos establecidos. La interferencia de redes es un componente en el que varios modelos muestran no cumplir, indicando una posible brecha en la consideración de esta variable en la evaluación de sostenibilidad vial.

Este análisis revela la diversidad en la implementación de criterios técnicos entre los diferentes modelos de certificación, destacando la necesidad de una evaluación cuidadosa al seleccionar el enfoque más adecuado para un proyecto específico. Además, la presencia de áreas

donde múltiples modelos muestran no cumplir resalta la importancia de revisar y mejorar continuamente estos marcos de certificación para abordar las complejidades cambiantes de los proyectos de infraestructura vial y garantizar una evaluación completa y precisa de su sostenibilidad técnica.

La certificación Greenroads es un sistema basado en proyectos, esto significa que es aplicable al diseño y construcción de carreteras nuevas o rehabilitadas incluyendo la expansión o rediseño. El manual contiene una descripción del alcance y las limitaciones del sistema, así mismo el tipo de obras que no incluye como puentes, túneles y muros. La mayoría de los créditos aborda la planificación, diseño, construcción, operación y mantenimiento en profundidad y no considera el seguimiento al plan de mantenimiento. Se contemplan características geométricas, especificaciones de construcción, transporte de materiales, producción de concreto y mezclas asfálticas, que se abordan en los criterios de control de calidad y diseños de larga duración. También se tiene en cuenta: el personal, sus responsabilidades, cronograma y seguimiento al plan de calidad. Es requisito llevar a cabo una auditoría de seguridad vial (RSA) de la vía. La categoría Actividades de construcción (AC) busca promover las mejores prácticas ambientales, sociales y económicas para la construcción más allá del cumplimiento mínimo.

Envision abarca varios tipos de proyectos y dentro de su alcance contempla la infraestructura de hidroeléctricas, plantas de tratamiento de agua, carreteras, aeropuertos, autopistas, vías férreas, puertos, parques eólicos, entre otros. Es aplicable durante las etapas de planificación, diseño y construcción, que se mantendrán a lo largo de las fases de explotación y mantenimiento del proyecto. Se establece un plan de gestión de la construcción y aborda de manera general las características y cumplimiento de especificaciones del proyecto.

GreenLites busca establecer un sistema de transporte y carreteras sostenibles, es aplicable para las etapas de diseño y operación del proyecto, de esta última etapa no hay versión definitiva. Dentro del criterio de sitios sostenibles se busca otorgar puntos a los diseños que mejoran la sostenibilidad a través de la selección eficaz de la alineación de las carreteras, integración de prácticas de crecimiento, evitar terrenos no urbanizados, evitar humedales y minimizar huella de construcción y además contiene técnicas de bioingeniería para reducir las cantidades de relleno, reducir escorrentía y erosión del sitio.

I-LAST es aplicable a carreteras en fase de planificación o Fase I, fase de diseños o Fase II y a la construcción futura o Fase III. Contiene una amplia variedad de características y prácticas y menciona que cada proyecto presenta un conjunto diferente de condiciones. Se establecen dentro de los criterios la selección de la alineación, el diseño sensible al contexto y las prácticas de construcción con uso de material reciclado, pavimento asfáltico recuperado (RAP) y cenizas volantes.

Invest es aplicable a carreteras y cubre el ciclo de vida de los servicios de transporte, incluyen la planificación del sistema, planificación del proyecto, diseño y construcción y la operación y mantenimiento. Dentro de las especificaciones se tienen categorías de pavimentación urbano básico, rural extendido, urbano extendido y personalizado. En el ítem PD-4 se incluye la seguridad vial y las especificaciones de los diferentes tipos de pavimentos (PD-22, PD-24) y el plan de control de calidad de la construcción (PD-28).

Stars es implementado en planes y proyectos de transporte multimodal, abarca una serie de objetivos y estrategias para alcanzarlos en etapas de diseño y construcción. Se establece una mejora de sitios de alta accidentalidad y aunque prioriza la mejora y el mantenimiento del sistema (estado

del pavimento, costos de mantenimiento) no es claro si existen requisitos de operación y mantenimiento.

Steed también es aplicable a proyectos de transporte y se evalúan en múltiples etapas del proceso: planificación, medio ambiente, diseño y construcción. Actualmente no es considerado un sistema de calificación, no es manejado por ninguna organización, no tiene mucho reconocimiento, no hay aplicación internacional y existe muy poca información de proyectos bajo este marco de evaluación. Es por lo que, sus aportes en temas de sostenibilidad son pocos o desconocidos y se descarta.

Ceequal es aplicable a todo tipo de proyectos que requiera la construcción de nuevos activos o la renovación de los existentes, no se incluye evaluación en la etapa de operación y mantenimiento. A nivel geográfico tiene en cuenta la proximidad de servicios, sistemas o redes que los hace susceptibles a incidentes. Contempla un cronograma y programa de las obras para las etapas de diseño y construcción para uso circular de productos de construcción.

IS sirve como una guía para el diseño, adquisición, construcción y operación sostenible de proyectos de infraestructura, tiene en cuenta las especificaciones de diseño y el presupuesto en los criterios recuperación de recursos RSO-4 y Evaluación Ecológica y Gestión de Riesgos Eco-1 demostrando que estas especificaciones reduzcan impactos.

Be²st-In-Highways es un método para la construcción de carreteras sostenibles en las fases de diseño, construcción y mantenimiento, los proyectos se comparan con un diseño base que cumple los requisitos legales para carreteras. Propone una mejora a la seguridad a través de auditorías de seguridad vial, tiene en cuenta análisis de diseños de pavimento e índice de regularidad internacional (IRI).

La estructura principal de Greenpave son los pavimentos, es aplicable a las fases de diseño y construcción. La categoría de tecnologías de diseño de pavimentos (PT) resulta de gran importancia desde el componente técnico ya que busca optimizar a diseños sostenibles e incluye pavimentos permeables, que mitigan el ruido y que minimizan el efecto de isla de calor. De igual forma, se destaca el criterio de calidad de la construcción (MR-4).

LCE4Roads es aplicable a proyectos viales tanto nueva construcción como de rehabilitación y mantenimiento, se enfoca en pavimentos y quedan excluidos puentes, túneles y otros elementos viales. Se contemplan las etapas de planificación y diseño (CS1), posterior a la construcción (CS2) durante la etapa de operación (CS3).

TSI es una herramienta en la toma de decisiones por lo cual representa un valor numérico de sostenibilidad y desde el análisis de componente técnico no se cumplen las características quedando descartada.

SUSAIP, dentro de los pasos para elaborar la hoja de análisis de ingeniería, se contempla el alcance del proyecto y sus principales características, abarca las fases del proyecto de diseño, construcción, operación y desmantelamiento. Se contempla información básica del proyecto, como ubicación, detalles, planos, duración de cada etapa y limitaciones. La hoja de análisis de ingeniería contiene las diferencias entre las opciones de diseño y se permite realizar la evaluación de sostenibilidad.

SURE es aplicable a todos los sectores de infraestructura incluidos infraestructura urbana y rural. Además, puede aplicar a todas las fases de desarrollo de proyectos de infraestructura, incluidas: planificación, diseño, puesta en servicio, construcción, operación y desmantelamiento. También incluye cronograma y fecha de finalización prevista.

Tabla 9. Análisis componente económico

CERTIFICACIÓN	COMPONENTE ECONÓMICO						
	Contratación pólizas	Asignación de recursos/ Fuentes de financiación	Costos de estructuración, ejecución y operación	Ingresos del proyecto	Recaudo de peajes y/o explotación comercial	Subcuentas	Eventos que generan multas
Greenroads	C	C	C	C	NC	NC	C
Envision	C	C	NC	C	NC	NC	NC
GreenLITES	NC	C	C	C	NC	NC	NC
I-last	C	C	C	C	NC	NC	C
Invest	C	C	C	C	C	NC	NC
Stars	C	C	C	C	NC	NC	NC
Steed	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
Ceequal	NC	C	C	C	NC	NC	C
IS	NC	C	C	C	NC	NC	NC
Be2st in Highways	C	C	C	C	NC	NC	NC
GreenPave	NC	C	C	C	NC	NC	NC
LCE4Roads	NC	C	C	C	NC	NC	NC
TSI	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
SUSAIP	NC	NC	C	C	NC	NC	NC
SURE	C	C	C	C	NC	NC	C

Nota: En la tabla anterior se describen los criterios económicos para cada una de las certificaciones viales existente donde C: cumple y NC: no cumple, respectivamente.

La tabla 9 ofrece una evaluación detallada de diversas certificaciones viales en cuanto a su cumplimiento con componentes económicos fundamentales. Se destaca que varios modelos, como Greenroads, Envision, I-last, Invest, Stars, IS, Be2st in Highways, y SURE, cumplen con criterios relacionados con la contratación de pólizas, asignación de recursos/fuentes de financiación, costos de estructuración, ejecución y operación, así como ingresos del proyecto.

Sin embargo, surgen diferencias notables en áreas específicas, como el recaudo de peajes y/o explotación comercial, donde varios modelos, incluyendo Greenroads, GreenLITES, I-last, Invest, Stars, Steed, Ceequal, IS, Be2st in Highways, GreenPave y LCE4Roads, no cumplen con los requisitos establecidos. Esto sugiere una posible falta de consideración integral de la

generación de ingresos a través de estos mecanismos, lo que puede tener implicaciones significativas en la viabilidad financiera a largo plazo de los proyectos viales.

La evaluación también revela que la mayoría de los modelos muestran un cumplimiento general en la asignación de recursos y fuentes de financiación, lo cual es esencial para garantizar la sostenibilidad económica de los proyectos. No obstante, la presencia de áreas donde múltiples certificaciones no cumplen resalta la importancia de revisar y mejorar continuamente los marcos económicos de certificación para abordar las complejidades cambiantes de la financiación de proyectos viales y asegurar una evaluación completa y precisa de su sostenibilidad económica. Este análisis subraya la necesidad de una consideración cuidadosa de los aspectos financieros al seleccionar el modelo de certificación más apropiado para proyectos viales específicos.

Greenroads busca reconocer aquellos proyectos que han pasado por un riguroso proceso de revisión público y regulatorio, de acuerdo con la Ley de Política Ambiental (NEPA) o un procedimiento similar a nivel estatal. Además, es importante destacar que Greenroads no habría sido posible en la Universidad de Washington sin el respaldo financiero y el apoyo de cuatro patrocinadores de investigación: Transporte Noroeste (TransNow), Consorcio Tecnológico de Pavimento del Estado (SPTC), División de Carretera y Tierras (WFLHD) y el Departamento de Transporte de Oregón (ODOT).

Envisión surgió con el propósito de contribuir a la revitalización del centro de la ciudad después de que los votantes respaldaran la financiación sostenible a través de impuestos locales en 2011. Además, demostrar que el proyecto genera beneficios económicos más amplios es fundamental para obtener la aprobación, el financiamiento y el respaldo de la comunidad. En la documentación del análisis de ciclo de vida de los costos, se debe incluir la evaluación de flujos financieros positivos, como los ingresos, que compensen los gastos.

En el contexto de GreenLITES, se asignarán dos puntos a proyectos que establezcan acuerdos específicos con entidades públicas o privadas. Estos acuerdos deben estar diseñados para promover mejoras ambientales, avances tecnológicos, o proporcionar apoyo financiero o alivio al departamento. Este enfoque puede o no resultar en un aumento de los costos del proyecto, y este aumento puede estar justificado al considerar todos los costos externos involucrados.

I-last, el proyecto debe equilibrar las consideraciones sociales, ambientales y económicas y centrarse en soluciones innovadoras para los problemas de transporte. El uso de materiales locales y nativos reduce los costos de transporte al sitio del proyecto.

Invest, puede registrar la interacción que va desde la alta dirección hasta los empleados en relación con el compromiso de la agencia de fortalecer las conexiones entre planificación. Esto puede involucrar, entre otros aspectos, la documentación de políticas. La sostenibilidad financiera respalda el principio económico al incrementar la prosperidad económica tanto para las generaciones presentes como las futuras, y garantiza que existan recursos financieros suficientes para avanzar en los objetivos de los proyectos y programas comunitarios.

Stars, da prioridad de financiamiento dirigida hacia mejoras en zonas donde se han registrado fallecimientos y lesiones de usuarios. La evaluación de la relación costo-efectividad STARS implica considerar los costos y beneficios que afectan a la comunidad, tanto de manera pública, privada como social, a lo largo de todo el ciclo de vida del plan

Ceequal, se puede considerar que complementa el sistema de planificación y los modelos económicos y financieros de los clientes. La incorporación de prácticas sostenibles desde el principio de la vida de un proyecto, lo que a menudo resulta en ahorros de costos a largo plazo.

IS, ofrece a diseñadores, constructores, propietarios, operadores e inversores guía para ayudarlos a tomar decisiones que logren los mejores resultados de sostenibilidad para la

infraestructura que diseñan, construyen, administran y financian. En este contexto, el criterio económico se refiere a la evaluación y la consideración de los aspectos económicos y financieros al implementar prácticas sostenibles en las vías concesionadas. Esto puede incluir la inversión en tecnologías y prácticas más limpias y eficientes que, si bien pueden tener costos iniciales, pueden generar ahorros a largo plazo, reducir riesgos financieros y mejorar la reputación, cumpliendo así con los objetivos de sostenibilidad y los beneficios económicos asociados.

Be2st in Highways, el modelo económico cuantifica el uso de energía, materiales y agua, así como las emisiones. Se argumenta que el desarrollo puede lograrse sin impactos significativos en el medio ambiente y en los costos del proyecto.

GreenPave, usa PaLATE para evaluar los efectos ambientales y económicos del proyecto.

LCE4Roads, el plan de implementación describió ocho grupos de actividades estas actividades están dirigidas a obtener los recursos financieros requeridos necesarios para las actividades en los otros grupos de actividad. Estas actividades tienen como objetivo apoyar la implementación exitosa de LCE4ROADS en la UE y los países vecinos. Al trabajar en las evaluaciones, se hizo evidente que para un análisis costo-efectivo real es necesario contar con información real y específica del proyecto, como los costos iniciales y el costo a lo largo de su vida útil, lo que también debe estar vinculado con el desempeño a largo plazo del proyecto o carretera con la tecnología que se emplee en su construcción.

SURE, el proyecto evitará, o si no es factible, reducirá las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) relacionadas con el proyecto en evaluar e implementar soluciones alternativas consideradas técnicamente factibles y financieramente viables durante todo el ciclo de vida del proyecto. Al menos el 70% de los costos de compra de Proveedores provengan de Proveedores locales.

Tabla 10. Análisis componente ambiental

CERTIFICACIÓN	COMPONENTE AMBIENTE							
	Regulación de normas por autoridades ambientales	Evaluación de impacto ambiental (EIA)	Autorización de licencias ambientales, PAGA y demás permisos	Plan de manejo ambiental (PMA)	Restricción de áreas sensibles	Monitoreo Ambiental	Compensación ambiental, socioeconómica y plan de Inversión	Informes de cumplimiento (ICA, trimestrales)
Greenroads	C	C	C	NC	C	C	C	C
Envision	C	C	NC	NC	C	C	NC	C
GreenLITES	NC	C	C	C	C	C	C	C
I-last	C	C	C	NC	NC	NC	NC	NC
Invest	C	C	NC	C	NC	C	NC	C
Stars	NC	C	NC	NC	C	NC	NC	NC
Steed	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
Ceequal	C	C	C	NC	NC	C	C	C
IS	NC	C	NC	NC	NC	NC	NC	NC
Be2st in Highways	C	C	C	C	C	NC	NC	NC
GreenPave	NC	C	C	C	NC	C	NC	C
LCE4Roads	C	C	NC	C	C	NC	NC	NC
TSI	NC	C	NC	NC	NCN	C	NC	NC
SUSAIP	NC	C	NC	NC	NC	NC	NC	NC
SURE	C	C	C	NC	C	C	C	C

Nota: En la tabla anterior se describen los criterios económicos para cada una de las certificaciones viales existente donde C: cumple y NC: no cumple, respectivamente.

La tabla 10 proporciona una evaluación exhaustiva de diversas certificaciones viales en relación con sus componentes ambientales. Se observa que, en términos de regulación de normas por autoridades ambientales, evaluación de impacto ambiental (EIA), autorización de licencias ambientales, PAGA y demás permisos, así como el plan de manejo ambiental (PMA), certificaciones como Greenroads, Envision, Invest, Ceequal, Be2st in Highways y LCE4Roads muestran un cumplimiento significativo.

Sin embargo, surgen discrepancias notables en áreas específicas, como la restricción de áreas sensibles y el monitoreo ambiental, donde varios modelos, incluyendo Envision,

GreenLITES, I-last, Stars, Steed, IS, GreenPave, y SUSAIIP, no cumplen con los requisitos establecidos. Esto sugiere que hay aspectos ambientales críticos que no están siendo adecuadamente abordados por estas certificaciones, lo que podría tener implicaciones directas en la preservación y mitigación de impactos ambientales negativos asociados con proyectos viales.

Además, la compensación ambiental, socioeconómica y el plan de inversión presentan desafíos, ya que varios modelos, como Envision, GreenLITES, I-last, Invest, Stars, IS, GreenPave y LCE4Roads, no cumplen con los criterios establecidos. Esta área es fundamental para garantizar que los proyectos viales no solo cumplan con los estándares ambientales, sino que también contribuyan positivamente al entorno circundante y a las comunidades locales.

En conclusión, el análisis detallado de los componentes ambientales revela la necesidad de una mayor atención y refinamiento en ciertos aspectos clave por parte de las certificaciones viales evaluadas. Se destaca la importancia de fortalecer las directrices ambientales y mejorar la supervisión para garantizar que los proyectos viales minimicen su impacto ambiental y contribuyan al desarrollo sostenible. Este análisis enfatiza la importancia de seleccionar cuidadosamente las certificaciones viales que aborden de manera integral y efectiva los desafíos ambientales asociados con la construcción y operación de infraestructuras viales.

Greenroads, los proyectos cumplirán con varios de los requisitos ambientales directamente y estos pueden cumplirse con un esfuerzo adicional. Esto se debe a que muchos de estos requisitos están relacionados con regulaciones que suelen ser aplicadas tanto a nivel federal como estatal. Llevar a cabo y registrar una revisión ambiental completa del proyecto de carretera. En esta revisión, se debe de manera clara y consciente documentar cualquier obligación legal relacionada con la revisión ambiental más detallada, como las evaluaciones de impacto ambiental, con el fin de determinar la magnitud de los efectos ambientales.

Envision, cada proyecto debe ejecutar un plan destinado a controlar la erosión, la sedimentación y la contaminación durante su fase de construcción, además de cumplir con todas las normativas relacionadas con la gestión de aguas lluvia. El proyecto está en conformidad con todos los estándares y regulaciones de calidad del aire que se aplican a las sustancias contaminantes del aire. El consenso y la aprobación de las partes principales involucradas, debe quedar registrado, así como de los líderes comunitarios y/o los encargados de la toma de decisiones en lo que respecta a la evaluación de impacto y las medidas planificadas.

GreenLites, El Departamento de Transporte del Estado de Nueva York (NYSDOT) tiene la intención de elevar la calidad de nuestra infraestructura de transporte con el fin de reducir al máximo los efectos negativos sobre el entorno, lo que abarca la preservación de recursos valiosos que no pueden ser reemplazados.

I-last, posee regulaciones estatales y federales que ofrecen protección a los recursos naturales. La sustitución de estos recursos dentro del área de influencia del proyecto puede ser un aspecto crucial, ya que preservar la sostenibilidad de las cuencas es un objetivo ecológico significativo. Así mismo esta certificación tiene como propósito disminuir el impacto ambiental asociado con las actividades de construcción.

Invest, brinda análisis y métodos de planificación que podrían incorporarse a la NEPA incluyen Evaluación de impactos indirectos y acumulativos. También incluyen informes de progreso y análisis del progreso de la agencia en el cumplimiento de sus metas multimodales.

Stars, utiliza un enfoque de "retrospectiva" recomendado por The Natural Step para identificar qué estrategias ayudan a los usuarios a alcanzar sus objetivos.

La Metodología busca abordar estos temas y mejorar el desempeño de la sostenibilidad de los proyectos y contratos de obra civil, infraestructura, paisajismo y obras en espacios públicos. A

pesar de las mejoras sustanciales en la práctica en los últimos años, algunas de ellas impulsadas por el sistema Ceequal, la ingeniería civil y las obras públicas aún son percibidas por ciertos sectores de la sociedad como una actividad que puede tener un impacto negativo en el entorno de vida. Sigue existiendo una presión sustancial para reducir los impactos ambientales adversos durante construcción, para mejorar el rendimiento de toda la vida y maximizar los beneficios de dichas obras.

Be2st in Highways, entre los criterios seleccionados, Ley de conservación y recuperación de recursos y los materiales peligrosos (RCRA) se utilizan para ponderar en qué momento el uso de materiales alternativos puede reducir potencialmente los impactos adversos en la salud humana en comparación con el consumo de materiales convencionales. En PaLATE se utilizan diversas fuentes de información y métodos de análisis para caracterizar el impacto ambiental de los proyectos de construcción de carreteras

GreenPave garantiza que los impactos ambientales se tengan en cuenta desde la etapa de diseño, facilitando a los diseñadores la evaluación de alternativas de diseño sostenible. Dentro de la categoría de Materiales y Recursos, su objetivo es minimizar los impactos ambientales asociados con la disposición de materias primas y residuos. Con el fin de reducir los residuos, fomenta el uso de materiales reciclados, la preservación de la estructura del pavimento existente, el uso de materiales locales y la calidad de los materiales y la mano de obra.

LCE4Roads, amplia revisión de la literatura que trata sobre los enfoques de etiquetado existentes en Europa relacionados con infraestructuras y productos viales, regulaciones, estándares y restricciones existentes. Utiliza recomendaciones para reducir el impacto ambiental del proyecto, mostrando una lista de materiales potencialmente más ecológicos y sostenibles.

SURE, el Proyecto deberá mantener las emisiones de contaminantes del aire por debajo de las especificadas por: las regulaciones o directrices locales aplicables; las Directrices de Calidad del Aire de la Organización Mundial de la Salud (OMS); y aquellos especificados en las Directrices sobre Medio Ambiente, Salud y Seguridad (EHS) del Grupo del Banco Mundial (GBM). Cuando el proyecto se localice en una zona rural cercana a un área de conservación o en las proximidades de un cuerpo de agua importante, se requerirá una serie de evaluaciones, entre las que se incluirán el Análisis de Ciclo de Vida (ACV) u otro método equivalente realizado por un evaluador autorizado, una Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) y una evaluación de los posibles impactos directos e indirectos en la biodiversidad y los ecosistemas, así como la identificación de medidas de mitigación o restauración. Adicionalmente, se aplicarán restricciones en el uso de la tierra.

Así pues, luego de analizar cada uno de los criterios por cada certificación vial sostenible se evalúa en la siguiente tabla el cumplimiento de cada certificación por componente y con base en esta calificación se eligen las certificaciones potencialmente aplicables, se muestra a continuación:

Tabla 11. *Evaluación de certificación por componente*

CERTIFICACIÓN	COMPONENTE TÉCNICO	COMPONENTE ECONÓMICO	COMPONENTE AMBIENTE	PORCENTAJE
Greenroads	62,50%	71,43%	87,50%	73,81%
Envision	62,50%	42,86%	62,50%	55,95%
GreenLITES	37,50%	42,86%	87,50%	55,95%
I-last	37,50%	71,43%	37,50%	48,81%
Invest	75,00%	57,14%	62,50%	64,88%
Stars	37,50%	57,14%	25,00%	39,88%
Steed	25,00%	0,00%	0,00%	8,33%
Ceequal	62,50%	57,14%	75,00%	64,88%
IS	75,00%	42,86%	12,50%	43,45%
Be2st in Highways	62,50%	57,14%	62,50%	60,71%
GreenPave	37,50%	42,86%	62,50%	47,62%
LCE4Roads	62,50%	42,86%	50,00%	51,79%

TSI	0,00%	0,00%	25,00%	8,33%
SUSAIP	37,50%	28,57%	12,50%	26,19%
SURE	62,50%	71,43%	87,50%	73,81%

La tabla 11 presenta un análisis cuantitativo de diversas certificaciones viales, evaluando su desempeño en los componentes técnico, económico y ambiental, expresados en porcentajes. Dado que, se evaluaron en total 8 características para el componente técnico, 7 para el componente económico y 8 para el componente ambiental, se expresa así:

$$\% \text{ Componente} = \frac{N^{\circ} \text{ total de cumplimiento por criterio}}{N^{\circ} \text{ total de características por componente}}$$

Este enfoque proporciona una visión integral de la efectividad relativa de cada certificación en abordar múltiples aspectos críticos de los proyectos viales.

En términos técnicos, se destaca la notable consistencia de certificaciones como Greenroads, Invest, Ceequal, Be2st in Highways y SURE, todas ellas superando el 60% de cumplimiento. Estos resultados sugieren que estas certificaciones han establecido estándares técnicos sólidos para la evaluación de proyectos viales, abarcando una gama diversa de criterios.

El componente económico refleja una variabilidad significativa entre las certificaciones, con destacados desempeños por parte de Greenroads, Invest, Ceequal y SURE, todas con puntuaciones superiores al 57%. Este análisis subraya la importancia de considerar no solo los aspectos técnicos, sino también los económicos al seleccionar una certificación vial, ya que la financiación y la gestión de recursos son aspectos cruciales para el éxito sostenible de cualquier proyecto.

En el ámbito ambiental, Greenroads, GreenLITES, Ceequal, Be2st in Highways y SURE emergen como las certificaciones con mejor desempeño, superando el 62%. Esto indica un

compromiso significativo con la sostenibilidad ambiental y la mitigación de impactos negativos asociados con proyectos viales.

En general, el análisis porcentual resalta la diversidad en los enfoques y fortalezas de las certificaciones viales evaluadas. La elección de la certificación más adecuada dependerá de las prioridades y objetivos específicos de cada proyecto, equilibrando los aspectos técnicos, económicos y ambientales para lograr un desarrollo vial sostenible y de alta calidad. Este análisis cuantitativo proporciona una valiosa herramienta para los tomadores de decisiones al ponderar las distintas certificaciones y seleccionar aquella que mejor se alinee con sus necesidades y metas particulares.

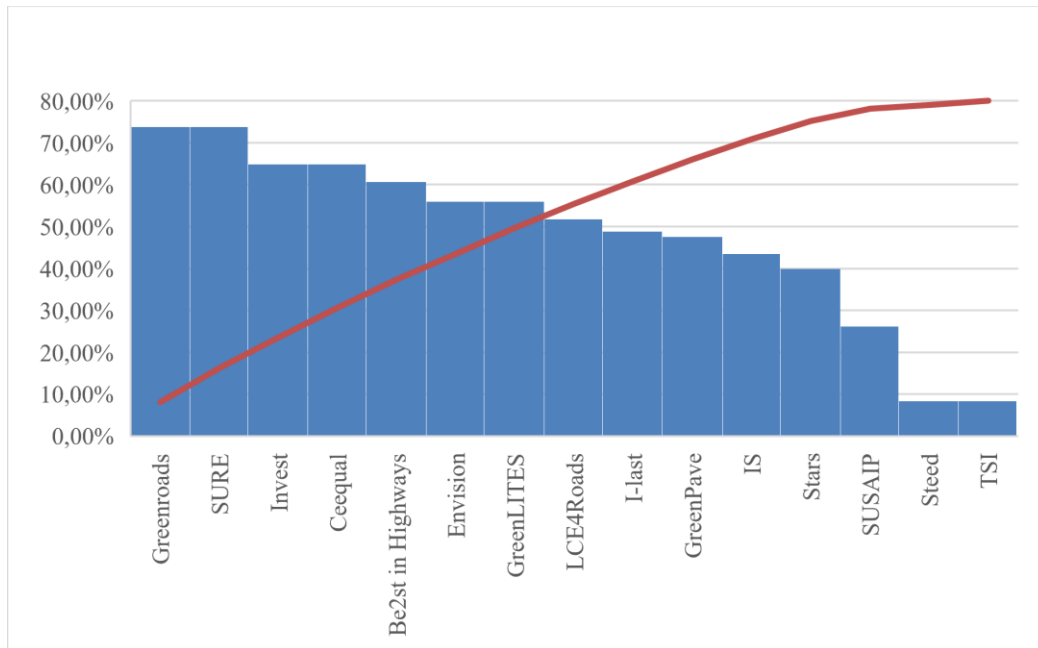
Se observó que las certificaciones contemplan como mínimo el nombre, ubicación del proyecto, descripción, alcance, cumplimiento de características y especificaciones de construcción aplicables a cada país. Se consideró dentro de cada certificación y sus diferentes categorías, cuales cumplían o presentaban similitud con las características principales de las vías concesionadas en Colombia desde el componente técnico, se destacan criterios de selección de alineación o emplazamiento, implementación de técnicas de bioingeniería, innovación con materiales de bajo impacto o reutilización, uso de materiales sostenibles con consumo mínimo de energía, se tiene en cuenta la accesibilidad y medidas de seguridad en obra y en operación, reducción de energía con equipos y maquinaria adecuada y finalmente la construcción de corredores verdes a través de la utilización de vegetación, suelos y procesos naturales.

Los diversos análisis técnicos, económicos y ambientales de los sistemas de evaluación y certificación para proyectos de infraestructura, como GreenPave, Envision, GreenLites, I-LAST, Invest, Stars, Ceequal, IS, Be2st-In-Highways, LCE4Roads y SURE, revelan un enfoque integral hacia la sostenibilidad en la planificación, diseño y construcción. Estos marcos abarcan desde

consideraciones técnicas específicas, como el diseño de pavimentos y la calidad de construcción, hasta aspectos económicos, como la sostenibilidad financiera y la relación costo-efectividad, y preocupaciones ambientales, como la mitigación de impactos y el cumplimiento de normativas. En conjunto, reflejan la evolución hacia prácticas más responsables y sostenibles en el desarrollo de proyectos de infraestructura, destacando la importancia de equilibrar aspectos técnicos, económicos y ambientales para lograr resultados que sean eficientes, socialmente beneficiosos y respetuosos con el medio ambiente. Estos enfoques integrados son fundamentales para abordar los desafíos actuales y futuros en la creación de infraestructura que contribuya al bienestar de las comunidades y al cuidado del entorno.

Después de revisar las certificaciones que podrían aplicarse, y basándose en los datos de la tabla 12, se puede concluir que las certificaciones con un mayor nivel de cumplimiento son: Greenroads, Envision, GreenLITES, Invest, Ceequal, Be2st in Highways y SURE. Esto se debe a su alta aplicabilidad técnica, ambiental y económica, lo que las convierte en las opciones más viables.

Figura 5. Porcentajes de cumplimiento por certificación



Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en la tabla 10 se eligen las siguientes 7 certificaciones potencialmente aplicables:

1. **Greenroads:** esta certificación es especialmente adecuada para proyectos viales concesionados debido a su enfoque específico en la sostenibilidad de carreteras e infraestructura vial. Greenroads evalúa una amplia gama de aspectos relacionados con la sostenibilidad, como la eficiencia del uso de recursos, la calidad del aire, la gestión de aguas pluviales, la innovación en la construcción y el diseño, y la participación de la comunidad. Esto es decisivo en proyectos viales concesionados, donde la relación con la comunidad y la minimización del impacto ambiental son factores críticos.
2. **SURE:** El objetivo del Estándar SuRe® es impulsar la integración de los aspectos de Sostenibilidad y Resiliencia en el desarrollo y actualización de la Infraestructura proporcionando orientación y sirviendo como una herramienta de lenguaje común

aplicable globalmente para desarrolladores de proyectos de Infraestructura, financistas e instituciones del sector público.

3. **INVEST:** es una herramienta de autoevaluación de carreteras sostenibles que cubre una amplia gama de criterios, incluyendo aspectos ambientales, económicos y técnicos. Puede ser relevante para proyectos de vías concesionadas en Colombia.
4. **CEEQUAL:** utiliza un proceso de autoevaluación en el que los asesores capacitados evalúan rigurosamente la estrategia y el desempeño del proyecto o contrato en una variedad de temas ambientales y sociales, organizados en nueve secciones.
5. **Be2st in Highways:** este sistema intenta demostrar como un mayor uso de materiales reciclados en la construcción y mantenimiento de infraestructura del transporte resulta ambientalmente aceptable. Los desechos que actualmente se utilizan en los Estados Unidos incluyen pavimento de asfalto recuperado (RAP), concreto de cemento Portland (PCC), pavimento de concreto reciclado (RCP), cenizas volantes de carbón (CFA), productos de neumáticos de desecho (caucho desmenuzado, neumáticos desconchados), escorias de altos hornos, escorias siderúrgicas, cenizas de fondo de carbón, cenizas de fondo de incineración de RSU, escombros de construcción, arenas de fundición, desechos de minería y suelos contaminados.
6. **Envision:** es una certificación integral que se aplica a una variedad de proyectos de infraestructura, incluyendo carreteras concesionadas. Ofrece un enfoque holístico que considera aspectos ambientales, económicos y sociales. Esto es esencial para proyectos viales concesionados, ya que a menudo involucran inversiones significativas y tienen un impacto duradero en las comunidades locales y el medio ambiente circundante. Ayuda a equilibrar estos factores y garantizar que se tomen decisiones informadas.

7. **GreenLites:** se centra en el diseño sostenible de proyectos de transporte y su contribución a prácticas sostenibles. Puede aplicarse a vías concesionadas en Colombia, ya que promueve opciones de diseño sostenibles y es compatible con la mejora ambiental y económica de las vías. Además, esta certificación se ha utilizado en proyectos viales en Nueva York y se enfoca en la gestión de la movilidad sostenible y la reducción de emisiones. Dado que el transporte y la movilidad son factores clave en proyectos viales concesionados, GreenLites puede ser una elección adecuada para aquellos que deseen destacar su compromiso con la reducción de emisiones y la promoción de alternativas de movilidad sostenible.

Es importante precisar que la viabilidad de implementar cualquiera de estas certificaciones dependerá de varios factores, entre los cuales se incluyen:

1. **Regulaciones locales:** es fundamental verificar si las regulaciones regulatorias y locales en Colombia permiten y reconocen la aplicación de estas certificaciones. Algunos proyectos pueden requerir la aprobación y el cumplimiento de ciertas normativas nacionales o regionales, lo que podría afectar la viabilidad de implementar una certificación en particular.
2. **Objetivos del proyecto:** los objetivos del proyecto de vía concesionada son esenciales. Si el proyecto se centra en la sostenibilidad, la reducción del impacto ambiental y el cumplimiento de estándares internacionales, entonces las certificaciones como Greenroads, Envision o Invest pueden ser más apropiadas.

3. **Recursos disponibles:** la implementación de una certificación puede requerir recursos significativos, tanto financieros como personales. Debe evaluarse si el proyecto tiene el presupuesto y la capacidad para seguir el proceso de certificación.
4. **Compromiso de las partes interesadas:** es importante contar con el apoyo y el compromiso de las partes interesadas, incluyendo al concesionario, las autoridades locales y los financiadores del proyecto. La certificación puede requerir cambios en el diseño, la construcción y la operación de la vía, lo que podría impactar los costos y los plazos.
5. **Requisitos contractuales:** en algunos casos, los contratos de concesión pueden especificar requisitos de sostenibilidad que deben cumplirse. Si estos requisitos son compatibles con una certificación en particular, podría ser más sencillo implementarla.
6. **Beneficios potenciales:** es importante evaluar los beneficios potenciales de la certificación en términos de reputación, reducción de costos operativos a largo plazo y cumplimiento de estándares ambientales. Esto puede influir en la decisión de implementar o no una certificación.

Por otro lado, las certificaciones menos reconocidas o aquellas que requieren adaptaciones sustanciales pueden tener limitaciones en su aplicabilidad. La elección de la certificación adecuada dependerá de los objetivos específicos de sostenibilidad y de las características de cada proyecto vial concesionado en Colombia y en este caso para el departamento de Antioquia.

En el análisis detallado de las certificaciones viales sostenibles aplicables a las vías concesionadas en el Departamento de Antioquia, se ha destacado la importancia de evaluar detalladamente los componentes técnico, económico y ambiental de cada certificación. Este enfoque integral busca identificar aquellas certificaciones que mejor se adapten a las necesidades

y características específicas de la región, considerando factores clave para el éxito de los proyectos viales sostenibles

En el componente técnico, el análisis revela que múltiples certificaciones, como Greenroads, Envision, e Invest, exhiben un cumplimiento significativo. Sin embargo, se señalan áreas de mejora, como la consideración insuficiente de la interferencia de redes y la falta de especificidad del proyecto en algunos modelos. Estas deficiencias subrayan la importancia de seleccionar certificaciones que se alineen estrechamente con las particularidades de las vías concesionadas en Antioquia.

El análisis económico resalta el cumplimiento de certificaciones como Greenroads, Envision, e Invest, pero pone de manifiesto áreas de mejora, como la recaudación de peajes y la consideración insuficiente de costos a lo largo del ciclo de vida del proyecto. Estos hallazgos subrayan la necesidad de elegir certificaciones que evalúen de manera integral la viabilidad financiera y los costos a largo plazo, así como la exploración de mecanismos alternativos de financiación.

En el ámbito ambiental, Greenroads, Envision, e Invest demuestran un cumplimiento destacado, aunque se identifican áreas de mejora, como la restricción de áreas sensibles y el monitoreo ambiental. La recomendación de priorizar la protección del medio ambiente, implementar un monitoreo adecuado y considerar la compensación ambiental destaca la necesidad de enfoques más robustos y proactivos en la sostenibilidad ambiental.

La selección de Greenroads, Envision, Invest, Ceequal y Sure como certificaciones más apropiadas para las vías concesionadas en Antioquia se basa en su rendimiento en los tres componentes. Estas certificaciones ofrecen un equilibrio entre aspectos técnicos, económicos y

ambientales, asegurando una evaluación completa y detallada de la sostenibilidad de los proyectos viales en la región.

No obstante, se enfatiza la necesidad de realizar un estudio más profundo y consultar con expertos para una decisión informada. En última instancia, la implementación de certificaciones sostenibles no solo es una obligación técnica, económica y ambiental, sino una oportunidad para promover la innovación y la responsabilidad social en los proyectos viales, contribuyendo al desarrollo regional de manera equitativa y respetuosa con el medio ambiente.

El análisis detallado de las certificaciones viales sostenibles aplicables a las vías concesionadas en el Departamento de Antioquia proporciona una base sólida para la propuesta de evaluación de la sostenibilidad. La identificación de certificaciones como Greenroads, Envision, Invest, Ceequal y Sure, con sus respectivos énfasis en los componentes técnico, económico y ambiental, ofrece opciones valiosas para integrar criterios sólidos en la metodología de evaluación. Estas certificaciones no solo aportan medidas concretas para la implementación de proyectos viales sostenibles, sino que también respaldan la búsqueda de innovación, equidad y responsabilidad social en la infraestructura vial, contribuyendo de manera significativa al desarrollo sostenible y equilibrado del Departamento de Antioquia.

CAPÍTULO 5. FORMULACIÓN DE LA PROPUESTA DE EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD

La "Formulación de la propuesta de Evaluación de la Sostenibilidad para Vías Concesionadas en el Departamento de Antioquia" surge como una iniciativa estratégica y necesaria para abordar los desafíos inherentes al desarrollo vial en esta región colombiana. Ante el contexto de un crecimiento continuo y la creciente importancia de la sostenibilidad, esta propuesta se erige como un marco integral que busca aprovechar las mejores prácticas de las certificaciones sostenibles existentes. El objetivo principal es establecer un sistema de evaluación robusto, equilibrado y específico para las vías concesionadas en Antioquia, fusionando criterios técnicos, económicos y ambientales. A través de este enfoque, se aspira no solo a mejorar la calidad y seguridad de las infraestructuras viales, sino también a promover la preservación ambiental y el bienestar socioeconómico de las comunidades locales. La propuesta no solo representa un paso significativo hacia la modernización y sostenibilidad de la red vial en Antioquia, sino que también demuestra el compromiso con un desarrollo equitativo y resiliente en armonía con el entorno natural y social de la región.

5.1 Análisis de dimensiones

La sostenibilidad en proyectos de infraestructura vial se ha convertido en un tema central en la planificación y ejecución de obras que buscan no solo satisfacer las necesidades actuales, sino también garantizar la preservación de los recursos y el bienestar de las generaciones futuras (Avellaneda & Castiblanco, 2021). La complejidad de estos proyectos demanda un enfoque integral que vaya más allá de la construcción de carreteras, considerando las dimensiones técnica, económica y ambiental. En este contexto, el análisis de la sostenibilidad emerge como un factor determinante para evaluar el impacto a largo plazo de las infraestructuras viales, abordando temas

como la eficiencia energética, la minimización de impactos ambientales y la inclusión de comunidades locales en el desarrollo de proyectos viales. A continuación, se expondrán las diversas dimensiones de análisis de la sostenibilidad en proyectos de infraestructura vial, destacando la importancia de un enfoque holístico que promueva el equilibrio entre el progreso actual y la responsabilidad hacia el futuro.

5.1.1 Dimensión técnica

En el ámbito de la planificación y desarrollo de infraestructuras viales, la toma de decisiones informada es esencial para garantizar la calidad y sostenibilidad de los proyectos. En el siguiente análisis, se exploran diversos sistemas tales como: Greenroads, Sure, Invest, Ceequal, Be2st-in-highways, Envision y Greenlites. Estos sistemas ofrecen perspectivas variadas, desde el control de calidad y diseño sostenible hasta la mejora continua y análisis del desempeño del pavimento. A continuación, en la Tabla 12, se expone detalladamente cómo cada uno aborda aspectos clave en la planificación y desarrollo de infraestructuras viales, proporcionando una visión integral de las opciones disponibles a nivel técnico, económico y ambiental en cada certificación y sus implicaciones en la calidad y sostenibilidad de los proyectos.

Tabla 12. *Dimensión técnica*

SISTEMA	DIMENSIÓN		
	TÉCNICA	APLICA	DESCRIPCIÓN
	Control de calidad	SI	En el alcance de los proyectos concesionados se exige la calidad de las obras
Greenroads	Diseño de larga duración	SI	En los proyectos concesionados se podría implementar diseños de larga duración ya que el tiempo de operación y mantenimiento lo permite
	Auditoria de seguridad	SI	Se hace necesario implementar auditorias de seguridad vial en la etapa de operación y mantenimiento

Sure	Desarrollo de infraestructura	NO	El desarrollo de infraestructura a través de concesiones a veces no se percibe como adecuado en vías concesionadas debido a la posible alta tarifa de peajes, lo que genera descontento entre los usuarios. Además, el acceso restringido a estas vías puede ser criticado por limitar la accesibilidad a aquellos que no pueden costear los peajes, lo que puede suscitar preocupaciones sobre la equidad y la inclusión en el acceso a la infraestructura vial.
Invest	Desarrollo de proyectos sensibles al contexto	SI	Es un enfoque para la toma de decisiones de transporte equilibrada que tiene en cuenta los impactos potenciales sobre el medio ambiente humano y natural y la necesidad de un transporte seguro y eficiente
	Seguridad vial y del tráfico	SI	Se puede incluir en el criterio de Auditoria de seguridad vial
	Instalaciones peatonales	NO	Al ser una vía concesionada no se tiene en cuenta este tipo de instalaciones, se puede reforzar la señalización vial
	Instalaciones para bicicletas	NO	Al ser una vía concesionada no se tiene en cuenta este tipo de instalaciones, se puede reforzar la señalización vial
	Pavimento de larga duración	SI	Se puede unir con el criterio de diseño de larga duración
	Pavimento permeable	SI	Alternativa de pavimento para conservación del agua y control de flujo
	Plan de control de calidad de la construcción	SI	En el alcance de los proyectos concesionados se exige la calidad de las obras
	Sistema de gestión de pavimentos	SI	Acorde para el plan de construcción y mantenimiento de pavimentos
	Sistema de gestión de puentes	SI	Acorde para el plan de construcción y mantenimiento de puentes
	Sistema de gestión de mantenimiento	SI	Acorde para el plan de mantenimiento de vías concesionadas, se podría tener un plan general que abarque puentes y pavimento
Preservación de la infraestructura vial y mantenimiento	SI	Se incluye en el sistema de gestión de mantenimiento	
Infraestructura de control de tráfico y mantenimiento	SI	Cubre el mantenimiento y preservación de control de tráfico, ITS y dispositivos de seguridad	

	Gestión de transporte y operaciones	SI	Uso de las tecnologías para administrar y operar activamente la infraestructura vial a través de los Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS)
	Controles de tráfico de la zona de trabajo	SI	A través del monitoreo de los métodos de control de tráfico en las diferentes zonas de trabajo
Ceequal	Diseño sostenible	SI	Con la incorporación de objetivos precisos y nuevas tecnologías de diseño y construcción sostenible
	Movilidad sostenible	SI	Una vía al estar operada con criterios sostenibles contribuye a la que la movilidad lo sea también
	Resiliencia climática	NO	Tiene un enfoque más ambiental A través de procesos para la mejora, corrección y/o ajustes en las diferentes fases del proyecto y del sistema de gestión de mantenimiento
	Mejora continua	SI	
Be2st-in-highways	Análisis del desempeño del pavimento	SI	Implementar como criterio para evaluación del estado de pavimento a través de inspección visual y/o ensayos
	Índice de rugosidad internacional (IRI)	SI	Complemento a los criterios de estado de pavimento
	Iluminación y comunicación energéticamente eficientes	SI	Uso de energías alternativas o lograr la reducción de las convencionales
	Mejora de la seguridad (Auditoría de seguridad vial RSA)	SI	Se puede incluir en el criterio de Auditoría de seguridad vial
Envision	Mejorar la accesibilidad y la señalización	SI	Se puede incluir en el criterio de Auditoría de seguridad vial
Greenlites	Selección de alineación	SI	Ajustar, diseñar o evitar terrenos no desarrollados, húmedales y minimizar movimiento de tierras e impactos ambientales
	Soluciones sensibles al contexto	SI	Complemento del criterio de desarrollo de proyectos sensibles al contexto
	Técnicas de Bioingeniería	SI	Resulta muy pertinente, se podría implementar criterios de innovación y ecodiseño
	Mejorar las instalaciones para bicicletas y peatones	NO	Al ser una vía concesionada no se tiene en cuenta este tipo de instalaciones, se puede reforzar la señalización vial

5.1.2 Dimensión económica

Antes de sumergirse en el detallado análisis de los distintos sistemas y sus aplicaciones en el ámbito económico de infraestructuras viales, es importante comprender la complejidad de las decisiones que implica la planificación y desarrollo de proyectos de esta magnitud.

Cada sistema, desde Greenroads hasta Greenlites, presenta enfoques únicos y criterios específicos que impactan directamente en aspectos económicos clave. Cada de uno de ellos se enfocan en dimensiones como el análisis del costo del ciclo de vida, gestión de activos, eficiencia de combustible, desarrollo socioeconómico, planificación integrada, transporte multimodal, movilidad de carga, gestión financiera y muchos más. Este análisis detallado evidenciado en la Tabla 13, proporciona una visión holística de cómo estas herramientas y enfoques económicos influyen en la toma de decisiones para lograr proyectos viales más eficientes, sostenibles y económicamente viables.

Tabla 13. *Dimensión económica*

SISTEMA	DIMENSIÓN		
	ECONÓMICA	APLICA	DESCRIPCIÓN
Greenroads	Análisis del coste del ciclo de vida	SI	Herramienta útil para determinar rentabilidad de los proyectos viales
	Gestión de activos	SI	Ayuda a realizar una planificación financiera más eficiente
	Eficiencia de combustible del equipo	SI	Implementación de combustible alternativo en equipos de construcción y vehículos en operación
	Desarrollo económico local	SI	Crecimiento económico de la población que mejora calidad de vida
Sure	Desarrollo socioeconómico	SI	Se puede complementar con el criterio de desarrollo económico local
	Costo del ciclo de vida	SI	Agrupar con el análisis del coste del ciclo de vida

Invest	Planificación integrada: económica, desarrollo y uso de la tierra	SI	Organiza mejor las actividades e infraestructuras en un territorio, teniendo en cuenta las limitaciones y oportunidades naturales, humanas, económicas y estratégicas, para favorecer un desarrollo más armonioso y sostenible.
	Transporte multimodal y salud pública	NO	Vincula los factores de producción en una compleja red de relaciones entre productores y consumidores
	Movimiento de mercancías	SI	El movimiento de mercancías es aplicable en vías concesionadas porque estas infraestructuras son rutas críticas para el transporte de bienes a lo largo de una región o país.
	Gestión de la demanda de viajes	SI	La gestión de la demanda de viajes es aplicable en vías concesionadas para optimizar el flujo de tráfico, maximizar la capacidad de la carretera, reducir costos operativos, mejorar la seguridad vial, aumentar la satisfacción del usuario y cumplir con regulaciones ambientales, lo que contribuye a una operación más eficiente y rentable de las carreteras concesionadas.
	Sostenibilidad financiera	SI	La sostenibilidad financiera es aplicable en vías concesionadas para garantizar la inversión a largo plazo, ya que estas carreteras dependen de ingresos por peajes u otras fuentes.
	Sistemas de transporte, gestión y operaciones	SI	Los sistemas de transporte, gestión y operaciones son aplicables en vías concesionadas por varias razones clave.
	Vinculación de la gestión de activos y planificación	SI	La vinculación de la gestión de activos y la planificación es aplicable en vías concesionadas para garantizar la sostenibilidad a largo plazo de la infraestructura vial. Al mantener un enfoque estratégico en la gestión de activos, se asegura que la carretera y otros activos sean mantenidos y operados eficazmente durante el período de concesión, maximizando el valor de la inversión y la satisfacción del usuario.

Análisis económicos	SI	El análisis económico es aplicable en vías concesionadas por varias razones cruciales. En primer lugar, ayuda a evaluar la viabilidad financiera de los proyectos de concesión, ya que implica la estimación de costos, ingresos y beneficios a lo largo del tiempo. Esto es esencial para determinar si una concesión es económicamente sostenible y atractiva para las partes involucradas. Además, el análisis económico permite la asignación eficiente de recursos, asegurando que se realicen inversiones adecuadas en la infraestructura y en la gestión operativa de las vías concesionadas.
Análisis de costos del ciclo de vida	SI	El análisis de costos del ciclo de vida es aplicable en vías concesionadas por varias razones importantes. En primer lugar, las vías concesionadas requieren una inversión significativa en la construcción y el mantenimiento de la infraestructura vial
Tránsito e instalaciones HOV (vehículos de alta ocupación)	NO	Los carriles HOV y el tránsito de alta ocupación suelen ser menos aplicables en vías concesionadas debido a la prioridad en la maximización de ingresos por peajes, lo que podría impactar negativamente la rentabilidad de la concesión, y a posibles complicaciones contractuales que podrían surgir al introducir tales elementos.
Movilidad de carga	SI	La movilidad de carga es aplicable en vías concesionadas debido a su importancia para el comercio y la economía. Estas vías suelen ser rutas cruciales para el transporte de mercancías, y la gestión eficiente de la movilidad de carga garantiza un flujo comercial efectivo, contribuyendo al desarrollo económico y al éxito sostenible de las concesiones viales.
ITS para operaciones del sistema	SI	Los Sistemas de Transporte Inteligente (ITS) son altamente aplicables en vías concesionadas, ya que contribuyen a la mejora de la operación, la eficiencia y la seguridad vial, permitiendo la monitorización en tiempo real, la gestión de incidentes y la toma de decisiones informadas para garantizar la satisfacción del usuario y la sostenibilidad financiera de la concesión.

Ceequal

Uso circular de los productos de construcción	de	los	de	SI	El uso circular de productos de construcción es aplicable a vías concesionadas debido a su capacidad para reducir costos a largo plazo, cumplir con regulaciones ambientales, mejorar la reputación corporativa y promover la sostenibilidad en proyectos de infraestructura de largo plazo.
Estrategia de eficiencia de recursos	para	los	de	SI	La estrategia de eficiencia de recursos es aplicable a vías concesionadas porque permite reducir costos a largo plazo, promover un mantenimiento sostenible, impulsar la innovación tecnológica y disminuir el impacto ambiental a lo largo de las extensas concesiones viales, mejorando la eficacia en la gestión de los activos viales y beneficiando tanto a las empresas concesionarias como a la comunidad.
Gestión financiera del proyecto				SI	La gestión financiera del proyecto es aplicable a vías concesionadas debido a la necesidad de asegurar la sostenibilidad financiera a lo largo de concesiones a largo plazo, gestionar riesgos financieros, optimizar recursos y cumplir con acuerdos contractuales complejos.
Optimización de costos				SI	La optimización de costos es aplicable a vías concesionadas para asegurar la sostenibilidad económica, competitividad, maximización del retorno de inversión y satisfacción del cliente. Dado que estas concesiones involucran inversiones considerables y operaciones a largo plazo, la gestión eficiente de costos es fundamental para mantener la rentabilidad, minimizar riesgos financieros y ofrecer servicios de alta calidad.
Beneficios económicos del proyecto				SI	Los beneficios económicos del proyecto son aplicables a vías concesionadas debido a su importancia en la rentabilidad y retorno de inversión para las empresas concesionarias, la necesidad de mantener la sostenibilidad financiera a lo largo de la concesión, y como incentivo para la inversión privada en infraestructura pública, promoviendo así el desarrollo y mantenimiento de una infraestructura vial de alta calidad.
Inversión sostenible	de			SI	La inversión en sostenibilidad es esencial en vías concesionadas debido a la duración prolongada de las concesiones, la necesidad de cumplir con regulaciones ambientales, la mejora de la eficiencia operativa y el impulso a

			la reputación y responsabilidad social corporativa.
	Evaluación de riesgos y oportunidades económicas	SI	La evaluación de riesgos y oportunidades económicas es aplicable a vías concesionadas debido a la necesidad de anticipar y gestionar la complejidad financiera a largo plazo.
	Evaluación de ahorro de costos de carbono social	SI	La evaluación de ahorro de costos de carbono social es relevante en vías concesionadas debido a su impacto significativo en el medio ambiente y las emisiones de carbono.
Be2st in Highways	Reducción de costos	SI	La reducción de costos es aplicable a vías concesionadas para garantizar la sostenibilidad financiera a largo plazo, mantener la rentabilidad y competitividad de las empresas concesionarias, y ofrecer servicios viales eficientes a precios competitivos, contribuyendo a la viabilidad económica de proyectos de infraestructura de larga duración.
	Mejorar la movilidad y la accesibilidad de la comunidad	SI	Mejorar la movilidad y la accesibilidad de la comunidad es aplicable a vías concesionadas debido a su función esencial en conectar comunidades, facilitar el transporte de personas y bienes, y estimular el desarrollo económico regional.
Envision	Apoyar las prácticas de compras sostenibles	SI	Apoyar las prácticas de compras sostenibles en vías concesionadas es esencial para reducir el impacto ambiental, cumplir con regulaciones, mejorar la responsabilidad social corporativa y lograr eficiencia económica a largo plazo en la construcción y operación de infraestructura vial.
Greenlites	Reducir el consumo eléctrico	SI	Reducir el consumo eléctrico es aplicable a vías concesionadas debido a su contribución a la sostenibilidad ambiental, la reducción de costos operativos, y el cumplimiento de regulaciones ambientales, lo que permite operar de manera más eficiente y sostenible, beneficiando a las empresas concesionarias y al medio ambiente.

Reducir el consumo de petróleo	SI	Reducir el consumo de petróleo es aplicable a vías concesionadas debido a su impacto positivo en la sostenibilidad ambiental al reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, a la reducción de costos operativos que mejora la eficiencia económica, y al cumplimiento de regulaciones ambientales que promueven prácticas más limpias y eficientes en la operación de la infraestructura vial, beneficiando tanto al medio ambiente como a las empresas concesionarias.
Reducción de luz parásita	SI	La reducción de luz parásita no es una preocupación principal en vías concesionadas, ya que la prioridad es proporcionar una iluminación adecuada para garantizar la seguridad vial, y las medidas para reducir la contaminación lumínica pueden generar costos adicionales que a menudo no se justifican en comparación con los beneficios en estas circunstancias.

5.1.3 Dimensión ambiental

En el ámbito de la planificación y desarrollo de infraestructuras viales, la dimensión ambiental adquiere una importancia crítica para asegurar la sostenibilidad y minimizar el impacto ecológico de los proyectos. La toma de decisiones informada se torna esencial, y los sistemas técnicos específicos, como Greenroads, Sure, Invest, Ceequal, Be2st-in-highways, Envision y Greenlites, desempeñan un papel clave al ofrecer perspectivas diversificadas. En la Tabla 14, se detalla cómo cada sistema aborda aspectos ambientales clave, incluyendo prácticas de diseño sostenible, estrategias de conservación de recursos y evaluación de impactos ambientales a lo largo del ciclo de vida de la infraestructura vial. Este análisis integral proporciona una visión detallada de las opciones disponibles a nivel técnico, económico y ambiental, permitiendo a los tomadores de decisiones evaluar las certificaciones en función de sus implicaciones específicas en la calidad y sostenibilidad de los proyectos.

Al considerar prácticas y tecnologías respaldadas por estos sistemas, se cumplen los requisitos técnicos y económicos, y también se alinean de manera efectiva con los objetivos de sostenibilidad y preservación ambiental.

Tabla 14. *Dimensión ambiental*

SISTEMA	DIMENSIÓN		
	AMBIENTAL	APLICA	DESCRIPCIÓN
Greenroads	Análisis de impacto ecológico	SI	Evalúa cómo la construcción y operación de carreteras concesionadas afectan el entorno natural. Se examinan aspectos como la ubicación, la vida silvestre, la calidad del aire y del agua, el suelo, el paisaje, el impacto visual y sonoro, y se desarrollan planes de manejo ambiental para mitigar los efectos negativos y promover la sostenibilidad, cumpliendo con las regulaciones ambientales y fomentando la participación comunitaria.
	Huella energética y de carbono	SI	Es crucial para medir y gestionar el impacto ambiental de la construcción y operación de estas carreteras. Al cuantificar el consumo de energía y las emisiones de gases de efecto invernadero, se pueden identificar oportunidades de mejora en la eficiencia energética y reducción de emisiones, lo que contribuye a la mitigación del cambio climático y al cumplimiento de regulaciones ambientales, promoviendo así un desarrollo de infraestructura más sostenible.
	Desarrollo de bajo impacto	NO	El desarrollo de bajo impacto en vías concesionadas no es viable debido a restricciones geográficas, técnicas o funcionales que pueden limitar la alternativas de construcción con impacto ambiental reducido. En tales casos, el enfoque se centra en la mitigación de impactos y la implementación de prácticas sostenibles para reducir al mínimo las consecuencias negativas en el medio ambiente y promover una coexistencia equilibrada entre la infraestructura vial y la conservación ambiental. La viabilidad de un desarrollo de bajo impacto en vías concesionadas dependerá de las condiciones y necesidades específicas de cada proyecto.
	Prevención de la contaminación	SI	La prevención de la contaminación en vías concesionadas es vital para minimizar los efectos negativos en el medio ambiente. La construcción y operación de carreteras pueden generar contaminantes

		que afectan la calidad del agua, el aire y el suelo. La implementación de medidas como sistemas de gestión de aguas pluviales, tecnologías de control de emisiones y prácticas de construcción sostenible contribuye a reducir el impacto ambiental y promover la sostenibilidad en proyectos viales concesionados.
Gestión de residuos	SI	La gestión de residuos en vías concesionadas es esencial porque contribuye a la reducción del impacto ambiental. Durante la construcción y operación de carreteras, se generan diversos tipos de residuos, como desechos de construcción, neumáticos usados y productos químicos.
Gestión del ruido y deslumbramiento	SI	La gestión del ruido y deslumbramiento en vías concesionadas es aplicable para minimizar los efectos negativos en la calidad de vida de las comunidades circundantes y garantizar la seguridad vial. La reducción de la contaminación acústica y del deslumbramiento mejora la comodidad de los residentes locales y la visibilidad de los conductores, promoviendo así la sostenibilidad y el bienestar en la infraestructura vial concesionada.
Alineación preferida	NO	La alineación preferida en vías concesionadas puede no aplicar en algunos casos debido a restricciones geográficas, de propiedad de tierras u otros factores que pueden hacer que una opción de alineación sea inviable. En tales situaciones, se deben considerar alternativas que minimicen el impacto ambiental y maximicen la eficiencia de la infraestructura vial, teniendo en cuenta las limitaciones específicas del proyecto.
Conectividad ecológica	SI	La conectividad ecológica es fundamental en vías concesionadas ya que ayuda a mantener la circulación de la vida silvestre y a prevenir la fragmentación de hábitats naturales. Al permitir que la fauna se desplace entre áreas, se promueve la diversidad genética y la salud de los ecosistemas, contribuyendo así a la sostenibilidad ambiental en proyectos viales concesionados.
Conservación del hábitat	SI	La conservación del hábitat en vías concesionadas es esencial porque ayuda a mantener la biodiversidad y evita la fragmentación de ecosistemas, lo que a su vez preserva la salud de la vida silvestre y contribuye a la sostenibilidad a largo plazo en proyectos viales concesionados.
Mejoras en el uso de la tierra	SI	La aplicación de mejoras en el uso de la tierra en vías concesionadas es relevante ya que permite una planificación más eficiente de la infraestructura vial, minimizando la conversión de tierras naturales o agrícolas. Esto contribuye a la conservación de

		hábitats y recursos valiosos, al tiempo que promueve la sostenibilidad en proyectos viales concesionados.
Calidad de la vegetación	SI	La calidad de la vegetación es esencial en vías concesionadas ya que ayuda a prevenir la erosión del suelo, estabilizar el entorno y promover hábitats naturales, contribuyendo a la sostenibilidad ambiental en estos proyectos viales.
Gestión del suelo	SI	La gestión del suelo es esencial en vías concesionadas ya que ayuda a mantener la calidad y la salud del suelo, minimiza la erosión y permite la conservación de la fertilidad y de los recursos naturales del suelo, promoviendo la sostenibilidad a largo plazo en proyectos viales concesionados.
Conservación del agua	SI	La conservación del agua es decisiva en vías concesionadas debido a la necesidad de preservar este recurso esencial y mitigar la contaminación que puede derivar de la construcción y operación de carreteras. La gestión adecuada del agua contribuye a la sostenibilidad ambiental, minimizando los impactos negativos en ecosistemas acuáticos y asegurando un uso responsable del agua en proyectos viales concesionados.
Control de flujo de escorrentía	SI	El control de flujo de escorrentía es esencial en vías concesionadas para prevenir la erosión del suelo, reducir la contaminación del agua y mitigar los riesgos de inundaciones. Esto contribuye a la sostenibilidad ambiental al proteger los recursos hídricos y minimizar los impactos negativos en proyectos viales concesionados.
Tratamiento mejorado: metales	NO	El tratamiento mejorado de metales suele no ser aplicable en vías concesionadas debido a que estas carreteras priorizan aspectos como el tráfico, la seguridad y la eficiencia. En este contexto, la gestión de metales puede considerarse menos relevante, ya que las vías concesionadas buscan soluciones de pavimentación más robustas y duraderas para cumplir con estándares elevados de rendimiento a largo plazo y minimizar costos operativos. La atención en estas concesiones se centra en prácticas que optimizan la operación y el mantenimiento, relegando el tratamiento mejorado de metales a aplicaciones más adecuadas en otros entornos viales.
Tratamiento de aceites y contaminantes	SI	El tratamiento mejorado de metales generalmente no aplica en vías concesionadas, ya que su enfoque principal se centra en cuestiones de tráfico, seguridad y eficiencia, relegando la gestión de metales a prácticas más relevantes en otros contextos.
Excelencia ambiental	SI	La excelencia ambiental es aplicable en vías concesionadas porque promueve la adopción de

		prácticas sostenibles, reduciendo el impacto ambiental y protegiendo los recursos naturales a lo largo de la construcción y operación de estas carreteras.
Proceso de calidad	SI	La implementación de un proceso de calidad es esencial en vías concesionadas para garantizar la eficiencia, seguridad y durabilidad de la infraestructura vial, así como para cumplir con estándares de construcción y operación. Este enfoque promueve la confiabilidad y la satisfacción de los usuarios, además de contribuir a la sostenibilidad y al éxito a largo plazo de proyectos viales concesionados.
Emisiones al aire de la zona de trabajo	SI	El monitoreo de emisiones al aire en la zona de trabajo es crucial en vías concesionadas para mitigar el impacto ambiental y proteger la salud pública. La construcción y operación de carreteras pueden generar contaminantes atmosféricos, y el monitoreo asegura el cumplimiento de regulaciones ambientales y promueve prácticas sostenibles en proyectos viales concesionados.
Uso de agua en la zona de construcción	SI	El uso de agua en la zona de construcción es aplicable en vías concesionadas debido a que la construcción y el mantenimiento de carreteras a menudo requieren grandes cantidades de agua. La gestión eficiente de este recurso es esencial para garantizar la sostenibilidad de los proyectos viales concesionados, minimizar el agotamiento de fuentes de agua locales y reducir el impacto ambiental, especialmente en regiones donde el agua es un recurso escaso o crítico.
Declaraciones ambientales de producto	SI	Las declaraciones ambientales de producto son aplicables en vías concesionadas para evaluar y comunicar de manera precisa el impacto ambiental de los materiales de construcción utilizados en la infraestructura vial, lo que contribuye a la selección de materiales más sostenibles y a la reducción del impacto ambiental en estos proyectos.
Declaraciones de productos sanitarios	NO	Las declaraciones de productos sanitarios no son aplicables en vías concesionadas, ya que se refieren a productos utilizados en el ámbito de la salud y no guardan relación con la construcción o gestión de carreteras.
Materiales locales	SI	La utilización de materiales locales es aplicable a vías concesionadas porque puede reducir la huella ecológica al minimizar la distancia de transporte de los materiales de construcción. Esto disminuye la emisión de gases de efecto invernadero y los costos asociados al transporte, promoviendo una construcción más sostenible en proyectos viales concesionados.

	Infraestructura de vehículos eléctricos	NO	La infraestructura de vehículos eléctricos no suele ser directamente aplicable en vías concesionadas, ya que su función principal se centra en la carga y mantenimiento de vehículos eléctricos, mientras que las vías concesionadas se enfocan en la construcción y operación de carreteras. Aunque pueden existir proyectos de electrificación de carreteras, estos son diferentes en su naturaleza y propósito, por lo que no se consideran aspectos comunes en vías concesionadas.
	Eficiencia energética	SI	La eficiencia energética es aplicable en vías concesionadas, ya que reduce los costos operativos y las emisiones de gases de efecto invernadero, promoviendo la sostenibilidad y la responsabilidad ambiental en la infraestructura vial.
	Energía alternativa	SI	La implementación de energía alternativa es aplicable en vías concesionadas por varias razones. En primer lugar, el sector del transporte, que incluye la operación de carreteras, es una fuente significativa de emisiones de gases de efecto invernadero y contaminantes atmosféricos. La adopción de energías alternativas, como la electricidad, el hidrógeno o biocombustibles, en la flota de vehículos y en la iluminación de las carreteras puede reducir estas emisiones y promover la sostenibilidad ambiental.
	Reducción de emisiones de tráfico	SI	La reducción de emisiones de tráfico es fundamental en vías concesionadas para mitigar el impacto ambiental y mejorar la calidad del aire, especialmente en áreas urbanas. Implementar medidas como el fomento de vehículos de bajas emisiones, la gestión eficiente del tráfico y sistemas de transporte público contribuye a la sostenibilidad y a la reducción de la huella de carbono en proyectos viales concesionados.
Sure	Diversidad de vida y sistemas ecológicos	SI	La consideración de la diversidad de vida y sistemas ecológicos es aplicable en vías concesionadas para proteger hábitats naturales y preservar la biodiversidad, minimizando la alteración de ecosistemas y promoviendo la sostenibilidad ambiental en estos proyectos viales.
	Recursos provenientes de la naturaleza	SI	La consideración de recursos provenientes de la naturaleza es aplicable en vías concesionadas debido a la dependencia de materiales naturales en la construcción y el mantenimiento de carreteras. La gestión sostenible de estos recursos es crucial para promover la sostenibilidad ambiental y reducir la huella ecológica en proyectos viales concesionados.

	Utilización de la superficie terrestre y la configuración del entorno	NO	La utilización de la superficie terrestre y la configuración del entorno no es aplicable debido a restricciones estrictas para preservar áreas ecológicamente sensibles. Estas carreteras a menudo atraviesan reservas naturales y zonas de biodiversidad, imponiendo regulaciones que buscan minimizar impactos ambientales negativos. Las normativas ambientales rigurosas, junto con la necesidad de evaluar y mitigar posibles efectos adversos, contribuyen a limitar las modificaciones significativas en el entorno, asegurando así la sostenibilidad y la protección del medio ambiente en el desarrollo de infraestructuras viales concesionadas.
	Salvaguardia del entorno natural	NO	La Salvaguardia del entorno natural puede no ser directamente aplicable a vías concesionadas en Colombia debido a diversas consideraciones. En muchos casos, las carreteras concesionadas atraviesan áreas ecológicamente sensibles, como reservas naturales o zonas de biodiversidad, y están sujetas a regulaciones ambientales estrictas. La gestión de estas vías implica un equilibrio delicado entre el desarrollo de infraestructura y la preservación ambiental, lo que puede requerir medidas específicas para minimizar impactos. Las restricciones en la Salvaguardia del entorno natural pueden ser el resultado de la necesidad de garantizar la sostenibilidad ambiental y la biodiversidad, así como de cumplir con normativas que buscan prevenir daños significativos al medio ambiente. En este contexto, la planificación de vías concesionadas en Colombia a menudo prioriza la implementación de prácticas y tecnologías que minimizan el impacto ambiental y contribuyen a la protección de los ecosistemas sensibles.
	Variación en las condiciones climáticas	SI	La consideración de la variación en las condiciones climáticas es aplicable en vías concesionadas para garantizar la seguridad de los conductores y la funcionalidad de la infraestructura vial.
Invest	Planificación integrada: natural ambiente	SI	La planificación integrada del entorno natural es aplicable en vías concesionadas para asegurar la armonización entre la infraestructura vial y la conservación del entorno, promoviendo la sostenibilidad y minimizando el impacto ambiental en estos proyectos.
	Energía y combustibles	SI	La consideración de energía y combustibles es aplicable en vías concesionadas debido a que la operación y gestión de carreteras conlleva el uso de energía y combustibles para iluminación, señalización y mantenimiento de la infraestructura. La eficiencia

			en el uso de energía, la transición a fuentes más limpias y la gestión responsable de combustibles son aspectos cruciales para reducir los costos operativos, minimizar las emisiones y promover la sostenibilidad en proyectos viales concesionados.
Seguimiento de compromisos medioambientales	SI		El seguimiento de compromisos medioambientales es esencial en vías concesionadas para asegurar el cumplimiento de medidas y regulaciones ambientales, así como para evaluar y mitigar el impacto de la infraestructura en el entorno, promoviendo la sostenibilidad y la gestión responsable de aspectos ambientales en estos proyectos.
Restauración del hábitat	SI		La restauración del hábitat es aplicable en vías concesionadas para compensar el impacto ambiental, promover la conservación de la biodiversidad y restaurar áreas afectadas, lo que contribuye a la sostenibilidad y al equilibrio entre la infraestructura vial y la protección del entorno natural en proyectos concesionados.
Control de flujo y calidad de aguas pluviales	SI		El control de flujo y la calidad de aguas pluviales son aplicables en vías concesionadas debido a que la infraestructura vial puede influir en la gestión del agua de lluvia y en la prevención de la contaminación.
Capacitación ambiental de construcción	SI		Sí cumple ya que consisten en cursos sobre diversos temas ambientales cuyo manejo es necesario o imprescindible para las organizaciones, ya sea de forma introductorio o para incrementar las competencias en dicha área.
Desarrollo de bajo impacto	NO		El desarrollo de bajo impacto puede no ser aplicable en vías concesionadas debido a la presión económica y de rentabilidad que enfrentan las empresas privadas que gestionan estas concesiones. En muchos casos, los contratos de concesión están orientados principalmente hacia la recuperación de la inversión y la generación de ganancias, lo que puede limitar la disposición de las empresas para invertir en prácticas que reduzcan el impacto ambiental y social de la infraestructura.
Contaminación lumínica	SI		La contaminación lumínica es aplicable a vías concesionadas debido a su influencia en la seguridad vial, el ahorro energético y la mejora de la imagen de las concesionarias, lo que puede atraer inversores y beneficiar a las comunidades locales. Reducir la contaminación lumínica en estas vías puede ser una práctica sostenible y beneficiosa a nivel ambiental, económico y social.
Seguimiento de compromisos	SI		El seguimiento de compromisos medioambientales es esencial en vías concesionadas para garantizar que se cumplan las regulaciones ambientales y los acuerdos

	medioambientales sistema		establecidos en los contratos de concesión. Este seguimiento asegura que las empresas concesionarias gestionen sus operaciones de manera sostenible, minimizando los impactos ambientales y protegiendo el entorno natural, lo que es fundamental para mantener la integridad ambiental y la satisfacción de las comunidades locales a lo largo de la vida de la concesión.
	Programa de gestión del clima vial	SI	El programa de gestión del clima vial es aplicable en vías concesionadas debido a su capacidad para mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas al alto tráfico en estas carreteras. Al promover prácticas de conducción eficientes y la adopción de vehículos más limpios, contribuye a la reducción de impactos climáticos negativos, mejora la sostenibilidad de las operaciones viales y puede ser un factor atractivo para inversores y reguladores preocupados por la acción climática.
Ceequal	Liderazgo en sostenibilidad	SI	El liderazgo en sostenibilidad es esencial en vías concesionadas ya que permite abordar los impactos ambientales y sociales asociados con estas infraestructuras.
	Gestión ambiental	SI	La gestión ambiental es fundamental en vías concesionadas para reducir y controlar los impactos negativos en el entorno natural. Dado que estas carreteras a menudo atraviesan áreas sensibles, es crucial para las empresas concesionarias cumplir con regulaciones ambientales, minimizar la degradación del entorno y prevenir la contaminación. La gestión ambiental no solo es un requisito legal, sino que también contribuye a una imagen positiva de la empresa y a la sostenibilidad a largo plazo de la infraestructura vial.
	Gestión responsable de la construcción	SI	La gestión responsable de la construcción es esencial en vías concesionadas para garantizar la sostenibilidad, reducir el impacto ambiental y asegurar la seguridad, tanto de los trabajadores como de los usuarios de la carretera, promoviendo una infraestructura vial más respetuosa con el entorno.
	Evaluación y mitigación de riesgos	SI	La evaluación y mitigación de riesgos es fundamental en vías concesionadas para garantizar la seguridad de los usuarios y para minimizar los impactos negativos en el entorno natural, promoviendo la sostenibilidad y una operación segura en estos proyectos viales.
	Inundaciones y escorrentía de aguas superficiales	SI	La gestión de inundaciones y escorrentía de aguas superficiales es aplicable en vías concesionadas para prevenir inundaciones, minimizar la erosión y reducir los impactos ambientales negativos, garantizando la seguridad y la sostenibilidad de la infraestructura vial.

	Contaminación y remediación de la tierra	SI	La contaminación y la remediación de la tierra son aplicables en vías concesionadas para prevenir y remediar la contaminación del suelo, restaurar áreas afectadas y promover la sostenibilidad ambiental en proyectos de infraestructura vial.
	Protección de la biodiversidad	SI	La protección de la biodiversidad es aplicable en vías concesionadas para minimizar el impacto en hábitats naturales, preservar la vida silvestre y promover la sostenibilidad ambiental en proyectos de infraestructura vial.
	Contaminación del agua, aire, acústica y lumínica	SI	La gestión de la contaminación del agua, aire, acústica y lumínica es aplicable en vías concesionadas para proteger el entorno natural, la salud pública y la calidad de vida de las comunidades cercanas, promoviendo un enfoque sostenible y responsable en la construcción y operación de carreteras.
Be2st-in-highways	Emisión de gases de efecto invernadero	SI	La reducción de emisiones de gases de efecto invernadero es esencial en vías concesionadas para mitigar el cambio climático y promover la sostenibilidad ambiental. La adopción de prácticas y tecnologías que reduzcan estas emisiones, como el fomento de vehículos más limpios y la gestión eficiente del tráfico, contribuye a un transporte más sostenible y a la disminución del impacto ambiental en proyectos viales concesionados.
	Uso de energía	SI	La gestión del uso de energía es aplicable en vías concesionadas para reducir costos operativos y minimizar la huella de carbono, promoviendo la sostenibilidad y la eficiencia en proyectos de infraestructura vial.
	Utilizar energía renovable	SI	La utilización de energía renovable es aplicable en vías concesionadas para reducir la dependencia de fuentes convencionales, disminuir costos operativos y minimizar la huella de carbono, promoviendo la sostenibilidad y la adopción de prácticas más limpias en la infraestructura vial.
	Puesta en marcha y supervisión de los sistemas de energía	SI	La puesta en marcha y supervisión de los sistemas de energía es aplicable en vías concesionadas para garantizar el funcionamiento eficiente y seguro de las instalaciones energéticas en las carreteras, promoviendo la seguridad vial y la eficiencia en proyectos de infraestructura vial.
	Preservar los recursos hídricos	SI	La preservación de los recursos hídricos es aplicable a vías concesionadas ya que estas concesiones permiten establecer estándares y prácticas específicas para el manejo responsable del agua en la construcción y operación de infraestructuras, contribuyendo así a la conservación de este recurso vital y evitando impactos negativos en el entorno acuático circundante.

Preservar las áreas de alto valor ecológico	SI	La preservación de áreas de alto valor ecológico es aplicable en vías concesionadas debido a que estas infraestructuras a menudo atraviesan o están cerca de ecosistemas valiosos.
Proporcionar zonas de amortiguación de humedales y aguas superficiales	SI	La provisión de zonas de amortiguación para humedales y aguas superficiales es aplicable en vías concesionadas porque estas áreas desempeñan un papel fundamental en la protección de los recursos hídricos y la biodiversidad. Las vías concesionadas a menudo cruzan o se encuentran cerca de humedales y cuerpos de agua, y estas zonas de amortiguación actúan como barreras naturales que ayudan a prevenir la contaminación, proteger la calidad del agua y conservar los hábitats acuáticos.
Gestionar las aguas pluviales	SI	La gestión de aguas pluviales es aplicable en vías concesionadas debido a que estas infraestructuras pueden alterar el flujo y la calidad del agua de lluvia en su entorno.
Proteger la calidad de las aguas superficiales y subterráneas	SI	La protección de la calidad de las aguas superficiales y subterráneas es aplicable en vías concesionadas debido a que estas infraestructuras pueden contribuir a la contaminación del agua mediante derrames y escorrentía de carreteras.
Mantener las funciones de las llanuras aluviales	SI	La conservación de las funciones de las llanuras aluviales es generalmente aplicable en vías concesionadas debido a la importancia de estas áreas en la regulación de inundaciones, la recarga de acuíferos y la preservación de la biodiversidad.
Controlar especies invasoras	SI	El control de especies invasoras es aplicable en vías concesionadas debido a que estas infraestructuras pueden facilitar la propagación de plantas y animales no nativos que desplazan a las especies autóctonas, afectando negativamente a los ecosistemas locales.
Reducir el carbono neto incorporado	SI	La reducción del carbono neto incorporado es aplicable en vías concesionadas porque la construcción y operación de infraestructuras viales pueden generar una importante huella de carbono, tanto en la fase de construcción como en la de mantenimiento.
Proteger, mejorar o restaurar el hábitat de vida silvestre	SI	La protección, mejora o restauración del hábitat de vida silvestre es aplicable en vías concesionadas debido a que estas infraestructuras a menudo atraviesan o se encuentran cerca de áreas naturales que albergan una variedad de especies. La construcción y operación de carreteras y autopistas pueden tener un impacto negativo en los hábitats de vida silvestre al fragmentarlos, degradarlos y perturbar las rutas migratorias.

Proteger, plantar o mitigar para la eliminación de árboles y comunidades vegetales	SI	La protección, plantación o mitigación de la eliminación de árboles y comunidades vegetales es aplicable en vías concesionadas debido a que la construcción y el mantenimiento de carreteras y autopistas a menudo implican la tala de árboles y la perturbación de comunidades vegetales
Material provisto localmente	SI	La utilización de materiales provistos localmente es generalmente aplicable en vías concesionadas como un criterio ambiental beneficioso. Utilizar materiales locales en la construcción y el mantenimiento de carreteras y autopistas puede reducir la huella de carbono asociada con el transporte de materiales a largas distancias, lo que disminuye las emisiones de gases de efecto invernadero.

La realización y aplicación de encuestas en este estudio constituye una herramienta metodológica integral diseñada para formular una propuesta de evaluación de la sostenibilidad en vías concesionadas en el Departamento de Antioquia. Dirigida a un público específico compuesto por profesionales y expertos en el ámbito, la encuesta, detallada en el anexo 1 junto con la ficha utilizada para la recopilación de datos, aborda criterios técnicos, económicos y ambientales. La asignación de calificaciones refleja la importancia de aspectos claves para la sostenibilidad, tales como la eficiencia operativa, la viabilidad financiera a largo plazo y la mitigación de impactos ambientales. Esta metodología proporciona una base estructurada y equilibrada para evaluar y proponer medidas que favorezcan el desarrollo sostenible de las vías concesionadas en el contexto específico de este departamento, facilitando la toma de decisiones informada y orientada hacia la mejora continua de la infraestructura vial.

5.2 Análisis de encuestas aplicadas

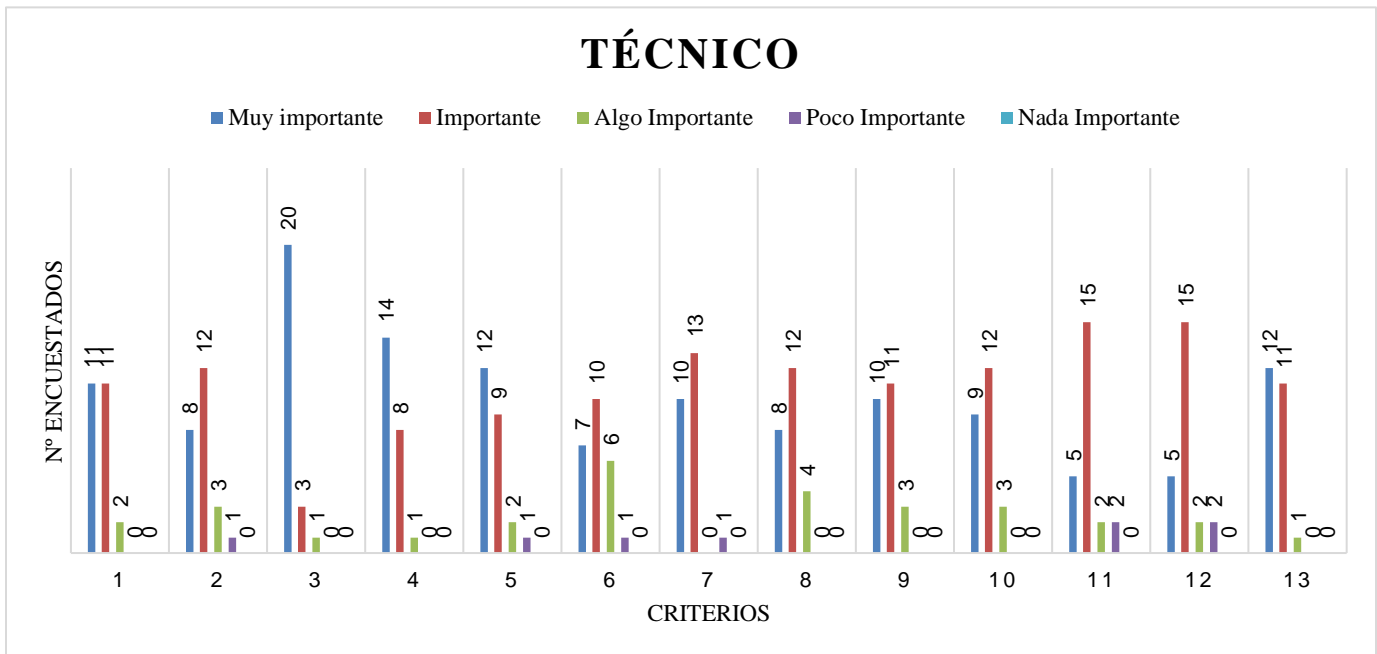
Cada ítem de la encuesta está distribuido en las categorías técnica (criterios técnicos), económica (criterios económicos) y ambiental (criterios ambientales). La asignación de

calificaciones, de 1 (Nada importante) a 5 (Muy importante), permite una evaluación ponderada y equilibrada.

A continuación, se presentan los resultados para cada dimensión y sus correspondientes criterios.

5.2.1 Análisis técnico

Figura 6. Análisis de criterios técnicos



Los resultados de la encuesta dirigida a 24 profesionales, entre ingenieros ambientales e ingenieros civiles, con el propósito de desarrollar una propuesta de evaluación de sostenibilidad basada en criterios técnicos, ambientales y económicos de certificaciones viales existentes aplicables a vías concesionadas en el Departamento de Antioquia, revelan que la mayoría de los encuestados atribuyen una alta importancia a los criterios técnicos. Entre estos, se destacan aquellos que son percibidos como especialmente significativos por los participantes.:

- Criterio 3- Diseño sostenible y de larga duración: es considerado muy importante por el 83,3% de los encuestados, indica que se reconoce la importancia de diseñar carreteras que sean sostenibles desde el punto de vista ambiental y que tengan una larga vida útil.
- Criterio 11- Análisis de desempeño del pavimento: es considerado importante por el 62,5% de los encuestados, lo que indica que garantizar el estado del pavimento incide en la sostenibilidad de estos proyectos.
- Criterio 12- Técnicas de bioingeniería: es considerado importante por el 62,5% de los encuestados, muestra que esta disciplina constructiva resulta eficiente para la ejecución de obras con un enfoque mixto que garantice la consolidación de taludes, riberas de ríos, se controle la erosión y se proteja el medio ambiente.
- Criterio 4- Plan de control de calidad de la construcción: es considerado muy importante por el 60,9% de los encuestados, indica que la calidad de las obras contribuye a la sostenibilidad dado que se reducen costos de mantenimiento y no se generan obras inconclusas.
- Criterio 7- Sistema de gestión de mantenimiento que incluya pavimentos, puentes y demás estructuras: es considerado muy importante por el 54,2% de los encuestados, lo que indica que se reconoce la importancia de contar con un sistema de mantenimiento efectivo que permita garantizar la funcionalidad y seguridad de las carreteras a lo largo del tiempo.

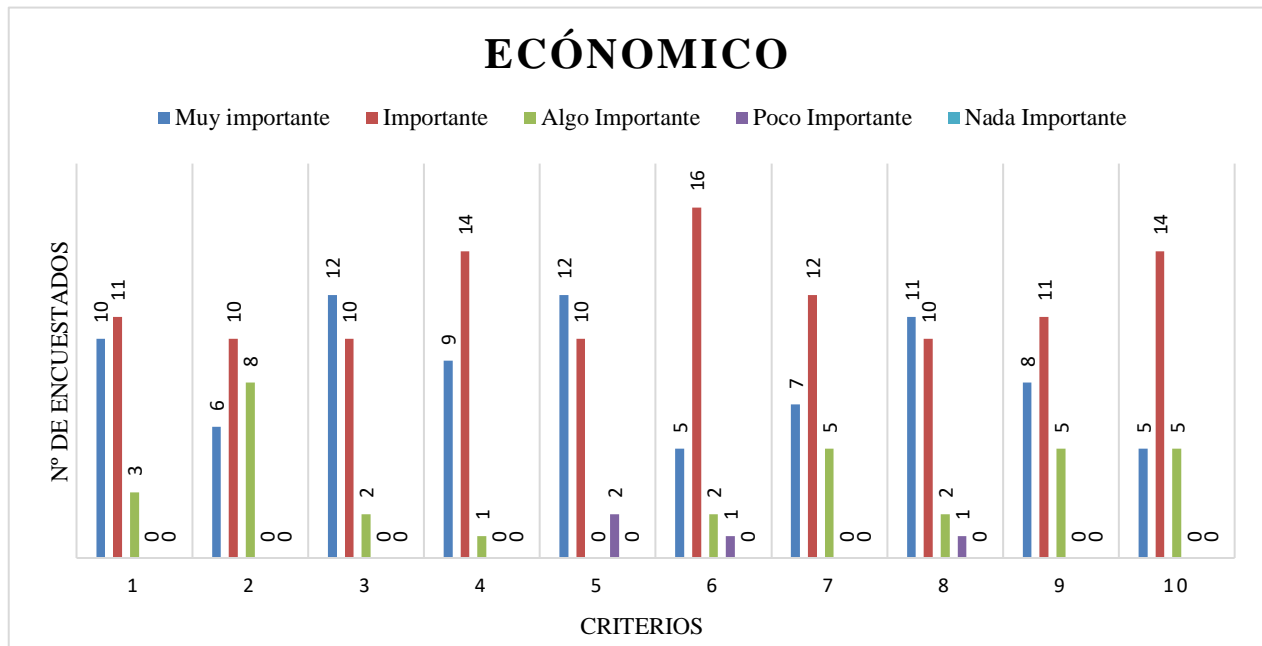
La asignación de porcentajes a cada criterio técnico es importante para cuantificar la importancia relativa en la evaluación de la sostenibilidad de las vías concesionadas. Lo anterior, debido a que estos porcentajes reflejan la ponderación específica otorgada a cada criterio en función de su relevancia. Por ejemplo, un énfasis del 50% en los criterios 5 (Uso de tecnologías de pavimento), 13 (Innovación), 2 (Desarrollo de proyectos sensibles al contexto), 8 (Movilidad sostenible, gestión de transporte y operaciones), y 10 (Uso de sistemas de transporte inteligente - ITS) indica su importancia en la evaluación global. Por otro lado, porcentajes ligeramente más bajos, como el 45.8% para la Selección de alineación y emplazamiento, el 41.7% para la Auditoría de seguridad vial (RSA), y el 45.8% para la Iluminación y comunicación energéticamente eficientes, resaltan su relevancia, aunque con una ponderación menor. Estos porcentajes brindan una base cuantitativa para la toma de decisiones informadas y contribuyen a la objetividad en la evaluación de la sostenibilidad. Los criterios técnicos excluidos de la propuesta no alcanzaron un umbral de aceptación predeterminado (< 50%). Este enfoque optimiza la evaluación al centrarse en los aspectos más críticos y relevantes, según la percepción de los expertos y profesionales, concentrando recursos y atención en los elementos que tienen un impacto más significativo en la sostenibilidad de las vías concesionadas en el Departamento de Antioquia.

Con base en lo anterior, la propuesta de evaluación de la sostenibilidad incluye los siguientes criterios técnicos: Diseño sostenible y de larga duración, Análisis de desempeño del pavimento, Técnicas de bioingeniería, Plan de control de calidad de la construcción y Sistema de gestión de mantenimiento que incluya pavimentos, puentes y demás estructuras.

5.2.3 Análisis económico

Los resultados de la encuesta aplicada a 24 profesionales, incluyendo ingenieros ambientales e ingenieros civiles, con la finalidad de desarrollar una propuesta para evaluar la sostenibilidad mediante criterios técnicos, ambientales y económicos de certificaciones viales existentes aplicables a vías concesionadas en el Departamento de Antioquia, indican que la mayoría de los encuestados otorgan importancia a los criterios económicos.

Figura 7. Análisis de criterios económicos



- Criterio 6- Vinculación de gestión de activos y planificación: es considerado importante por el 66,7% de los encuestados, lo que indica que se reconoce la importancia de integrar la gestión de activos y la planificación de las carreteras para garantizar su eficiencia y sostenibilidad.

- Criterio 4- Uso circular de los productos de construcción: es considerado importante por el 58,3% de los encuestados, muestra la necesidad de utilizar materiales y productos que puedan ser reutilizados o reciclados al final de su vida útil.
- Criterio 10- Compras sostenibles: es considerado importante por el 58,3% de los encuestados, refleja que con estas compras se busca satisfacer una necesidad y a la vez se puede contribuir a la protección del medio ambiente con la reducción de recursos y costos a largo plazo.
- Criterio 3- Análisis económicos y sostenibilidad financiera: es considerado importante por el 58,3% de los encuestados, sugiere lo indispensable de realizar los estudios detallados para la inversión en este tipo de proyectos y de ser posible incluir dentro de estos análisis el impacto de riesgo al cambio climático.
- Criterio 5- Optimización y/o reducción de costos: este criterio es considerado muy importante por el 50% de los encuestados, lo que reconoce la importancia de reducir los costos de construcción, mantenimiento y operación de las carreteras.

El resto de los criterios económicos se detallan a continuación: el Criterio 7, centrado en la Gestión de la demanda de viajes, movilidad de carga y movimiento de mercancías, cuenta con un 50% de ponderación. Seguido, el criterio 1, referente al Análisis del costo de ciclo de vida, se valora en un 45,8%, al igual que el criterio 8, que aborda la Evaluación de riesgos y oportunidades económicas. Asimismo, el criterio 9, vinculado a la Evaluación de ahorro de costos de carbono social, también obtiene un 45,8%. Por último, el criterio 2, asociado al Desarrollo económico local, cuenta con una ponderación del 41,7%.

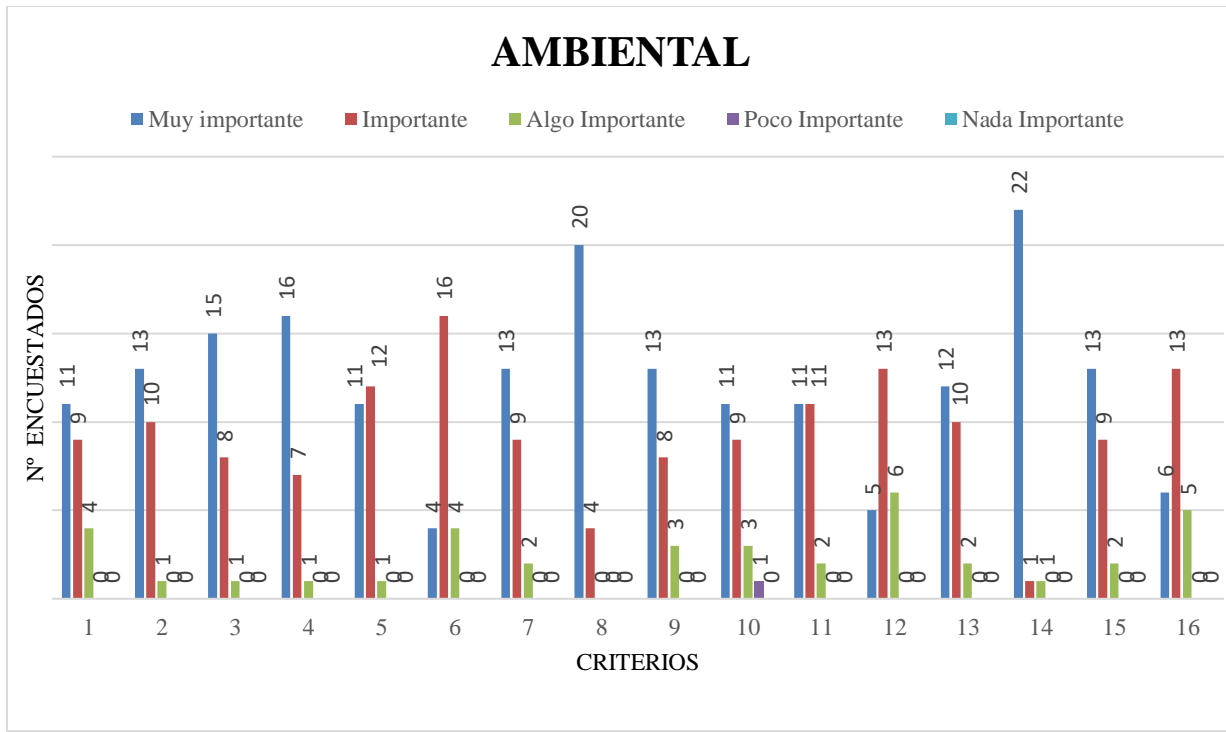
Los resultados de la encuesta sugieren que la propuesta de evaluación de la sostenibilidad debería incluir los siguientes criterios económicos: Vinculación de gestión de activos y planificación, Uso circular de los productos de construcción, Compras sostenibles, Análisis económicos y sostenibilidad financiera y muy probablemente Optimización y/o reducción de costos.

La asignación de ponderaciones en porcentaje a los criterios económicos es crucial, ya que los resultados de la encuesta evidencian que algunos criterios son percibidos como más relevantes que otros desde la perspectiva de los participantes. Específicamente, se destaca que el criterio 1, referente al Análisis del costo de ciclo de vida, es considerado más importante en comparación con el criterio 8, que aborda la Evaluación de riesgos y oportunidades económicas. Este hallazgo subraya la necesidad de establecer prioridades dentro de los criterios económicos durante la evaluación de la sostenibilidad de las carreteras, resaltando la importancia de centrar la atención y asignar recursos de manera estratégica para abordar los aspectos económicos que tienen un impacto más significativo en la sostenibilidad general del proyecto vial.

5.2.4 Análisis ambiental

Los resultados de la encuesta aplicada a 24 profesionales, incluyendo ingenieros ambientales e ingenieros civiles, con la finalidad de desarrollar una propuesta para evaluar la sostenibilidad mediante criterios técnicos, ambientales y económicos de certificaciones viales existentes aplicables a vías concesionadas en el Departamento de Antioquia, indican que la mayoría de los encuestados otorgan importancia a los criterios ambientales.

Figura 8. Análisis de criterios ambientales



En particular, los criterios que se consideran más importantes son:

- Criterio 14- Protección de la biodiversidad: este criterio es considerado muy importante por el 91,7% de los encuestados, lo que representa el deseo de obtener un cambio transformador con la forma de construir ese tipo de proyectos.
- Criterio 8- Uso del agua: este criterio es considerado muy importante por el 83,3% de los encuestados, lo que indica que se reconoce la importancia de utilizar el agua de manera eficiente y sostenible en las carreteras.

- Criterio 4- Conservación y restauración del hábitat: este criterio es considerado muy importante por el 66,7% de los encuestados, sugiere la importancia de proteger los ecosistemas naturales afectados por las carreteras.
- Criterio 6- Calidad de la vegetación y del paisaje: este criterio es considerado muy importante por el 66,7% de los encuestados, revela que debemos tener una percepción visual agradable, en contraste con la naturaleza e incluyendo el componente paisajístico.
- Criterio 3- Gestión integral de residuos sólidos: este criterio es considerado muy importante por el 62,5% de los encuestados, se reconoce la importancia de gestionar adecuadamente los residuos sólidos generados por las carreteras para evitar su impacto ambiental.
- Los siguientes criterios contemplan el mismo porcentaje de importancia del 54,2% :
 criterio 2- Prevención de la contaminación, criterio 7- Reducción de emisiones de GEI (gases de efecto invernadero), criterio 9- Seguimiento de cumplimientos ambientales, criterio 12- Programa de gestión del clima vial, criterio 15- Eficiencia energética y criterio 16- Declaraciones ambientales de productos

Los criterios ambientales restantes se detallan a continuación: el criterio 5, relacionado con Mejoras en el uso de la tierra, y el criterio 13, centrado en Liderazgo en sostenibilidad, ambos reciben una ponderación del 50%. Posteriormente, el criterio 1, que aborda el Cálculo de huella energética y de carbono, obtiene una valoración del 45,8%, al igual que el criterio 10, vinculado al Uso de materiales locales, y el criterio 11, asociado a la Capacitación ambiental de construcción.

Así mismo, los resultados de la encuesta también evidencian algunas diferencias de opinión entre los encuestados. Por ejemplo, el criterio 12- Programa de gestión del clima vial es considerado muy importante por el 54,2% de los encuestados, pero no es considerado muy importante por el otro 45,83%. Esto sugiere que es importante considerar la opinión de los diferentes actores involucrados en la evaluación de la sostenibilidad de las carreteras, como los gobiernos locales, las comunidades locales.

5.3 Propuesta de sostenibilidad

En cuanto a los criterios técnicos, se evidencia la necesidad de garantizar el diseño, la durabilidad, la gestión del mantenimiento y la seguridad de las carreteras, así como la importancia de reducir su impacto ambiental. En el ámbito económico, indica la necesidad de considerar diferentes perspectivas, estudios económicos, planificación y demás actores interesados en la evaluación. Finalmente, en el aspecto ambiental, los criterios reflejan la preocupación por la reducción del impacto ambiental de las carreteras y la conservación de los ecosistemas afectados.

En consecuencia, la propuesta de sostenibilidad debe equilibrar estos tres conjuntos de criterios para abordar de manera integral la evaluación de las vías concesionadas en Antioquia. Además, se destaca la importancia de considerar las diferentes perspectivas y opiniones de los actores involucrados en el proceso de evaluación. En resumen, los resultados de la encuesta proporcionan una base sólida para la formulación de una propuesta de evaluación de sostenibilidad que tenga en cuenta las prioridades y preocupaciones de los profesionales encuestados.

Luego de evaluar las certificaciones viales sostenibles que más se adecúan a vías concesionadas y de analizar las encuestas aplicadas se plantea la siguiente propuesta de criterios:

CRITERIOS TÉCNICOS

1. Diseño sostenible y de larga duración

Descripción: El criterio de diseño sostenible y de larga duración va más allá de la mera estética de la infraestructura vial. Implica la integración consciente de prácticas de diseño que minimizan el impacto ambiental, fomentan la eficiencia en el uso de recursos y garantizan la durabilidad de las vías concesionadas. Este enfoque incorpora consideraciones relacionadas con la selección de materiales sostenibles, técnicas de construcción eco-amigables, y la implementación de estrategias que permitan que la infraestructura resista eficazmente las cambiantes condiciones climáticas y las demandas del tráfico a lo largo del tiempo. Además, se busca armonizar la funcionalidad vial con la preservación del entorno natural, contribuyendo así a la sostenibilidad integral del proyecto.

Fase de Aplicación: Diseño

Aspectos para Considerar:

- Elección de materiales resistentes y sostenibles.
- Estrategias de construcción eco-amigables.
- Adaptación al cambio climático.
- Integración con el entorno natural.
- Vida útil del pavimento.
- Procedimiento de diseño formalmente reconocido, documentado y avalado según normas aplicables.

2. Análisis de desempeño del pavimento:

Descripción: El análisis de desempeño del pavimento es un criterio que se enfoca en la evaluación continua y proactiva de la calidad y rendimiento de los pavimentos en las vías

concesionadas. Abarca la aplicación de técnicas avanzadas de análisis para comprender la resistencia, durabilidad y capacidad estructural de los pavimentos. Esta evaluación no solo se concentra en la fase de construcción, sino que se extiende a lo largo de la vida útil de la vía, permitiendo la identificación temprana de posibles problemas y facilitando la implementación de medidas de mantenimiento preventivo. Garantizar un pavimento de calidad no solo mejora la seguridad vial, sino que también contribuye a la eficiencia y sostenibilidad a largo plazo de la infraestructura.

Fase de Aplicación: Construcción, Operación y Mantenimiento

Aspectos para Considerar:

- Resistencia y durabilidad del pavimento.
- Métodos de construcción y calidad de los materiales.
- Evaluación continua a lo largo de la vida útil a través de indicadores.
- Mantenimiento preventivo y correctivo.
- Índice Internacional de Rugosidad (IRI).
- Variables claves tales como datos de tráfico, condiciones climáticas y vida útil esperada.

3. Técnicas de bioingeniería:

Descripción: La bioingeniería aplicada a vías concesionadas representa un enfoque innovador y respetuoso con el medio ambiente. Este criterio busca la implementación de soluciones basadas en la naturaleza para abordar desafíos específicos como la estabilización de taludes y la prevención de la erosión. Incluye prácticas como la revegetación estratégica, la bioingeniería de suelos y otras técnicas que imitan los procesos naturales para promover la estabilidad del terreno y minimizar los impactos ambientales. Al integrar la bioingeniería en la

planificación y ejecución de proyectos viales, se fomenta la sostenibilidad y la armonización con los ecosistemas circundantes.

Fase de Aplicación: Construcción, Operación y Mantenimiento

Aspectos para Considerar:

- Estabilización de taludes y prevención de la erosión.
- Conservación del entorno natural.
- Métodos de control biológico para especies invasoras.
- Uso de biotécnica del suelo, combinación de materiales vegetales y elementos estructurales.

4. Plan de control de calidad de la construcción:

Descripción: El plan de control de calidad de la construcción establece un marco sistemático para supervisar y asegurar que cada fase del proceso constructivo cumpla con los estándares de calidad predefinidos. Este criterio abarca desde la selección de materiales hasta la ejecución de técnicas de construcción. Incluye inspecciones regulares, pruebas de materiales, y procedimientos específicos para corregir posibles defectos. La implementación rigurosa de este plan contribuye a la integridad estructural de la infraestructura vial, asegurando la durabilidad y seguridad de la vía concesionada a lo largo del tiempo.

Fase de Aplicación: Construcción

Aspectos para Considerar:

- Supervisión continua del proceso constructivo.
- Inspecciones regulares y pruebas de materiales.
- Implementación de un (QCP) programa de control de calidad de ser necesario.
- Corrección de defectos de manera oportuna.

5. Sistema de gestión de mantenimiento que incluya pavimentos, puentes y demás estructuras:

Descripción: Este sistema integral aborda el mantenimiento de la infraestructura vial de manera global, extendiéndose más allá de los pavimentos para incluir puentes y otras estructuras asociadas. A través de estrategias planificadas, se busca garantizar un enfoque completo y sostenible en el mantenimiento a lo largo de la vida útil de la vía concesionada. La implementación de un sistema de gestión de mantenimiento integral contribuye a prevenir deterioros, optimizar los recursos y garantizar un funcionamiento seguro y eficiente de la infraestructura en el tiempo.

Fase de Aplicación: Operación y Mantenimiento

Aspectos Para Considerar:

- Planificación integral del mantenimiento.
- Prevención de deterioros en pavimentos y estructuras.
- Estrategias de mantenimiento preventivo y correctivo.
- Optimización de recursos.
- Monitoreo y evaluación a través de rendimientos, informes y análisis de gestión.

6. Uso de tecnologías de pavimento:

Descripción: Este criterio implica la adopción de tecnologías avanzadas en la pavimentación de vías concesionadas. Va más allá de los métodos tradicionales, explorando opciones como pavimentos permeables, el uso de materiales reciclados, tecnologías de asfalto mejorado, entre otras innovaciones. La aplicación de estas tecnologías busca mejorar la eficiencia de la vía, reducir el impacto ambiental y contribuir a la sostenibilidad a largo plazo. Este enfoque tecnológico es esencial para la adaptación continua a los avances en la ingeniería de carreteras y la demanda de infraestructuras más sostenibles.

Fase de Aplicación: Construcción, Operación y Mantenimiento

Aspectos para Considerar:

- Adopción de pavimentos permeables.
- Uso de materiales reciclados o pavimentos asfálticos recuperados (RAP).
- Uso de cenizas volantes, cemento de escoria o micro sílice en mezclas de concreto.
- Tecnologías de asfalto mejorado.
- Innovación en métodos de pavimentación.

7. Innovación:

Descripción: La innovación en el contexto de vías concesionadas abarca la adopción constante de nuevas prácticas, tecnologías y enfoques que mejoran la eficiencia, sostenibilidad y seguridad de la infraestructura. Este criterio fomenta la búsqueda proactiva de soluciones vanguardistas, promoviendo la mejora continua en el diseño, construcción y operación de las vías. La innovación puede manifestarse en diversas formas, desde el uso de tecnologías emergentes hasta la implementación de enfoques disruptivos que optimizan la funcionalidad y resiliencia de la infraestructura vial.

Fase de Aplicación: Diseño, Construcción, Operación y Mantenimiento

Aspectos para Considerar:

- Búsqueda constante de nuevas tecnologías.
- Mejora continua en diseño y construcción.
- Adopción de prácticas disruptivas o nuevo enfoque.
- Incorporación de avances de la ingeniería vial.
- Implementación de metodología Lean Construction o BIM (Building Information Modeling).

8. Movilidad sostenible, gestión de transporte y operaciones:

Descripción: Este criterio destaca la importancia de estrategias que promuevan la movilidad sostenible y la gestión eficiente del transporte y las operaciones en vías concesionadas. Va más allá de la infraestructura física, considerando aspectos como la gestión del tráfico, la reducción de emisiones, y la optimización de recursos durante la operación de la vía. La implementación de prácticas que favorezcan la movilidad sostenible contribuye a la mitigación de impactos ambientales y a la mejora general de la eficiencia en el sistema de transporte.

Fase de Aplicación: Operación

Aspectos para Considerar:

- Estrategias para reducción de emisiones.
- Gestión eficiente del tráfico.
- Optimización de recursos durante la operación.
- Enfoque en movilidad sustentable.

9. Desarrollo de proyectos sensibles al contexto:

Descripción: Este criterio reconoce la importancia de incorporar consideraciones socioeconómicas y ambientales locales en todas las fases de un proyecto vial concesionado. Implica la adaptación del diseño y la ejecución de la infraestructura para integrarse armónicamente con el entorno circundante, satisfaciendo las necesidades específicas de la comunidad. La sensibilidad al contexto no solo asegura una infraestructura.

Fase de Aplicación: Diseño y Construcción

Aspectos para Considerar:

- Adaptación al entorno socioeconómico y ambiental.
- Involucra a todas las partes interesadas para que la ejecución se ajuste a su entorno.

- Consideración de necesidades locales.
- Impacto positivo en el desarrollo regional.
- Flexibilidad en el diseño que no comprometa la seguridad vial y de usuarios.
- Enfoque integral de recursos paisajísticos, estéticos, históricos, comunitarios, ambientales, que mantiene las condiciones de seguridad, movilidad e infraestructura.

10. Uso de sistemas de transporte inteligente (ITS):

Descripción: La implementación de sistemas de transporte inteligente (ITS) en vías concesionadas implica la integración de tecnologías avanzadas para mejorar la eficiencia, seguridad y gestión del tráfico. Esto incluye la aplicación de sensores, sistemas de información, y tecnologías de comunicación que permiten una supervisión y control más precisos de la vía. Los ITS no solo optimizan la movilidad, sino que también contribuyen a la seguridad vial y a la adaptabilidad de la infraestructura ante cambios en la demanda y condiciones del tráfico.

Fase de Aplicación: Operación y Mantenimiento.

Aspectos para Considerar:

- Implementación de sensores y sistemas de información.
- Mejora de la seguridad vial.
- Adaptabilidad a cambios en la demanda de tráfico.
- Gestión eficiente del flujo vehicular.
- Listado de aplicación de ITS y sus categorías correspondientes.

11. Selección de alineación y emplazamiento:

Descripción: La selección de alineación y emplazamiento se refiere a la elección estratégica de la ruta y ubicación de la vía concesionada. Este criterio considera aspectos topográficos, ambientales y socioeconómicos para determinar la alineación óptima que minimice

impactos ambientales, facilite la movilidad y se integre eficientemente en el entorno. La correcta selección de la alineación y emplazamiento no solo contribuye a la eficiencia operativa, sino que también minimiza el impacto negativo en áreas sensibles y promueve la sostenibilidad integral del proyecto.

Fase de Aplicación: Diseño

Aspectos para Considerar:

- Minimización de impactos ambientales.
- Integración armónica con el entorno.
- Eficiencia operativa de la vía.
- Consideración de factores topográficos.
- Minimizar movimiento de tierras.

12. Iluminación y comunicación energéticamente eficientes:

Descripción: La eficiencia energética en la iluminación y comunicación es un criterio esencial para minimizar el consumo de recursos y reducir la huella ambiental de las vías concesionadas. Esto implica la adopción de sistemas de iluminación LED, fuentes de energía renovable, y tecnologías de comunicación que optimicen el uso de la energía. Además de los beneficios ambientales, la iluminación y comunicación energéticamente eficientes contribuyen a la seguridad vial y a la reducción de costos operativos a lo largo del tiempo.

Fase de Aplicación: Construcción, Operación y Mantenimiento.

Aspectos para Considerar:

- Uso de iluminación LED.
- Incorporación de fuentes de energía renovable.
- Optimización en el consumo de energía.

- Mejora de la seguridad y reducción de costos.
- Evaluación del consumo anual de energía.

13. Auditoría de seguridad vial (RSA):

Descripción: La auditoría de seguridad vial (RSA) es un proceso sistemático de revisión que evalúa la seguridad de una vía concesionada desde su diseño hasta su operación. Este criterio busca identificar posibles riesgos y proponer mejoras para garantizar un entorno vial seguro y reducir accidentes. La auditoría de seguridad vial no solo aborda aspectos físicos como la señalización y geometría de la vía, sino que también considera factores humanos y comportamentales. La implementación de RSA contribuye significativamente a la seguridad y sostenibilidad a largo plazo de la infraestructura vial.

Fase de Aplicación: Operación y Mantenimiento.

Aspectos para Considerar:

- Evaluación de señalización y geometría vial.
- Consideración de factores humanos y comportamentales.
- Campañas de seguridad vial a los diferentes actores.
- Propuestas de mejora para garantizar seguridad.
- Enfoque en la reducción de accidentes.
- Plan de auditoría de seguridad vial.
- Tasa anual de accidentes y mortalidad.

CRITERIOS ECONÓMICOS

1. Análisis del Costo de Ciclo de Vida:

Descripción: Este criterio implica un análisis profundo de los costos asociados con la planificación, diseño, construcción, operación y mantenimiento de la vía a lo largo de su vida útil.

Se busca evaluar no solo los costos iniciales de inversión, sino también los costos continuos de mantenimiento y operación. Este enfoque holístico permite una toma de decisiones más informada y la maximización de la eficiencia económica a lo largo del tiempo.

Fase de Aplicación: Diseño, construcción, operación y mantenimiento

Aspectos para considerar:

- Inversión inicial.
- Costos operativos.
- Mantenimiento a largo plazo.
- Análisis de viabilidad económica.
- Cálculos de análisis del costo de ciclo de vida.

2. Desarrollo Económico Local:

Descripción: El desarrollo económico local busca evaluar cómo la construcción y operación de la vía contribuyen al crecimiento económico de la región circundante. Esto incluye la generación de empleo local, el impulso a empresas locales y el fortalecimiento de la infraestructura económica en el área de influencia.

Fase de Aplicación: Construcción, Operación y mantenimiento

Aspectos para considerar:

- Generación de empleo local.
- Desarrollo de proveedores regionales.
- Impacto económico positivo.

3. Análisis Económicos y Sostenibilidad Financiera:

Descripción: Este criterio implica la evaluación de la viabilidad financiera a largo plazo de la vía. Se analizan los costos y beneficios financieros, la sostenibilidad de las fuentes de financiamiento y la capacidad de la vía para generar ingresos de manera continua.

Fase de Aplicación: Diseño, construcción, Operación y mantenimiento

Aspectos para Considerar:

- Análisis costo-beneficio.
- Ingresos proyectados.
- Retorno de inversión.

4. Uso Circular de los Productos de Construcción:

Descripción:

La sostenibilidad en el uso de materiales de construcción es fundamental. Este criterio se centra en la promoción de prácticas que fomenten la reutilización, reciclaje y reducción de residuos. Busca minimizar el impacto ambiental asociado con la adquisición y gestión de materiales.

Fase de Aplicación: Diseño y construcción

Aspectos para Considerar:

- Selección de materiales reciclados.
- Gestión de residuos.
- Impacto ambiental de los materiales.
- Modelos de negocio para economía circular.
- Durabilidad y bajo mantenimiento de materiales y estructuras.

5. Optimización y/o Reducción de Costos:

Descripción: Este criterio busca estrategias para minimizar los costos asociados con el proyecto sin comprometer la calidad y funcionalidad de la vía. Se fomenta la eficiencia en los procesos, la identificación de tecnologías rentables y la innovación constante.

Fase de Aplicación: Diseño, construcción, Operación y mantenimiento

Aspectos para Considerar:

- Eficiencia en procesos.
- Tecnologías rentables.
- Innovación.
- Calidad.

6. Vinculación de Gestión de Activos y Planificación:

Descripción: Este criterio se enfoca en la integración efectiva de la gestión de activos con la planificación estratégica. Busca garantizar un mantenimiento eficiente, prolongar la vida útil de la vía y optimizar el uso de recursos.

Fase de Aplicación: Construcción, Operación y mantenimiento

Aspectos para Considerar:

- Mantenimiento preventivo.
- Gestión eficiente de recursos.
- Prolongación de la vida útil.
- Medidas de desempeño.

7. Gestión de la Demanda de Viajes, Movilidad de Carga y Movimiento de Mercancías:

Descripción: Este criterio se centra en estrategias que gestionen eficientemente la movilidad y carga en la vía. Busca reducir la congestión, mejorar la logística y promover prácticas sostenibles en el transporte.

Fase de Aplicación: Operación y mantenimiento

Aspectos para Considerar:

- Eficiencia logística.
- Reducción de congestión.
- Sostenibilidad en el transporte.
- Incorporar planes de transporte.

8. Evaluación de Riesgos y Oportunidades Económicas:

Descripción: Este criterio implica la identificación y gestión proactiva de los riesgos financieros y las oportunidades asociadas con el proyecto. Busca garantizar la estabilidad económica a lo largo del tiempo.

Fase de Aplicación: Operación y mantenimiento

Aspectos para Considerar:

- Análisis de riesgos.
- Planificación de contingencias.
- Identificación de oportunidades.

9. Evaluación de Ahorro de Costos de Carbono Social:

Descripción: Este criterio evalúa los ahorros de costos asociados a la reducción de emisiones de carbono. Busca fomentar prácticas que minimicen la huella de carbono de la vía y contribuyan a la sostenibilidad ambiental.

Fase de Aplicación: Construcción, Operación y mantenimiento.

Aspectos para Considerar:

- Medición de huella de carbono.
- Estrategias de reducción.
- Impacto ambiental.
- Cálculo de costo social del carbono.
- Impuesto a la tonelada de carbono.

10. Compras Sostenibles

Descripción: Este criterio aborda la adquisición de bienes y servicios de manera sostenible. Busca garantizar que los proveedores cumplan con estándares éticos y ambientales.

Fase de Aplicación: Diseño, construcción, Operación y mantenimiento

Aspectos para Considerar:

- Selección de proveedores sostenibles.
- Consideraciones éticas.
- Impacto social y ambiental de las adquisiciones.
- Declaración de producto medioambiental.

CRITERIOS AMBIENTALES

1. Huella Energética y de Carbono:

Descripción: La Huella Energética y de Carbono constituye un criterio integral que busca medir y mitigar el impacto ambiental asociado con el consumo de energía y las emisiones de gases de efecto invernadero a lo largo de todas las fases de la vía concesionada. Este criterio se esfuerza por implementar prácticas que reduzcan las emisiones de carbono y promuevan la eficiencia energética. Desde el diseño hasta la operación y mantenimiento, se orienta a establecer estrategias que contribuyan a la sostenibilidad ambiental y a la lucha contra el cambio climático.

Fase de Aplicación: Diseño, construcción, operación y mantenimiento

Aspectos para considerar:

- La medición precisa de las emisiones de gases de efecto invernadero.
- La implementación de estrategias efectivas de reducción.
- El fomento de prácticas que mejoren la eficiencia energética.
- Recopilación de datos de consumo.
- Certificado de huella de carbono.

2. Prevención de la Contaminación:

Descripción: La Prevención de la Contaminación se enfoca en evitar y minimizar la contaminación del aire, agua y suelo a lo largo de las diversas etapas del proyecto vial. Este criterio busca implementar prácticas que impidan la liberación de sustancias contaminantes durante la construcción, operación y mantenimiento de la vía concesionada. Su objetivo es preservar la calidad ambiental y minimizar los impactos negativos en los ecosistemas circundantes.

Fase de Aplicación: Construcción, Operación y mantenimiento

Aspectos para considerar:

- La identificación y control efectivos de contaminantes.
- La implementación de medidas preventivas.

3. Gestión de Residuos Sólidos:

Descripción: La Gestión de Residuos Sólidos se erige como un criterio esencial que aborda la necesidad de una gestión eficiente de los residuos generados a lo largo de las fases de construcción, operación y mantenimiento de la vía concesionada. Este criterio tiene como objetivo reducir la cantidad de residuos, fomentando prácticas de reciclaje y reutilización para minimizar el impacto ambiental asociado con la generación de desechos.

Fase de Aplicación: Construcción, Operación y mantenimiento

Aspectos para considerar:

- La clasificación y separación adecuada de residuos.
- La promoción del reciclaje.
- La minimización de residuos.

4. Conservación y Restauración del Hábitat:

Descripción: La Conservación y restauración del Hábitat se presenta como un criterio fundamental que busca preservar y proteger los hábitats naturales y la biodiversidad en el entorno de la vía concesionada. Este criterio está diseñado para minimizar el impacto ambiental en ecosistemas sensibles, garantizando la sostenibilidad y el equilibrio ecológico.

Fase de Aplicación: Diseño y construcción

Aspectos para considerar:

- La evaluación de impacto ambiental.
- La implementación de medidas de mitigación.

- La preservación de hábitats.
- Entornos naturales protegidos.
- Recuperación de espacios degradados o alterados.

5. Mejoras en el Uso de la Tierra:

Descripción: Este criterio se focaliza en estrategias que buscan mejorar el uso del suelo en la zona circundante a la vía concesionada. Incluye prácticas de reforestación, restauración de suelos y promoción de usos del suelo sostenibles. El objetivo es optimizar la relación entre la infraestructura vial y el entorno, minimizando los impactos negativos y promoviendo prácticas sostenibles.

Fase de Aplicación: Construcción, Operación y mantenimiento

Aspectos para considerar:

- La planificación del uso del suelo.
- La restauración de áreas impactadas y proyectos de reforestación.

6. Calidad de la Vegetación y del Paisaje:

Descripción: Este criterio se enfoca en evaluar y promover prácticas que mantengan y mejoren la calidad de la vegetación y el paisaje en el área de la vía concesionada. Busca preservar la estética y la funcionalidad ecológica, contribuyendo a la creación de entornos visualmente agradables y ambientalmente saludables.

Fase de Aplicación: Diseño, Construcción, Operación y mantenimiento

Aspectos para considerar:

- El diseño paisajístico.
- La preservación de la vegetación existente.
- La selección de especies apropiadas.

7. Uso del Agua:

Descripción: El criterio de Uso del Agua se centra en la gestión responsable del recurso hídrico en todas las fases del proyecto vial. Busca minimizar la extracción y el consumo de agua, promoviendo prácticas sostenibles que protejan la calidad y disponibilidad del agua en el área de influencia de la vía concesionada.

Fase de Aplicación: Construcción, Operación y mantenimiento

Aspectos para considerar:

- La gestión eficiente del agua, la reducción del consumo.
- La protección de fuentes hídricas locales.

8. Seguimiento de Cumplimientos Ambientales:

Descripción: Este criterio se enfoca en establecer un sistema robusto de seguimiento y cumplimiento de las normativas ambientales y compromisos adquiridos durante todas las fases del proyecto vial. Busca garantizar que la vía concesionada opere dentro de los límites establecidos por las autoridades ambientales y cumpla con los requisitos legales y ambientales.

Fase de Aplicación: Diseño, Construcción, Operación y mantenimiento

Aspectos para considerar:

- La implementación de un sistema de seguimiento efectivo.
- El mantenimiento de registros detallados.
- Pronta corrección de incumplimientos.

9. Uso de materiales locales:

Descripción: Una de las grandes ventajas a la hora construir y de contribuir con la sostenibilidad es el aprovechamiento de materiales locales, es decir, aquellos que se produzcan en la región del proyecto, de esta manera se fortalece el entorno comunitario, se reducen costos de transporte y se mitiga el cambio climático.

Fase de Aplicación: Construcción, operación y mantenimiento.

Aspectos para considerar:

- La identificación de materiales de cada región.
- Análisis de reducción de costos.
- Cálculo de costo de transporte de material en términos de metros cúbicos por kilómetro (m³.km).

10. Capacitación Ambiental de Construcción:

Descripción: Este criterio busca garantizar la capacitación y concientización del personal involucrado en la construcción de la vía concesionada respecto a prácticas ambientales responsables. Se enfoca en la formación del personal para minimizar impactos ambientales, promover prácticas sostenibles y garantizar el cumplimiento de normativas ambientales.

Fase de Aplicación: Construcción, operación y mantenimiento.

Aspectos para considerar:

- Programas de capacitación efectivos.
- Seguimiento del cumplimiento.
- Evaluación del personal.

11. Programa de Gestión del Clima Vial:

Descripción: El Programa de Gestión del Clima Vial se enfoca en estrategias y acciones para mitigar el impacto del proyecto en el clima local. La conducción de vehículos puede verse afectada por las condiciones meteorológicas, resulta importante informar al usuario de estas condiciones ya que sus planes pueden cambiar o se deba proceder con cautela, teniendo en cuenta la capacidad de adaptación a eventos climáticos.

Fase de Aplicación: Construcción, operación y mantenimiento

Aspectos para considerar

- Estrategias de adaptación al cambio climático.

- Evaluación continua de riesgos climáticos.
- Advertencias sobre condiciones meteorológicas en la carretera.
- Estrategias para mantener la vía libre de obstrucciones.
- Pronóstico, monitoreo y vigilancia meteorológica.

12. Liderazgo en Sostenibilidad:

Descripción: Este criterio evalúa el compromiso y liderazgo de la entidad responsable de la vía en la implementación de prácticas sostenibles y en la promoción de la responsabilidad social y ambiental.

Fase de Aplicación: Diseño, construcción, operación y mantenimiento

Aspectos para considerar:

- Estrategias de liderazgo.
- Responsabilidad social ambiental.
- Promoción de buenas prácticas.

13. Protección de la Biodiversidad:

Descripción: Este criterio busca salvaguardar la diversidad biológica en el área de influencia de la vía, promoviendo medidas que eviten la pérdida de especies y hábitats.

Fase de Aplicación: Diseño, construcción, operación y mantenimiento

Aspectos para considerar:

- Evaluación de impacto en la biodiversidad.
- Medidas de protección.
- Compensación ambiental.
- Conectividad ecológica.
- Corredores biológicos como los pasos de fauna.

14. Eficiencia energética:

Descripción: Este criterio busca disminuir el consumo de energía utilizando equipos o instalaciones que cumplan con la misma función y rendimiento que un equipo tradicional, de esta forma se contribuye a un mejor aprovechamiento.

Fase de Aplicación: Diseño, construcción, operación y mantenimiento

Aspectos para considerar:

- Etiquetado de eficiencia energética.
- Uso de combustibles alternativos para equipos y herramientas de construcción.
- Evaluar el uso de equipos eficientes y ahorro de energía.
- Utilización de luminarias LED.
- Uso de tecnología de iluminación adecuada, incluida la posibilidad de variar la intensidad de la iluminación.
- Evaluar procesos de construcción de asfaltos con huella de carbono baja, mezclas de asfaltos a diferentes temperaturas o mezclas tibias.

15. Declaraciones ambientales de productos:

Descripción: Las declaraciones ambientales de productos o EPD son un documento que indica los impactos generados por un producto generalmente durante todo su ciclo de vida, es una declaración tipo III que valida la información por terceras personas. Resulta de gran importancia a la hora de elegir y comparar productos, además de tener el compromiso con el medio ambiente para hacerlos más eficientes y sostenibles.

Fase de Aplicación: Construcción, operación y mantenimiento

Aspectos para considerar:

- Desempeño ambiental del producto.
- Nuevos modelos de producción.
- Análisis de ciclo de vida.

CONCLUSIONES

La exhaustiva identificación de sistemas de certificación sostenible para proyectos viales revela una amplia gama de enfoques que reflejan una creciente conciencia acerca de la necesidad de integrar consideraciones ambientales, económicas y técnicas en el desarrollo de infraestructuras viales. Destacan sistemas reconocidos como Ceequal, Greenroads y el sistema de evaluación de sostenibilidad Invest, cada uno abordando criterios específicos que van desde la gestión eficiente de recursos naturales y la reducción de emisiones de carbono hasta la optimización económica y la mejora de la seguridad vial. A pesar de las variaciones en los enfoques, existe una convergencia en la importancia asignada a criterios ambientales comunes, como la conservación de la biodiversidad y la gestión sostenible de materiales. Este análisis resalta la relevancia de considerar la sostenibilidad a lo largo del ciclo de vida de los proyectos viales, reconociendo la interconexión de aspectos económicos, ambientales y técnicos para lograr un desarrollo vial más equitativo y respetuoso con el entorno.

El análisis de certificaciones viales sostenibles aplicables a vías concesionadas en Colombia destaca opciones como Greenroads, Envision, Invest, Breeam, Be2st in Highways y Sure, que cumplen con requisitos técnicos, económicos y ambientales. Estas certificaciones, al abordar desde consideraciones técnicas hasta aspectos económicos y ambientales, ofrecen una sólida base para el desarrollo de proyectos viales sostenibles. La elección de la certificación adecuada dependerá de factores como las características del proyecto y los objetivos de sostenibilidad. Integrar certificaciones como Greenroads, Envision e Invest en el panorama colombiano se revela como una estrategia crucial para fomentar el desarrollo de carreteras más sostenibles, mejorando eficiencia operativa y destacando en el competitivo mercado vial.

Simultáneamente, el análisis de encuestas en el Departamento de Antioquia es fundamental para la formulación de una propuesta de evaluación de sostenibilidad en vías concesionadas. Las encuestas resaltan prioridades específicas como el diseño sostenible y la gestión de activos, subrayando la importancia de un enfoque balanceado para abordar la sostenibilidad. La propuesta resultante, basada en certificaciones y encuestas, incorpora criterios técnicos, económicos y ambientales desde el diseño hasta la operación y mantenimiento. Busca una evaluación integral y equilibrada que asegure la sostenibilidad a largo plazo, considerando de manera completa y armoniosa aspectos técnicos, económicos y ambientales en las vías concesionadas en Antioquia.

RECOMENDACIONES

Realizar investigaciones que evalúen el impacto concreto y a largo plazo de la implementación de certificaciones viales sostenibles en el desarrollo y mantenimiento de carreteras en Colombia. Esto podría incluir estudios de casos que analicen proyectos específicos y midan de manera cuantitativa y cualitativa los beneficios ambientales, de seguridad vial y económicos logrados.

Conducir investigaciones comparativas entre diferentes certificaciones viales sostenibles utilizadas en Colombia, como Greenroads, Envision, Invest, Be2st in Highways y Sure. Estos estudios podrían analizar la eficacia relativa de cada certificación en términos de cumplimiento de estándares, costos asociados, facilidad de implementación y resultados sostenibles.

Investigar la adaptabilidad de las certificaciones viales sostenibles existentes a las condiciones y necesidades locales específicas en diversas regiones de Colombia. Este enfoque podría implicar la identificación de mejores prácticas para ajustar las certificaciones a contextos geográficos, sociales y económicos particulares.

Examinar cómo la participación comunitaria y las perspectivas locales se integran en la planificación y evaluación de proyectos de construcción de carreteras sostenibles. Investigar cómo la inclusión de voces locales puede mejorar la efectividad y aceptación de las iniciativas de sostenibilidad vial.

Para futuras investigaciones se podría llevar a cabo un estudio que evalúe la efectividad de la propuesta de evaluación de sostenibilidad para vías concesionadas en el Departamento de Antioquia en la práctica, través de la creación de indicadores de cada uno los criterios aquí establecidos, con respectivos niveles de desempeño, lo cual permitiría ajustar y mejorar continuamente la propuesta según los resultados y la retroalimentación obtenida.

ANEXO 1. MODELO DE ENCUESTA

ENCUESTA

Instrucciones: El propósito de la siguiente encuesta es formular una propuesta de evaluación de la sostenibilidad basada en criterios técnicos, ambientales y económicos de certificaciones viales existentes aplicables a vías Concesionadas en el Departamento de Antioquia. Por lo que resulta de gran ayuda su diligenciamiento.

Nombre: _____ Profesión: _____

Se presenta a continuación un listado de criterios a los cuales usted le asignará una calificación de acuerdo con la escala de valoración de 1 a 5 de la siguiente manera:

1	2	3	4	5
Nada importante	Poco importante	Algo importante	Importante	Muy importante

CRITERIOS		1	2	3	4	5
TÉCNICO	1. Selección de alineación y emplazamiento					
	2. Desarrollo de proyectos sensibles al contexto					
	3. Diseño sostenible y de larga duración					
	4. Plan de control de calidad de la construcción					
	5. Uso de tecnologías de pavimentos (pavimentos permeables, de larga duración, uso de RAP, cenizas volantes, materiales reciclados, etc.)					
	6. Auditoria de seguridad vial (RSA)					
	7. Sistema de gestión de mantenimiento que incluya pavimentos, puentes y demás estructuras					
	8. Movilidad sostenible, gestión de transporte y operaciones					
	9. Iluminación y comunicación energéticamente eficientes					
	10. Uso de sistemas de transporte inteligente (ITS)					
	11. Análisis de desempeño del pavimento					
	12. Técnicas de bioingeniería					
	13. Innovación (Implementación de ecodiseños y uso de tecnologías sostenibles)					

Observaciones:

Considera eliminar o añadir algún criterio que no está en el listado:

ECONÓMICO	1. Análisis del costo de ciclo de vida						
	2. Desarrollo económico local						
	3. Análisis económicos y sostenibilidad financiera						
	4. Uso circular de los productos de construcción						
	5. Optimización y/o reducción de costos						
	6. Vinculación de gestión de activos y planificación						
	7. Gestión de la demanda de viajes, movilidad de carga y movimiento de mercancías						
	8. Evaluación de riesgos y oportunidades económicas						
	9. Evaluación de ahorro de costos de carbono social						
	10. Compras sostenibles						
Observaciones:							
Considera eliminar o añadir algún criterio que no está en el listado:							
AMBIENTAL	1. Huella energética y de carbono						
	2. Prevención de la contaminación						
	3. Gestión de residuos sólidos						
	4. Conservación del hábitat						
	5. Mejoras en el uso de la tierra						
	6. Calidad de la vegetación y del paisaje						
	7. Emisiones de gases GEI						
	8. Uso del agua						
	9. Seguimiento de cumplimientos ambientales						
	10. Restauración del hábitat						
	11. Capacitación ambiental de construcción						
	12. Programa de gestión del clima vial						
	13. Liderazgo en sostenibilidad						
	14. Protección de la biodiversidad						
Observaciones:							
Considera eliminar o añadir algún criterio que no está en el listado:							

ANEXO 2. ENCUESTAS DILIGENCIADAS

5. REFERENCIAS

- ANCP. (28 de 09 de 2022). Agencia Nacional de Contratación pública. CONTRATO DE CONCESIÓN — Contrato estatal — Concepto : https://www.beltranpardo.com/wp-content/uploads/2023/02/Concepto-CCE-C-807-de-2022-Multas-plazo_-contrato-de-concesion.pdf
- Avellaneda Díaz, E. M., & Castiblanco Aranzalez, L. N. (2021). Guía para evaluar a la sostenibilidad en proyectos viales adaptada a las condiciones de biodiversidad geográfica de Colombia. Universidad Santo Tomás: <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/33168/2021elisaavellaneda.pdf?sequence=1>
- Bedoya, C. M. (2011). *Construcción sostenible: para volver al camino*. Biblioteca Jurídica Dike : Mares Consultoría Sostenible. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/7378>
- Branza, G. (2017). OPTIMAL TOOLS FOR THE DEVELOPMENT OF SUSTAINABLE ROAD INFRASTRUCTURE WITHIN THE EUROPEAN UNION. *Annals of the University of Petroșani, Economics*, 17(1).
- Brundtland, H. (2007). Sosteniendo el Desarrollo. *Boletín Del OIEA*, 49(I), 12–14. https://www.iaea.org/sites/default/files/49105681214_es.pdf
- Cabrera, S. (2020). EVALUACIÓN DE SOSTENIBILIDAD DE UN PROYECTO VIAL EN COLOMBIA EMPLEANDO LOS PRINCIPIOS DE LA CERTIFICACIÓN GREENROADS V2. *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952. <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/50687/24121.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ciudades llenas de escombros. (2017). *Revista Ambiental Catorce6* .

- Chang, A. S., Chang, H. J., Tsai, C. Y., Yang, S. H., & Muench, S. T. (2018). Strategy of indicator incorporation for roadway sustainability certification. *Journal of Cleaner Production*, 203, 836–847. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.08.047>
- Clevenger, C. M., Ozbek, M. E., & Simpson, S. (2013). Review of Sustainability Rating Systems used for Infrastructure Projects. Associated Schools of Construction. *49th ASC Annual International Conference Proceedings*, 10–13.
- Congreso de Colombia. (1993). Ley 99 De 1993. *Diario Oficial*, 1993(41146), 44. <http://www.humboldt.org.co/images/documentos/pdf/Normativo/1993-12-22-ley-99-crea-el-sina-y-mma.pdf>
- Dam, T. Van, & Taylor, P. (2011). Seven Principles for Sustainable Concrete Pavements. *Concrete International*, 33(11), 49–52.
- Diaz, R., & Escárcega, S. (2011). *Desarrollo Sustentable Oportunidad para la vida*. Mc Graw Hill educación. <http://repositorio.uasb.edu.bo/handle/54000/1248>
- Dondero, G., Rodgers, K., & Hurley, P. T. (2012). Developing A Comprehensive Sustainable Transportation Analysis Framework. *Proceedings of the 92nd Annual Meeting of the Transportation Research Board*, 1–19. <http://www.transportationcouncil.org/wp-content/uploads/2013/01/TRB-STARS-Paper-Final.pdf>
- FHWA. (2018). Sustainable Highways Self-Evaluation Tool Sustainable Highways Self-Evaluation Tool. In *April*.
- Flores, R. F., Montoliu, C. M. P., & Bustamante, E. G. (2016). Life Cycle Engineering for Roads (LCE4ROADS), the New Sustainability Certification System for Roads from the LCE4ROADS FP7 Project. *Transportation Research Procedia*, 14, 896–905. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2016.05.069>

- Gaviria, P. A. (2013). Diseño de un sistema de indicadores de sostenibilidad como herramienta en la toma de decisiones para la gestión de proyectos de infraestructura en Colombia. *Universidad EAFIT*, 293. http://repository.eafit.edu.co/handle/10784/1250%5Cnhttp://repository.eafit.edu.co/bitstream/10784/1250/1/PaulaAndrea_GaviriaGaviria_2013.pdf%5Cnhttps://repository.eafit.edu.co/handle/10784/1250#.VOS6cy5akdU
- [/handle/10784/1250#.VOS6cy5akdU](http://repository.eafit.edu.co/handle/10784/1250#.VOS6cy5akdU)
- González Arenas, J. A. (2015). *Proyectos de infraestructura vial en Colombia - aplicabilidad de los sistemas de certificación sostenible (tesis de maestría)*. <http://biblioteca.uniandes.edu.co/acepto2015201.php?id=6647.pdf>
- Gracia rojas, J. P. (2015). *Desarrollo sostenible: origen, evolución y enfoques*. [https://doi.org/Gracia-Rojas, J. P. \(2015\). Desarrollo sostenible: origen, evolución y enfoques \(Documento de docencia No. 3\). Bogotá: Ediciones Universidad Cooperativa de Colombia. doi: http://dx.doi.org/10.16925/greylit.1074](https://doi.org/Gracia-Rojas, J. P. (2015). Desarrollo sostenible: origen, evolución y enfoques (Documento de docencia No. 3). Bogotá: Ediciones Universidad Cooperativa de Colombia. doi: http://dx.doi.org/10.16925/greylit.1074).
- Gudynas, E. (2003). *Ecología, Economía y Ética del Desarrollo Sostenible*.
- Hemsley, P. (2011). *GREEN BRICK ROAD TO SUSTAINABILITY*. 31. <https://web-b-ebsohost-com.dbcientificas.udem.edu.co/ehost/detail/detail?vid=2&sid=bcab21a9-50cd-4d2f-a80e-c99e95b151b1%40sessionmgr101&bdata=Jmxhbmc9ZXMmc2l0ZT1laG9zdC1saXZl#db=bth&AN=62253729>
- INVIAS. (2008). *Manual de diseño Geométrico* (Vol. 1, Issue 9). <https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/especificaciones-tecnicas/985-manual-de-diseno-geometrico>
- INVIAS. (2011). *Guía de Manejo Ambiental de Proyectos de Infraestructura Subsector Vial*. In

Dirección de Desarrollo Sectorial Sostenible.

INVIAS. (2020). *Política de sostenibilidad para la Infraestructura de Transporte del Instituto Nacional de Vías INVIAS.* <https://www.explorandes.com/es/nosotros34/politica-de-sostenibilidad/>

INVIAS. (22 de 06 de 2022). *Metodología de sostenibilidad AIKA.* Obtenido de <https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/cnsc/sostenibilidad/13155-metodologia-para-la-evaluacion-de-la-sostenibilidad-de-los-proyectos-de-infraestructura-de-transporte-aika/file>

ISCA. (2018). ISv2.0 Technical Manual Design and As Built rating Page. *Infrastructure Sustainability Rating Tool - Technical Manual*, 3, 477. www.isca.org.au

Kazmierowski, T., & Navarra, M. (2014). Sustainability metrics of two pavement rating systems developed in Canada. *2014 Transportation Association of Canada Conference and Exhibition: Past, Present, Future, ATC 2014*, 1–17.

Laurance, W. F., Peletier-Jellema, A., Geenen, B., Koster, H., Verweij, P., Van Dijck, P., Lovejoy, T. E., Schleicher, J., & Van Kuijk, M. (2015). Reducing the global environmental impacts of rapid infrastructure expansion. *Current Biology*, 25(7), R259–R262. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2015.02.050>

Lielgaidina, L., Justs, J., & Geipele, I. (2012). Sustainable Roads: Effective Use of Resources. *Economic Science for Rural Development: Resources and Cooperation: 1. Resources and Sustainable Consumption, 2. Production and Cooperation in Primary and Secondary Agriculture*, 29, 41–47.

Mattinzioli, T., Sol-Sánchez, M., Martínez, G., & Rubio-Gámez, M. (2020). A critical review of roadway sustainable rating systems. *Sustainable Cities and Society*, 63(April).

<https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102447>

Mendoza, J. F. (2014). *Criterios de sustentabilidad para carreteras en México*. 392.

Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible, FCDS, & WWF Colombia. (2020). *Lineamientos para la infraestructura verde vial en Colombia*.

Naredo, J. ., & Parra, F. (1998). *Economía, ecología y sostenibilidad en la sociedad actual*.

[http://www.sidalc.net/cgi-](http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=AGRUCO.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=008450)

[bin/wxis.exe/?IsisScript=AGRUCO.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=008450](http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=AGRUCO.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=008450)

Ordoñez, M. M., & Meneses, L. C. (2015). CRITERIOS E INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD EN EL SUBSECTOR VIAL. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 25(2), 81–98. <http://dx.doi.org/10.18359/rcin.1433>

Oxford Economics. (2015). *Assessing the global transport infrastructure market: Outlook to 2025*.

PwC. www.pwc.com/outlook2025

Popescu, D., Burlacu, A., & Răcănel, C. (2016). Sustainable development of roads infrastructure.

International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM, 3, 585–592. <https://doi.org/10.5593/SGEM2016/B53/S21.075>

Priego, E. (2003). Conceptos básicos sobre medio ambiente y desarrollo sostenible. In *Overprint*

Grupo Impresor SLR. <https://doi.org/10.2307/j.ctvpv50c0.5>

Quintero, J. D. (2016). Guía de buenas practicas para carreteras ambientalmente amigables. *The*

Nature Conservancy & Latin America Conservation Council, 1–27.

Sachs, I. (1974). Environnement et styles de développement. *Annales. Histoire, Sciences Sociales*,

29(3), 553–570. <https://doi.org/10.3406/ahess.1974.293493>

Sampieri, R., Collado, C., & Lucio, P. (1991). *Metodología de la investigación*. Mc Graw Hill

Interamericana.

Silva, B. N., Khan, M., & Han, K. (2018). Towards sustainable smart cities: A review of trends, architectures, components, and open challenges in smart cities. *Sustainable Cities and Society*, 38(February), 697–713. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2018.01.053>

Xavier, L. Y., Jacobi, P. R., & Turra, A. (2019). *Local Agenda 21: Planning for the future, changing today*. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2019.07.006>

Zambrano, A. M. (2018). *IMPLEMENTACIÓN ÍNDICES DE SOSTENIBILIDAD EN TÉRMINOS DE REFERENCIA PARA DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN EN PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL APLICADOS EN EL CASO DE ESTUDIO “CONCESIÓN RUMICHACA – PASTO.”*

ENCUESTA

Instrucciones: El propósito de la siguiente encuesta es formular una propuesta de evaluación de la sostenibilidad basada en criterios técnicos, ambientales y económicos de certificaciones viales existentes aplicables a vías Concesionadas en el Departamento de Antioquia. Por lo que, resulta de gran ayuda su diligenciamiento.

Nombre: Ana Carolina Rivera A **Profesión:** Ingeniera Civil

Se presenta a continuación un listado de criterios a los cuales usted le asignará una calificación de acuerdo con la escala de valoración de 1 a 5 de la siguiente manera:

1	2	3	4	5
Nada importante	Poco importante	Algo importante	Importante	Muy importante

		CRITERIOS				
		1	2	3	4	5
TÉCNICO	1. Selección de alineación y emplazamiento					X
	2. Desarrollo de proyectos sensibles al contexto			X		
	3. Diseño sostenible y de larga duración				X	
	4. Plan de control de calidad de la construcción			X		
	5. Uso de tecnologías de pavimentos (pavimentos permeables, de larga duración, uso de RAP, cenizas volantes, materiales reciclados, etc.)				X	
	6. Auditoria de seguridad vial (RSA)		X			
	7. Sistema de gestión de mantenimiento que incluya pavimentos, puentes y demás estructuras		X			
	8. Movilidad sostenible, gestión de transporte y operaciones			X		
	9. Iluminación y comunicación energéticamente eficientes				X	
	10. Uso de sistemas de transporte inteligente (ITS)			X		
	11. Análisis de desempeño del pavimento		X			
	12. Técnicas de bioingeniería				X	
	13. Innovación (Implementación de ecodiseños y uso de tecnologías sostenibles)				X	

Observaciones:

Considera eliminar o añadir algún criterio que no está en el listado:

ECONÓMICO	1. Análisis del costo de ciclo de vida				X	
	2. Desarrollo económico local			X		
	3. Análisis económicos y sostenibilidad financiera			X		
	4. Uso circular de los productos de construcción					X
	5. Optimización y/o reducción de costos		X			
	6. Vinculación de gestión de activos y planificación		X			
	7. Gestión de la demanda de viajes, movilidad de carga y movimiento de mercancías			X		
	8. Evaluación de riesgos y oportunidades económicas		X			
	9. Evaluación de ahorro de costos de carbono social (impuesto a la tonelada de carbono)				X	
	10. Compras sostenibles				X	
Observaciones:						
Considera eliminar o añadir algún criterio que no está en el listado:						
AMBIENTAL	1. Cálculo de huella energética y de carbono				X	
	2. Prevención de la contaminación					X
	3. Gestión integral de residuos sólidos				X	
	4. Conservación y restauración del hábitat					X
	5. Mejoras en el uso de la tierra				X	
	6. Calidad de la vegetación y del paisaje				X	
	7. Reducción de emisiones de GEI (gases de efecto invernadero)				X	
	8. Uso del agua					X
	9. Seguimiento de cumplimientos ambientales				X	
	10. Uso de materiales locales					X
	11. Capacitación ambiental de construcción				X	
	12. Programa de gestión del clima vial			X		
	13. Liderazgo en sostenibilidad					X
	14. Protección de la biodiversidad					X
	15. Eficiencia energética				X	
	16. Declaraciones ambientales de productos				X	
Observaciones:						
Considera eliminar o añadir algún criterio que no está en el listado:						

ENCUESTA

Instrucciones: El propósito de la siguiente encuesta es formular una propuesta de evaluación de la sostenibilidad basada en criterios técnicos, ambientales y económicos de certificaciones viales existentes aplicables a vías Concesionadas en el Departamento de Antioquia. Por lo que, resulta de gran ayuda su diligenciamiento.

Nombre: Juan Camilo Rosco G Profesión: Ingeniero Civil

Se presenta a continuación un listado de criterios a los cuales usted le asignará una calificación de acuerdo con la escala de valoración de 1 a 5 de la siguiente manera:

1	2	3	4	5
Nada importante	Poco importante	Algo importante	Importante	Muy importante

CRITERIOS		1	2	3	4	5
TÉCNICO	1. Selección de alineación y emplazamiento				X	
	2. Desarrollo de proyectos sensibles al contexto					X
	3. Diseño sostenible y de larga duración					X
	4. Plan de control de calidad de la construcción				X	
	5. Uso de tecnologías de pavimentos (pavimentos permeables, de larga duración, uso de RAP, cenizas volantes, materiales reciclados, etc.)				X	
	6. Auditoria de seguridad vial (RSA)				X	
	7. Sistema de gestión de mantenimiento que incluya pavimentos, puentes y demás estructuras				X	
	8. Movilidad sostenible, gestión de transporte y operaciones				X	
	9. Iluminación y comunicación energéticamente eficientes				X	
	10. Uso de sistemas de transporte inteligente (ITS)				X	
	11. Análisis de desempeño del pavimento				X	
	12. Técnicas de bioingeniería				X	
	13. Innovación (Implementación de ecodiseños y uso de tecnologías sostenibles)					X

Observaciones:

La sostenibilidad en proyectos viales es un objetivo crucial para preservar el medio ambiente. Los criterios técnicos desempeñan un papel fundamental en la construcción y operación sostenible de vías concesionadas.

Considera eliminar o añadir algún criterio que no está en el listado:

No

ECONÓMICO	1. Análisis del costo de ciclo de vida					X
	2. Desarrollo económico local				✓	
	3. Análisis económicos y sostenibilidad financiera					X
	4. Uso circular de los productos de construcción					X
	5. Optimización y/o reducción de costos					X
	6. Vinculación de gestión de activos y planificación					X
	7. Gestión de la demanda de viajes, movilidad de carga y movimiento de mercancías					X
	8. Evaluación de riesgos y oportunidades económicas					X
	9. Evaluación de ahorro de costos de carbono social (impuesto a la tonelada de carbono)					X
	10. Compras sostenibles					X

Observaciones:

Los criterios económicos desempeña un papel clave en la gestión eficiente de recursos

Considera eliminar o añadir algún criterio que no está en el listado:

AMBIENTAL	1. Cálculo de huella energética y de carbono					X
	2. Prevención de la contaminación					X
	3. Gestión integral de residuos sólidos					X
	4. Conservación y restauración del hábitat					X
	5. Mejoras en el uso de la tierra					X
	6. Calidad de la vegetación y del paisaje					X
	7. Reducción de emisiones de GEI (gases de efecto invernadero)					X
	8. Uso del agua					X
	9. Seguimiento de cumplimientos ambientales					X
	10. Uso de materiales locales					X
	11. Capacitación ambiental de construcción					X
	12. Programa de gestión del clima vial					X
	13. Liderazgo en sostenibilidad					X
	14. Protección de la biodiversidad					X
	15. Eficiencia energética					X
	16. Declaraciones ambientales de productos					X

Observaciones:

Los criterios ambientales juegan un impacto en la conservación de la biodiversidad y mitigación del cambio climático

Considera eliminar o añadir algún criterio que no está en el listado:

ENCUESTA

Instrucciones: El propósito de la siguiente encuesta es formular una propuesta de evaluación de la sostenibilidad basada en criterios técnicos, ambientales y económicos de certificaciones viales existentes aplicables a vías Concesionadas en el Departamento de Antioquia. Por lo que, resulta de gran ayuda su diligenciamiento.

Nombre: Diego Alejandro Rincón J **Profesión:** Residente de Calidad

Se presenta a continuación un listado de criterios a los cuales usted le asignará una calificación de acuerdo con la escala de valoración de 1 a 5 de la siguiente manera:

1	2	3	4	5
Nada importante	Poco importante	Algo importante	Importante	Muy importante

		CRITERIOS				
		1	2	3	4	5
TÉCNICO	1. Selección de alineación y emplazamiento					x
	2. Desarrollo de proyectos sensibles al contexto				x	
	3. Diseño sostenible y de larga duración					x
	4. Plan de control de calidad de la construcción					x
	5. Uso de tecnologías de pavimentos (pavimentos permeables, de larga duración, uso de RAP, cenizas volantes, materiales reciclados, etc.)					x
	6. Auditoria de seguridad vial (RSA)				x	
	7. Sistema de gestión de mantenimiento que incluya pavimentos, puentes y demás estructuras					x
	8. Movilidad sostenible, gestión de transporte y operaciones				x	
	9. Iluminación y comunicación energéticamente eficientes				x	
	10. Uso de sistemas de transporte inteligente (ITS)				x	
	11. Análisis de desempeño del pavimento					x
	12. Técnicas de bioingeniería					x
	13. Innovación (Implementación de ecodiseños y uso de tecnologías sostenibles)					x

Observaciones:

Considera eliminar o añadir algún criterio que no está en el listado:

ECONÓMICO	1. Análisis del costo de ciclo de vida					X
	2. Desarrollo económico local					X
	3. Análisis económicos y sostenibilidad financiera					X
	4. Uso circular de los productos de construcción					X
	5. Optimización y/o reducción de costos					X
	6. Vinculación de gestión de activos y planificación				X	
	7. Gestión de la demanda de viajes, movilidad de carga y movimiento de mercancías				X	
	8. Evaluación de riesgos y oportunidades económicas					X
	9. Evaluación de ahorro de costos de carbono social (impuesto a la tonelada de carbono)			X		
	10. Compras sostenibles			X		
Observaciones:						
Considera eliminar o añadir algún criterio que no está en el listado:						
AMBIENTAL	1. Cálculo de huella energética y de carbono				X	
	2. Prevención de la contaminación				X	
	3. Gestión integral de residuos sólidos				X	
	4. Conservación y restauración del hábitat					X
	5. Mejoras en el uso de la tierra					X
	6. Calidad de la vegetación y del paisaje			X		
	7. Reducción de emisiones de GEI (gases de efecto invernadero)				X	
	8. Uso del agua					X
	9. Seguimiento de cumplimientos ambientales			X		
	10. Uso de materiales locales					X
	11. Capacitación ambiental de construcción					X
	12. Programa de gestión del clima vial				X	
	13. Liderazgo en sostenibilidad				X	
	14. Protección de la biodiversidad					X
	15. Eficiencia energética					X
	16. Declaraciones ambientales de productos				X	
Observaciones:						
Considera eliminar o añadir algún criterio que no está en el listado:						

ENCUESTA

Instrucciones: El propósito de la siguiente encuesta es formular una propuesta de evaluación de la sostenibilidad basada en criterios técnicos, ambientales y económicos de certificaciones viales existentes aplicables a vías Concesionadas en el Departamento de Antioquia. Por lo que, resulta de gran ayuda su diligenciamiento.

Nombre: HERNANDO VILLOTA POSSO **Profesión:** INGENIERO CIVIL

Se presenta a continuación un listado de criterios a los cuales usted le asignará una calificación de acuerdo con la escala de valoración de 1 a 5 de la siguiente manera:

1	2	3	4	5
Nada importante	Poco importante	Algo importante	Importante	Muy importante

CRITERIOS		1	2	3	4	5
TÉCNICO	1. Selección de alineación y emplazamiento				X	
	2. Desarrollo de proyectos sensibles al contexto			X		
	3. Diseño sostenible y de larga duración			X		
	4. Plan de control de calidad de la construcción				X	
	5. Uso de tecnologías de pavimentos (pavimentos permeables, de larga duración, uso de RAP, cenizas volantes, materiales reciclados, etc.)			X		
	6. Auditoria de seguridad vial (RSA)			X		
	7. Sistema de gestión de mantenimiento que incluya pavimentos, puentes y demás estructuras				X	
	8. Movilidad sostenible, gestión de transporte y operaciones			X		
	9. Iluminación y comunicación energéticamente eficientes			X		
	10. Uso de sistemas de transporte inteligente (ITS)				X	
	11. Análisis de desempeño del pavimento				X	
	12. Técnicas de bioingeniería		X			
	13. Innovación (Implementación de ecodiseños y uso de tecnologías sostenibles)					

Observaciones:

Considera eliminar o añadir algún criterio que no está en el listado:

ECONÓMICO	1. Análisis del costo de ciclo de vida					X
	2. Desarrollo económico local			X		
	3. Análisis económicos y sostenibilidad financiera				X	
	4. Uso circular de los productos de construcción					X
	5. Optimización y/o reducción de costos				X	
	6. Vinculación de gestión de activos y planificación			X		
	7. Gestión de la demanda de viajes, movilidad de carga y movimiento de mercancías			X		
	8. Evaluación de riesgos y oportunidades económicas			X		
	9. Evaluación de ahorro de costos de carbono social (impuesto a la tonelada de carbono)				X	
	10. Compras sostenibles			X		
Observaciones:						
Considera eliminar o añadir algún criterio que no está en el listado:						
AMBIENTAL	1. Cálculo de huella energética y de carbono				X	
	2. Prevención de la contaminación			X		
	3. Gestión integral de residuos sólidos			X		
	4. Conservación y restauración del hábitat			X		
	5. Mejoras en el uso de la tierra				X	
	6. Calidad de la vegetación y del paisaje			X		
	7. Reducción de emisiones de GEI (gases de efecto invernadero)				X	
	8. Uso del agua					X
	9. Seguimiento de cumplimientos ambientales			X		
	10. Uso de materiales locales			X		
	11. Capacitación ambiental de construcción				X	
	12. Programa de gestión del clima vial			X		
	13. Liderazgo en sostenibilidad				X	
	14. Protección de la biodiversidad			X		
	15. Eficiencia energética				X	
	16. Declaraciones ambientales de productos			X		
Observaciones:						
Considera eliminar o añadir algún criterio que no está en el listado:						

ENCUESTA

Instrucciones: El propósito de la siguiente encuesta es formular una propuesta de evaluación de la sostenibilidad basada en criterios técnicos, ambientales y económicos de certificaciones viales existentes aplicables a vías Concesionadas en el Departamento de Antioquia. Por lo que, resulta de gran ayuda su diligenciamiento.

Nombre: Ricardo Figueroa Almenares

Profesión: Ingeniero Civil

Se presenta a continuación un listado de criterios a los cuales usted le asignará una calificación de acuerdo con la escala de valoración de 1 a 5 de la siguiente manera:

1	2	3	4	5
Nada importante	Poco importante	Algo importante	Importante	Muy importante

		CRITERIOS				
		1	2	3	4	5
TÉCNICO	1. Selección de alineación y emplazamiento				X	
	2. Desarrollo de proyectos sensibles al contexto				x	
	3. Diseño sostenible y de larga duración					X
	4. Plan de control de calidad de la construcción					X
	5. Uso de tecnologías de pavimentos (pavimentos permeables, de larga duración, uso de RAP, cenizas volantes, materiales reciclados, etc.)				X	
	6. Auditoria de seguridad vial (RSA)				X	
	7. Sistema de gestión de mantenimiento que incluya pavimentos, puentes y demás estructuras					X
	8. Movilidad sostenible, gestión de transporte y operaciones					X
	9. Iluminación y comunicación energéticamente eficientes					X
	10. Uso de sistemas de transporte inteligente (ITS)				X	
	11. Análisis de desempeño del pavimento				X	
	12. Técnicas de bioingeniería				X	
	13. Innovación (Implementación de ecodiseños y uso de tecnologías sostenibles)					X

Observaciones:

Considera eliminar o añadir algún criterio que no está en el listado:

ECONÓMICO	1. Análisis del costo de ciclo de vida				X	
	2. Desarrollo económico local				X	
	3. Análisis económicos y sostenibilidad financiera				X	
	4. Uso circular de los productos de construcción				X	
	5. Optimización y/o reducción de costos					X
	6. Vinculación de gestión de activos y planificación				X	
	7. Gestión de la demanda de viajes, movilidad de carga y movimiento de mercancías				X	
	8. Evaluación de riesgos y oportunidades económicas				X	
	9. Evaluación de ahorro de costos de carbono social (impuesto a la tonelada de carbono)				X	
	10. Compras sostenibles				X	
Observaciones:						
Considera eliminar o añadir algún criterio que no está en el listado:						
AMBIENTAL	1. Cálculo de huella energética y de carbono				X	
	2. Prevención de la contaminación					X
	3. Gestión integral de residuos sólidos					X
	4. Conservación y restauración del hábitat				X	
	5. Mejoras en el uso de la tierra				X	
	6. Calidad de la vegetación y del paisaje				X	
	7. Reducción de emisiones de GEI (gases de efecto invernadero)			X		
	8. Uso del agua				X	
	9. Seguimiento de cumplimientos ambientales				X	
	10. Uso de materiales locales			X		
	11. Capacitación ambiental de construcción					X
	12. Programa de gestión del clima vial				X	
	13. Liderazgo en sostenibilidad				X	
	14. Protección de la biodiversidad					X
	15. Eficiencia energética				X	
	16. Declaraciones ambientales de productos				X	
Observaciones:						
Considera eliminar o añadir algún criterio que no está en el listado:						

ENCUESTA

Instrucciones: El propósito de la siguiente encuesta es formular una propuesta de evaluación de la sostenibilidad basada en criterios técnicos, ambientales y económicos de certificaciones viales existentes aplicables a vías Concesionadas en el Departamento de Antioquia. Por lo que, resulta de gran ayuda su diligenciamiento.

Nombre: Santiago Valdivieso Polanco **Profesión:** Ingeniero Civil

Se presenta a continuación un listado de criterios a los cuales usted le asignará una calificación de acuerdo con la escala de valoración de 1 a 5 de la siguiente manera:

1	2	3	4	5
Nada importante	Poco importante	Algo importante	Importante	Muy importante

CRITERIOS		1	2	3	4	5
TÉCNICO	1. Selección de alineación y emplazamiento				X	
	2. Desarrollo de proyectos sensibles al contexto				X	
	3. Diseño sostenible y de larga duración					X
	4. Plan de control de calidad de la construcción					X
	5. Uso de tecnologías de pavimentos (pavimentos permeables, de larga duración, uso de RAP, cenizas volantes, materiales reciclados, etc.)					X
	6. Auditoria de seguridad vial (RSA)			X		
	7. Sistema de gestión de mantenimiento que incluya pavimentos, puentes y demás estructuras				X	
	8. Movilidad sostenible, gestión de transporte y operaciones				X	
	9. Iluminación y comunicación energéticamente eficientes			X		
	10. Uso de sistemas de transporte inteligente (ITS)				X	
	11. Análisis de desempeño del pavimento			X		
	12. Técnicas de bioingeniería					X
	13. Innovación (Implementación de ecodiseños y uso de tecnologías sostenibles)					X

Observaciones:

Considera eliminar o añadir algún criterio que no está en el listado:

ECONÓMICO	1. Análisis del costo de ciclo de vida					X
	2. Desarrollo económico local			X		
	3. Análisis económicos y sostenibilidad financiera					X
	4. Uso circular de los productos de construcción				X	
	5. Optimización y/o reducción de costos				X	
	6. Vinculación de gestión de activos y planificación			X		
	7. Gestión de la demanda de viajes, movilidad de carga y movimiento de mercancías			X		
	8. Evaluación de riesgos y oportunidades económicas					X
	9. Evaluación de ahorro de costos de carbono social (impuesto a la tonelada de carbono)					X
	10. Compras sostenibles			X		
<p>Observaciones:</p> <p>En los aspectos economicos se debería evaluar financieramente el uso de equipos y herramientas no contaminantes y amigables con el medio ambiente para las tareas de mantenimiento. Esto permitiría dar cumplimiento a objetivos planteados en sostenibilidad</p> <p>Considera eliminar o añadir algún criterio que no está en el listado:</p>						
AMBIENTAL	1. Cálculo de huella energética y de carbono					X
	2. Prevención de la contaminación					X
	3. Gestión integral de residuos sólidos					X
	4. Conservación y restauración del hábitat					X
	5. Mejoras en el uso de la tierra					X
	6. Calidad de la vegetación y del paisaje				X	
	7. Reducción de emisiones de GEI (gases de efecto invernadero)					X
	8. Uso del agua					X
	9. Seguimiento de cumplimientos ambientales					X
	10. Uso de materiales locales					X
	11. Capacitación ambiental de construcción				X	
	12. Programa de gestión del clima vial				X	
	13. Liderazgo en sostenibilidad					X
	14. Protección de la biodiversidad					X
	15. Eficiencia energética					X
	16. Declaraciones ambientales de productos			X		
<p>Observaciones:</p> <p>Considera eliminar o añadir algún criterio que no está en el listado:</p>						

ENCUESTA

Instrucciones: El propósito de la siguiente encuesta es formular una propuesta de evaluación de la sostenibilidad basada en criterios técnicos, ambientales y económicos de certificaciones viales existentes aplicables a vías Concesionadas en el Departamento de Antioquia. Por lo que, resulta de gran ayuda su diligenciamiento.

Nombre: Yaleinys Kammerer Mejía **Profesión:** Ingeniera Ambiental y Sanitaria

Se presenta a continuación un listado de criterios a los cuales usted le asignará una calificación de acuerdo con la escala de valoración de 1 a 5 de la siguiente manera:

1	2	3	4	5
Nada importante	Poco importante	Algo importante	Importante	Muy importante

CRITERIOS		1	2	3	4	5
TÉCNICO	1. Selección de alineación y emplazamiento					X
	2. Desarrollo de proyectos sensibles al contexto		X			
	3. Diseño sostenible y de larga duración					X
	4. Plan de control de calidad de la construcción					X
	5. Uso de tecnologías de pavimentos (pavimentos permeables, de larga duración, uso de RAP, cenizas volantes, materiales reciclados, etc.)					X
	6. Auditoria de seguridad vial (RSA)			X		
	7. Sistema de gestión de mantenimiento que incluya pavimentos, puentes y demás estructuras				X	
	8. Movilidad sostenible, gestión de transporte y operaciones			X		
	9. Iluminación y comunicación energéticamente eficientes					X
	10. Uso de sistemas de transporte inteligente (ITS)				X	
	11. Análisis de desempeño del pavimento				X	
	12. Técnicas de bioingeniería			X		
	13. Innovación (Implementación de ecodiseños y uso de tecnologías sostenibles)			X		

Observaciones:

Considera eliminar o añadir algún criterio que no está en el listado:

Eliminar 2. Desarrollo de proyectos sensibles al contexto y Innovación (Implementación de ecodiseños y uso de tecnologías sostenibles)

ECONÓMICO	1. Análisis del costo de ciclo de vida			X		
	2. Desarrollo económico local			X		
	3. Análisis económicos y sostenibilidad financiera					X
	4. Uso circular de los productos de construcción			X		
	5. Optimización y/o reducción de costos		X			
	6. Vinculación de gestión de activos y planificación				X	
	7. Gestión de la demanda de viajes, movilidad de carga y movimiento de mercancías			X		
	8. Evaluación de riesgos y oportunidades económicas					X
	9. Evaluación de ahorro de costos de carbono social (impuesto a la tonelada de carbono)			X		
	10. Compras sostenibles				X	
Observaciones:						
Considera eliminar o añadir algún criterio que no está en el listado:						
AMBIENTAL	1. Cálculo de huella energética y de carbono					X
	2. Prevención de la contaminación					X
	3. Gestión integral de residuos sólidos					X
	4. Conservación y restauración del hábitat					X
	5. Mejoras en el uso de la tierra			X		
	6. Calidad de la vegetación y del paisaje				X	
	7. Reducción de emisiones de GEI (gases de efecto invernadero)					X
	8. Uso del agua					X
	9. Seguimiento de cumplimientos ambientales				X	
	10. Uso de materiales locales		X			
	11. Capacitación ambiental de construcción					X
	12. Programa de gestión del clima vial			X		
	13. Liderazgo en sostenibilidad				X	
	14. Protección de la biodiversidad					X
	15. Eficiencia energética			X		
	16. Declaraciones ambientales de productos			X		
Observaciones:						
Considera eliminar o añadir algún criterio que no está en el listado:						
Eliminar Mejoras en el uso de la tierra						

ENCUESTA

Instrucciones: El propósito de la siguiente encuesta es formular una propuesta de evaluación de la sostenibilidad basada en criterios técnicos, ambientales y económicos de certificaciones viales existentes aplicables a vías Concesionadas en el Departamento de Antioquia. Por lo que, resulta de gran ayuda su diligenciamiento.

Nombre: WILSON A. JAIME BARBOSA **-Profesión:** ING. CIVIL. Msc Ingeniería de Vías

Se presenta a continuación un listado de criterios a los cuales usted le asignará una calificación de acuerdo con la escala de valoración de 1 a 5 de la siguiente manera:

1	2	3	4	5
Nada importante	Poco importante	Algo importante	Importante	Muy importante

		CRITERIOS				
		1	2	3	4	5
TÉCNICO	1. Selección de alineación y emplazamiento				X	
	2. Desarrollo de proyectos sensibles al contexto				X	
	3. Diseño sostenible y de larga duración					X
	4. Plan de control de calidad de la construcción					X
	5. Uso de tecnologías de pavimentos (pavimentos permeables, de larga duración, uso de RAP, cenizas volantes, materiales reciclados, etc.)				X	
	6. Auditoria de seguridad vial (RSA)				X	
	7. Sistema de gestión de mantenimiento que incluya pavimentos, puentes y demás estructuras					X
	8. Movilidad sostenible, gestión de transporte y operaciones				X	
	9. Iluminación y comunicación energéticamente eficientes					X
	10. Uso de sistemas de transporte inteligente (ITS)					X
	11. Análisis de desempeño del pavimento				X	
	12. Técnicas de bioingeniería				X	
	13. Innovación (Implementación de ecodiseños y uso de tecnologías sostenibles)					X

Observaciones:

Se debe tener en cuenta la inclusión de la metodología BIM o LEAN construcción para carreteras, según las disposiciones legales.

Considera eliminar o añadir algún criterio que no está en el listado:

ECONÓMICO	1. Análisis del costo de ciclo de vida					X
	2. Desarrollo económico local				X	
	3. Análisis económicos y sostenibilidad financiera				X	
	4. Uso circular de los productos de construcción					X
	5. Optimización y/o reducción de costos					X
	6. Vinculación de gestión de activos y planificación					X
	7. Gestión de la demanda de viajes, movilidad de carga y movimiento de mercancías					X
	8. Evaluación de riesgos y oportunidades económicas					X
	9. Evaluación de ahorro de costos de carbono social (impuesto a la tonelada de carbono)					X
	10. Compras sostenibles				X	
Observaciones:						
Considera eliminar o añadir algún criterio que no está en el listado:						
AMBIENTAL	1. Cálculo de huella energética y de carbono					X
	2. Prevención de la contaminación				X	
	3. Gestión integral de residuos sólidos					X
	4. Conservación y restauración del hábitat				X	
	5. Mejoras en el uso de la tierra				X	
	6. Calidad de la vegetación y del paisaje				X	
	7. Reducción de emisiones de GEI (gases de efecto invernadero)					X
	8. Uso del agua					X
	9. Seguimiento de cumplimientos ambientales					X
	10. Uso de materiales locales				X	
	11. Capacitación ambiental de construcción			X		
	12. Programa de gestión del clima vial				X	
	13. Liderazgo en sostenibilidad				X	
	14. Protección de la biodiversidad					X
	15. Eficiencia energética					X
	16. Declaraciones ambientales de productos				X	
Observaciones:						
Considera eliminar o añadir algún criterio que no está en el listado:						

ENCUESTA

Instrucciones: El propósito de la siguiente encuesta es formular una propuesta de evaluación de la sostenibilidad basada en criterios técnicos, ambientales y económicos de certificaciones viales existentes aplicables a vías Concesionadas en el Departamento de Antioquia. Por lo que, resulta de gran ayuda su diligenciamiento.

Nombre: Jefherson Contreras Celedón **Profesión:** Ingeniero Civil

Se presenta a continuación un listado de criterios a los cuales usted le asignará una calificación de acuerdo con la escala de valoración de 1 a 5 de la siguiente manera:

1	2	3	4	5
Nada importante	Poco importante	Algo importante	Importante	Muy importante

		CRITEROS				
		1	2	3	4	5
TÉCNICO	1. Selección de alineación y emplazamiento					X
	2. Desarrollo de proyectos sensibles al contexto					X
	3. Diseño sostenible y de larga duración					X
	4. Plan de control de calidad de la construcción					X
	5. Uso de tecnologías de pavimentos (pavimentos permeables, de larga duración, uso de RAP, cenizas volantes, materiales reciclados, etc.)				X	
	6. Auditoria de seguridad vial (RSA)				X	
	7. Sistema de gestión de mantenimiento que incluya pavimentos, puentes y demás estructuras					X
	8. Movilidad sostenible, gestión de transporte y operaciones					X
	9. Iluminación y comunicación energéticamente eficientes				X	
	10. Uso de sistemas de transporte inteligente (ITS)				X	
	11. Análisis de desempeño del pavimento				X	
	12. Técnicas de bioingeniería			X		
	13. Innovación (Implementación de ecodiseños y uso de tecnologías sostenibles)				X	

Observaciones: Todos estos criterios es importante tenerlos en cuenta durante la estructuración del proyecto. Tener un control sobre cada elemento asociado a la infraestructura vial, mejorará la durabilidad y asegurará la reducción de costos asociados a desgaste, mantenimiento y accidentalidad. Es necesario implementar nuevos sistemas y procesos que otorguen beneficios en términos de calidad, durabilidad y sostenibilidad.

Considera eliminar o añadir algún criterio que no está en el listado: Ninguno

ECONÓMICO	1. Análisis del costo de ciclo de vida					X
	2. Desarrollo económico local				X	
	3. Análisis económicos y sostenibilidad financiera				X	
	4. Uso circular de los productos de construcción				X	
	5. Optimización y/o reducción de costos					X
	6. Vinculación de gestión de activos y planificación				X	
	7. Gestión de la demanda de viajes, movilidad de carga y movimiento de mercancías					X
	8. Evaluación de riesgos y oportunidades económicas					X
	9. Evaluación de ahorro de costos de carbono social (impuesto a la tonelada de carbono)			X		
	10. Compras sostenibles				X	
<p>Observaciones: Es necesario que la evaluación de costos de los proyectos relacionados con construcción de vías, incluyan limitantes y/o sanciones más severas, con relación a los gastos asociados con cada periodo de ejecución de proyectos. La forma como se estructuran los proyectos en el país, deja a entrever las falencias por parte del personal profesional encargado de esta función. Tampoco es bueno limitar los proyectos a un mismo mecanismo de construcción y operación, cada región del país tiene sus propios componentes que los diferencian de los demás. Por ello, considero que se debería reforzar la estructuración económica de estos proyectos. Nuestro país depende de las vías para el transporte de cargas, por lo que se deben implementar mecanismos que no afecten tanto a este tipo de usuarios, lo que al final hace que se aumente el precio de todos los productos.</p> <p>Considera eliminar o añadir algún criterio que no está en el listado: Considero añadir la “Fuente inversión económica del proyecto”.</p>						
AMBIENTAL	1. Cálculo de huella energética y de carbono				X	
	2. Prevención de la contaminación					X
	3. Gestión integral de residuos sólidos					X
	4. Conservación y restauración del hábitat					X
	5. Mejoras en el uso de la tierra					X
	6. Calidad de la vegetación y del paisaje				X	
	7. Reducción de emisiones de GEI (gases de efecto invernadero)					X
	8. Uso del agua					X
	9. Seguimiento de cumplimientos ambientales				X	
	10. Uso de materiales locales					X
	11. Capacitación ambiental de construcción				X	
	12. Programa de gestión del clima vial				X	
	13. Liderazgo en sostenibilidad					X
	14. Protección de la biodiversidad					X
	15. Eficiencia energética					X
	16. Declaraciones ambientales de productos				X	
<p>Observaciones: Considero importante todos los criterios ambientales. El calentamiento global va en aumento, por ello, es necesario que todos los proyectos se desarrollen en pro de la eficiencia energética y el cuidado del medio.</p> <p>Considera eliminar o añadir algún criterio que no está en el listado: Ninguno</p>						

ENCUESTA

Instrucciones: El propósito de la siguiente encuesta es formular una propuesta de evaluación de la sostenibilidad basada en criterios técnicos, ambientales y económicos de certificaciones viales existentes aplicables a vías Concesionadas en el Departamento de Antioquia. Por lo que, resulta de gran ayuda su diligenciamiento.

Nombre: Heidy Pérez **Profesión:** Ingeniera Ambiental

Se presenta a continuación un listado de criterios a los cuales usted le asignará una calificación de acuerdo con la escala de valoración de 1 a 5 de la siguiente manera:

1	2	3	4	5
Nada importante	Poco importante	Algo importante	Importante	Muy importante

		CRITERIOS				
		1	2	3	4	5
TÉCNICO	1. Selección de alineación y emplazamiento			X		
	2. Desarrollo de proyectos sensibles al contexto				X	
	3. Diseño sostenible y de larga duración					X
	4. Plan de control de calidad de la construcción				X	
	5. Uso de tecnologías de pavimentos (pavimentos permeables, de larga duración, uso de RAP, cenizas volantes, materiales reciclados, etc.)					X
	6. Auditoria de seguridad vial (RSA)			X		
	7. Sistema de gestión de mantenimiento que incluya pavimentos, puentes y demás estructuras				X	
	8. Movilidad sostenible, gestión de transporte y operaciones				X	
	9. Iluminación y comunicación energéticamente eficientes				X	
	10. Uso de sistemas de transporte inteligente (ITS)				X	
	11. Análisis de desempeño del pavimento				X	
	12. Técnicas de bioingeniería				X	
	13. Innovación (Implementación de ecodiseños y uso de tecnologías sostenibles)					X

Observaciones:

Considera eliminar o añadir algún criterio que no está en el listado:

ECONÓMICO	1. Análisis del costo de ciclo de vida			X		
	2. Desarrollo económico local				X	
	3. Análisis económicos y sostenibilidad financiera			X		
	4. Uso circular de los productos de construcción				X	
	5. Optimización y/o reducción de costos					X
	6. Vinculación de gestión de activos y planificación				X	
	7. Gestión de la demanda de viajes, movilidad de carga y movimiento de mercancías				X	
	8. Evaluación de riesgos y oportunidades económicas				X	
	9. Evaluación de ahorro de costos de carbono social (impuesto a la tonelada de carbono)			X		
	10. Compras sostenibles				X	
Observaciones:						
Considera eliminar o añadir algún criterio que no está en el listado:						
AMBIENTAL	1. Cálculo de huella energética y de carbono			X		
	2. Prevención de la contaminación				X	
	3. Gestión integral de residuos sólidos					X
	4. Conservación y restauración del hábitat				X	
	5. Mejoras en el uso de la tierra				X	
	6. Calidad de la vegetación y del paisaje				X	
	7. Reducción de emisiones de GEI (gases de efecto invernadero)				X	
	8. Uso del agua				X	
	9. Seguimiento de cumplimientos ambientales				X	
	10. Uso de materiales locales					X
	11. Capacitación ambiental de construcción					X
	12. Programa de gestión del clima vial			X		
	13. Liderazgo en sostenibilidad			X		
	14. Protección de la biodiversidad				X	
	15. Eficiencia energética				X	
	16. Declaraciones ambientales de productos				X	
Observaciones:						
Considera eliminar o añadir algún criterio que no está en el listado:						

ENCUESTA

Instrucciones: El propósito de la siguiente encuesta es formular una propuesta de evaluación de la sostenibilidad basada en criterios técnicos, ambientales y económicos de certificaciones viales existentes aplicables a vías Concesionadas en el Departamento de Antioquia. Por lo que, resulta de gran ayuda su diligenciamiento.

Nombre: Luis Gabriel Hernández Reales **Profesión:** Ingeniero Ambiental

Se presenta a continuación un listado de criterios a los cuales usted le asignará una calificación de acuerdo con la escala de valoración de 1 a 5 de la siguiente manera:

1	2	3	4	5
Nada importante	Poco importante	Algo importante	Importante	Muy importante

		CRITERIOS				
		1	2	3	4	5
TÉCNICO	1. Selección de alineación y emplazamiento				X	
	2. Desarrollo de proyectos sensibles al contexto					X
	3. Diseño sostenible y de larga duración					X
	4. Plan de control de calidad de la construcción					
	5. Uso de tecnologías de pavimentos (pavimentos permeables, de larga duración, uso de RAP, cenizas volantes, materiales reciclados, etc.)					X
	6. Auditoria de seguridad vial (RSA)					X
	7. Sistema de gestión de mantenimiento que incluya pavimentos, puentes y demás estructuras					X
	8. Movilidad sostenible, gestión de transporte y operaciones					X
	9. Iluminación y comunicación energéticamente eficientes					X
	10. Uso de sistemas de transporte inteligente (ITS)					X
	11. Análisis de desempeño del pavimento					X
	12. Técnicas de bioingeniería					X
	13. Innovación (Implementación de ecodiseños y uso de tecnologías sostenibles)					X

Observaciones:

Considera eliminar o añadir algún criterio que no está en el listado:

ECONÓMICO	1. Análisis del costo de ciclo de vida					X
	2. Desarrollo económico local				X	
	3. Análisis económicos y sostenibilidad financiera					X
	4. Uso circular de los productos de construcción					X
	5. Optimización y/o reducción de costos					X
	6. Vinculación de gestión de activos y planificación					X
	7. Gestión de la demanda de viajes, movilidad de carga y movimiento de mercancías				X	
	8. Evaluación de riesgos y oportunidades económicas					X
	9. Evaluación de ahorro de costos de carbono social (impuesto a la tonelada de carbono)					X
	10. Compras sostenibles					X
Observaciones:						
Considera eliminar o añadir algún criterio que no está en el listado:						
AMBIENTAL	1. Cálculo de huella energética y de carbono					X
	2. Prevención de la contaminación					X
	3. Gestión integral de residuos sólidos					X
	4. Conservación y restauración del hábitat					X
	5. Mejoras en el uso de la tierra					X
	6. Calidad de la vegetación y del paisaje					X
	7. Reducción de emisiones de GEI (gases de efecto invernadero)					X
	8. Uso del agua					X
	9. Seguimiento de cumplimientos ambientales					X
	10. Uso de materiales locales					X
	11. Capacitación ambiental de construcción					X
	12. Programa de gestión del clima vial					X
	13. Liderazgo en sostenibilidad					X
	14. Protección de la biodiversidad					X
	15. Eficiencia energética					X
	16. Declaraciones ambientales de productos					X
Observaciones:						
Considera eliminar o añadir algún criterio que no está en el listado: Tener en cuenta la fragmentación de ecosistemas y atropellamiento de fauna						

ENCUESTA

Instrucciones: El propósito de la siguiente encuesta es formular una propuesta de evaluación de la sostenibilidad basada en criterios técnicos, ambientales y económicos de certificaciones viales existentes aplicables a vías Concesionadas en el Departamento de Antioquia. Por lo que, resulta de gran ayuda su diligenciamiento.

Nombre: Tatiana Guillen Ossa

Profesión: Ingeniera Civil

Se presenta a continuación un listado de criterios a los cuales usted le asignará una calificación de acuerdo con la escala de valoración de 1 a 5 de la siguiente manera:

1	2	3	4	5
Nada importante	Poco importante	Algo importante	Importante	Muy importante

		CRITEROS				
		1	2	3	4	5
TÉCNICO	1. Selección de alineación y emplazamiento					x
	2. Desarrollo de proyectos sensibles al contexto					x
	3. Diseño sostenible y de larga duración					x
	4. Plan de control de calidad de la construcción					x
	5. Uso de tecnologías de pavimentos (pavimentos permeables, de larga duración, uso de RAP, cenizas volantes, materiales reciclados, etc.)					x
	6. Auditoria de seguridad vial (RSA)					x
	7. Sistema de gestión de mantenimiento que incluya pavimentos, puentes y demás estructuras					x
	8. Movilidad sostenible, gestión de transporte y operaciones					x
	9. Iluminación y comunicación energéticamente eficientes					x
	10. Uso de sistemas de transporte inteligente (ITS)					x
	11. Análisis de desempeño del pavimento					x
	12. Técnicas de bioingeniería				x	
	13. Innovación (Implementación de ecodiseños y uso de tecnologías sostenibles)				x	

Observaciones:

Considera eliminar o añadir algún criterio que no está en el listado:

ECONÓMICO	1. Análisis del costo de ciclo de vida					X
	2. Desarrollo económico local					X
	3. Análisis económicos y sostenibilidad financiera					X
	4. Uso circular de los productos de construcción				X	
	5. Optimización y/o reducción de costos					X
	6. Vinculación de gestión de activos y planificación					X
	7. Gestión de la demanda de viajes, movilidad de carga y movimiento de mercancías					X
	8. Evaluación de riesgos y oportunidades económicas					X
	9. Evaluación de ahorro de costos de carbono social (impuesto a la tonelada de carbono)				X	
	10. Compras sostenibles					X
Observaciones:						
Considera eliminar o añadir algún criterio que no está en el listado:						
AMBIENTAL	1. Cálculo de huella energética y de carbono					X
	2. Prevención de la contaminación					X
	3. Gestión integral de residuos sólidos					X
	4. Conservación y restauración del hábitat					X
	5. Mejoras en el uso de la tierra					X
	6. Calidad de la vegetación y del paisaje				X	
	7. Reducción de emisiones de GEI (gases de efecto invernadero)				X	
	8. Uso del agua					X
	9. Seguimiento de cumplimientos ambientales					X
	10. Uso de materiales locales				X	
	11. Capacitación ambiental de construcción				X	
	12. Programa de gestión del clima vial				X	
	13. Liderazgo en sostenibilidad					X
	14. Protección de la biodiversidad					X
	15. Eficiencia energética					X
	16. Declaraciones ambientales de productos					X
Observaciones:						
Considera eliminar o añadir algún criterio que no está en el listado:						

ENCUESTA

Instrucciones: El propósito de la siguiente encuesta es formular una propuesta de evaluación de la sostenibilidad basada en criterios técnicos, ambientales y económicos de certificaciones viales existentes aplicables a vías Concesionadas en el Departamento de Antioquia. Por lo que, resulta de gran ayuda su diligenciamiento.

Nombre: Yefferson González Salazar

Profesión: Ingeniero Civil

Se presenta a continuación un listado de criterios a los cuales usted le asignará una calificación de acuerdo con la escala de valoración de 1 a 5 de la siguiente manera:

1	2	3	4	5
Nada importante	Poco importante	Algo importante	Importante	Muy importante

		CRITEROS				
		1	2	3	4	5
TÉCNICO	1. Selección de alineación y emplazamiento					x
	2. Desarrollo de proyectos sensibles al contexto					x
	3. Diseño sostenible y de larga duración				x	
	4. Plan de control de calidad de la construcción				x	
	5. Uso de tecnologías de pavimentos (pavimentos permeables, de larga duración, uso de RAP, cenizas volantes, materiales reciclados, etc.)			x		
	6. Auditoria de seguridad vial (RSA)				x	
	7. Sistema de gestión de mantenimiento que incluya pavimentos, puentes y demás estructuras				x	
	8. Movilidad sostenible, gestión de transporte y operaciones				x	
	9. Iluminación y comunicación energéticamente eficientes				x	
	10. Uso de sistemas de transporte inteligente (ITS)				x	
	11. Análisis de desempeño del pavimento				x	
	12. Técnicas de bioingeniería				x	
	13. Innovación (Implementación de ecodiseños y uso de tecnologías sostenibles)					x

Observaciones:

Brindar más detalle en la descripción del criterio para que el encuestado entienda mejor la consulta

Considera eliminar o añadir algún criterio que no está en el listado:

ECONÓMICO	1. Análisis del costo de ciclo de vida				X	
	2. Desarrollo económico local				X	
	3. Análisis económicos y sostenibilidad financiera					X
	4. Uso circular de los productos de construcción				X	
	5. Optimización y/o reducción de costos				X	
	6. Vinculación de gestión de activos y planificación					X
	7. Gestión de la demanda de viajes, movilidad de carga y movimiento de mercancías				X	
	8. Evaluación de riesgos y oportunidades económicas				X	
	9. Evaluación de ahorro de costos de carbono social (impuesto a la tonelada de carbono)				X	
	10. Compras sostenibles				X	
Observaciones:						
<p>Considera eliminar o añadir algún criterio que no está en el listado: Disponibilidad de recursos económicos para el desarrollo de proyectos</p>						
AMBIENTAL	1. Cálculo de huella energética y de carbono				X	
	2. Prevención de la contaminación				X	
	3. Gestión integral de residuos sólidos				X	
	4. Conservación y restauración del hábitat				X	
	5. Mejoras en el uso de la tierra				X	
	6. Calidad de la vegetación y del paisaje				X	
	7. Reducción de emisiones de GEI (gases de efecto invernadero)				X	
	8. Uso del agua					X
	9. Seguimiento de cumplimientos ambientales					X
	10. Uso de materiales locales					X
	11. Capacitación ambiental de construcción					X
	12. Programa de gestión del clima vial				X	
	13. Liderazgo en sostenibilidad					X
	14. Protección de la biodiversidad					X
	15. Eficiencia energética					X
	16. Declaraciones ambientales de productos				X	
Observaciones:						
<p>Reformular el criterio 12</p> <p>Considera eliminar o añadir algún criterio que no está en el listado:</p>						

ENCUESTA

Instrucciones: El propósito de la siguiente encuesta es formular una propuesta de evaluación de la sostenibilidad basada en criterios técnicos, ambientales y económicos de certificaciones viales existentes aplicables a vías Concesionadas en el Departamento de Antioquia. Por lo que, resulta de gran ayuda su diligenciamiento.

Nombre: JUAN ESTEBAN CARRILLO Profesión: INGENIERO CIVIL

Se presenta a continuación un listado de criterios a los cuales usted le asignará una calificación de acuerdo con la escala de valoración de 1 a 5 de la siguiente manera:

1	2	3	4	5
Nada importante	Poco importante	Algo importante	Importante	Muy importante

		CRITERIOS				
		1	2	3	4	5
TÉCNICO	1. Selección de alineación y emplazamiento					X
	2. Desarrollo de proyectos sensibles al contexto				X	
	3. Diseño sostenible y de larga duración					X
	4. Plan de control de calidad de la construcción				X	
	5. Uso de tecnologías de pavimentos (pavimentos permeables, de larga duración, uso de RAP, cenizas volantes, materiales reciclados, etc.)				X	
	6. Auditoria de seguridad vial (RSA)				X	
	7. Sistema de gestión de mantenimiento que incluya pavimentos, puentes y demás estructuras					X
	8. Movilidad sostenible, gestión de transporte y operaciones				X	
	9. Iluminación y comunicación energéticamente eficientes				X	
	10. Uso de sistemas de transporte inteligente (ITS)					X
	11. Análisis de desempeño del pavimento				X	
	12. Técnicas de bioingeniería				X	
	13. Innovación (Implementación de ecodiseños y uso de tecnologías sostenibles)				X	

Observaciones:

Considera eliminar o añadir algún criterio que no está en el listado:

ECONÓMICO	1. Análisis del costo de ciclo de vida					X	
	2. Desarrollo económico local					X	
	3. Análisis económicos y sostenibilidad financiera					X	
	4. Uso circular de los productos de construcción					X	
	5. Optimización y/o reducción de costos						X
	6. Vinculación de gestión de activos y planificación					X	
	7. Gestión de la demanda de viajes, movilidad de carga y movimiento de mercancías						X
	8. Evaluación de riesgos y oportunidades económicas						X
	9. Evaluación de ahorro de costos de carbono social (impuesto a la tonelada de carbono)						X
	10. Compras sostenibles					X	

Observaciones:

Considera eliminar o añadir algún criterio que no está en el listado:

AMBIENTAL	1. Cálculo de huella energética y de carbono					X	
	2. Prevención de la contaminación					X	
	3. Gestión integral de residuos sólidos					X	
	4. Conservación y restauración del hábitat						X
	5. Mejoras en el uso de la tierra						X
	6. Calidad de la vegetación y del paisaje					X	
	7. Reducción de emisiones de GEI (gases de efecto invernadero)						X
	8. Uso del agua						X
	9. Seguimiento de cumplimientos ambientales						X
	10. Uso de materiales locales						X
	11. Capacitación ambiental de construcción					X	
	12. Programa de gestión del clima vial					X	
	13. Liderazgo en sostenibilidad					X	
	14. Protección de la biodiversidad						X
	15. Eficiencia energética						X
	16. Declaraciones ambientales de productos					X	

Observaciones:

Considera eliminar o añadir algún criterio que no está en el listado:

ENCUESTA

Instrucciones: El propósito de la siguiente encuesta es formular una propuesta de evaluación de la sostenibilidad basada en criterios técnicos, ambientales y económicos de certificaciones viales existentes aplicables a vías Concesionadas en el Departamento de Antioquia. Por lo que, resulta de gran ayuda su diligenciamiento.

Nombre: Daniel Arroyave Chavarriaga **Profesión:** Ingeniero Civil Esp. Vías

Se presenta a continuación un listado de criterios a los cuales usted le asignará una calificación de acuerdo con la escala de valoración de 1 a 5 de la siguiente manera:

1	2	3	4	5
Nada importante	Poco importante	Algo importante	Importante	Muy importante

CRITERIOS		1	2	3	4	5
TÉCNICO	1. Selección de alineación y emplazamiento					X
	2. Desarrollo de proyectos sensibles al contexto				X	
	3. Diseño sostenible y de larga duración					X
	4. Plan de control de calidad de la construcción					X
	5. Uso de tecnologías de pavimentos (pavimentos permeables, de larga duración, uso de RAP, cenizas volantes, materiales reciclados, etc.)					X
	6. Auditoria de seguridad vial (RSA)				X	
	7. Sistema de gestión de mantenimiento que incluya pavimentos, puentes y demás estructuras				X	
	8. Movilidad sostenible, gestión de transporte y operaciones				X	
	9. Iluminación y comunicación energéticamente eficientes				X	
	10. Uso de sistemas de transporte inteligente (ITS)				X	
	11. Análisis de desempeño del pavimento			X		
	12. Técnicas de bioingeniería				X	
	13. Innovación (Implementación de ecodiseños y uso de tecnologías sostenibles)				X	

Observaciones:

Considera eliminar o añadir algún criterio que no está en el listado:

ECONÓMICO	1. Análisis del costo de ciclo de vida						X
	2. Desarrollo económico local						XX
	3. Análisis económicos y sostenibilidad financiera						XX
	4. Uso circular de los productos de construcción						XX
	5. Optimización y/o reducción de costos						XX
	6. Vinculación de gestión de activos y planificación					X	
	7. Gestión de la demanda de viajes, movilidad de carga y movimiento de mercancías						X
	8. Evaluación de riesgos y oportunidades económicas					X	
	9. Evaluación de ahorro de costos de carbono social (impuesto a la tonelada de carbono)						X
	10. Compras sostenibles					X	
Observaciones:							
Considera eliminar o añadir algún criterio que no está en el listado:							
AMBIENTAL	1. Cálculo de huella energética y de carbono						X
	2. Prevención de la contaminación					X	X
	3. Gestión integral de residuos sólidos						XX
	4. Conservación y restauración del hábitat						XX
	5. Mejoras en el uso de la tierra						X
	6. Calidad de la vegetación y del paisaje					XX	
	7. Reducción de emisiones de GEI (gases de efecto invernadero)					XX	
	8. Uso del agua						XX
	9. Seguimiento de cumplimientos ambientales						XX
	10. Uso de materiales locales						XX
	11. Capacitación ambiental de construcción						XX
	12. Programa de gestión del clima vial						XX
	13. Liderazgo en sostenibilidad						XX
	14. Protección de la biodiversidad						XX
	15. Eficiencia energética					X	
	16. Declaraciones ambientales de productos						X
Observaciones:							
Considera eliminar o añadir algún criterio que no está en el listado:							

ENCUESTA

Instrucciones: El propósito de la siguiente encuesta es formular una propuesta de evaluación de la sostenibilidad basada en criterios técnicos, ambientales y económicos de certificaciones viales existentes aplicables a vías Concesionadas en el Departamento de Antioquia. Por lo que, resulta de gran ayuda su diligenciamiento.

Nombre: Sergio Javier Espinosa. **Profesión:** Topógrafo-dibujante.

Se presenta a continuación un listado de criterios a los cuales usted le asignará una calificación de acuerdo con la escala de valoración de 1 a 5 de la siguiente manera:

1	2	3	4	5
Nada importante	Poco importante	Algo importante	Importante	Muy importante

	CRITERIOS	1	2	3	4	5
TÉCNICO	1. Selección de alineación y emplazamiento			x		
	2. Desarrollo de proyectos sensibles al contexto				x	
	3. Diseño sostenible y de larga duración					x
	4. Plan de control de calidad de la construcción				x	
	5. Uso de tecnologías de pavimentos (pavimentos permeables, de larga duración, uso de RAP, cenizas volantes, materiales reciclados, etc.)				x	
	6. Auditoria de seguridad vial (RSA)			x		
	7. Sistema de gestión de mantenimiento que incluya pavimentos, puentes y demás estructuras				x	
	8. Movilidad sostenible, gestión de transporte y operaciones			x		
	9. Iluminación y comunicación energéticamente eficientes			x		
	10. Uso de sistemas de transporte inteligente (ITS)			x		
	11. Análisis de desempeño del pavimento			x		
	12. Técnicas de bioingeniería					x
	13. Innovación (Implementación de ecodiseños y uso de tecnologías sostenibles)					x

Observaciones:

Considera eliminar o añadir algún criterio que no está en el listado:

ECONÓMICO	1. Análisis del costo de ciclo de vida								
	2. Desarrollo económico local								x
	3. Análisis económicos y sostenibilidad financiera						x		
	4. Uso circular de los productos de construcción							x	
	5. Optimización y/o reducción de costos							x	
	6. Vinculación de gestión de activos y planificación							x	
	7. Gestión de la demanda de viajes, movilidad de carga y movimiento de mercancías						x		
	8. Evaluación de riesgos y oportunidades económicas								
	9. Evaluación de ahorro de costos de carbono social (impuesto a la tonelada de carbono)								x
	10. Compras sostenibles								

Observaciones:

Considera eliminar o añadir algún criterio que no está en el listado:

AMBIENTAL	1. Cálculo de huella energética y de carbono								x	
	2. Prevención de la contaminación								x	
	3. Gestión integral de residuos sólidos								x	
	4. Conservación y restauración del hábitat								x	
	5. Mejoras en el uso de la tierra								x	
	6. Calidad de la vegetación y del paisaje							x		
	7. Reducción de emisiones de GEI (gases de efecto invernadero)							x		
	8. Uso del agua									x
	9. Seguimiento de cumplimientos ambientales								x	
	10. Uso de materiales locales								x	
	11. Capacitación ambiental de construcción								x	
	12. Programa de gestión del clima vial								x	
	13. Liderazgo en sostenibilidad									x
	14. Protección de la biodiversidad									x
	15. Eficiencia energética								x	
	16. Declaraciones ambientales de productos								x	

Observaciones:

Considera eliminar o añadir algún criterio que no está en el listado:

ENCUESTA

Instrucciones: El propósito de la siguiente encuesta es formular una propuesta de evaluación de la sostenibilidad basada en criterios técnicos, ambientales y económicos de certificaciones viales existentes aplicables a vías Concesionadas en el Departamento de Antioquia. Por lo que, resulta de gran ayuda su diligenciamiento.

Nombre: Nancy Yuliana Tamayo David **Profesión:** Ingeniera Ambiental.

Se presenta a continuación un listado de criterios a los cuales usted le asignará una calificación de acuerdo con la escala de valoración de 1 a 5 de la siguiente manera:

1	2	3	4	5
Nada importante	Poco importante	Algo importante	Importante	Muy importante

CRITERIOS		1	2	3	4	5
TÉCNICO	1. Selección de alineación y emplazamiento				X	
	2. Desarrollo de proyectos sensibles al contexto					X
	3. Diseño sostenible y de larga duración					X
	4. Plan de control de calidad de la construcción				X	
	5. Uso de tecnologías de pavimentos (pavimentos permeables, de larga duración, uso de RAP, cenizas volantes, materiales reciclados, etc.)					X
	6. Auditoria de seguridad vial (RSA)			X		
	7. Sistema de gestión de mantenimiento que incluya pavimentos, puentes y demás estructuras				X	
	8. Movilidad sostenible, gestión de transporte y operaciones					X
	9. Iluminación y comunicación energéticamente eficientes					X
	10. Uso de sistemas de transporte inteligente (ITS)					X
	11. Análisis de desempeño del pavimento				X	
	12. Técnicas de bioingeniería					X
	13. Innovación (Implementación de ecodiseños y uso de tecnologías sostenibles)					X

Observaciones:

Se debería incluir un estudio de tecnologías para concretos más amigables con el medio ambiente y sostenibles con el entorno, serviría para implementar en los planes de mantenimiento que se diseñen en la etapa de operación del proyecto concesionado, permitiendo optimizar recursos.

Considera eliminar o añadir algún criterio que no está en el listado:

ECONÓMICO	1. Análisis del costo de ciclo de vida				X	
	2. Desarrollo económico local			X		
	3. Análisis económicos y sostenibilidad financiera					X
	4. Uso circular de los productos de construcción				X	
	5. Optimización y/o reducción de costos					X
	6. Vinculación de gestión de activos y planificación				X	
	7. Gestión de la demanda de viajes, movilidad de carga y movimiento de mercancías					X
	8. Evaluación de riesgos y oportunidades económicas					X
	9. Evaluación de ahorro de costos de carbono social (impuesto a la tonelada de carbono)					X
	10. Compras sostenibles				X	
Observaciones:						
Considera eliminar o añadir algún criterio que no está en el listado:						
AMBIENTAL	1. Cálculo de huella energética y de carbono					X
	2. Prevención de la contaminación					X
	3. Gestión integral de residuos sólidos				X	
	4. Conservación y restauración del hábitat				X	
	5. Mejoras en el uso de la tierra				X	
	6. Calidad de la vegetación y del paisaje				X	
	7. Reducción de emisiones de GEI (gases de efecto invernadero)					X
	8. Uso del agua					X
	9. Seguimiento de cumplimientos ambientales				X	
	10. Uso de materiales locales				X	
	11. Capacitación ambiental de construcción					X
	12. Programa de gestión del clima vial				X	
	13. Liderazgo en sostenibilidad					X
	14. Protección de la biodiversidad					X
	15. Eficiencia energética					X
	16. Declaraciones ambientales de productos			X		
Observaciones:						
Considera eliminar o añadir algún criterio que no está en el listado:						

ENCUESTA

Instrucciones: El propósito de la siguiente encuesta es formular una propuesta de evaluación de la sostenibilidad basada en criterios técnicos, ambientales y económicos de certificaciones viales existentes aplicables a vías Concesionadas en el Departamento de Antioquia. Por lo que, resulta de gran ayuda su diligenciamiento.

Nombre: Karol Tatiana Ortiz Guzman **Profesión:** Ingeniera ambiental

Se presenta a continuación un listado de criterios a los cuales usted le asignará una calificación de acuerdo con la escala de valoración de 1 a 5 de la siguiente manera:

1	2	3	4	5
Nada importante	Poco importante	Algo importante	Importante	Muy importante

		CRITERIOS				
		1	2	3	4	5
TÉCNICO	1. Selección de alineación y emplazamiento				X	
	2. Desarrollo de proyectos sensibles al contexto				X	
	3. Diseño sostenible y de larga duración				X	
	4. Plan de control de calidad de la construcción				X	
	5. Uso de tecnologías de pavimentos (pavimentos permeables, de larga duración, uso de RAP, cenizas volantes, materiales reciclados, etc.)				X	
	6. Auditoria de seguridad vial (RSA)				X	
	7. Sistema de gestión de mantenimiento que incluya pavimentos, puentes y demás estructuras				X	
	8. Movilidad sostenible, gestión de transporte y operaciones				X	
	9. Iluminación y comunicación energéticamente eficientes				X	
	10. Uso de sistemas de transporte inteligente (ITS)				X	
	11. Análisis de desempeño del pavimento				X	
	12. Técnicas de bioingeniería				X	
	13. Innovación (Implementación de ecodiseños y uso de tecnologías sostenibles)					X
Observaciones:						
<p>Considera eliminar o añadir algún criterio que no está en el listado: Es completa y clara la información.</p>						

ECONÓMICO	1. Análisis del costo de ciclo de vida				X	
	2. Desarrollo económico local				X	
	3. Análisis económicos y sostenibilidad financiera				X	
	4. Uso circular de los productos de construcción				X	
	5. Optimización y/o reducción de costos				X	
	6. Vinculación de gestión de activos y planificación				X	
	7. Gestión de la demanda de viajes, movilidad de carga y movimiento de mercancías				X	
	8. Evaluación de riesgos y oportunidades económicas				X	
	9. Evaluación de ahorro de costos de carbono social (impuesto a la tonelada de carbono)				X	
	10. Compras sostenibles				X	
Observaciones:						
<p>Considera eliminar o añadir algún criterio que no está en el listado: Es completa y clara la información.</p>						
AMBIENTAL	1. Cálculo de huella energética y de carbono					X
	2. Prevención de la contaminación					X
	3. Gestión integral de residuos sólidos					X
	4. Conservación y restauración del hábitat					X
	5. Mejoras en el uso de la tierra				X	
	6. Calidad de la vegetación y del paisaje				X	
	7. Reducción de emisiones de GEI (gases de efecto invernadero)					X
	8. Uso del agua				X	
	9. Seguimiento de cumplimientos ambientales					X
	10. Uso de materiales locales				X	
	11. Capacitación ambiental de construcción				X	
	12. Programa de gestión del clima vial				X	
	13. Liderazgo en sostenibilidad				X	
	14. Protección de la biodiversidad					X
	15. Eficiencia energética					X
	16. Declaraciones ambientales de productos					X
Observaciones:						
<p>Considera eliminar o añadir algún criterio que no está en el listado: Es completa y clara la información.</p>						

ENCUESTA

Instrucciones: El propósito de la siguiente encuesta es formular una propuesta de evaluación de la sostenibilidad basada en criterios técnicos, ambientales y económicos de certificaciones viales existentes aplicables a vías Concesionadas en el Departamento de Antioquia. Por lo que, resulta de gran ayuda su diligenciamiento.

Nombre: José Alfredo Luna Sánchez **Profesión:** Ingeniero Civil - Esp. vías

Se presenta a continuación un listado de criterios a los cuales usted le asignará una calificación de acuerdo con la escala de valoración de 1 a 5 de la siguiente manera:

1	2	3	4	5
Nada importante	Poco importante	Algo importante	Importante	Muy importante

		CRITERIOS				
		1	2	3	4	5
TÉCNICO	1. Selección de alineación y emplazamiento					X
	2. Desarrollo de proyectos sensibles al contexto				X	
	3. Diseño sostenible y de larga duración					X
	4. Plan de control de calidad de la construcción					X
	5. Uso de tecnologías de pavimentos (pavimentos permeables, de larga duración, uso de RAP, cenizas volantes, materiales reciclados, etc.)					X
	6. Auditoria de seguridad vial (RSA)					X
	7. Sistema de gestión de mantenimiento que incluya pavimentos, puentes y demás estructuras					X
	8. Movilidad sostenible, gestión de transporte y operaciones				X	
	9. Iluminación y comunicación energéticamente eficientes				X	
	10. Uso de sistemas de transporte inteligente (ITS)			X		
	11. Análisis de desempeño del pavimento				X	
	12. Técnicas de bioingeniería		X			
	13. Innovación (Implementación de ecodiseños y uso de tecnologías sostenibles)				X	

Observaciones:

Discriminar diseño sostenible en un solo criterio. Lo anterior porque el que sea sostenible no quiere decir que sea de larga duración.

Considera eliminar o añadir algún criterio que no está en el listado:

ECONÓMICO	1. Análisis del costo de ciclo de vida					X
	2. Desarrollo económico local			X		
	3. Análisis económicos y sostenibilidad financiera					X
	4. Uso circular de los productos de construcción					X
	5. Optimización y/o reducción de costos					X
	6. Vinculación de gestión de activos y planificación					X
	7. Gestión de la demanda de viajes, movilidad de carga y movimiento de mercancías				X	
	8. Evaluación de riesgos y oportunidades económicas					X
	9. Evaluación de ahorro de costos de carbono social (impuesto a la tonelada de carbono)			X		
	10. Compras sostenibles			X		
Observaciones:						
Considera eliminar o añadir algún criterio que no está en el listado:						
AMBIENTAL	1. Cálculo de huella energética y de carbono			X		
	2. Prevención de la contaminación				X	
	3. Gestión integral de residuos sólidos				X	
	4. Conservación y restauración del hábitat					X
	5. Mejoras en el uso de la tierra					X
	6. Calidad de la vegetación y del paisaje			X		
	7. Reducción de emisiones de GEI (gases de efecto invernadero)				X	
	8. Uso del agua					X
	9. Seguimiento de cumplimientos ambientales					X
	10. Uso de materiales locales				X	
	11. Capacitación ambiental de construcción				X	
	12. Programa de gestión del clima vial			X		
	13. Liderazgo en sostenibilidad			X		
	14. Protección de la biodiversidad					X
	15. Eficiencia energética				X	
	16. Declaraciones ambientales de productos				X	
Observaciones:						
Considera eliminar o añadir algún criterio que no está en el listado:						

ENCUESTA

Instrucciones: El propósito de la siguiente encuesta es formular una propuesta de evaluación de la sostenibilidad basada en criterios técnicos, ambientales y económicos de certificaciones viales existentes aplicables a vías Concesionadas en el Departamento de Antioquia. Por lo que, resulta de gran ayuda su diligenciamiento.

Nombre: JORGE LUIS GALLEGO ZAPATA **Profesión:** Ingeniero Ambiental

Se presenta a continuación un listado de criterios a los cuales usted le asignará una calificación de acuerdo con la escala de valoración de 1 a 5 de la siguiente manera:

1	2	3	4	5
Nada importante	Poco importante	Algo importante	Importante	Muy importante

CRITERIOS		1	2	3	4	5
TÉCNICO	1. Selección de alineación y emplazamiento					X
	2. Desarrollo de proyectos sensibles al contexto					X
	3. Diseño sostenible y de larga duración					X
	4. Plan de control de calidad de la construcción					X
	5. Uso de tecnologías de pavimentos (pavimentos permeables, de larga duración, uso de RAP, cenizas volantes, materiales reciclados, etc.)					X
	6. Auditoria de seguridad vial (RSA)				X	
	7. Sistema de gestión de mantenimiento que incluya pavimentos, puentes y demás estructuras				X	
	8. Movilidad sostenible, gestión de transporte y operaciones					X
	9. Iluminación y comunicación energéticamente eficientes					X
	10. Uso de sistemas de transporte inteligente (ITS)					X
	11. Análisis de desempeño del pavimento				X	
	12. Técnicas de bioingeniería					X
	13. Innovación (Implementación de ecodiseños y uso de tecnologías sostenibles)					X

Observaciones:

Considera eliminar o añadir algún criterio que no está en el listado:

ECONÓMICO	1. Análisis del costo de ciclo de vida					X
	2. Desarrollo económico local					X
	3. Análisis económicos y sostenibilidad financiera				X	
	4. Uso circular de los productos de construcción					X
	5. Optimización y/o reducción de costos				X	
	6. Vinculación de gestión de activos y planificación				X	
	7. Gestión de la demanda de viajes, movilidad de carga y movimiento de mercancías					X
	8. Evaluación de riesgos y oportunidades económicas				X	
	9. Evaluación de ahorro de costos de carbono social (impuesto a la tonelada de carbono)					X
	10. Compras sostenibles					X
Observaciones:						
Considera eliminar o añadir algún criterio que no está en el listado:						
AMBIENTAL	1. Cálculo de huella energética y de carbono					X
	2. Prevención de la contaminación					X
	3. Gestión integral de residuos sólidos				X	
	4. Conservación y restauración del hábitat					X
	5. Mejoras en el uso de la tierra					X
	6. Calidad de la vegetación y del paisaje					X
	7. Reducción de emisiones de GEI (gases de efecto invernadero)					X
	8. Uso del agua					X
	9. Seguimiento de cumplimientos ambientales				X	
	10. Uso de materiales locales				X	
	11. Capacitación ambiental de construcción				X	
	12. Programa de gestión del clima vial				X	
	13. Liderazgo en sostenibilidad					X
	14. Protección de la biodiversidad					X
	15. Eficiencia energética					X
	16. Declaraciones ambientales de productos				X	
Observaciones:						
Considera eliminar o añadir algún criterio que no está en el listado:						

ENCUESTA

Instrucciones: El propósito de la siguiente encuesta es formular una propuesta de evaluación de la sostenibilidad basada en criterios técnicos, ambientales y económicos de certificaciones viales existentes aplicables a vías Concesionadas en el Departamento de Antioquia. Por lo que, resulta de gran ayuda su diligenciamiento.

Nombre: Yeraldin León Ruedas

Profesión: Ingeniera civil

Se presenta a continuación un listado de criterios a los cuales usted le asignará una calificación de acuerdo con la escala de valoración de 1 a 5 de la siguiente manera:

1	2	3	4	5
Nada importante	Poco importante	Algo importante	Importante	Muy importante

		CRITERIOS				
		1	2	3	4	5
TÉCNICO	1. Selección de alineación y emplazamiento				x	
	2. Desarrollo de proyectos sensibles al contexto				x	
	3. Diseño sostenible y de larga duración					x
	4. Plan de control de calidad de la construcción					x
	5. Uso de tecnologías de pavimentos (pavimentos permeables, de larga duración, uso de RAP, cenizas volantes, materiales reciclados, etc.)					x
	6. Auditoria de seguridad vial (RSA)					x
	7. Sistema de gestión de mantenimiento que incluya pavimentos, puentes y demás estructuras					x
	8. Movilidad sostenible, gestión de transporte y operaciones				x	
	9. Iluminación y comunicación energéticamente eficientes				x	
	10. Uso de sistemas de transporte inteligente (ITS)				x	
	11. Análisis de desempeño del pavimento					x
	12. Técnicas de bioingeniería				x	
	13. Innovación (Implementación de ecodiseños y uso de tecnologías sostenibles)				x	

Observaciones:

Considera eliminar o añadir algún criterio que no está en el listado:

ECONÓMICO	1. Análisis del costo de ciclo de vida				X	
	2. Desarrollo económico local				X	
	3. Análisis económicos y sostenibilidad financiera					X
	4. Uso circular de los productos de construcción				X	
	5. Optimización y/o reducción de costos				X	
	6. Vinculación de gestión de activos y planificación				X	
	7. Gestión de la demanda de viajes, movilidad de carga y movimiento de mercancías				X	
	8. Evaluación de riesgos y oportunidades económicas				X	
	9. Evaluación de ahorro de costos de carbono social (impuesto a la tonelada de carbono)				X	
	10. Compras sostenibles				X	
Observaciones:						
Considera eliminar o añadir algún criterio que no está en el listado:						
AMBIENTAL	1. Cálculo de huella energética y de carbono				X	
	2. Prevención de la contaminación					X
	3. Gestión integral de residuos sólidos					X
	4. Conservación y restauración del hábitat					X
	5. Mejoras en el uso de la tierra					X
	6. Calidad de la vegetación y del paisaje					X
	7. Reducción de emisiones de GEI (gases de efecto invernadero)					X
	8. Uso del agua					X
	9. Seguimiento de cumplimientos ambientales					X
	10. Uso de materiales locales				X	
	11. Capacitación ambiental de construcción				X	
	12. Programa de gestión del clima vial				X	
	13. Liderazgo en sostenibilidad				X	
	14. Protección de la biodiversidad					X
	15. Eficiencia energética					X
	16. Declaraciones ambientales de productos					X
Observaciones:						
Considera eliminar o añadir algún criterio que no está en el listado:						

ENCUESTA

Instrucciones: El propósito de la siguiente encuesta es formular una propuesta de evaluación de la sostenibilidad basada en criterios técnicos, ambientales y económicos de certificaciones viales existentes aplicables a vías Concesionadas en el Departamento de Antioquia. Por lo que, resulta de gran ayuda su diligenciamiento.

Nombre: Stiven Ruz Pallares **Profesión:** Ing. Civil.

Se presenta a continuación un listado de criterios a los cuales usted le asignará una calificación de acuerdo con la escala de valoración de 1 a 5 de la siguiente manera:

1	2	3	4	5
Nada importante	Poco importante	Algo importante	Importante	Muy importante

CRITERIOS		1	2	3	4	5
TÉCNICO	1. Selección de alineación y emplazamiento				X	
	2. Desarrollo de proyectos sensibles al contexto			X		
	3. Diseño sostenible y de larga duración					X
	4. Plan de control de calidad de la construcción					X
	5. Uso de tecnologías de pavimentos (pavimentos permeables, de larga duración, uso de RAP, cenizas volantes, materiales reciclados, etc.)				X	
	6. Auditoria de seguridad vial (RSA)					X
	7. Sistema de gestión de mantenimiento que incluya pavimentos, puentes y demás estructuras				X	
	8. Movilidad sostenible, gestión de transporte y operaciones				X	
	9. Iluminación y comunicación energéticamente eficientes					X
	10. Uso de sistemas de transporte inteligente (ITS)					X
	11. Análisis de desempeño del pavimento				X	
	12. Técnicas de bioingeniería				X	
	13. Innovación (Implementación de ecodiseños y uso de tecnologías sostenibles)				X	

Observaciones:

Considera eliminar o añadir algún criterio que no está en el listado:

ECONÓMICO	1. Análisis del costo de ciclo de vida				X	
	2. Desarrollo económico local				X	
	3. Análisis económicos y sostenibilidad financiera				X	
	4. Uso circular de los productos de construcción					X
	5. Optimización y/o reducción de costos				X	
	6. Vinculación de gestión de activos y planificación				X	
	7. Gestión de la demanda de viajes, movilidad de carga y movimiento de mercancías				X	
	8. Evaluación de riesgos y oportunidades económicas				X	
	9. Evaluación de ahorro de costos de carbono social (impuesto a la tonelada de carbono)					X
	10. Compras sostenibles				X	
Observaciones:						
Considera eliminar o añadir algún criterio que no está en el listado:						
AMBIENTAL	1. Cálculo de huella energética y de carbono					X
	2. Prevención de la contaminación					X
	3. Gestión integral de residuos sólidos					X
	4. Conservación y restauración del hábitat					X
	5. Mejoras en el uso de la tierra					X
	6. Calidad de la vegetación y del paisaje					X
	7. Reducción de emisiones de GEI (gases de efecto invernadero)					X
	8. Uso del agua					X
	9. Seguimiento de cumplimientos ambientales					X
	10. Uso de materiales locales					X
	11. Capacitación ambiental de construcción					X
	12. Programa de gestión del clima vial					X
	13. Liderazgo en sostenibilidad					X
	14. Protección de la biodiversidad					X
	15. Eficiencia energética					X
	16. Declaraciones ambientales de productos					X
Observaciones:						
Considera eliminar o añadir algún criterio que no está en el listado:						

ENCUESTA

Instrucciones: El propósito de la siguiente encuesta es formular una propuesta de evaluación de la sostenibilidad basada en criterios técnicos, ambientales y económicos de certificaciones viales existentes aplicables a vías Concesionadas en el Departamento de Antioquia. Por lo que, resulta de gran ayuda su diligenciamiento.

Nombre: Juan González **Profesión:** Ingeniero Civil. Esp. Vías

Se presenta a continuación un listado de criterios a los cuales usted le asignará una calificación de acuerdo con la escala de valoración de 1 a 5 de la siguiente manera:

1	2	3	4	5
Nada importante	Poco importante	Algo importante	Importante	Muy importante

CRITERIOS		1	2	3	4	5
TÉCNICO	1. Selección de alineación y emplazamiento					x
	2. Desarrollo de proyectos sensibles al contexto					x
	3. Diseño sostenible y de larga duración					x
	4. Plan de control de calidad de la construcción					x
	5. Uso de tecnologías de pavimentos (pavimentos permeables, de larga duración, uso de RAP, cenizas volantes, materiales reciclados, etc.)					x
	6. Auditoria de seguridad vial (RSA)					x
	7. Sistema de gestión de mantenimiento que incluya pavimentos, puentes y demás estructuras					x
	8. Movilidad sostenible, gestión de transporte y operaciones					x
	9. Iluminación y comunicación energéticamente eficientes					x
	10. Uso de sistemas de transporte inteligente (ITS)					x
	11. Análisis de desempeño del pavimento					x
	12. Técnicas de bioingeniería				x	
	13. Innovación (Implementación de ecodiseños y uso de tecnologías sostenibles)				x	

Observaciones:

Considera eliminar o añadir algún criterio que no está en el listado:

ECONÓMICO	1. Análisis del costo de ciclo de vida				X	
	2. Desarrollo económico local					X
	3. Análisis económicos y sostenibilidad financiera					X
	4. Uso circular de los productos de construcción				X	
	5. Optimización y/o reducción de costos				X	
	6. Vinculación de gestión de activos y planificación				X	
	7. Gestión de la demanda de viajes, movilidad de carga y movimiento de mercancías				X	
	8. Evaluación de riesgos y oportunidades económicas				X	
	9. Evaluación de ahorro de costos de carbono social (impuesto a la tonelada de carbono)				X	
	10. Compras sostenibles					X
Observaciones:						
Considera eliminar o añadir algún criterio que no está en el listado:						
AMBIENTAL	1. Cálculo de huella energética y de carbono				X	
	2. Prevención de la contaminación					X
	3. Gestión integral de residuos sólidos					X
	4. Conservación y restauración del hábitat				X	
	5. Mejoras en el uso de la tierra				X	
	6. Calidad de la vegetación y del paisaje				X	
	7. Reducción de emisiones de GEI (gases de efecto invernadero)					X
	8. Uso del agua					X
	9. Seguimiento de cumplimientos ambientales					X
	10. Uso de materiales locales					X
	11. Capacitación ambiental de construcción					X
	12. Programa de gestión del clima vial					X
	13. Liderazgo en sostenibilidad					X
	14. Protección de la biodiversidad					X
	15. Eficiencia energética				X	
	16. Declaraciones ambientales de productos				X	
Observaciones:						
Considera eliminar o añadir algún criterio que no está en el listado:						

ENCUESTA

Instrucciones: El propósito de la siguiente encuesta es formular una propuesta de evaluación de la sostenibilidad basada en criterios técnicos, ambientales y económicos de certificaciones viales existentes aplicables a vías Concesionadas en el Departamento de Antioquia. Por lo que, resulta de gran ayuda su diligenciamiento.

Nombre: Fabian H. Claro Lobo **Profesión:** Ing. Civil. Esp. Interventoría

Se presenta a continuación un listado de criterios a los cuales usted le asignará una calificación de acuerdo con la escala de valoración de 1 a 5 de la siguiente manera:

1	2	3	4	5
Nada importante	Poco importante	Algo importante	Importante	Muy importante

CRITERIOS		1	2	3	4	5
TÉCNICO	1. Selección de alineación y emplazamiento				X	
	2. Desarrollo de proyectos sensibles al contexto				X	
	3. Diseño sostenible y de larga duración					X
	4. Plan de control de calidad de la construcción					X
	5. Uso de tecnologías de pavimentos (pavimentos permeables, de larga duración, uso de RAP, cenizas volantes, materiales reciclados, etc.)		X			
	6. Auditoria de seguridad vial (RSA)					X
	7. Sistema de gestión de mantenimiento que incluya pavimentos, puentes y demás estructuras				X	
	8. Movilidad sostenible, gestión de transporte y operaciones					X
	9. Iluminación y comunicación energéticamente eficientes					X
	10. Uso de sistemas de transporte inteligente (ITS)					X
	11. Análisis de desempeño del pavimento		X			
	12. Técnicas de bioingeniería				X	
	13. Innovación (Implementación de ecodiseños y uso de tecnologías sostenibles)				X	

Observaciones:

Los puntos 11 y 5 son temas que ya se definen desde la etapa de pre construcción y que, adicionalmente, se hace control de calidad durante la ejecución y medición de indicadores al completar la construcción y entrar en etapa de operación y mantenimiento

Considera eliminar o añadir algún criterio que no está en el listado:

ECONÓMICO	1. Análisis del costo de ciclo de vida			X		
	2. Desarrollo económico local					X
	3. Análisis económicos y sostenibilidad financiera					X
	4. Uso circular de los productos de construcción				X	
	5. Optimización y/o reducción de costos					X
	6. Vinculación de gestión de activos y planificación				X	
	7. Gestión de la demanda de viajes, movilidad de carga y movimiento de mercancías				X	
	8. Evaluación de riesgos y oportunidades económicas					X
	9. Evaluación de ahorro de costos de carbono social (impuesto a la tonelada de carbono)				X	
	10. Compras sostenibles			X		
Observaciones:						
Considera eliminar o añadir algún criterio que no está en el listado:						
AMBIENTAL	1. Cálculo de huella energética y de carbono			X		
	2. Prevención de la contaminación				X	
	3. Gestión integral de residuos sólidos					X
	4. Conservación y restauración del hábitat					X
	5. Mejoras en el uso de la tierra				X	
	6. Calidad de la vegetación y del paisaje				X	
	7. Reducción de emisiones de GEI (gases de efecto invernadero)			X		
	8. Uso del agua					X
	9. Seguimiento de cumplimientos ambientales					X
	10. Uso de materiales locales				X	
	11. Capacitación ambiental de construcción					X
	12. Programa de gestión del clima vial					X
	13. Liderazgo en sostenibilidad				X	
	14. Protección de la biodiversidad					X
	15. Eficiencia energética			X		
	16. Declaraciones ambientales de productos			X		
Observaciones:						
El punto 3 ya hace parte de las obligaciones del SGI						
Punto 4 y 8 hace parte de las obligaciones de las licencias ambientales y PAGA						
Punto 5 definir "mejora" ¿es reutilización, mejoramiento, disposición, vegetalización?						
Punto 9 es obligación contractual						
Considera eliminar o añadir algún criterio que no está en el listado:						