

CRITERIOS E INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD EN EL SUBSECTOR VIAL

SUSTAINABILITY CRITERIA AND INDICATORS IN THE ROAD CONSTRUCTION SUBSECTOR

Martha Melizza Ordoñez Díaz¹, Luis Carlos Meneses Silva²

Fecha de recepción: 10 de abril de 2015

Fecha de aprobación: 27 de julio de 2015

Referencia: M.M. Ordoñez Díaz, L.C. Meneses Silva. (2015). Criterios de sostenibilidad en el subsector vial. Ciencia e Ingeniería Neogranadina, 25 (2), pp. 81 - 98, DOI: <http://dx.doi.org/10.18359/rcin.1433>

RESUMEN

Actualmente en Colombia el desempeño de un contratista de obra se determina de acuerdo con los avances y resultados obtenidos en la construcción de la misma, mas no por su desempeño ambiental; sin embargo, cualquier tipo de obra civil se puede llevar a cabo con mayor o menor complejidad, dependiendo de la disponibilidad de recursos naturales en la zona y la visión que tenga la comunidad sobre el proyecto, de tal forma que la inversión económica y el tiempo de ejecución no solo dependerá de las actividades y costos netos de las obras civiles sino, además, de factores ambientales y sociales propios del lugar de ejecución.

Con esta revisión bibliográfica sobre indicadores y guías ambientales internacionales, se pretende incentivar la sostenibilidad como eje transversal de los proyectos viales en Colombia, fortalecer las medidas de manejo socioambiental y mejorar el seguimiento y evaluación de los proyectos viales en el marco del equilibrio social, ambiental y económico que impulsa el desarrollo sostenible.

Palabras clave: Desarrollo Sostenible, Proyectos Viales no Licenciados, Carreteras Sostenibles, Indicadores de Sostenibilidad.

1. Ing. Ambiental. Universidad del Cauca. Popayán, Colombia. Mag. en Gestión Ambiental. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia. Docente Universidad Manuela Beltrán, martha.ordonez@umb.edu.co

2. Ing. en Automatización Industrial. Universidad del Cauca. Popayán, Colombia. Mag. en Ingeniería del Mantenimiento. Universidad Politécnica de Valencia. España Docente Universidad Piloto de Colombia. luis-meneses@unipiloto.edu.co

ABSTRACT

Currently in Colombia, the work contractor's performance is determined regarding the advances and outcomes obtained during construction, instead of his environmental performance. However, any civil work can be carried out with more or less complexity, depending on the availability of in-site natural resources and the community's viewpoint on the project, so that the economic investment and the execution time will not only depend on the activities and net costs, but also social and environmental factors specific to the place.

With this bibliographical review on indicators and international environmental guidelines, it is expected to promote sustainability as the transversal axis of road projects in Colombia, strengthen the measures of social and environmental management, and improve the tracking and assessment of road projects within the frame of social, environmental and economic equilibrium that pushes sustainable development forward.

Keywords: Sustainable Development, Non-Licensed Road Projects, Sustainable Highway Sustainability Indicators.

INTRODUCCIÓN

El subsector vial es considerado uno de los pilares de crecimiento económico más importantes desde los inicios de la sociedad, por permitir la conectividad entre diferentes regiones de un territorio y el intercambio comercial y cultural; sin embargo, representa una de las actividades de mayor impacto negativo sobre el ambiente, puesto que se requieren de la extracción de grandes cantidades de recursos naturales, modificación del uso del suelo, cambios drásticos en el paisaje y hábitats, "efectos y presiones sobre el patrimonio cultural, incluyendo sitios de interés arqueológico, caminos históricos o tradicionales" [1], se originan concentraciones significativas de gases efecto invernadero, vertimientos tanto industriales como domésticos, además del deterioro de la calidad de vida de las comunidades cercanas al proyecto.

Con el propósito de minimizar los impactos negativos generados sobre los recursos naturales y la poblaciones durante la etapa de diseño y ejecución de los proyectos de mejoramiento, rehabilitación y mantenimiento vial en el territorio colombiano, el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, hoy Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), en conjunto con el Instituto Nacional de Vías (Inviás), elaboraron la *Guía Ambiental* para proyectos de Infraestructura, subsector vial versión 2011, instrumento técnico de autorregulación que busca promover la sostenibilidad en el subsector vial. En la *Guía* se describen los diferentes aspectos legales, técnicos y socioambientales que se deben cumplir en la ejecución de un proyecto vial no licenciado, además se propone una lista de indicadores generales, denominados indicadores de éxito, que permiten a la interventoría realizar

un seguimiento al cumplimiento de los programas socioambientales establecidos y, finalmente, evaluar el desempeño del contratista; sin embargo, es necesario adaptar y elaborar nuevos indicadores de acuerdo con las condiciones propias del proyecto vial “que permitan establecer los aportes positivos y negativos en cuanto la calidad ambiental al área de influencia de cada proyecto y en general del sector vial” [2]. No obstante, el acceso a información sobre aplicación de indicadores de sostenibilidad específicos en el subsector vial dificulta este proceso. Es así como el objetivo de esta revisión es exponer diferentes guías, sistemas e indicadores de sostenibilidad del sector transporte y subsector vial reconocidos en el ámbito internacional, que aporten al programa de seguimiento de proyectos de infraestructura vial en Colombia.

1. MATERIALES Y MÉTODOS

Con el propósito de dar a conocer información que pueda aportar al programa de evaluación y seguimiento de los proyectos viales no licenciados en Colombia, en el marco del desarrollo sostenible, se realizó una revisión técnica y legal con el fin de establecer claramente los lineamientos de investigación; los temas específicos a tratar en la revisión son: concepto de desarrollo sostenible, criterios del transporte sostenible y carreteras sostenibles, tipos y características relevantes de indicadores e iniciativas internacionales de indicadores del transporte sostenible. Luego se analiza el contenido de la *Guía Ambiental para proyectos de Infraestructura, subsector vial – 2011*, con el fin de evidenciar los avances en cuanto al tema propuesto. Finalmente, se realizó una búsqueda, selección y revisión de siete guías y cinco sistemas de indicadores de sostenibilidad reconocidos en el sector

transporte y subsector vial internacional, desarrollados por organizaciones tanto privadas como públicas, entre las que se destacan la Organización Internacional de Normalización (ISO), la Global Reporting Initiative, la Agencia de los Estados Unidos de Protección Ambiental (EPA), la Agencia Europea de Medio Ambiente, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), la Federación de Carreteras de la Unión Europea, el Consejo Australiano de Infraestructura Verde (AGIC), la Administración Federal de Carreteras de Estados Unidos (FHWA), la Universidad de Washington (UW), el Instituto de Ingenieros Civiles (ICE) y el Gobierno del Reino Unido, el Instituto para la Infraestructura Sostenible en Washington, D. C., y el Programa de Infraestructura Sostenible de la Universidad de Harvard, Cambridge, Massachusetts. Las diferencias entre las organizaciones mencionadas tienen el propósito de suministrar un grado suficiente de diversidad y ofrecer un amplio espectro de información.

2. RESULTADOS Y DISCUSIONES

2.1 DESARROLLO SOSTENIBLE

En la actualidad promover y alcanzar un desarrollo sostenible, más que un compromiso político de los países industrializados desde una perspectiva local, es un deber de conciencia mundial con el fin de minimizar los graves daños causados al ambiente desde el surgimiento de la revolución industrial, la cual se expandió al mundo como “el primer ejemplo moderno de crecimiento económico (...)” [3], un crecimiento basado en la alta producción de bienes, la innovación en los diferentes medios de transporte y el desarrollo de las principales ramas científicas, por citar algunos beneficios

atribuibles a este sistema de desarrollo; sin embargo, el uso de tecnologías altamente contaminantes y el ineficiente manejo de los recursos naturales, trajo consecuencias como la pérdida de grandes volúmenes de bosques, la sobreexplotación de suelos, contaminación del agua, emisión de gases causantes del calentamiento global, desigualdad social, como lo menciona Robert M. Maclver en el libro *The Great Transformation*, de Karl Polanyi, "Los logros industriales estupendos de la economía de mercado se habían comprado al precio de un gran daño a la sustancia de la sociedad" [4], desequilibrando así la relación hombre-naturaleza.

Es así como, en función de la inevitable crisis ambiental, en 1973 Maurice Strong, primer director ejecutivo del PNUMA, acuñó el término "ecodesarrollo" [5] dirigido hacia la búsqueda del equilibrio entre la economía y la ecología y su inclusión a modelos de desarrollo que favoreciera poblaciones dominadas, desplazadas y del Tercer Mundo. Posteriormente, Ignacy Sachs define al ecodesarrollo como el compromiso que busca conciliar el aumento de la producción, que tan perentoriamente reclamaban los países del Tercer Mundo, con el respeto a los ecosistemas necesario para mantener las condiciones de habitabilidad de la Tierra [6].

El concepto de ecodesarrollo fue reemplazado por el término "desarrollo sostenible", el cual se promulga en 1987, en el capítulo dos del *Informe Brundtland de la Comisión Mundial para el Medio Ambiente y el Desarrollo*, explicando que es "aquel desarrollo que satisface las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las generaciones futuras para atender sus propias necesidades" [7]. En Colombia, de

acuerdo con lo definido en el Art. 3 de la Ley 99 de 1993, el desarrollo sostenible es aquel "que conduzca al crecimiento económico, a la elevación de la calidad de vida y al bienestar social, sin agotar la base de recursos naturales renovables en que se sustenta, ni deteriorar el medio ambiente o el derecho de las generaciones futuras a utilizarlo para la satisfacción de sus propias necesidades" [8]; por su parte, el documento Índice de Sustentabilidad Urbana en Bogotá, lo define como "la ineludible necesidad de considerar la justa proporción, la medida y en definitiva comprender y atender las implicaciones ecosistémicas inherentes a la producción y consumo de bienes y servicios, cuando se trata de satisfacer lo necesario" [9].

De acuerdo con lo anterior, es preciso mencionar que la sostenibilidad "es una relación entre los sistemas humano y ecológico que permite mejorar y desarrollar la calidad de vida, manteniendo, al mismo tiempo, la estructura, las funciones y la diversidad de los sistemas que sustentan la vida" [10], bajo este precepto la sostenibilidad se puede aterrizar en las siguientes dimensiones:

- Sostenibilidad ambiental, es el equilibrio que se genera a través de la relación armónica entre la sociedad y el ambiente que la rodea y del cual es parte. Esto implica lograr resultados de desarrollo sin amenazar las fuentes de nuestros recursos naturales y sin comprometer los de las futuras generaciones [11].
- Sostenibilidad económica: se centra en mantener el proceso de desarrollo económico por vías óptimas, hacia la maximización del bienestar humano, teniendo en cuenta las restricciones impuestas por la disponibilidad del

capital natural [12], de tal modo que el ser humano adapte cada una de sus actividades y necesidades a la condición de su ambiente.

- **Sostenibilidad social:** “consiste en reconocer el derecho a un acceso equitativo a los bienes comunes para todos los seres humanos, en términos intrageneracional e intergeneracional, tanto entre géneros como entre culturas” [13].

Entendiendo que el desarrollo sostenible es el concepto integrador entre la sostenibilidad económica, medioambiente y social [14]; es necesario que en los proyectos de infraestructura vial se diseñen e implementen programas de monitoreo, actividades y estrategias de forma integral que incorporen, desde la etapa de planificación hasta el uso de la carretera, los tres pilares del desarrollo sostenible:

- **Ecológico,** conociendo la disponibilidad de recursos y su adecuado aprovechamiento.
- **Social,** garantizando el acceso equitativo a los servicios de transporte, además de la seguridad y calidad de la movilidad.
- **Económico,** teniendo en cuenta los costos y rentabilidad de la vía, y la maximización de la competitividad y la productividad de la economía en el país.

2.2 CARRETERAS SOSTENIBLES

Teniendo en cuenta que la construcción de carreteras consideradas sostenibles “implica un cambio en la concepción de las prioridades y los criterios para definir rutas y especificaciones, así como una participación

interinstitucional y multidisciplinaria dentro de una política de planeación en los niveles de gobierno que compete” [15], diferentes organizaciones internacionales han desarrollado importantes investigaciones que han llevado a definir los conceptos y criterios para considerar que una carretera es sostenible; algunos de los más importantes son expuestos a continuación:

- La Federación Europea de Carreteras (ERF) define las carreteras sostenibles como aquellas que son eficaces y eficientemente planeadas, diseñadas, construidas, modernizadas y conservadas mediante políticas integradas con respeto al medio ambiente, y que conservan el beneficio socioeconómico esperado en términos de movilidad y seguridad [16].
- La Administración Federal de Carreteras (FHWA) en Estados Unidos, define una carretera sostenible como la que satisface los requisitos funcionales del ciclo de vida del desarrollo social y el crecimiento económico, mientras se esfuerza por mejorar el entorno natural y reducir el consumo de recursos naturales desde su concepción hasta la construcción, operación y mantenimiento [17].
- El Sistema de carreteras verdes (Greenroads) define un proyecto vial sostenible o verde como aquel que ha sido diseñado y construido a un nivel de sostenibilidad, que es sustancialmente más alto que la práctica común actual, es decir, contiene los elementos clave de la ecología, la equidad y la economía, favoreciendo el aprovechamiento mesurado de los recursos naturales renovables y no renovables a lo largo de la vida útil, el bienestar de la sociedad y rentabilidad económica [18].

2.3 GUÍAS DE SOSTENIBILIDAD DEL SECTOR TRANSPORTE Y SUBSECTOR DE INFRAESTRUCTURA VIAL EN EL CONTEXTO INTERNACIONAL

Para el sector de transporte y en una proporción menor para el subsector de infraestructura vial, internacionalmente se han desarrollado diversos sistemas de

acreditación de sostenibilidad en los cuales se establecen criterios, actividades y/o medidas para cada uno de los pilares del desarrollo sostenible, con el fin de determinar el nivel de sostenibilidad de un proyecto e identificar los aspectos a mejorar. Entre los sistemas de acreditación se destacan los mencionados en la tabla 1:

Tabla 1. Guías de sostenibilidad internacionales.

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 Óptima.	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 carreteras 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.

<p>INVEST – 2012 (FHWA, 2012) [23]</p> <p>Herramienta voluntaria de evaluación de la sostenibilidad en la infraestructura</p>	<p>Administración Federal de Carreteras (FHWA) de Estados Unidos.</p>	<p>Proporcionar orientación a los profesionales para evaluar la sostenibilidad de sus proyectos y programas de transporte.</p>	<p>Planificación del sistema. Desarrollo del Proyecto. Operaciones y Mantenimiento.</p>
<p>Envision – 2012 (ISI & Zofnass, 2012) [24]</p> <p>Sistema de calificación de sostenibilidad de la infraestructura civil</p>	<p>Instituto de Infraestructura Sostenible de Washington y el Programa Zofnass de Infraestructura Sostenible de la Universidad Harvard.</p>	<p>Calificar y evaluar los aspectos sociales, ambientales y económicos, a través del análisis del ciclo de vida de cualquier tipo y tamaño de proyecto de infraestructura civil.</p>	<p>Calidad de vida. Liderazgo. Asignación de recursos. Mundo natural. Clima y riesgo.</p>
<p>Sustainable Roads and Optimal Mobility (ERF, 2009) [25]</p> <p>Carreteras Sostenibles y Movilidad Óptima.</p>	<p>Federación de Carreteras de la Unión Europea.</p>	<p>Promover el transporte y carretas sostenibles como una alternativa para reducir los impactos negativos sobre el ambiente, en Europa y sus estados miembros.</p>	<p>Planificación y Diseño de la Carretera. Construcción, Operación y Mantenimiento de la Carretera.</p>

Fuente. Elaboración propia.

Es importante precisar que las guías del sector transporte y subsector vial mencionadas, evidencian un componente de investigación en cada uno de los programas y medidas estipuladas, de tal forma que se da a conocer con estudios, estadísticas y en algunos casos, como en la Guía Greenroads, ejemplos que permiten al ejecutor del proyecto analizar la importancia de su aplicación, además se destaca la claridad y especificidad en cuanto al concepto de sostenibilidad tanto para transporte como para carreteras y lo que involucra este concepto en el desarrollo de sus actividades y el monitoreo realizado a las mismas, de tal forma que no se limitan a acciones de mitigación o compensación inmediatistas sobre cada recurso natural, característica de las guías ambientales colombianas, sino que realmente exigen un

cambio en la concepción de las prioridades y funcionalidades de una carretera o sistema de transporte, siendo prioritario integrar en las etapas de un proyecto cada uno de los componentes del desarrollo sostenible.

2.4 INDICADORES

Un indicador es una expresión cualitativa o cuantitativa observable, que permite describir características, comportamientos o fenómenos de la realidad a través de la evolución de una variable o el establecimiento de una relación entre variables, la que comparada con períodos anteriores, productos similares o una meta o compromiso, permite evaluar el desempeño y su evolución en el tiempo [26]. Por otra parte, Raymond Bauer en 1966 afirmó “Los indicadores (...) son estadísticas, serie

estadística o cualquier forma de indicación que nos facilita estudiar dónde estamos y hacia dónde nos dirigimos con respecto a determinados objetivos y metas" [27].

En toda organización, proyecto, programa y/o actividad se generan grandes volúmenes de datos que podrían apoyar procesos de mejora solo si se transforma en información clara, simplificada, objetiva y referencial, lo que facilita la toma de decisiones y el seguimiento a las metas establecidas; este tipo de información se puede desarrollar a través de indicadores, los cuales son útiles para cuantificar los cambios en una situación que se considera problemática [28]; establecer el grado de cumplimiento de sus objetivos, el desempeño interno comparado con un parámetro señalado inicialmente y frente a ello tomar sus propias decisiones y posibles acciones de mejora, pero además los indicadores permiten a la comunidad u organismos externos hacer seguimiento y evaluar los impactos generados, los logros y cumplimiento de las metas establecidas por la organización dentro de un programa o actividad, y así poder realizar a tiempo sugerencias que beneficien el alcance de los mismos. Como lo menciona Gilberto Gallopín [29], "Los indicadores deseables son variables que resumen o simplifican información relevante, hacen visible o perceptible fenómenos de interés, y cuantifican, miden y comunican dicha información".

No toda variable es un indicador, por tanto, es importante tener presente las siguientes características: los indicadores deben ser pertinentes y oportunos, es decir ofrecer la información adecuada que se requiere en el momento preciso, en tiempo real, para ser usada en la toma de decisiones y

en la formulación de nuevas rutas para el alcance de los objetivos; deben ser claros y simples, es decir comprensibles, tanto por los expertos en el tema como por personas ajenas al desarrollo de los mismos; concretos y relevantes en cuanto a la información que se desea obtener del alcance del objetivo en seguimiento, evaluación y a su utilización en la toma de decisiones; disponibles "para varios años, con el fin de que se pueda observar el comportamiento del fenómeno a través del tiempo, así como para diferentes regiones y/o unidades administrativas" [30]; confiables, en cuanto al origen de los datos y resultados obtenidos a través de soportes documentados que permitan su verificación y trazabilidad.

Actualmente se encuentra una gran variedad de indicadores que se pueden utilizar en proyectos, entre los cuales se destacan los siguientes:

2.4.1 Indicadores de logro o eficacia

Son hechos concretos, verificables, medibles, evaluables, que se establecen a partir de cada objetivo; permiten la valoración de la eficiencia de los proyectos en función de resolver problemas y necesidades de un colectivo, con la particularidad de estar definidos en tiempo y lugar [31]. Los tipos de indicadores de logro o eficacia son:

- Indicadores de proceso o gestión: "Miden y verifican los cambios que se producen en el corto plazo, como resultado inmediato y directo de las actividades realizadas por el proyecto. Corresponden al nivel de actividades y dan cuenta de la puesta en marcha del proyecto" [32]. Ej.: *Porcentaje de contratación de mano de obra = Número de personas vinculadas / Número de empleos requeridos para el proyecto * 100.*

- Indicadores de efecto o resultado: expresan los cambios a obtener u obtenidos a mediano plazo producto de la ejecución de un programa, proyecto y/o actividad, mediante la transformación de sus insumos. "Cabe indicar que por sí mismo, un indicador de producto no determina el grado de cumplimiento de un objetivo o resultado" [33]. Ej.: *Resultados de evaluaciones de conocimientos antes y después de la capacitación.*
- Indicadores de impacto: miden los efectos a largo plazo generados por los productos finales de un programa o proyecto, sobre la población directamente afectada, y/o la efectividad del desarrollo del proyecto, en términos de logro de objetivos económicos, sociales, políticos, culturales y ambientales [34]. Ej.: *Porcentaje de disminución de accidentes ocupacionales en el periodo II = Número de accidentes después de la capacitación / Número de accidentes antes de la capacitación.*

2.4.2 Indicadores de Sostenibilidad

Un indicador de sostenibilidad es una expresión cualitativa, cuantitativa o descriptiva que brinda información sobre aspectos ambientales, sociales y/o económicos, que permiten realizar un adecuado seguimiento y evaluación al alcance de políticas, programas y acciones integrales que garantizan la conservación del ambiente, el bienestar de la comunidad y el crecimiento económico a largo plazo, estos son "indicadores ambientales, pero potenciados con un valor agregado sobre la relación entre la sociedad y la naturaleza" [35]. Siendo así considerado el sistema de indicadores ambientales y de sostenibilidad como una herramienta de control y evaluación

de la realidad medioambiental, así como de la calidad de vida necesaria para hacer posible el concepto de desarrollo sostenible [36]. De acuerdo con los tres pilares que hacen posible el desarrollo sostenible, se identifican los siguientes tipos de indicadores de sostenibilidad:

- Indicadores ambientales: de acuerdo con la Resolución 0643 de 2004 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, los indicadores ambientales están orientados a monitorear los cambios en la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables y el medio ambiente, y la presión que se ejerce sobre ellos como resultado de su uso, consumo y aprovechamiento, es decir, los efectos resultantes de la relación hombre-naturaleza [37]. Ej.: *Valor de la demanda bioquímica de oxígeno sin proyecto y con proyecto, volumen de residuos sólidos generados, cambios en la calidad del suelo.*
- Indicadores sociales: "Proporcionan información sobre aspectos vinculados con la calidad de vida y el bienestar de la población, por lo cual constituyen instrumentos fundamentales para dar respuesta a problemas sociales y para la toma de decisiones de política pública" [38]. Ej.: *Grado de satisfacción de las condiciones laborales, participación de la comunidad en los diferentes proyectos.*
- Indicadores económicos: son aquellos que expresan la capacidad de una organización para generar y movilizar adecuadamente los recursos financieros en pos del cumplimiento de sus objetivos en un tiempo determinado [39]. Ej.: *Costo en materiales extraídos vs. costo de materiales reutilizados.*

2.4.3 Iniciativas de indicadores de sostenibilidad del Sector Transporte en el contexto internacional

A partir de la Conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, celebrada en Río de Janeiro en 1992, cuyo logro más importante fue la Agenda 21, se estableció como prioridad, en los ámbitos local, nacional y global, el desarrollo de sistemas de indicadores que "sirvan de base sólida para adoptar decisiones en todos los niveles y que contribuyan a una sostenibilidad autorregulada de los sistemas integrados del medio ambiente y el desarrollo" [40].

Es así como diferentes organizaciones, tanto públicas como privadas, han desarrollado iniciativas importantes para la evaluación y monitoreo de los componentes que hacen parte del desarrollo sostenible en diferentes sectores económicos. A continuación se presentan las principales iniciativas sobre indicadores de sostenibilidad del sector transporte.

Conjunto de indicadores ambientales de la OCDE para el sector transporte

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) ha desarrollado un conjunto específico de indicadores ambientales, sociales y económicos para diferentes sectores con el objetivo de "desarrollar una caja de herramientas para los tomadores de decisiones, lo que debería facilitar la integración de las consideraciones ambientales en la formulación de políticas sectoriales" [41]; se destaca el sector transporte, cuyos indicadores se enmarcan en tres grupos fundamentales, como lo son: tendencias y patrones sectoriales de importancia ambiental, interacciones del sector con el medio ambiente y los aspectos económicos y políticos.

Conjunto de indicadores de impacto ambiental del transporte - EPA

La Agencia de Estados Unidos de Protección Ambiental - EPA, desarrolló en 1996 un conjunto de indicadores que brindan información sobre los impactos ambientales originados por cada modo de transporte (carretera, ferroviario, aéreo y marítimo) y están clasificados en tres tipos [42]: los indicadores de efecto (*outcomes*) son una medida de los resultados que proporcionan información cuantitativa de la salud ambiental y de los efectos sobre el bienestar como resultado de la actividad productiva; indicadores de salidas (*outputs*) los cuales proporcionan información de la cantidad de emisiones o descargas regulares o accidentales que se asocian con un daño ambiental o con la cantidad de recursos consumidos; e indicadores de actividad (*activities*) que ofrecen información de la magnitud de las actividades que están identificadas como generadoras de efectos ambientales adversos.

La EPA agrupa los indicadores de impacto ambiental para el sector transporte en los siguientes aspectos [43]: construcción y mantenimiento de carreteras, fabricación de vehículos y piezas, viajes en vehículo por carretera, mantenimiento de vehículos e instalaciones de apoyo, disposición de vehículos y piezas.

Global Reporting Initiative (GRI)

La Global Reporting Initiative (GRI) es una organización fundada por la Coalición de Economías Responsables del Medio Ambiente (Ceres) y el Programa de Medio Ambiente de las Naciones Unidas (Pnuma) en el año 1997, con el propósito de impulsar en el mundo un modelo de elaboración de memorias de

sostenibilidad que permita a organizaciones de cualquier sector evaluar su desempeño ambiental, social y económico. La guía cuenta con 6 secciones que describen temas importantes vinculados con la sostenibilidad de una organización, y proporciona un total de 81 indicadores para su seguimiento y evaluación, los cuales son agrupados en los siguientes aspectos [44]:

- Indicadores del desempeño económico: el objetivo es brindar información sobre los resultados económicos obtenidos por las actividades de la organización y los impactos causados por las mismas.
- Indicadores del desempeño ambiental: han sido desarrollados de forma que reflejen los *inputs*, *outputs* e impactos de una organización sobre el medio ambiente.
- Indicadores del desempeño de prácticas laborales y ética del trabajo: su estructura está basada, principalmente, en el concepto de la ética del trabajo, cuyos indicadores reflejan las condiciones laborales ofrecidas por la organización a sus trabajadores.
- Indicadores del desempeño de derechos humanos: se basan en estándares reconocidos internacionalmente, como la Declaración Universal de Derechos Humanos de las Naciones Unidas, buscan brindar información sobre la forma como las organizaciones integran sus actividades con el respeto y defensa de los derechos humanos.
- Indicadores de desempeño social: se centran en los impactos de las organizaciones en las comunidades en las que operan y cómo la organización gestiona y arbitra las interacciones con otras instituciones.

Transport and Environment Reporting Mechanism – TERM

En conjunto, diferentes instituciones de la Unión Europea, como la Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA), la Comisión Europea (Eurostat), la Dirección General de Medio Ambiente (DG ENV), la Dirección General de Movilidad y Transportes (DG MOVE) y la Dirección General de Acción por el Clima (DG Climact), crearon en 1998 un documento denominado Mecanismo de Transporte y Medio Ambiente de Información (TERM) [45], el cual es actualizado anualmente con datos estadísticos de los países de la Unión Europea y cuyo propósito es controlar el progreso y la eficacia de las estrategias de integración del transporte y el medio ambiente sobre la base de un conjunto de indicadores, los cuales son seleccionados para abordar los siguientes aspectos [46]: consecuencias ambientales de transporte; la demanda de transporte; la planificación y la accesibilidad; el suministro de infraestructuras y servicios de transporte; los costos de transporte; la eficiencia y la utilización de la tecnología, e integración administrativa.

ISO 21929-2

El Comité Técnico ISO/TC 59/SC 17 “Building Construction/ Sustainability in Building Construction”, teniendo como referencia la ISO 21929-1, que establece un conjunto básico de indicadores de sostenibilidad para evaluar exclusivamente el rendimiento de la sostenibilidad de los edificios nuevos o existentes, elaboró la Norma Internacional ISO 21929-2, publicada en julio de 2015, la cual busca “proporcionar un marco de trabajo con requisitos y directrices para la selección y elaboración de indicadores de sostenibilidad para obras de ingeniería civil” [47], nace

de la necesidad de entender las prácticas sostenibles, realizar un adecuado seguimiento a las mismas y expresar la contribución a la sostenibilidad de las obras civiles teniendo en cuenta los impactos económicos, ambientales y sociales de las actividades propias de cada tipo de obra.

2.5 GUÍA DE MANEJO AMBIENTAL DE PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA, SUBSECTOR VIAL, 2011, DE COLOMBIA

La Subdirección de Medio Ambiente y Gestión Social – SMA es la encargada de dar cumplimiento a la política socioambiental del Instituto Nacional de Vías – Invías, “buscando que sus intervenciones en el territorio nacional mantengan siempre un equilibrio entre el desarrollo económico, social y ambiental, y atiendan lo dispuesto en la legislación ambiental vigente” [48], para lo cual ha desarrollado diferentes eventos, capacitaciones y publicaciones, como las mencionadas a continuación:

- *Políticas y prácticas ambientales* en 1993, “considerada modelo de otras publicaciones similares en el ámbito latinoamericano, y cultura vial, que dio origen a los actuales Centros de Gestión Socioambiental (Cegesa), implementados en la actualidad en las concesiones viales” [48].
- En el año 2003 el Ministerio del Medio Ambiente, el Ministerio de Transporte y el Instituto Nacional de Vías elaboraron la *Guía ambiental para las actividades de construcción, mejoramiento, rehabilitación y mantenimiento de la infraestructura vial colombiana*, cuyo objetivo principal radica en “servir como documento de consulta y orientación para efectuar una

adecuada gestión, manejo y desempeño de las actividades que se realizan en el desarrollo de los proyectos viales en sus etapas de construcción, mantenimiento, rehabilitación, y mejoramiento” [49].

- En el año 2007 se publicó la *Guía de manejo ambiental de proyectos de infraestructura subsector vial*, con los propósitos de “mejorar la planeación, seguimiento y control ambiental y social durante las diferentes etapas del ciclo de los proyectos que no requieren de licencia ambiental para su ejecución (...) y unificar criterios y alcances de la gestión socioambiental” [50].
- En el año 2011 se realiza la actualización de la *Guía de manejo ambiental de proyectos de infraestructura subsector vial*, con la cual se busca que sirva de soporte técnico y jurídico para la ejecución de proyectos viales no licenciados. Esta guía está vigente actualmente, con algunas modificaciones establecidas en la Resolución 4001 del 3 de septiembre de 2013.

Para garantizar el desarrollo de una obra sostenible con su entorno, en la Guía se proponen diferentes medidas para controlar, prevenir, mitigar y/o compensar los impactos generados por la ejecución de las obras viales, dividiéndose en seis programas, de los cuales cinco tratan temas ambientales y uno el aspecto social: 1) Desarrollo y aplicación de la gestión ambiental; 2) Actividades constructivas; 3) Gestión hídrica; 4) Biodiversidad y servicios ecosistémicos; 5) Manejo de instalaciones temporales de maquinaria y equipos; 6) Gestión social. Para el desarrollo de estos programas existen 26 proyectos, cada uno cuenta con objetivos de cumplimiento específicos, los cuales debe incluir los “indicadores de éxito”, propuestos en el Capítulo 8. Programa de

seguimiento y control de la Guía, y además se deja a criterio de los profesionales del grupo de gestión ambiental y social, el diseño de otros indicadores que se consideren necesarios según la naturaleza del contrato, que debería

permitir a la interventoría de obra realizar un seguimiento al cumplimiento de los programas socioambientales y, finalmente, al desempeño del contratista. Algunos de los indicadores propuestos en la guía son:

Tabla 2. Indicadores Programa de Seguimiento y Control INVIAS.

Programa y/o Proyecto	Objetivo del programa y proyecto	Nombre del indicador	Forma de evaluación
Conformación grupo 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).	Nº. de profesionales propuestos para la gestión ambiental y social. Requerimientos de Entidades.	<u>Nº Profesionales contratados</u> No de profesionales requerido <u>No. Requerimientos emitidos</u> Requerimientos superados
Recuperación de Áreas afectadas	Recuperar las áreas intervenidas o afectadas por las actividades del proyecto.	Áreas recuperadas.	m ² 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

Fuente: INVIAS, 2011 [2].

Teniendo en cuenta las guías y sistemas de indicadores de sostenibilidad en el ámbito internacional, las cuales proponen hacer un monitoreo desde la planificación del proyecto hasta la ejecución de las obras, y posterior mantenimiento y desmantelamiento de las mismas, es de resaltar que los indicadores propuestos en la Guía colombiana considerados

como de éxito, están condicionados a indicadores de cumplimiento a corto plazo, cuya estructura de evaluación es confusa, asumiendo en algunos casos resultados ideales que es imposible se mantengan constantes a lo largo de la ejecución de las obras. En otros casos se propone realizar una comparación entre el resultado inicial y final, que no brinda

ningún tipo de información hasta el momento del cierre del proyecto, lo que impide realizar un seguimiento en cualquier instancia del proceso y, por tanto, la información generada no es clara, secuencial, relevante, ni coherente con el objetivo planteado, de tal forma que se restringe información importante al gestor ambiental y social, impide establecer la eficacia de las medidas propuestas y ejecutadas, y no favorece la toma de decisiones a tiempo para la implementación de mejoras. De acuerdo con lo anterior, la evaluación de desempeño del contratista frente a la sostenibilidad se limitará únicamente a los avances técnicos en las obras.

3. CONCLUSIONES

Las medidas de manejo y los indicadores expuestos en la Guía ambiental colombiana, se orientan en un 90 % al componente ambiental y el 10 % restante al componente social, dejando de lado el componente económico; esto representa una debilidad frente a los estándares internacionales, cuyos aspectos para la definición de medidas e indicadores de sostenibilidad se caracterizan por la presencia equitativa de los tres pilares del desarrollo sostenible: ambiental, social y económico, siendo esta diferencia de porcentajes un obstáculo para establecer, a través de un programa de monitoreo, si un proyecto vial es sostenible, identificar los puntos de insostenibilidad y establecer un plan de mejora que permita superar las fallas presentadas a tiempo. Por tanto, se considera necesario desarrollar herramientas de monitoreo que les permita a los gestores ambientales y sociales intervenir de una forma decisiva en la planificación, diseño, ejecución y mantenimiento de un proyecto, para lograr así la implementación de medidas reales de

prevención de los impactos y el alcance de la sostenibilidad del subsector vial.

En la revisión de los antecedentes de la Guía ambiental de proyectos de infraestructura vial, se encontró que a pesar de la evolución, actualización y modificación de las Guías ambientales a lo largo de estos 11 años, no existe una metodología de valoración de la sostenibilidad de los proyectos, lo que restringe la evaluación a los aspectos ambientales y sociales; además, los indicadores recomendados en la guía no evidencian ningún desarrollo técnico y se presentan sin una metodología de aplicación, convirtiéndose solo en un requisito de cumplimiento mas no en instrumentos clave en la toma de decisiones.

Es importante integrar a centros de investigación y a la academia en el objetivo de fortalecer los lineamientos de sostenibilidad, particularmente para el subsector vial, en cuanto a los estudios de tecnologías y medidas sostenibles que pueden ser desarrolladas o implementadas; por ejemplo, materiales de construcción valorizados, maquinaria amigable con el ambiente, procesos de construcción alternativos, implementación de elementos con bajo coste energético, técnicas de ahorro del agua, metodologías de evaluación del ciclo de vida de una carretera, etc., lo cual favorece la eficiente aplicación del programa de monitoreo, puesto que sería la respuesta a un proceso consciente de toma de decisiones.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] "Sostenibilidad de la carretera y el transporte, un enfoque de desarrollo territorial", Carreteras, N° 150, pp. 60-77, 2006.

- [2] Invías, Instituto Nacional de Vías. (2011). [En línea]. Available: http://www.invias.gov.co/index.php/hechos-de-transparencia/informacion-financiera-y-contable/doc_download/971-guia-de-manejo-ambiental. Último acceso: 10 junio 2014.
- [3] Hartwell, R. M. (2003). "Archivo". [En línea]. Available: http://www.eseade.edu.ar/files/Libertad/40_3_Hartwell.pdf. Último acceso: 29 enero 2014.
- [4] Maclver, R. M. (1957). "Foreword & Introduction", de *The Great Transformation: The Political and Economic Origins of Our Time*, Boston, Beacon Press, p. 442.
- [5] Foladori, G. y Pierri, N. (2005). "Archivos", [En línea]. Available: <http://www.universidadur.edu.uy/retema/archivos/Sustentabilidad.pdf>. Último acceso: 6 marzo 2014.
- [6] Naredo, J. M. (1997). "Documentos", 30 junio. [En línea]. Available: <http://habitat.aq.upm.es/cs/p2/a004.html>. Último acceso: 20 noviembre 2013.
- [7] C. M. p. e. M. A. y. e. D. CMMAD, (1987). "Nuestro futuro común", Madrid.
- [8] Congreso de la República. (1993). Ley 99, Bogotá, Cundinamarca, Colombia.
- [9] Secretaría Distrital de Planeación, (2013). "Índice de sustentabilidad urbana en Bogotá", Bogotá.
- [10] Comisión Mundial del Medio Ambiente y del Desarrollo. (1988).
- [11] Coherencia. (2012). "Sostenibilidad ambiental", 6 enero [En línea]. Available: <http://www.coherencia.pe/https-scribd-comdoc212271285001-ideario-final-1-1/sostenibilidad-ambiental/>. Último acceso: 29 enero 2014.
- [12] Priego, C. (2003). "La institucionalidad ambiental nacional e internacional", de *Conceptos básicos sobre medio ambiente y desarrollo sustentable*, Buenos Aires, Overprint Grupo Impresor SRL, p. 349.
- [13] Díaz R. y Escárcega, S. (2009). *Desarrollo sustentable. Oportunidad para la vida*. México, D.F.: McGraw-Hill Interamericana Editores, S.A. de C.V., p. 281.
- [14] Latorre, F. F. (2006). "Publicaciones". [En línea]. Available: <http://www.juntadeandalucia.es/servicios/publicaciones/detalles/47455.html>. Último acceso: 17 abril 2014.
- [15] Fernández, N. (2012). "Grupo Selome, S.A.", *Vías Terrestres*, N° 17, pp. 26-27.
- [16] European Union Road Federation, ERF. (2009). Octubre [En línea]. Available: http://www.irfnet.eu/media/wg_sustainableroads/SUSTAINABLE%20ROADS_Final%20Version_Version%20to%20Print.pdf. Último acceso: 18 mayo 2014.
- [17] Departamento de Transporte de los Estados Unidos, Invest. (2012). [En línea]. Available: <https://www.sustainablehighways.org/>.
- [18] Greenroads Foundation, "Greenroads", (2012). [En línea]. Available: <https://www.greenroads.org/347/the-rating-system.html>.

- [19] Ceequal Ltd., Ceequal. [En línea]. Available: <http://www.ceequal.com/awards.html>. Último acceso: 2014.
- [20] AGIC, AGIC, (2009). [En línea]. Available: <http://www.agic.net.au/ISratingscheme1.htm>.
- [21] NYSDOT, Departamento de Transporte. (2008). [En línea]. Available: <https://www.dot.ny.gov/programs/greenlites>.
- [22] Greenroads. (2011). "Download the manual". 4 febrero [En línea]. Available: <https://www.greenroads.org/366/download-the-manual.html>. Último acceso: 6 septiembre 2013.
- [23] FHWA. (2012). "Invest" [En línea]. Available: <https://www.sustainablehighways.org/1/home.html>.
- [24] ISI y Zofnass. (2012). Instituto para la Infraestructura Sostenible. [En línea]. Available: <http://www.sustainableinfrastructure.org/rating/index.cfm>. Último acceso: 2014.
- [25] ERF. (2009). "Publicaciones", octubre. [En línea]. Available: http://www.irfnet.eu/media/wg_sustainableroads/SUSTAINABLE%20ROADS_Final%20Version_Version%20to%20Print.pdf. Último acceso: 14 noviembre 2013.
- [26] DANE. Guía para diseño, construcción e interpretación de indicadores, Bogotá, D.C., Cundinamarca.
- [27] Heinz, H. N. (2003). "Publicaciones". [En línea]. Available: http://www.gesis.org/fileadmin/upload/institut/wiss_arbeitsbereiche/soz_indikatoren/Publicationen/isscnoll.pdf. Último acceso: 13 noviembre 2013.
- [28] DANE, Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2009). [En línea]. Available: http://www.dane.gov.co/files/planificacion/fortalecimiento/cuadernillo/Guia_construccion_interpretacion_indicadores.pdf.
- [29] Gallopín, G. (2006). "Artículos", agosto [En línea]. Available: http://ftp.usalca.cl/redcauquenes/cauquenes%20estudio/Articulos/GALLOPIN_LOS%20INDICADORES%20DE%20DESARROLLO%20SUSTENTABLE.%20ASPECTOS%20CONCEPTUALES%20Y%20METODOLOGICOS.pdf. Último acceso: 26 agosto 2013.
- [30] Mondragón, A. (2002). "Inegi". [En línea]. Available: <http://www.inegi.org.mx/inegi/contenidos/espanol/prensa/contenidos/articulos/economicas/indicadores.pdf>. Último acceso: 8 enero 2014.
- [31] Castillo, J. M. (2014). Indicadores ambientales, Bogotá.
- [32] Rotondo, E. y Vela, G. (2004). "Indicadores de género", mayo. [En línea]. Available: <http://www.ifad.org/gender/pub/indicadores.pdf>. Último acceso: 22 junio 2014.
- [33] Ministerio de Economía y Finanzas de Perú. (2010). "Instructivo para la formulación de indicadores de desempeño", junio. [En línea]. Available: https://www.mef.gob.pe/contenidos/presupuesto_publico/normativa/Instructivo_Formulacion_Indi

- cadores_Desempeno.pdf. Último acceso: 21 junio 2014.
- [34] Departamento Nacional de Planeación. (2005). "Uploaded by Karla Cárdenas". [En línea]. Available: <http://www.academia.edu/5195111/7228125-Guia-Para-Elaboracion-de-Indicadores>. Último acceso: 12 septiembre 2014.
- [35] Sistema Nacional de Información Ambiental Nicaragua. (2012). "Index of publielectro investigación ambiental", 31 mayo. [En línea]. Available: http://cdam.minam.gob.pe/publielectro/investigacion%20ambiental/indicadore_sambientales.pdf. Último acceso: 29 junio 2014.
- [36] Junta de Castilla y León. (2014). "Junta de Castilla y León", España, 14 enero. [En línea]. Available: http://www.jcyl.es/web/jcyl/MedioAmbiente/es/Plantilla66y33_100/1246988908512/_/_/_.
- [37] MAVDT. (2004). "Jurídica", 2 junio. [En línea]. Available: <http://corponarino.gov.co/expedientes/juridica/2004resolucion643.pdf>. Último acceso: 30 octubre 2013.
- [38] Di Filippo, M. S. y Mathey, D. (2008). "Los indicadores sociales en la formulación de proyectos de desarrollo con enfoque territorial": documento de trabajo No. 2, INTA, Buenos Aires.
- [39] DAFP. (2012). "Publicaciones", agosto. [En línea]. Available: http://portal.dafp.gov.co/form/formularios.retrieve_publicaciones?no=1445. Último acceso: 25 julio 2014.
- [40] ONU. (1992). "División de Desarrollo Sostenible", 14 junio [En línea]. Available: <http://www.un.org/spanish/esa/sustdev/agenda21/index.htm>. Último acceso: 14 julio 2014.
- [41] OCDE. (2003). "Medio Ambiente", [En línea]. Available: <http://www.oecd.org/environment/indicators-modelling-outlooks/24993546.pdf>. Último acceso: 22 julio 2014.
- [42] EPA, "National Service Center for Environmental Publications". (1999). Octubre [En línea]. Available: <http://nepis.epa.gov/Exe/ZyNET.exe/91017QUT.TXT?ZyActionD=ZyDocument&Client=EPA&Index=1995+Thru+1999&Docs=&Query=&Time=&EndTime=&SearchMethod=1&TocRestrict=n&Toc=&TocEntry=&QField=&QFieldYear=&QFieldMonth=&QFieldDay=&IntQFieldOp=0&ExtQFieldOp=0&XmlQuery=&>. Último acceso: 22 julio 2014.
- [43] EPA, "National Service Center for Environmental Publications". (1996). Octubre [En línea]. Available: <http://nepis.epa.gov/Exe/ZyNET.exe/40000M8K.txt?ZyActionD=ZyDocument&Client=EPA&Index=2011%20Thru%202015%7C2000%20Thru%202005%7C2006%2Thru%202010%7CPrior%20to%201976%7C1976%20Thru%201980%7C1981%20Thru%201985%7C1986%20Thru%201990%7C1991%20Thru%201994%7C19>. Último acceso: 22 julio 2014.
- [44] GRI, "Biblioteca de Recursos", (2011). 1º. enero. [En línea]. Available: https://www.globalreporting.org/resourcelibrary/Spa_nish-G3.1-Complete.pdf. Último acceso: 7 julio 2014.

- [45] AEMA. (2007). "Descargas", 26 febrero. [En línea]. Available: http://www.eea.europa.eu/publications/eea_report_2007_1. Último acceso: 23 julio 2014.
- [46] AEMA. (2002). "Publicaciones", 27 noviembre. [En línea]. Available: http://www.eea.europa.eu/publications/environmental_issue_report_2002_24. Último acceso: 23 julio 2014.
- [47] Burgueño, A. (2012). 20 enero. [En línea]. Available: http://alcala.ietcc.csic.es/fileadmin/Ficheros_IETcc/Servicios/CTE/imagenes/Contenido/120120_Normalizaci_n_sobre_Sostenibilidad_en_Obra_Civil.pdf. Último acceso: 24 julio 2014.
- [48] Invías. (2014). "Memorias de los encuentros institucionales regionales, para el fortalecimiento de la gestión ambiental, social y predial en el desarrollo de proyectos de infraestructura del Instituto Nacional de Vías – Invías", Bogotá.
- [49] Invías. (2003). "Guía ambiental para las actividades de construcción, mejoramiento, rehabilitación y mantenimiento de la infraestructura vial colombiana", Bogotá.
- [50] Invías. (2007). "Guía de manejo ambiental de proyectos de infraestructura subsector vial", Bogotá.