

CAPITULO III

TECNOLOGIAS LIMPIAS EN PROYECTOS VIALES

Consultoría para el Instituto Nacional de Vías, realizada por:

Ernesto Guhl Nannetti, Director del Proyecto

Fabricio Herrera Bernal, Ingeniero Especialista

Camilo Arciniegas, Profesional Asesor

QUINAXI INSTITUTO PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE

Declaración :

" La planificación, diseño, construcción, operación y mantenimiento de los proyectos de infraestructura vial en América Latina, Deberán adelantarse en el marco del desarrollo sostenible."

Unidades Ambientales del Sector Transporte
Primer Encuentro Latinoamericano, Agosto 1996.

INTRODUCCIÓN

El presente informe presenta los resultados del trabajo desarrollado por el Instituto para el Desarrollo Sostenible – QUINAXI, para el Instituto Nacional de Vías - INVIAS, según contrato de consultoría del año 1999.

OBJETIVO

El objetivo de este trabajo de investigación, es el de realizar la “Evaluación y Aplicabilidad de Tecnologías Limpias en Desarrollo de los Procesos Constructivos en Proyectos Viales en Colombia”.

Para lograr un resultado acorde con las expectativas de INVIAS, se adoptó ampliar el alcance de estudio de tal forma que se incluyó el análisis de las etapas previas y posteriores a la construcción de la vía, así como la identificación de soluciones tecnológicas concretas y disponibles en nuestro medio.

Por lo tanto, el estudio pretende identificar el "estado del arte" en materia de introducción de criterios de Producción Limpia y el uso de Tecnologías Ambientales en Colombia, para el diseño, construcción, operación y mantenimiento de Vías; y la generación de una propuesta de criterios generales para la incorporación de Tecnologías Ambientales en proyectos viales.

METODOLOGIA

Los consultores realizaron el trabajo en permanente y estrecha colaboración con INVIAS y tomando en cuenta la experiencia de los diseñadores, constructores y empresas concesionarias Colombianas.

Para llevar a cabo este proyecto se contemplaron los criterios y avances sobre el tema realizados por el Banco Mundial y se plantearon tres estrategias:

- La recolección y evaluación de información disponible a nivel nacional e internacional.

- La sistematización de la información para su categorización y análisis por etapas y actividades, definiendo los impactos ambientales y las tecnologías limpias genéricas para prevenirlos, remediarlos ó compensarlos.
- La ejecución de un taller de expertos para obtener conceptos y experiencias sobre el tema y medir el grado de aplicabilidad y utilización actual de Tecnologías Limpias en Colombia.

El Instituto Quinaxi considera que este trabajo abre un espacio de apoyo a la política ambiental de INVIAS que busca cambiar la visión tradicional de las vías como elementos que llevan a sojuzgar y derrotar a la naturaleza, a una nueva visión en la que éstas se conviertan en proyectos que apoyan la sostenibilidad.

EL COMPROMISO AMBIENTAL MUNDIAL

El ritmo acelerado de la historia del hombre en los últimos 100 años, puede observarse en todos los campos de la actividad humana. Los avances tecnológicos del siglo XX, basados en los logros de siglos anteriores, son mas que espectaculares. Las matemáticas, la física y la ingeniería nos han permitido observar y llegar mas allá de nuestra atmósfera, construir líneas férreas, oleoductos, carreteras y pistas de aterrizaje en todo el mundo.

El modelo de desarrollo industrial occidental se difundió, llegando a acelerar bruscamente el crecimiento económico de manera general mas no balanceada. La economía humana recurre hoy a los 92 elementos de la tabla periódica, en comparación a los 20 que se usaban en 1900¹.

El desarrollo industrial, impulsado por el aprovechamiento de la energía de los combustibles fósiles y de la mano del avance de los sistemas de transporte, se ve reflejado en el dramático crecimiento en el uso de automóviles. En 1900 solo circulaban en el mundo unos cuantos miles de automóviles, hoy se tienen alrededor de 501 millones. Este incremento se dio principalmente después de 1950, propiciado principalmente por la expansión de las carreteras, sumado al incremento en la producción de cemento, acero y de asfalto.

El uso del petróleo como fuente energética, ha generado un desbalance en la capacidad de los sistemas naturales para fijar el CO₂ versus la producción del mismo, generando un excedente llamado "acumulación de CO₂", el cual es el responsable de la elevación de la temperatura media de la atmósfera terrestre, con los efectos climáticos que esto implica y sus consecuencias en la vida del hombre de hoy y del mañana.

Tan graves son las implicaciones de este cambio climático mundial, que el Centro Hadley para cambio climático de Gran Bretaña, estimó mediante un modelo por computadora en 1998, que la oferta de alimentos para Norte América y África se reducirían drásticamente y que para 2050 se podría presentar un "efecto invernadero crítico" que podría convertir varias áreas de la tierra en verdaderos desiertos²

Es así como el desafío para regular el cambio climático en el mundo es verdaderamente prioritario y el componente energético es algo fundamental. El uso de la energía solar y de la energía eólica están avanzando cada día más hacia el centro del escenario³

Las nuevas tendencias del mundo para transporte urbano y rural se dan hacia el uso mixto de trenes y bicicletas, como solución de transporte "ecológico" sumado al uso de vehículos operados con combustibles más limpios como el gas natural y el hidrógeno. Las grandes empresas petroleras del mundo, así como los fabricantes de automóviles, camiones, trenes y aviones ya están trabajando en estos temas.

En 1969 el mundo produjo 25 millones de bicicletas y 23 millones de automóviles. Cuando se creía que la producción de bicicletas tendería a disminuir, ocurrió lo contrario, la producción de bicicletas en los últimos años ha sido de 150 millones de unidades, mientras que la de automóviles ha estado alrededor de 37 millones.

Los daños ambientales mundiales, producidos por el crecimiento poblacional, la industrialización, la construcción de obras de ingeniería, la urbanización del campo, etc., han llegado a afectar la calidad de vida del hombre urbano y rural actual y cuestionar la sostenibilidad de la humanidad en el futuro cercano.

¹ "Una nueva economía para un nuevo siglo", World Watch Institute, 1999

² La Situación del mundo 1999, World Watch Institute, Informe anual.

³ La energía eólica, por ejemplo, suministró en 1999 el 7% de la electricidad en Dinamarca y el 23% en Navarra, en el norte de España. Fuente. World watch Institute.

La reinención de normas y esquemas políticos son prioritarios, incluidos los esfuerzos de desarrollo tecnológico, para plantear nuevos modelos de desarrollo sostenible. Se están dando los planteamientos de globalización económica sobre principios de sostenibilidad ambiental, en organizaciones como el Banco Mundial, el Fondo Monetario Internacional, la organización Mundial de Comercio y el Programa de las Naciones Unidas para el medio Ambiente (PNUMA).

Los tratados y acuerdos ambientales internacionales, son cada vez mas sólidos, difundidos y aplicados en la planeación económica de países desarrollados y en vía de desarrollo. Las grandes empresas multinacionales, así como las pequeña y medianas, de todos los sectores industriales, son cada vez mas consientes y comprometidas con el correcto desempeño ambiental.

Cada día es mas usual escuchar del Protocolo de Montreal de 1987 sobre las sustancias que agotan la capa de ozono; de la Cumbre de la Tierra en Río de Janeiro en 1992, sobre la diversidad biológica y su declaración de principios sobre el medio ambiente y el desarrollo sostenible; del la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el cambio Climático en Nueva York 1992; del Protocolo de Tokio en 1998 sobre Cambio Climático y muchas mas reuniones, convenios y tratados, que son asimilados a las nuevas políticas de estado en todo el mundo.

Es importante resaltar, que no es posible separar los esfuerzos para construir una economía ambientalmente sostenible, de los esfuerzos para satisfacer las necesidades de los pobres del mundo (841 millones mal nutridos, 1.200 millones sin agua potable, 1.600 millones analfabetas y 2.000 millones sin servicio de electricidad, según datos globales de 1999).

El nuevo siglo comienza con el reto de convertir los modelos económicos dominantes en modelos de desarrollo ambientalmente sostenibles y libres de pobreza.

3.1 MARCO TECNOLOGICO

Para desarrollar los proyectos viales de orden nacional, INVIAS dentro de su compromiso ambiental, busca definir, planear, ejecutar y monitorear las condiciones ambientales de cada uno de los proyectos, basado en conceptos técnicos definidos en especificaciones de diseño y construcción, así como en Estudios o Planes de Manejo Ambiental ejecutados para cada uno de los proyectos.

Los conceptos de Producción Mas limpia, Ecoeficiencia y Desarrollo Sostenible, son fundamentales en el planteamiento de las nuevas estrategias para la Gestión Ambiental de INVIAS. A continuación se presentan las definiciones básicas de estos conceptos.

3.1.1 PRODUCCIÓN MAS LIMPIA

El concepto de *Producción Más Limpia*, fue introducido por las Naciones Unidas en 1989, mediante el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente - PNUMA (United Nations Environment Programme Industry and Environment :UNEP-IE), la cual la define como "la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva e integrada, en los procesos productivos, los productos y los servicios, para reducir los riesgos relevantes a los humanos y el medio ambiente.

En el caso de los *procesos productivos* se orienta hacia la conservación de materias primas y energía, la eliminación de materias primas tóxicas y la reducción de la cantidad y toxicidad de todas las emisiones contaminantes y los desechos.

En el caso de los *productos* se orienta hacia la reducción de los impactos negativos que acompañan el ciclo de vida del producto, desde la extracción de materias primas hasta su disposición final.

En los servicios se orienta hacia la incorporación de la dimensión ambiental tanto en el diseño como en la prestación de los mismos"⁴.

La aplicación del criterio de *Producción Más Limpia* implica:

- *El uso eficiente de los recursos naturales, minimizando los residuos y la contaminación mediante soluciones tecnológicas en la fuente, en lugar de buscar soluciones correctivas al final del proceso.*
- *La búsqueda sistemática del Mejoramiento Continuo, mediante la utilización de herramientas administrativas que permitan medir el avance permanente en cada una de las fases del ciclo de vida del proceso productivo, del producto ó del servicio. Tales herramientas pueden ser auto-auditorías de desempeño ambiental, planes de manejo ambiental, análisis de ciclo de vida, indicadores de gestión ambiental, auditorías de calidad⁵.*

⁴ Tomado de la Política Nacional de Producción Más Limpia.

⁵ La ONUDI define cada uno de estos instrumentos así: i) A waste reduction audit is a systematic examination of the materials flow in a process or plant to identify opportunities to reduce emissions and wastes, thereby saving money. This type of audit is applied to an existing plant that is seeking to minimize

- El cambio de actitud en todos los niveles de la organización, adoptando responsablemente la gestión ambiental y evaluando las opciones tecnológicas⁶.

De acuerdo con la **Organización de las Naciones Unidas para el desarrollo Industrial - ONUDI**, la *Producción Más Limpia* requiere un cambio de pensamiento, respecto del tratamiento al final del tubo, pasando de la remediación a la prevención. Las técnicas y las tecnologías para la prevención van más allá de la reducción de la contaminación y de la disposición adecuada de los residuos, contemplan cambios en las actitudes administrativas, operaciones a nivel de planta, procesos industriales, equipos y diseño de productos.

La *Producción Más Limpia* demanda una estrategia ambiental preventiva integrada, y su aplicación sistemática y continua. Significa, por tanto conservar materias primas y energía, eliminar materias primas tóxicas y reducir tanto la cantidad como la toxicidad de todas las emisiones y residuos antes de que dejen el proceso productivo. Para los productos, la Producción Más Limpia significa reducir su impacto ambiental durante todo su ciclo de vida, desde la extracción de materias primas hasta la disposición final del producto.

3.1.1 ECOEFICIENCIA

El concepto de **Ecoeficiencia** es un concepto integrado al de Producción Más Limpia, el cual fue desarrollado por el Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible (WBCSD- World Business Council for Sustainable Development) entre 1993 y 1996.

"La *ecoeficiencia* se alcanza mediante el suministro de bienes y servicios a precios competitivos que satisfacen las necesidades humanas y brinden calidad de vida, en tanto

waste generation. ii) A product life-cycle analysis estimates the environmental impacts of a product from raw materials extraction through final disposal and identifies cost-effective options for minimizing wastes at each stage of the product life-cycle. Product life-cycle analysis is applied to a product either existing or new, to determine overall ecological impact. iii) An environmental impact analysis predicts the most significant environmental impacts of a project (for instance a new plant or a major modification of an existing plant). It also identifies opportunities for avoiding adverse impacts. The least-cost mitigation opportunities are often source reduction measures rather than pollution control technologies. iv) An environmental compliance audit assesses how an enterprise complies with current and anticipated future environmental standards.

⁶ En este contexto, la **tecnología limpia** es un elemento integral, dentro del concepto de *Producción Más Limpia*, ya que este incluye elementos como las actitudes y prácticas gerenciales de mejoramiento continuo de la gestión ambiental.

que progresivamente se reducen los impactos ambientales y la intensidad de uso los recursos a través del ciclo de vida, hasta un nivel mínimo que vaya en línea con la capacidad de soporte de la tierra"

Ecoeficiencia por lo tanto combina la búsqueda de mejoras económicas, el uso eficiente de los recursos y la prevención de la contaminación.

De acuerdo con el documento *Cleaner Production and Ecoefficiency* de WBCSD, la *ecoeficiencia* busca lo siguiente:

- *Reducir la intensidad de materiales en los bienes y servicios.*
- *Reducir la intensidad energética en bienes y servicios.*
- *Reducir la dispersión de tóxicos.*
- *Promover materiales reciclables.*
- *Maximizar la sostenibilidad del uso de recursos renovables.*
- *Reducir la durabilidad (degradabilidad) de los materiales.*
- *Incrementar la intensidad de servicio de los bienes y servicios.*

El concepto de *ecoeficiencia* va más allá de la simple reducción de la contaminación y uso de los recursos. Busca el alto desempeño ambiental y económico de las empresas, mediante la creación de cultura ambiental y excelencia empresarial. La *ecoeficiencia* faculta a las empresas para adaptarse rápidamente a los cambios generados por las necesidades del mercado, para responder más fácilmente a las presiones de la competencia, para anticiparse a las necesidades de los clientes y para manejar más adecuadamente los programas integrales de protección ambiental, salud ocupacional y seguridad industrial

El *programa de ecoeficiencia* busca difundir las mejores prácticas (los casos exitosos) y medir e informar sobre el desempeño ambiental de las empresas.

Una característica especial de la *Ecoeficiencia* es que permite medir la relación entre desempeño económico y desempeño ambiental. Esa medición debe estar basada en requerimientos como:

- *Que sea relevante respecto el medio ambiente, la salud humana y/o la calidad de vida.*
- *Que informe sobre las decisiones realizadas para mejorar el desempeño de la organización.*

- *Que permita reconocer los diferentes áreas de negocios.*
- *Que conduzca al monitoreo permanente.*
- *Que sea claramente definida, medible, transparente y verificable.*
- *Que este basada en una evaluación global de todas las áreas del proceso.*

La ecoeficiencia y la producción mas limpia tienen mucho en común. Ambos conceptos ayudan a las empresas en la optimización en el uso de recursos, en la reducción de impactos ambientales y en la prevención de riesgos ambientales, dentro del contexto de mejoramiento continuo.

3.1.2 TECNOLOGIAS AMBIENTALMENTE SANAS O TECNOLOGIAS LIMPIAS

El término **Tecnologías Ambientalmente Sanas**⁷ (Environmentally Sound Technologies - ESTs) se refiere a las "*tecnologías limpias*" las cuales son de bajo impacto ambiental en términos de contaminación y/o alta eficiencia de energía, comparadas con otras tecnologías de uso corriente.

Las *tecnologías limpias* contribuyen a alcanzar o restaurar el balance entre los objetivos relativos al desarrollo social, el crecimiento económico y el uso sostenible de los recursos naturales (incluyendo la protección del medio ambiente).

El concepto de *tecnologías limpias*, se refiere a tecnologías que deben ser vistas en su relación particular con las condiciones socioeconómicas, culturales y medio ambientales, así como al momento histórico en las cuales se desarrollan (las tecnologías pueden dejar de ser limpias según el contexto histórico, geográfico y social en el cual se evalúen).

La promoción en la implementación y uso de *tecnologías limpias* implican el desarrollo del proceso de *Producción Mas Limpia*.

De manera general, las *Tecnologías Ambientales* pueden ser clasificadas según los mecanismos de acción, en preventivas y remediales. Las tecnologías ambientales preventivas evitan la generación de residuos y emisiones en primer lugar, mediante la modificación o sustitución en la fuente de contaminación, mientras que las tecnologías ambientales remediales se aplican para reducir el impacto ambiental de los residuos o las emisiones después de su generación.

⁷ UN, 1996.

Una clasificación aceptada de tecnologías que puedan catalogarse como tecnologías limpias no existe, sin embargo el PNUMA propuso en la reunión Internacional de expertos en febrero de 1998 en Corea, una tipología general a manera de aproximación:

CONTROL DE LA CONTAMINACION DEL AGUA Y SUMINISTRO DE AGUA

Tecnologías para tratamiento de aguas y de aguas residuales, suministro de agua y manejo de recursos acuíferos.

CONTROL DE LA CONTAMINACION DEL AIRE

Tecnologías para el control y el tratamiento de las emisiones que contaminan el aire (COx, NOx, CO2) excluyendo los gases de efecto invernadero.

REDUCCION Y PROTECCION CONTRA EL RUIDO Y LA VIBRACION

Tecnologías tendientes a minimizar la generación de ruido y vibraciones en equipos, líneas de producción, maquinaria en general.

MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS

Tecnologías para la recolección, transporte, almacenamiento, tratamiento, reciclaje, y disposición de residuos sólidos.

MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS

Tecnologías para la recolección, transporte, almacenamiento, tratamiento, y disposición de residuos sólidos peligrosos.

ENERGIA

Tecnologías para oferta de energías alternativas y renovables y para conservación de la energía.

PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA

Estrategias ambientales integrales preventivas para procesos y productos con el objeto de reducir los riesgos en los seres humanos y en el medio ambiente.

SUELOS Y AGRICULTURA

Tecnologías relativas al desarrollo sostenible y la conservación del suelo, a la agricultura y los recursos naturales, incluyendo la restauración de tierras, la conservación de los suelos, la extracción mineral, la biodiversidad, los agroquímicos, la agricultura sostenible y la reforestación.

CONSTRUCCION E INGENIERIA

Tecnologías relacionadas con la ingeniería, el desarrollo de la infraestructura y la construcción (incluyendo maquinaria, equipo, métodos y técnicas de construcción), que sean ambientalmente sanos.

CAMBIO CLIMATICO GLOBAL

Tecnologías para la reducción de las emisiones de los gases invernadero, mitigación del calentamiento global y alternativas de sustancias dañinas al ozono.

3.1.3 DESARROLLO SOSTENIBLE

Es el equilibrio dinámico y armonioso de los aspectos sociales, económicos y ambientales, presentes en todas las actividades humanas, de tal forma que se logren satisfacer las necesidades actuales sin comprometer la capacidad de generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades.

El Desarrollo Sostenible se logra mediante la aplicación sistemática de Tecnologías Limpias en el marco del concepto de Producción Mas Limpia, haciendo uso de herramientas de gestión como los SGA y de las Auditorias Ambientales.

El avance del proceso de Implementación de TL, se puede medir haciendo uso de herramientas gerenciales tales como Indicadores de Ecoeficiencia, Ecoetiquetado, Sistemas de Calidad Total y Certificaciones del SGA.

Un sector industrial que logra el equilibrio económico, social y ambiental, esta logrando un correcto desarrollo sostenible.

El concepto *desarrollo sostenible* se puede asimilar al punto mas elevado de una pirámide, la cual se soporta en los conceptos y criterios de desarrollo social, económico y ambiental definidos en agendas y macroprogramas; en su cuerpo están los Sistemas Administrativos de Gestión y estrategias de negocios y estrategias tecnológicas, sumado a las herramientas de auditoria y evaluación técnica y administrativa.

3.2 LOS IMPACTOS AMBIENTALES EN PROYECTOS VIALES

3.2.1 INTRODUCCION

En el presente capitulo se hace la descripción de impactos ambientales que afectan los Suelos, las Aguas, el Aire y la Biodiversidad (Flora & Fauna), así como las medidas de

Prevención, Mitigación y Compensación que son aplicables en nuestro medio, presentadas a manera de directrices básicas aplicables en todas las fases de un proyecto vial.

Los impactos sobre los componentes Biofísicos son los mas susceptibles de aplicar medidas de prevención y mitigación donde las tecnologías limpias tienen mayor espacio y desarrollo, en la búsqueda de formas mas económicas, efectivas y eficientes de planear, construir, operar y mantener vías con criterios de desarrollo socio-ambiental sostenible.

3.2.2 CLASIFICACION DE IMPACTOS

Los proyectos de desarrollo vial implican de por si una afectación socio-ambiental de magnitud, efectos y manejos variables e inevitables.

El esquema actual para prevenir, mitigar ó compensar los impactos socio-ambientales en Colombia, esta enmarcado por nuestra realidad institucional, jurídica y tecnológica, la cual se desarrolla y avanza de acuerdo con los limites que define el desarrollo socioeconómico del país.

Los impactos ambientales existentes en un proyecto vial se pueden clasificar en tres categorías, considerando la relación causa-efecto en el tiempo, estos son :

- Impactos Directos
- Impactos Indirectos
- Impactos Acumulativos

Los **Impactos Directos** son todos los impactos socio-ambientales con efectos claramente definidos por la intervención del hombre al hacer realidad un proyecto de construcción y operación de carreteras.

Los **Impactos Indirectos** son todos aquellos donde la relación causa-efecto no es tan evidente, pero que son identificables y medibles en un corto o mediano plazo. Los efectos negativos de los impactos indirectos son mas intensos y devastadores que los impactos directos.

Los **impactos acumulativos** son los impactos ambientales que se presentan de manera globalizada en un espacio y tiempo definidos, generados por la acción sumada de efectos directos e indirectos, con la característica especial de ser visibles a largo plazo. Los

impactos acumulativos potencializan los efectos negativos en el entorno regional de una carretera.

Normalmente los Estudios de Impacto Ambiental (EIA) de carácter específico, se dedican a identificar y evaluar los Impactos Directos e Indirectos. Los Impactos acumulativos, son más difíciles de identificar y para ello se utilizan herramientas propias de los Estudios Ambientales Sectoriales.⁸

Los impactos ambientales mencionados, pueden ser calificados en las siguientes categorías:

- Positivos ó Negativos
- Aleatorios ó Predecibles
- Locales ó Regionales
- Temporales ó Permanentes
- De corto ó de largo efecto

Los EIA, consideran la interacción de estos impactos, las magnitudes de cada uno y la manera de prevenirlos, mitigarlos ó compensarlos en el peor de los casos, para cada proyecto en particular.

3.2.3 EVALUACION DE IMPACTOS Y MEDIDAS DE CONTROL

El análisis de los Impactos Ambientales y las medidas de control deben quedar definidas en los llamados Planes de Manejo Ambiental (PMA), los cuales en teoría, deben delimitar y habilitar la mejor forma de llevar a feliz término el proyecto vial, evaluando y solucionando todos los aspectos socio-ambientales identificados como Impactos Ambientales Significativos.

Las Tecnologías Limpias pueden estar presentes en todas y cada una de las medidas de control propuestas en los PMA, pero con más incidencia en las medidas de prevención y mitigación relacionadas con los componentes BIOFISICOS (Suelo, Agua, Aire y Biodiversidad). Algunas medidas de compensación pueden tener implícitas tecnologías limpias, pero no están dentro del marco planteado de evitar y minimizar los efectos que se pueden generar al planear, construir y operar vías.

⁸ “La Evaluación Ambiental Sectorial”, Banco Mundial, 1989

El uso correcto, oportuno y sistemático de Tecnologías Limpias, pueden reducir y/o eliminar los impactos directos presentes en la construcción de carreteras. Para que ello ocurra se requiere de tres condiciones básicas:

- Una verdadera conciencia de protección ambiental por parte de todos los actores involucrados en los proyectos viales (planeadores, diseñadores, constructores, interventores, concesionarios y obviamente autoridades ambientales).
- Una permanente búsqueda de recursos y escenarios gubernamentales donde se promueva el cambio hacia la incorporación y uso de Tecnologías Limpias.
- Un proceso de conocimiento, aprendizaje y utilización de las Tecnologías Limpias disponibles.

Los impactos socio-ambientales específicos, presentes en los proyectos viales se presentan en la Tabla Nro. 1, 1,

TABLA 1 : IDENTIFICACION Y CLASIFICACION DE IMPACTOS ESPECIFICOS

COMPONENTE AMBIENTAL	IMPACTOS ESPECIFICOS		TIPO DE IMPACTO		
			D	I	A
1. IMPACTO EN SUELOS	1.1	Erosión superficial en áreas del proyecto	X		X
	1.2	Desestabilización de taludes y laderas naturales	X		X
	1.3	Perdida de suelos cultivables	X		
	1.4	Contaminación de suelos por uso de equipos y vehículos	X		X
	1.5	Afectación por quemas y agroquímicos	X		
2. IMPACTO EN RECURSOS HIDRICOS	2.1	Modificación de cauces naturales y flujos superficiales	X		X
	2.2	Cambio del nivel de la tabla de agua y flujos subterráneos		X	X
	2.3	Contaminación de acuíferos (combustibles, lubricantes, detergentes)	X		X
	2.4	Cambio de niveles de salinidad, Oxígeno etc	X		
	2.5	Aporte de sedimentos a los cuerpos de agua	X		X
	2.6	Aporte de aguas residuales	X		
	2.7	Aporte de Residuos sólidos (escombros, basuras, desechos, etc)	X		
	2.8	Alteración del régimen hidráulico	X		X
	2.9	Contaminación por derrames accidentales	X		
3. IMPACTOS EN CALIDAD	3.1	Emissiones de partículas en suspensión	X		

DE AIRE	3.2	Emisiones de gases	X		
4. IMPACTO EN FLORA Y FAUNA	4.1	Desaparición de especies acuáticas y terrestres	X		X
	4.2	Afectación de aves	X		X
	4.3	Deforestación	X		
	4.4	Fragmentación de hábitat	X		
	4.5	Interrupción de corredores migratorios de especies silvestres	X		
	4.6	Afectación Areas de Reserva y Parques Naturales	X		
5. IMPACTO EN LAS COMUNIDADES Y SU ACTIVIDAD ECONIMICA	5.1	Afectación a la Infraestructura existente (vías de acceso, caminos)	X		
	5.2	Cambio en la oferta de generación de Empleo	X		
	5.3	Cambios del uso del suelo	X		
	5.4	Cambios del uso de fuentes energéticas	X		
	5.5	Afectación de cultivos dentro del corredor (plantaciones)	X		
	5.6	Mejoramiento de los tiempos de viaje, descongestión vehicular	X		
	5.7	Afectación por el turismo	X		X
	5.8	Afectación de mercados locales y relaciones comerciales	X		X
	5.9	Choque cultural con masas migratorias	X		X
	5.10	Invasiones del derecho de vía		X	X
	5.11	Expansión Urbana		X	X
	5.12	Cambio en los esquemas de sostenibilidad económica		X	X
6. IMPACTOS POR ADQUISICION DE PREDIOS Y REASENTAMIENTOS	6.1	Cambio en el valor de las tierras	X		
	6.2	Generación de conflictos con la comunidad	X		
	6.3	Expropiación de tierras	X		
	6.4	Alteración de la infraestructura de vivienda	X		
7. IMPACTOS EN POBLACIONES INDIGENAS Y NEGRAS.	7.1	Afectación en la estructura social indígena		X	X
	7.2	Afectación en los estilos de vida		X	X
	7.3	Perdida de tradiciones y creencias		X	X
8. IMPACTOS EN LA HERENCIA CULTURAL	8.1	Alteración de yacimientos arqueológicos	X		
	8.2	Alteración de monumentos y arquitectura	X		
COMPONENTE AMBIENTAL		IMPACTOS ESPECIFICOS	TIPO DE IMPACTO		
			D	I	A
9. IMPACTOS EN EL PAISAJE Y ESTETICA	9.1	Alteración del entorno paisajísticos (morfología)	X		
	9.2	Afectación de zonas urbanas	X		
	9.3	Afectación por contaminación visual	X		
10. IMPACTOS EN RUIDO AMBIENTAL	10.1	Cambio de nivel y frecuencia de ruidos por trafico y equipos	X		
	10.2	Incorporación de Vibraciones	X		
11. IMPACTOS EN LA SALUD Y SEGURIDAD HUMANA	11.1	Cambio en los riesgos de accidentalidad	X		
	11.2	Afecciones respiratorias	X		

	11.3	Afecciones auditivas	X		X
	11.4	Transmisión de enfermedades (SIDA, ETS, Difteria, Polio, Malaria, Tétano)	X		
	11.5	Riesgos de contaminación de aguas potables	X		

- D : Impacto Directo
- I : Impacto Indirecto
- A : Impacto Acumulativo

Nota: algunos impactos tienen un carácter mixto, ya que por su relación causa – efecto se convierten en acumulativos.

3.2.4 IMPACTOS EN SUELOS

Es tal vez el impacto directo más conocido y recordado al hablar de construcción de vías. Sus efectos son claros y visibles, dada la magnitud y severidad con la cual se presentan. Sus efectos son tangibles al utilizar canteras y minas, al hacer cortes de taludes, al tumbar árboles, al sacar material de arrastre de los ríos, al intervenir los taludes naturales, al eliminar cultivos, al perforar túneles, al realizar voladura de rocas, al conformar y compactar terraplenes.

Los principales impactos específicos, presentes al hablar de suelos, en cualquier tipo de proyecto vial, son:

- ❖ Erosión superficial en áreas del proyecto
- ❖ Desestabilización de taludes y laderas naturales
- ❖ Pérdida de suelos cultivables
- ❖ Contaminación de suelos por uso de equipos y vehículos
- ❖ Afectación por quemaduras y agroquímicos

Las medidas disponibles para prevenir, mitigar y compensar los impactos negativos sobre el componente suelos, son:

MEDIDAS DE PREVENCIÓN EN SUELOS

Como medidas de prevención para evitar los impactos negativos en los suelos, se pueden mencionar las siguientes acciones de tipo genérico:

EN EL DISEÑO:

- ✓ Identificar y minimizar las zonas inestables a intervenir por la construcción de la vía.
- ✓ Evitar alineamientos sensibles con alto riesgo de inestabilidad geológica.
- ✓ Minimizar los requerimientos de material de préstamo.
- ✓ Evitar el uso de altas pendientes de corte y terraplenes con ángulos mayores a los ángulos de reposo natural para el tipo de suelo local.

- ✓ Predecir el movimiento de partículas y arenas en proyectos en zonas desérticas o costeras.

EN LA GESTION:

- ✓ Prevenir el derrame de combustibles y aceites durante la construcción
- ✓ Reforestar las áreas afectadas inmediatamente la afectación ha terminado y no esperar a finalizar la construcción de la vía.

MEDIDAS DE MITIGACION EN SUELOS

Como medidas de Mitigación para remediar los impactos negativos sobre los suelos, se pueden considerar, los siguientes criterios generales

EN EL DISEÑO:

- ✓ Selección de variedades adecuadas para resiembra de pastos
- ✓ Selección adecuada de la época de resiembra
- ✓ Selección y uso de técnicas de siembra adecuadas como: Hidrosiembra, Cespedón, Biomanto, Geotextil.
- ✓ Adecuado diseño de botaderos
- ✓ Uso de productos para estabilización de suelos y control de polvo (Químicos ó Biodegradables)
- ✓ Diseño de sistemas de drenaje (Flujo distribuido, estructuras de control de sedimentos)
- ✓ Diseño de Disipadores de Energía (Hormigón, Roca, empalizados, arbustos)
- ✓ Evaluación y utilización de medidas de ingeniería complementarias a la resiembra tales como: Enrocado de pendientes, Uso de Geotextiles, Uso de Concreto lanzado, Cortacorrientes y canales, Trinchos, Gaviones, Muros de contención, Terraceo y compactación

EN LA GESTION:

- ✓ Manejo adecuado de la capa vegetal
- ✓ Revegetalización intensiva en las áreas afectadas tan temprano como sea posible

MEDIDAS DE COMPENSACION EN SUELOS

Como medidas para compensar los impactos negativos sobre los suelos, que no se pueden evitar ni mitigar, se tienen los siguientes criterios generales:

EN EL DISEÑO:

- ✓ Construir diques y/o lagos (para recreación, para piscicultura, mixtos).
- ✓ Convertir y adecuar las zonas de préstamo y botaderos en áreas de picnic y miradores escénicos.
- ✓ Adecuación de zonas como reservas forestales (en el corredor vial afectado ó en otras áreas).

EN LA GESTION:

- ✓ Remediación de suelos productivos que han sido afectados durante la construcción.
- ✓ Adecuada disposición de escombros y materiales de desecho(construir nuevos rellenos ó mejorar los botaderos municipales).

3.2.5 IMPACTO EN RECURSOS HIDRICOS

La construcción, operación y mantenimiento de carreteras afecta los recursos hídricos disponibles en la región donde se construyen u operan vías. Esta afectación se puede medir considerando los parámetros de calidad y cantidad de aguas, tanto para los flujos superficiales como para los flujos subterráneos.

Los principales impactos específicos, identificados en cualquier proyecto vial son:

- ❖ Modificación de cauces naturales y flujos superficiales
- ❖ Cambio del nivel de la tabla de agua y flujos subterráneos
- ❖ Contaminación de acuíferos (combustibles, lubricantes, detergentes)
- ❖ Cambio de niveles de salinidad, Oxígeno etc.
- ❖ Aporte de sedimentos a los cuerpos de agua
- ❖ Aporte de aguas residuales

- ❖ Aporte de residuos sólidos (escombros, basuras, desechos, etc.)
- ❖ Alteración del régimen hidráulico
- ❖ Contaminación por derrames accidentales

Las medidas disponibles para prevenir, mitigar y compensar los impactos negativos sobre el componente suelos, son:

MEDIDAS DE PREVENCIÓN EN AGUAS

Como medidas de Prevención, para evitar los impactos negativos sobre las aguas, se pueden mencionar:

EN EL DISEÑO:

- ✓ Evitar alineamientos que sean susceptibles a alta erosión y fuertes pendientes.
- ✓ Minimizar el cruce de corrientes y cauces hasta donde sea posible.
- ✓ Evitar el arrastre de material particulado a cuerpos de agua.
- ✓ Mantener "franjas de seguridad" con vegetación natural no intervenida entre la carretera y los cuerpos de agua.
- ✓ Evaluar los diseños de cruces de cuerpos de agua respecto las condiciones hidrológicas, movimiento de peces, uso del agua, etc.
- ✓ Evaluar el mantenimiento requerido para las estructuras de control hidráulico.
- ✓ Evaluar la ubicación de campamentos y las estructuras de control sanitario respecto el manejo de los vertimientos y la segregación de corrientes (aguas negras, aguas lluvias, aguas aceitosas)

EN LA GESTIÓN:

- ✓ Establecer un correcto esquema de manejo y disposición de residuos de productos peligrosos (combustibles, lubricantes, pinturas, soldaduras, químicos en general)
- ✓ Definir un plan de recuperación y disposición de aceites usados
- ✓ Establecer un plan de movimiento y almacenamiento de tierra, agregados y materiales en general (almacenamiento y disposición final)
- ✓ Establecer un manejo de residuos sólidos que garantice la correcta clasificación y disposición de basuras y residuos (rellenos sanitarios, reciclaje)

MEDIDAS DE MITIGACIÓN EN AGUAS

Como medidas de mitigación de impactos negativos sobre las aguas, se pueden manejar las siguientes:

EN EL DISEÑO:

- ✓ Controlar la velocidad de flujo de corrientes y escorrentía (enrocados, reforestación, estructuras hidráulicas)
 - ✓ Control de polvo en las secciones de vías destapadas que cruzan cuerpos de agua y zonas pobladas (pavimentación del tramo, aplicación de productos químicos y/o biodegradables).
 - ✓ Diseño de flujos de agua y recarga de acuíferos (filtros de recarga, cunetas de infiltración).
 - ✓ Plantas de Tratamiento de agua (plantas de proceso químicos, plantas de proceso biológico).
- DE GESTION:
- ✓ Manejo de lodos, escombros, basuras y contaminantes que puede transportar la lluvia

MEDIDAS DE COMPENSACION EN AGUAS

Como medidas de compensación para daños inevitables a las aguas, se tienen:

EN EL DISEÑO:

- ✓ Perforación de pozos profundos para suministro de agua, en áreas donde se afectan las aguas superficiales.
- ✓ Crear zonas de compensación para reemplazar hábitats afectados por la vía (en el corredor vial ó fuera de el).
- ✓ Incorporar medidas de mejoramiento ambiental tales como: usar en verano la vía como presa para mantener los niveles de recarga de acuíferos, y usar en invierno las estructuras de la vía (obras de arte) como estructuras de control de picos de lluvias.
- ✓ Planes de reforestación de cuencas y zonas de reserva para acueductos veredales.

EN LA GESTION:

- ✓ Participación en programas de mejoramiento de canales de riego veredales.

3.2.6 IMPACTO EN CALIDAD DE AIRE

La calidad del aire, se ve afectada temporalmente durante la construcción de la vía y permanentemente durante la operación de la misma. La evaluación de los esquemas de generación de contaminantes atmosféricos, dispersión y recepción de los mismos en las zonas vecinas a la vía, son definitivos para plantear medidas de prevención, mitigación o compensación a corto, mediano y largo plazo.

La operación de las plantas de asfalto, trituración y concretos, sumado a la circulación de camiones y vehículos de transporte de materiales y de obreros por vías sin pavimentar, son las principales causas de alteración de la calidad del aire, durante la fase constructiva ó de mantenimiento de una vía.

La circulación de vehículos durante la fase de operación de las vías, generan emisiones de Monóxido de Carbono (CO), Hidrocarburos (HC), Oxidos de Nitrógeno (NOx), Dióxido de Azufre (SO₂) y partículas en suspensión (Nubes de polvo en vías sin pavimentar).

La magnitud de los efectos depende de tres factores interrelacionados:

- Proceso de Emisión
- Proceso de Dispersión
- Proceso de Recepción

En el *proceso de emisión* de contaminantes atmosféricos por fuentes móviles actúan variables como: tipo de combustible; tipo de mantenimiento efectuado al motor; edad de los vehículos; temperatura de operación de los motores; tipo de vehículo. Para las fuentes fijas, así sean temporales, las variables que intervienen son: tipo de equipo ó planta, tipo de filtros usados, altura de chimeneas y intensidad de la operación diaria.

En el *proceso de dispersión* de contaminantes atmosféricos, actúan variables como dirección predominante del viento; condiciones meteorológicas; altura y densidad de arboles en el corredor vial; topografía; distancia desde la vía hasta los centros poblacionales.

En el *proceso de recepción* de contaminantes atmosféricos, es importante evaluar las construcciones existentes (edificios, monumentos, restaurantes, hospitales, colegios, centros de recreación); la cercanía de cultivos y animales para consumo humano; la densidad de población expuesta. En todos los casos los efectos por la contaminación del aire afecta la salud humana, la flora y la fauna, y todo el entorno ambiental donde se desarrollan las actividades diarias.

Los principales impactos específicos, asociados a la calidad del aire, en cualquier proyecto vial son:

- ❖ Emisiones de partículas en suspensión
- ❖ Emisiones de gases

Las medidas disponibles para prevenir, mitigar y compensar los impactos negativos sobre el componente suelos, son:

MEDIDAS DE PREVENCION EN AIRE

Las principales acciones de tipo preventivo que se deben considerar para evitar impactos negativos en el aire, son:

EN EL DISEÑO:

- ✓ Evaluar los niveles esperados de contaminación sobre la base de información básica como: Volumen de trafico, Composición del trafico, Velocidad.
- ✓ Evaluar las condiciones de dispersión de contaminantes (dirección de vientos, condiciones del clima, vegetación, topografía, distancia a centros urbanos), así como los posibles niveles de contaminación en función de la distancia.
- ✓ Establecer en el diseño geométrico de la vía, el criterio de minimizar los puntos de cambios de aceleración ó desaceleración, para evitar la emisión excesiva de contaminantes por cambios de velocidad de los vehículos.
- ✓ Alejar lo máximo posible, el eje de la vía de centros de poblaciones, para reducir la exposición a contaminantes atmosféricos.

EN LA GESTION:

- ✓ Evaluar la ubicación de plantas de trituración, asfaltos y concretos respecto a la afectación por partículas y humos, así como el uso de filtros óptimos
- ✓ Utilizar maquinaria pesada con tecnología de punta que minimice la emisión de contaminantes atmosféricos.

MEDIDAS DE MITIGACION EN AIRE

Las medidas de mitigación asociadas con la calidad del aire pueden ser:

EN EL DISEÑO:

- ✓ Siembra de arboles densos como barrera y filtro natural al borde de las vías.

EN LA GESTION:

- ✓ Uso de productos que permitan el control de polvo en vías destapadas ó antes de pavimentar (productos químicos, biodegradables, agua)

MEDIDAS COMPENSATORIAS EN AIRE

Las medidas para compensar los impactos negativos que se dan con la calidad de aire, pueden ser:

EN EL DISEÑO:

- ✓ Construir vías de acceso e intercambiadores a la vía principal (by-pass), involucrando zonas de estacionamiento con fines comerciales, de servicios y recreativos.
- ✓ Construir obras que mejoren la seguridad vial de la comunidad afectada (reductores de velocidad, puentes peatonales, señalización).

EN LA GESTION:

- ✓ Reasignar tierras a quienes se vean afectados por las vías de by-pass
- ✓ Previsión en los presupuestos para efectuar limpieza y mantenimiento de edificios y monumentos afectados por la contaminación.
- ✓ Aportes a los centros de salud cercanos a la vía, con el fin de ayudar en tratamientos de salud generados por la contaminación del aire.

3.2.7 IMPACTOS EN BIODIVERSIDAD (FLORA & FAUNA)

La biodiversidad se refiere a la riqueza de especies y ecosistemas en un área específica y a la riqueza de información genética dentro de las poblaciones de flora y fauna.

Los proyectos viales afectan y reducen de manera significativa la biodiversidad, por lo cual se hace prioritario planear adecuadamente la ruta con menor afectación para limitar esa pérdida de flora y fauna.

Los principales impactos negativos que se pueden encontrar sobre la biodiversidad, al planear, construir, operar y mantener una vía, son:

- ❖ Desaparición de especies acuáticas y terrestres
- ❖ Afectación de aves
- ❖ Deforestación
- ❖ Fragmentación de hábitats
- ❖ Interrupción de corredores migratorios de especies silvestres

❖ Afectación de Parques Naturales y Areas de Reserva

Las medidas disponibles para prevenir, mitigar y compensar los impactos negativos sobre el componente suelos, son:

MEDIDAS DE PREVENCIÓN EN BIODIVERSIDAD

Las principales acciones de tipo preventivo que se deben considerar para evitar los impactos negativos sobre la biodiversidad, son:

EN EL DISEÑO:

- ✓ Evitar trazados que crucen o circunden parques nacionales, reservas forestales y zonas con ecosistemas sensibles.
- ✓ Evitar el mayor número posible de ríos, quebradas y cauces temporales y permanentes.
- ✓ Conservar franjas de reserva forestal desde la vía hasta los cuerpos de agua.
- ✓ Aprovechar trazados existentes, tales como vías o líneas de ferrocarril.
- ✓ Minimizar la sección transversal de la vía, optimizar diseño geométrico de curvas, cortes, rellenos, pendientes.
- ✓ Establecer los corredores de tránsito de animales silvestres, señalizándolos adecuadamente para evitar colisiones.
- ✓ Establecer obras civiles especiales para la protección de flora y fauna.

EN LA GESTIÓN:

- ✓ Evitar la tala y la caza de especies de flora y fauna.
- ✓ Concienciación ambiental hacia el cuidado de la flora y la fauna
- ✓ Adoptar medidas de salvamento y rescate de especies de Flora y fauna

MEDIDAS DE MITIGACIÓN EN BIODIVERSIDAD

Las medidas que se pueden considerar para mitigar los impactos negativos en Biodiversidad son:

EN EL DISEÑO:

- ✓ Siembra masiva de arboles y vegetación nativa, a todo lo largo del derecho de vía y/o zonas adyacentes.
- ✓ Identificar sitios claves de migración de animales silvestres para protegerlos.
- ✓ Establecer y construir cruces de animales silvestres, domésticos y pecuarios
- ✓ Diseñar barreras naturales de protección que impidan el paso de animales en sectores críticos de alta accidentalidad. Establecer canecas en paraderos y sitios estratégicos de la vía, para favorecer la adecuada disposición de basuras.

EN LA GESTION:

- ✓ Establecer y ejecutar programas de monitoreo y control, sobre los trabajos de recuperación forestal.

MEDIDAS DE COMPENSACION EN BIODIVERSIDAD

Las medidas de tipo compensatorio que se pueden incluir con respecto a la Biodiversidad son:

EN EL DISEÑO:

- ✓ Efectuar trabajos de resiembra, empradización y reforestación en el corredor vial ó en zonas de interés ecológico.

EN LA GESTION:

- ✓ Promocionar la conservación de especies mediante bancos genéticos
- ✓ Promocionar la protección de animales y plantas, mediante programas de sensibilización ambiental.
- ✓ Incentivar y promocionar "viveros" municipales que sirvan de semillero para el Plan de Reforestación.

3.3 TECNOLOGIAS LIMPIAS EN PROYECTOS VIALES

3.3.1 MATRIZ DE PRODUCCION VIAL LIMPIA

Al tratar de visualizar y dimensionar el entorno y los límites tecnológicos en los cuales se hace aplicable el trabajo con Tecnologías Limpias, es fundamental contar con una herramienta que nos permita definir el proceso de desarrollo de un proyecto vial, identificar los impactos ambientales específicos asociados a cada etapa del proceso y evaluar las medidas de prevención, mitigación ó compensación disponibles de manera genérica.

Por lo tanto, definimos la MATRIZ DE PRODUCCION VIAL LIMPIA, (PVL) como una herramienta de “análisis cualitativo”, en la cual se identifican y evalúan los impactos ambientales específicos, presentes en cada una de las diferentes actividades que se desarrollan en cada una de etapas de desarrollo de un proyecto vial, permitiéndonos identificar los espacios de acción donde se puede usar Tecnologías Limpias.

3.3.2 DESCRIPCION GENERAL

La Matriz PVL se compone de tres sub-matrices, una por cada fase de un proyecto vial, las cuales son:

- ◆ Planeación
- ◆ Construcción
- ◆ Operación & Mantenimiento

Para cada fase, la Matriz PVL identifica los impactos socio-ambientales posibles, por sus efectos sobre 11 componentes definidos por el Banco Mundial⁹ :

1	Suelos
2	Aguas
3	Aire
4	Flora y Fauna (Biodiversidad)
5	Comunidades y su actividad económica
6	Adquisición de predios y reasentamientos
7	Comunidades Indígenas, negras y campesinas
8	Herencia Cultural
9	Paisaje y estética
10	Ruido Ambiental
11	Salud y seguridad Humana

⁹ Roads and Environment, A Handbook. Worl Bank Technical Paper No. 376

Para cada uno de estos componentes socio-ambientales, se identifican los impactos específicos presentes para cada actividad de cada etapa del proyecto vial. Cada impacto específico se evalúa y se califica como Directo, Indirecto ó Acumulativo.

Para cada componente socio-ambiental, se definen las medidas disponibles, las cuales se clasifican como:

- Medidas de Prevención
- Medidas de Mitigación
- Medidas de Compensación

La matriz PVL no muestra la SEVERIDAD de los impactos, ya que ello depende del cada proyecto en particular y es campo de acción de los EIA.

3.3.3 DEFINICION DE ETAPAS Y ACTORES EN UN PROYECTO VIAL

La Matriz PVL permite visualizar todas las actividades que son necesarias para adelantar un proyecto vial, así como los “actores principales” que intervienen en cada caso.

3.3.3.1 PLANEACION

La etapa de planeación esta compuesta por cuatro fases que se describen a continuación:

Fase 0: CONCEPTUALIZACION DEL PROYECTO

En esta fase se presenta la Justificación socio-política del proyecto, se selecciona el corredor vial principal y se hace una evaluación general de Impactos socio-ambientales.

Actores : Planeadores, Políticos, Mintransporte e INVIAS.

FASE 1: PREFACTIBILIDAD

En esta fase se realizan dos actividades principales: La evaluación técnica Inicial y la evaluación económica y financiera del proyecto.

En la evaluación técnica se considera el análisis cartográfico del corredor, se ejecuta un prediseño de ingeniería, se efectúa el Diagnostico Ambiental de Alternativas (DAA) evaluando y definiendo la ruta básica.

En la evaluación económica y financiera se ejecutan actividades de levantamiento y valoración de predios, ejecución de presupuestos globales, definición del modelo financiero del proyecto, y análisis de viabilidad.

Actores: Diseñadores, Ambientalistas, Especialistas prediales, Economistas, Min-ambiente, Planeadores e INVIAS.

FASE 2: FACTIBILIDAD

Esta fase permite refinar y detallar los planteamientos técnicos, económicos y financieros definidos en la etapa anterior para determinar la viabilidad del proyecto.

Los aspectos técnicos que se evalúan en esta fase son: alternativas de trazado, análisis ambiental de los cambios de eje, selección de la ruta definitiva y diseño preliminar básico.

Referente a los aspectos económicos, en esta etapa se hace una re-evaluación de predios, se ejecuta el presupuesto base con mas detalle y se hace un análisis de la viabilidad económica del proyecto.

Actores : Diseñadores, Ambientalistas, Especialistas prediales, Economistas e INVIAS.

FASE 3: DISEÑO DETALLADO

Esta es la fase final de la etapa de PLANEACION, donde se ejecuta el Estudio de Impacto Ambiental (EIA) se prepara el Plan de Manejo Ambiental (PMA) para el trazado definitivo y se ejecuta el proceso de Licenciamiento Ambiental ante la autoridad ambiental.

Se realiza el diseño detallado de la vía, basados en las especificaciones técnicas viales de INVIAS, y se definen los pliegos de condiciones para los procesos de construcción e interventoría.

Actores: Min-ambiente, INVIAS, CAR's, Diseñadores y Ambientalistas.

3.3.3.2 CONSTRUCCION

La etapa de construcción tiene ocho grandes grupos de actividades a saber: Preliminares, Campamentos, Accesos, Movimiento de tierra, Transporte, Material de préstamo, Plantas y Obras de Ingeniería vial.

PRELIMINARES: Se hace la selección e incorporación de obreros, se ejecuta el replanteamiento topográfico, el desmonte y limpieza del corredor.

CAMPAMENTOS: Se definen cinco áreas fundamentales a saber: Vivienda, Oficinas, Almacenes, Talleres y Estación de Servicio (Combustibles y lubricantes).

MOVIMIENTO DE TIERRA: En este grupo se encuentran las actividades de descapote, explanaciones, terraplenes y botadero.

TRANSPORTE: En este grupo se tiene cuatro tipos diferentes a saber: Transporte de material (tierra, rocas, arenas, agregados, cemento, etc); Transporte de concreto; Transporte de asfalto y Transporte de Combustibles y Lubricantes.

MATERIAL DE PRESTAMO: Esta actividad considera dos tipos a saber: Canteras y Material de arrastre.

PLANTAS : Se considera la operación de tres tipos de plantas a saber: Planta de Concreto, Planta de asfalto y Planta de Trituración.

OBRAS DE INGENIERIA VIAL: Son las diferentes categorías de obras civiles que intervienen en los proyectos de carreteras a saber: Vías provisionales, Drenes horizontales, Filtros, Obras de Arte, Gaviones, Protección de taludes, Puentes y pontones, Base y Sub-base, Pavimentación, Obras varias, señalización y demarcación.

Esta etapa termina con las actividades de desmantelamiento y abandono de los campamentos y se da inicio a la operación de la vía.

Los actores que intervienen en estas actividades son: Constructores Interventores y Supervisores.

3.3.3.3 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

La etapa de Operación de la vía incluye varias actividades que garantizan la correcta Circulación de los vehículos y un seguimiento a los impactos ambientales indirectos y acumulativos, identificados en el PMA. Estas actividades son: Control de trafico, atención de emergencias, inspecciones técnicas, reparaciones menores, obras ambientales, eliminación de derrumbes y monitoreo socio-ambiental.

Los trabajos de mantenimiento, buscan garantizar la operabilidad y circulación permanente de la vía, una vez cumplido el ciclo de deterioro natural de la capa de rodadura, de las obras de arte y de todos elementos de protección hidráulica y geotécnica de la vía. Las principales actividades son: rocería, limpieza de obras de arte, reparcho, reparación de puentes, demarcación y señalización, arreglo de bermas, reparación de obras de arte, mantenimiento eléctrico, puentes peatonales, postes de emergencia, mantenimiento de peajes, control de erosión, reparación de gaviones.

Actores. Min-ambiente, INVIAS, CAR's, Ambientalistas, Contratistas e Interventores.

3.4 APLICACIÓN DE TECNOLOGIAS LIMPIAS

La identificación, incorporación y utilización sistemática de Tecnologías Limpias en proyectos viales implican un proceso que debe ser impulsado desde el corazón mismo de INVIAS, auspiciado por un verdadero compromiso ambiental de todos los actores involucrados en el proceso.

A manera de acercamiento al tema de las tecnologías limpias aplicadas a los proyectos viales, disponibles en el ámbito nacional e internacional, se presentan algunas opciones que sirven de marco de referencia técnica, sin llegar a evaluar, calificar ni recomendar ninguna tecnología ó marca comercial específica.

Las Tecnologías aquí presentadas son de gran interés técnico - científico y económico, ya que plantean un gran ahorro de tiempo y dinero, al planear y construir carreteras, con un excelente resultado en la prevención y mitigación de impactos ambientales negativos.

El sitio <http://www.jas.sains.my/doe/new/>, es una excelente página WEB del Ministerio del Medio Ambiente, Ciencia y tecnología de Malasia, el cual presenta diferentes técnicas relacionadas con la prevención y el control de erosión y sedimentación en proyectos viales, además de brindar una amplia visión de cómo se definen, usan y evalúan diferentes especificaciones técnicas y ambientales, dentro de un marco de trabajo fijado por la norma ISO 14.000

3.4.1 COMPONENTE SUELOS

3.4.1.2 TECNOLOGIAS APLICABLES PARA LA PREVENCION

Estas medidas están principalmente ubicadas en la etapa de diseño y en las “Mejores Prácticas”, pues es en ellas donde se pueden prevenir preferencialmente los impactos ambientales negativos.

Varias de las medidas mencionados están asociadas con la escogencia de los alineamientos, de los criterios de geometría horizontal y vertical y del conocimiento que se tenga alrededor de las características del suelo, para evitar zonas inestables, taludes de corte y terraplén que excedan los ángulos de reposo y reducir los volúmenes de movimientos de tierra.

Para lograr resultados efectivos en la aplicación de las medidas propuestas se hace necesario contar con un conocimiento y aprobación por parte de los constructores y los interventores de las “Mejores Prácticas” y con procedimientos de gestión que incorporen las variables ambientales, tales como “Sistemas de Gestión Ambiental”.

3.4.1.3 TECNOLOGIAS APLICABLES PARA LA MITIGACION

Existe en el mundo una gran base de datos sobre investigación y desarrollo de nuevos productos y aplicaciones que buscan mitigar los efectos sobre los suelos.

Se recomienda especialmente la publicación “**Land and water**” (www.landandwater.com) donde se encuentra una serie de estudios e investigaciones, productos y servicios, de gran interés para consultores, constructores, especialistas gubernamentales y autoridades ambientales. Se encontraron dos artículos de gran interés:

- *RETROSPECTIVA A LAS BASES DE LA REVEGETALIZACION* (Back to the basics of revegetation by Marc Mustoe).
- *USANDO SISTEMAS ECOLÓGICOS PARA EL MANEJO ALTERNATIVO DEL AGUA DE ESCORRENTÍA* (Using Ecological Systems for Alternative Stormwater Mnagement by Jack Broughton and Steve Apfelbaum)

REVEGETALIZACION Y EMPRADIZACION

Buena parte de las medidas de mitigación señaladas para los impactos ambientales sobre los suelos están relacionados con revegetalización y empradización de las áreas afectadas durante la construcción de la vía.

La adopción de éstas prácticas y procedimientos para aplicar adecuadamente medidas como el buen manejo de la capa vegetal se considera esencial. La selección adecuado de variedades para resiembra de pastos, es también factor decisivo.

Las técnicas de siembra y resiembra deben ser adecuadas al tipo de planta, las condiciones topográficas pedológicas e hídricas de la zona. De igual manera el momento de practicar la resiembra en función de la lluvia es factor determinante para que ésta tenga éxito. Se debe insistir en llevar a cabo la resiembra lo más pronto posible después de que se haya hecho la afectación del suelo para evitar la erosión y el deterioro del

VETIVER : La barrera contra la erosión

Especie: Vetiveria zizanioides

Origen: India

Características: Planta gramínea de la familia Andropogoneae, perenne, estéril, se reproduce por división radicular, crece en "macollas", altura hasta de 2 mts, raíz muy ramificada, profunda (hasta 5 mts), resistente, apretada, vertical (crece hasta 3 mts en el primer año), crece en cualquier tipo de suelo, en cualquier tipo de clima, aunque por encima de los 2.000 msnm su desarrollo es menor. Naturalmente es una hidrófita, pero se crece muy bien bajo condiciones xerófitas.

Usos del Vetiver:

1. Cerco vegetal por curvas de nivel
2. Protección de riberas de ríos
3. Estabilización de zonas erosionables
4. Protección de muros de contención
5. Protección de bordes de caminos
6. Protección de bases de puentes
7. Protección de canales de riego
8. Protección de taludes

Ventajas del vetiver:

Alta resistencia a los cambios de clima (-9 a 45 C, 200 a 6000 mm lluvia)

Mantiene la humedad del suelo

Resistencia a los flujos superficiales de agua (escorrentía)

Impide resistencia de soporte al suelo

No invade cultivos vecinos

Hojas y raíces resistentes a las enfermedades

No es apetitosa para el ganado

Resiste alta salinidad

Técnica de siembra:

Mediante haces enraizados obtenidos de macollas mayores, los cuales se plantan cada 15 cms uno del otro, en surcos previamente preparados; los surcos se alejan 2 mts en intervalos medidos en el eje vertical del talud,

Referencias:

VETIVER: La barrera contra la erosión, Banco Mundial, 1990

Red Mundial de Vetiver : The Vetiver Network : www.vetiver.com

En cuanto a tecnologías de revegetalización existen varias opciones, con excelentes productos. En EEUU existe la HTPA (Hydro Turf Planters Association) la cual recoge mucha información sobre revegetalización con diferentes tecnologías, la dirección WEB es www.htpa.org

Otras direcciones para información sobre el tema son:

www.greenfix.com

www.albrightseed.com

ESTRUCTURAS DE CONTROL

En la etapa de diseño se debe dar consideración a medidas que puedan llevarse a la práctica para mitigar los impactos ambientales. Entre las identificadas se deben incluir en la etapa de diseño, el manejo de distribuidos, las estructuras de control de sedimentos, el diseño de botaderos y de disipadores de energía. También en la etapa de diseño y construcción con la Interventoría se debe disolver la utilización de métodos de ingeniería aplicables en situaciones específicas como los que se mencionan en el listado.

Existen tecnologías de punta, que permiten optimizar el tiempo y el dinero invertido en estructuras de control de erosión. Uno de ellos es el "sistema de confinamiento celular", el cual permite la estabilización de sub-bases, la construcción de muros de contención, la

protección de canales, taludes y zonas de alta afectación erosiva. También se tienen barreras prefabricadas para control de sedimentación (Turbidity Barriers).

Algunos nombres de empresas fabricantes y distribuidoras:

www.prestogeo.com

www.aerflo.com/toughgu.htm

www.cascade.ab.ca/page2.html

HIDROSIEMBRA

Esta es una tecnología de mucha aplicabilidad en todos los tipos de terreno, pero se hace más notorio su excelente desempeño en terrenos escarpados, donde la revegetalización tradicional es peligrosa, costosa y de bajo rendimiento.

Existen en el mercado numerosos productos, equipos y firmas especializadas en este tipo de actividad. Se mencionan algunas:

www.erosioncontroltech.com

www.canforpdf.com

ESTABILIZACION DE SUELOS Y CONTROL DE POLVO

Con respecto a medidas para estabilización de suelos y control de polvo por medio del uso de productos químicos y biodegradables, en el país se tienen disponibles productos que actúan mejorando sus condiciones mecánicas (incremento de la capacidad de carga), evitando la generación de polvo y la acción erosiva del viento y del agua.

En la actualidad se puede escoger una amplia gama de productos, tales como:

www.midwestind.com

www.roadtech.com.au

www.cousins.com

www.syntechproducts.com

www.midwestind.com

3.4.2 COMPONENTE AGUAS

3.4.2.1 TECNOLOGIAS APLICABLES PARA LA PREVENCION

Las medidas de prevención de impactos en recursos hídricos se pueden dividir en dos grupos:

- a) Medidas conceptuales de diseño, donde se evalúan los trazados respecto el cruce de flujos superficiales de agua y los diseños típicos de estructuras de control hidráulico (obras de arte necesarias y suficientes); se definen estructuras de control que eviten el arrastre de sedimentos,

- b) Medidas relacionadas con la exigencia de disponer de un correcto sistema de gestión ambiental, que permita el adecuado manejo de residuos sólidos y líquidos, evitando en todos los casos que se afecten las corrientes de agua superficial y subterránea.

3.4.2.2 TECNOLOGIAS APLICABLES PARA LA MITIGACION

TRATAMIENTO DE AGUAS

Existen numerosas empresas dedicadas a diseñar, construir y operar plantas de tratamiento para aguas servidas. En el ámbito internacional se encuentran nuevas soluciones para el manejo de pozos sépticos, plantas biológicas, remoción de nitrógeno, desinfección, manejo de lodos, etc.

A continuación se presentan algunos contactos de empresas internacionales que pueden aportar importantes alternativas:

<http://web-users.lpt.fi/~tsalokan/eko/ekofinn.htm>

<http://home.worldonline.dk/~rootzone/index.htm>

ACEITE USADO

Existen diferentes posibilidades para dar un correcto manejo y una adecuada disposición final del aceite que se usa en obras viales.

Uno de los grandes inconvenientes es la manipulación y almacenamiento de los miles de galones que salen día a día de los talleres y de los diferentes frentes de obra. Es allí precisamente donde se hace indispensable formular un correcto SGA donde se asignen procedimientos, recursos y equipos tendientes solucionar el problema.

Una tecnología disponible es la de incinerar el aceite usado mediante equipos especialmente diseñados para ello, que permitan el calentamiento de agua ó aire, la generación de energía y eviten emisiones al aire. Se mencionan nombres de algunas empresa internacionales dedicadas a este tema:

www.wasteoilburnes.com

www.cleanburn.com

www.blackgoldcorp.com

3.4.3 COMPONENTE CALIDAD DE AIRE

3.4.3.1 TECNOLOGIAS APLICABLES PARA LA PREVENCION

Las tecnologías para prevenir la contaminación del aire se deben evaluar en las dos etapas en las cuales se presentan los impactos:

En la fase de diseño de la vía, se debe evaluar el efecto que va a generar la circulación de vehículos en una proyección de tiempo adecuada para el cada proyecto, tomando para ello modelos de computador que permitan estimar los niveles de dispersión y contaminación a todo lo largo de la vía y en especial en los centro urbanos afectados. También es necesario establecer en el diseño geométrico de la vía, los puntos donde la exigencia sobre los motores implica una mayor emisión de gases contaminantes de acuerdo a los puntos de aceleración y desaceleración.

En todos los casos es conveniente alejar las vías lo suficiente de los centros urbanos para minimizar la exposición de las personas.

En la fase de construcción, es necesario incorporar los criterios de “cero emisiones” en los procesos relacionados con las plantas de concreto, plantas de asfalto y plantas de trituración; así como en la maquinaria pesada utilizada. Es fundamental evaluar los tipos, marcas, modelos, equipos para control ambiental como filtros, decantadores, etc. disponibles en cada caso.

3.4.3.2 TECNOLOGIAS APLICABLES PARA LA MITIGACION

La industria que suministra maquinaria pesada para obras civiles en general, ofrece numerosas alternativas tanto de equipos nuevos como usados, que cumplen estándares ambientales internacionales.

Hoy en día es posible establecer un esquema de reposición de equipos obsoletos y contaminantes, en función de las políticas ambientales y de incentivos para los constructores.

En internet es posible buscar numerosas opciones de equipos usados en buen estado que podrían importarse desde EEUU. Algunos de ellos son:

[Diamond Construction Equipment Sales Inc.](#)

The website of Diamond Construction Equipment Sales Inc.

[Construction & Mining Equipment Services Inc.](#)

Construction & Mining Equipment Services Inc., is a supply source for Komatsu Dresser machinery dealers around the world.

[River Oak Construction Equipment Inc.](#)

The website of River Oak Construction Equipment Inc.

[Point2 Construction Equipment](#)^{RN}

Find Point2 Construction Equipment at the Point2 Heavy Equipment Exchange.

[Stone Construction Equipment Inc.](#)

Home page of Stone Construction Equipment Inc.

[Point2 Auctions Construction Equipment Auction](#)^{RN}

Buy/sell used heavy equipment online at Point2Auctions.com.

[Komatsu Construction Equipment](#)

Komatsu Construction Equipment (komatsu.com).

[Historical Construction Equipment Association](#)

HCEA – Historical Construction Equipment Association.

www.komatsuatconexpo.com

www.tannerequipment.com

www.wajax.com

[Construction Equipment Online](#)^{RN}

www.equipmentcentral.com/heavy_equipment.htm

3.4 COMPONENTE BIODIVERSIDAD (FLORA&FAUNA)

3.4.1 TECNOLOGIAS APLICABLES PARA LA PREVENCIÓN

Estas medidas están principalmente ubicadas en la etapa de diseño y en las “Mejores Prácticas”, pues es en ellas donde se pueden prevenir preferencialmente los impactos ambientales negativos.

Varias de las medidas mencionados están asociadas con la escogencia del trazado, evitando la cercanía a parques nacionales y reservas forestales, evitando el mayor número posible de lagos, ríos, y quebradas, aprovechando los trazados ya existentes, estudiando los corredores de migración y previendo obras que ayuden a proteger la vida y hábitats de animales silvestres, estableciendo programas intensivos y continuados de educación ambiental que lleven a evitar la caza y tala de especies nativas de flora y fauna, y estableciendo programas de monitoreo ambiental que permitan tomar acciones oportunas.

Para lograr resultados efectivos en la aplicación de las medidas propuestas se hace necesario contar con un conocimiento y aprobación por parte de los constructores y los interventores de las “Mejores Prácticas” y con procedimientos de gestión que incorporen las variables ambientales, tales como “Sistemas de Gestión Ambiental”.

3.4.2 TECNOLOGIAS APLICABLES PARA LA MITIGACION

Este aspecto está muy ligado a los procesos de investigación de los institutos especializados, que junto con los programas ambientales de la empresa pública y privada, permiten establecer la real dimensión de lo que significa nuestra riqueza en biodiversidad, estableciendo así una red de información que permita facilitar la toma de decisiones y la evaluación de proyectos.

Los proyectos locales, regionales y nacionales, deben abastecerse de esta información base, con el fin de buscar un verdadero Plan de Manejo Local, Regional y Nacional que proteja la Flora y la Fauna amenazada.

Es necesaria la permanente divulgación y actualización de los estudios ambientales del medio biótico existentes en Colombia, así como el monitoreo y control de los impactos directos e indirectos causados durante y después de finalizada la construcción de la vía,

de tal forma que se puedan tomar acciones correctivas sobre los Planes de Manejo que puedan estar mal concebidos o hayan perdido vigencia.

Los programas de control de vertimientos residuos sólidos y líquidos, sumados a los esfuerzos de las CAR's para proteger animales y plantas, articulados con la educación rural en temas ambientales, son la única manera de logra resultados efectivos en este aspecto.

4. TALLER DE EXPERTOS

4.1 ALCANCE DEL TALLER

En los capítulos anteriores se han descrito los marcos institucionales y técnicos en los que se desenvuelve el empleo de *tecnologías limpias* en el sector vial en Colombia y se ha presentado la metodología que se utilizó para la realización de este estudio, la cual se basa en la desagregación analítica de las diversas etapas que componen la vida de un proyecto vial y la definición de las actividades necesarios para realizar cada una de ellas, así como los efectos ambientales que ellas producen sobre las diferentes componentes ambientales y las medidas de diverso tipo que se plantean para prevenirlos, mitigarlos o compensarlos.

El taller de expertos se planteó como mecanismo para establecer de manera tangible y veraz, que tan utilizadas y aplicables, en el contexto colombiano, son las diversas “*tecnologías limpias*” identificadas, y así medir la realidad del concepto de sostenibilidad socio-ambiental de los proyectos viales.

4.1.2 METODOLOGÍA DEL TALLER

El taller de expertos contó con la participación activa de un grupo representativo de profesionales vinculados a empresas consultoras, constructoras y concesionarios viales con basta experiencia en el manejo tecnico-ambiental y administrativo de proyectos viales en Colombia, así como de expertos funcionarios de INVIAS.

Se sometió a evaluación por parte de los expertos, el conjunto de *tecnologías limpias* identificadas para prevenir, mitigar o compensar impactos ambientales sobre el suelo, los recursos hídricos, el aire y la biodiversidad y se buscó la opinión de los expertos sobre otras tecnologías que pudieran incluirse de acuerdo con su experiencia.

Además se pidió al grupo identificar los cinco factores más importantes, en opinión de cada participante, que dificultan y que estimulan el uso de tecnologías limpias en el sector vial.

Los principios y criterios con los cuales se efectuó el taller y se adelantó la calificación de aplicabilidad y utilización de Tecnologías Limpias, son los siguientes:

- El proceso de calificación en el taller de expertos es de carácter cuantitativo y se basa en la experiencia y buen juicio de los participantes.
- Su intención es aprovechar el conocimiento acumulado del grupo en forma integral para lograr unos niveles generales de aplicabilidad de diversas para prevenir, mitigar o compensar impactos ambientales tecnologías limpias; que no se refieren a uno o más proyectos específicos sino a las condiciones predominantes en el país.
- El resultado del taller de expertos servirá para señalar los ejes sobre los cuales se deberá seguir avanzando en la introducción de tecnologías limpias en las distintas etapas de la vida de una carretera, de manera que pueda irse avanzando de manera gradual pero efectiva en la búsqueda de un cambio en la visión de las vías que permita convertirlas en un elemento básico en la búsqueda de la sostenibilidad.
- Los criterios de calificación cualitativa será la aplicabilidad en el país y el grado de utilización actual que se definan de la siguiente manera:
 - **APLICABILIDAD:** Es la facilidad o dificultad para llevar a la práctica una determinada medida de prevención, mitigación o compensación de impactos ambientales causados por la vía. El experto calificador debe balancear factores como el costo de la medida, su facilidad de implementación tecnológica, su adecuación al nivel de calidad vial en Colombia y otros que considere apropiados y convenientes de acuerdo con su experiencia.
 - **UTILIZACION:** Es una medida de la intensidad del uso que se ha dado en el País a una determinada medida de prevención, mitigación o compensación de impactos ambientales causados por la vía. De acuerdo con su experiencia el experto calificador deberá calificar cualitativamente la intensidad con que se usan en la actualidad las medidas en los cuatro niveles descritos para el caso anterior.

- La calificación se hizo en 4 niveles: ALTO, MEDIO, BAJO Y NULO, que miden el grado de la aplicabilidad de manera general y la utilización actual que se le viene dando a las Tecnologías Limpias.
- Los resultados del taller se manejan y presentan en forma agregada para efectos de análisis y conclusiones.

4.1.3 RESULTADOS DEL TALLER

Basados en el conocimiento y experiencia de los profesionales asistentes al taller, se obtuvieron resultados que fueron tabulados y presentados gráficamente.

Durante la ejecución del taller se presentaron las aclaraciones necesarias para que no quedaran vacíos que pudiesen generar errores en los resultados.

En la Tabla Nro. 2 se presentan los resultados consolidados del taller de expertos.

En la Tabla Nro. 3 se presentan los resultados para cada componente ambiental (Anexo B).

TABLA NRO. 2 : RESULTADOS CONSOLIDADOS						
	APLICABILIDAD					
	ALTO	MEDIO	A+M	BAJO	NULO	B+N
CONSULTORES	51%	40%	91%	9%	0%	9%
CONSTRUCTORES	61%	26%	86%	11%	3%	14%
CONCESIONARIOS	43%	44%	86%	13%	1%	14%
INVIAS	31%	33%	64%	25%	12%	36%
TOTAL	46%	35%	81%	15%	5%	19%
	UTILIZACION					
	ALTO	MEDIO	A+M	BAJO	NULO	B+N
CONSULTORES	11%	36%	47%	34%	19%	53%
CONSTRUCTORES	13%	26%	39%	36%	25%	61%
CONCESIONARIOS	13%	41%	54%	32%	14%	46%
INVIAS	15%	28%	43%	31%	26%	57%
TOTAL	13%	32%	45%	33%	22%	55%

Nota : En números rojos aparecen los valores sumados de los niveles Alto+Medio y Bajo+Nulo.

A continuación se presenta el análisis de estos resultados.

4.1.4 APLICABILIDAD

Los resultados del taller respecto la APLICABILIDAD de Tecnologías limpias en proyectos viales se tiene:

- De manera general, el resultado del taller indica que la aplicabilidad de medidas de control preventivo, de mitigación y compensación, que incluyen tecnologías limpias, tiene una aplicabilidad del 81%, en el nivel ALTO + MEDIO, y el restante 19% en el nivel BAJO + NULO.
- Los expertos consideraron que la aplicabilidad de medidas de prevención, mitigación y compensación con Tecnologías Limpias, en el rango ALTO+MEDIO, se puede dar en el componente Flora & Fauna (87%), seguido por Recursos hídricos (82%) , Suelos (79%) y finalmente Calidad de Aire (76%),
- Evaluando los resultados por grupos, se encuentra que los Consultores son los que más APLICABILIDAD ven de introducir medidas de prevención, mitigación y compensación con Tecnologías Limpias en proyectos viales, en los rangos ALTO y MEDIO sumados, con una calificación de 91%, seguidos por los Constructores y Concesionarios con una calificación de 86%. Los profesionales de INVIAS son los que más bajo calificaron la aplicabilidad con un 64%.
- Si se evalúa el grado de APLICABILIDAD únicamente en el rango ALTO, el grupo que más puntaje obtiene es el de Constructores con un 61%, seguidos por los Consultores con 51%, los Concesionarios con 43% y finalmente INVIAS con un 31%.

4.1.5 UTILIZACION ACTUAL

Los resultados del taller respecto de la UTILIZACION actual de Tecnologías limpias en proyectos viales se tiene:

- La UTILIZACION de medidas actuales de prevención, mitigación y compensación, que incluyan Tecnologías Limpias en los proyectos viales, alcanza un 45% en el rango ALTO+MEDIO, y el restante 55% está en el rango BAJO+NULO.

- Los expertos consideraron que la UTILIZACION que se da actualmente a las medidas de prevención, mitigación y compensación con Tecnologías Limpias, en el rango ALTO+MEDIO, se da en el componente Aire con un 48%, seguido por Suelos con un 47%, Flora&Fauna con un 45% y finalmente por Recursos Hídricos con un 41%,
- La medida de UTILIZACIÓN calificada por grupos es: Los Concesionarios son los que mas alto calificaron la utilización en rangos ALTO + MEDIO con el 54%, seguidos por los Consultores con un 47%, INVIAS con un 43% y finalmente los Constructores con un 39%.

4.1.6 FACTORES ADVERSOS

Con respecto a los factores que dificultan la incorporación de tecnologías limpias en Colombia, los resultados obtenidos son:

❖ En lo económico:

- ✓ La inadecuada y escasa internalización de costos ambientales en todas las fases de los proyectos viales.
- ✓ Falta de claridad en el manejo de los costos ambientales, ya que no se incluyen ítems de pago específicos en los contratos de construcción, mantenimiento y concesión.
- ✓ Existen serias restricciones en la ejecución de los PMA por carencia de recursos.
- ✓ No existen estímulos ni incentivos para la utilización de tecnologías limpias en el sector.
- ✓ Hay medidas ambientales que deben ser asumidas por los constructores sin ningún reconocimiento.

❖ En lo institucional:

- ✓ Falta claridad en la asignación de responsabilidades para la obtención de permisos ambientales y los procedimientos para obtenerlos.
- ✓ Falta de control y monitoreo ambiental por parte del MMA y de las CARS.
- ✓ Falta de control ambiental por parte de las Interventorías.
- ✓ Las Interventorías ambientales son muy flexibles
- ✓ Demoras y falta de agilidad en la tramitación de licencias y permisos ambientales.

- ✓ Falta de espacios y mecanismos de comunicación ágiles y efectivos entre los constructores y las autoridades ambientales.
- ✓ Las empresas constructoras diseñadoras y concesionarias carecen de Sistemas de Gestión Ambiental (SGA) que propicien el cambio de mentalidad y la incorporación de criterios de sostenibilidad.
- ✓ Falta de claridad en cuanto a los roles y competencias de las entidades involucradas en las Gestión Ambiental.
- ✓ Falta de comunicación y coordinación entre las diversas subdirecciones de INVIAS para elaborar pliegos de condiciones y presupuestos.

❖ **En lo cultural:**

- ✓ Falta incorporar la concepción regional de los proyectos viales, integrados a los conceptos de verdadero desarrollo sostenible y articulados con proyectos multisectoriales.
- ✓ Falta incorporar la visión ambiental en los entes estatales como parte fundamental de su misión y no como algo accesorio y aislado.
- ✓ Falta de personal especializado en los temas técnicos ambientales y de gestión ambiental, por parte de los diseñadores, constructores y concesionarios.
- ✓ Falta incorporar y concretar el concepto de un correcto desempeño ambiental en los diseñadores, constructores, concesionarios y entes estatales incluidas las autoridades ambientales.
- ✓ Falta de conciencia ambiental por parte de los proveedores de maquinaria, insumos y servicios.
- ✓ Falta de conciencia ambiental por parte de muchas personas que toman las decisiones en los proyectos viales.
- ✓ Falta de espacios de comunicación y discusión sobre tecnologías limpias.

❖ **En lo técnico**

- ✓ Falta de especificaciones ambientales para proyectos viales que hagan mas sencillos, prácticos y ejecutables los EIA y los PMA., de manera similar a como operan las especificaciones técnicas de diseño y construcción.
- ✓ Medidas ambientales demasiado teóricas.

- ✓ Falta de claridad en el alcance real de las obras ambientales, ya que no existen especificaciones claras para el constructor. Muchas decisiones de tipo tecnico-ambiental se dejan para manejo de la interventoría.
- ✓ Resistencia de los constructores para modernizar y reponer equipos mas eficientes y ambientalmente mas limpios.
- ✓ Deficiencias en el control en las interventorías ambientales.
- ✓ No se experimenta con nuevas alternativas tecnológicas por carencia de interés y de recursos.
- ✓ Falta de control ambiental a los concesionarios, poseen mucha autonomía.

4.2 ANALISIS DE RESULTADOS DEL TALLER

El taller de expertos permitió obtener las siguientes conclusiones:

- El grupo de constructores, consultores, concesionarios y personal de INVIAS, se mostraron complacidos por la iniciativa y propusieron que se repitiera.
- Existe consenso acerca de una alta de APLICABILIDAD de las tecnologías limpias analizadas y del bajo nivel de UTILIZACIÓN en Colombia:
 - La calificación del grado APLICABILIDAD de medidas de prevención, mitigación y compensación que incluyen tecnologías limpias, con niveles ALTO y MEDIO es del 81% y el restante 19% en los niveles BAJO y NULO.
 - La calificación del grado de UTILIZACIÓN actual en Colombia de medidas de prevención, mitigación y compensación que incluyen las tecnologías limpias, es del 55% en el rango BAJO y NULO sumados, y el restante 45% esta en el rango MEDIO y ALTO.
- Los resultados indican que existe un campo de desarrollo potencial muy considerable para las tecnologías limpias ya que el grado de APLICABILIDAD es mucho mayor que el de UTILIZACIÓN.
- La APLICABILIDAD de las tecnologías limpias se ve con mayor aceptabilidad en el grupo de consultores y constructores, seguidos por los concesionarios. INVIAS es el grupo que mas bajo califica el nivel de aplicabilidad.

- La UTILIZACION actual de medidas de prevención, mitigación y compensación involucrando Tecnologías Limpias, se observa con mayor puntaje en el grupo de Concesionarios, seguidos por los Consultores y los profesionales de INVIAS. Los Constructores son los que menos utilización actual conceptúan.
- Al efectuar la evaluación comparativa tomando en cuenta las opiniones de funcionarios de INVIAS y sin ellas, se observa que hay una disminución en los niveles de aplicabilidad y un aumento en el nivel de utilización de tecnologías limpias.
- Dadas las limitaciones financieras del Estado Colombiano, se preveen dificultades para la incorporación e implantación de tecnologías limpias.
- El seguimiento de las autoridades ambientales sobre el terreno al cumplimiento de las obligaciones ambientales hace que los constructores actúen con mayor énfasis en la aplicación de tecnologías limpias.
- La disponibilidad de los EIA y los PMA para los constructores presenta restricciones en muchas ocasiones lo que dificulta su labor.
- La responsabilidad y la gestión para obtener permisos ambientales entre el dueño del proyecto y los constructores no es clara en la práctica y acarrea demoras y confusiones.

5. CONCLUSIONES DEL ESTUDIO

5.1 RESPECTO LAS TECNOLOGIAS LIMPIAS EN EL SECTOR VIAL

- 1 En los últimos años, se ha venido consolidando gradualmente un proceso de cambio de mentalidad en los actores vinculados al sector vial, con respecto a la importancia de tener en cuenta las variables y consideraciones ambientales y las tecnologías limpias en las etapas de planeación, construcción, operación y mantenimiento de las carreteras.
- 2 Este proceso de consolidación de una mentalidad ambiental está aún en sus etapas iniciales y falta un largo camino por recorrer.

- 3 La viabilidad para la implantación de medidas de prevención, mitigación y compensación que incluyan Tecnologías Limpias, es diferencial para los distintos actores involucrados en los proyectos viales. Los constructores muestran la calificación mas alta con respecto a este punto, seguidos por los Consultores.
- 4 Se observa una falta de apropiación y aceptación de los conceptos de Desarrollo Sostenible en las distintas dependencias de INVIAS, inducido por una falta de conocimiento y coordinación sobre el particular.
- 5 Se observa un esfuerzo por manejar el tema de desarrollo sostenible a nivel tanto intrainstitucional como interinstitucional, pero se adolece de falta de continuidad en los planes de acción, quizá debido al momento histórico económico y político que vive el país.
- 6 A pesar de los esfuerzos de consolidar un grupo de trabajo especializado en el ámbito de Unidades Ambientales del sector transporte en Latinoamérica, no existe un verdadero desarrollo de mecanismos y espacios que promuevan el intercambio de experiencias, mejores practicas y especificaciones de medidas ambientales que incorporen Tecnologías Limpias. Existen algunos esfuerzos aislados con el apoyo de organismos internacionales de investigación y desarrollo.
- 7 No existe una plataforma de trabajo presupuestal y tecnológica real, para adelantar proyectos de investigación y desarrollo en temas viales, que permitan evaluar, verificar y adecuar Tecnologías Limpias usados en otros países y motivar nuevas tecnologías Colombianas.
- 8 Los esquemas actuales para elaborar DAA, EIA y PMA están basados en Términos de Referencia y legislación ambiental que no permite ni incentivar ni promover el uso de nuevas Tecnologías, debido principalmente a la brecha conceptual del tema ambiental respecto las especificaciones técnicas de construcción y el manejo presupuestal de los proyectos.
- 9 No existe una estructuración clara para utilizar Sistemas de Gestión Ambiental (SGA) que permitan la implementación de Tecnologías Ambientales, tanto en el ámbito de INVIAS, como en el de los diseñadores, constructores, interventores y concesionarios.

5.2 RESPECTO LA MATRIZ PVL Y EL TALLER DE EXPERTOS

- 10 De acuerdo con la metodología adoptada, se diseñó y utilizó la herramienta denominada Matriz de Producción Vial Limpia (PVL), que se considera como una manera compacta y clara de mostrar las Tecnologías Limpias aplicables para prevenir, mitigar ó compensar los impactos ambientales que se presentan en cada una de las actividades que se desarrollan durante las etapas de planeación, construcción, operación y mantenimiento de un proyecto vial.
- 11 Las actividades que se deben desarrollar en cada una de las etapas citadas, fueron identificadas, descritas y analizadas por el equipo de trabajo, tanto internamente como con consultores especializados y funcionarios de INVIAS.
- 12 Para cada una de las diferentes actividades se identificaron los impactos específicos que afectan los 11 componentes socio-ambientales considerados, procediendo a definir y evaluar diferentes medidas que incorporando Tecnologías Limpias, permiten la prevención, mitigación y compensación de dichos impactos.
- 13 Estas medidas fueron analizadas por el grupo de trabajo y en el taller de expertos, y se consideran como las medidas generales mas aplicables y utilizables en Colombia. Su aplicación en proyectos específicos deberá adaptarse a las condiciones biofísicas y socio-economicas particulares de cada proyecto.
- 14 De los análisis realizados por el grupo de trabajo y de las opiniones de los expertos, se concluye que la inclusión de las variables socio-ambientales y de las Tecnologías Limpias en los proyectos viales, requiere de un grado de precisión mucho mayor. Es decir, que deben quedar establecidos en los documentos de los proyectos, tales como Términos de Referencia, criterios y especificaciones de diseño y construcción, presupuestos, contratos, con el mismo nivel de importancia que las variables y criterios técnicos, administrativos y financieros.
- 15 El esquema actual de diseño, construcción e interventoría de obras viales, no permite incorporar ni incentivar la formulación de nuevas tecnologías limpias, que hagan mas viables socio-ambientalmente los proyectos.

5.3 RECOMENDACIONES

A continuación se presentan las recomendaciones que se extraen del estudio para fomentar la incorporación del paradigma ambiental y en particular las tecnologías limpias en el sector vial.

❖ En lo cultural se recomienda:

- Llevar a cabo una intensa labor de difusión de la Política Ambiental Nacional de la de INVIAS y de la Gestión Ambiental y sus procesos con el fin de lograr una apropiación por parte de toda la entidad de las visiones, políticas y criterios ambientales.
- Adelantar un programa de talleres y reuniones con los actores externos del sector vial, diseñadores, constructores y concesionarios, con el fin de difundir y analizar los criterios y políticas ambientales para que los incorporen a su actividad, por ejemplo, se considera de gran interés la difusión de la metodología de los resultados de este estudio.

❖ En lo institucional se recomienda:

- Clarificar las responsabilidades y competencias de cada actor que participa en el proceso de planeación, diseño, construcción, interventoría, operación y mantenimiento, respecto el compromiso ambiental visto desde la óptica del desarrollo sostenible, con el fin de conseguir resultados tangibles, medibles y duraderos, abriendo el espacio para incorporar tecnologías limpias.
- Generar espacios y mecanismos de trabajo y de intercambio de experiencias liderados por INVIAS en los que los diferentes actores puedan intercambiar experiencias y conocer nuevas tecnologías limpias para aplicarlas a sus actividades.
- Buscar la coordinación entre las diversas subdirecciones de INVIAS para lograr involucrar los principios, criterios y objetivos ambientales, de tal forma que la incorporación de Tecnologías Ambientales en general, sea una herramienta de acción viable.

- En la Política Ambiental Sectorial que está formulando el Ministerio de Transporte, promover y propiciar el desarrollo de propuestas encaminadas a incorporar Tecnologías limpias que permitan mejorar el desempeño ambiental del sector.

❖ En lo técnico se recomienda:

- Iniciar un proceso de incorporación efectiva de los criterios, objetivos y tecnologías ambientales en las diversas actividades y documentos que se utilizan en un proyecto vial, tales como términos de referencia, pliegos de licitación, especificaciones, presupuestos.
- Incentivar la investigación de tecnologías y procedimientos limpios que tengan en cuenta las características biofísicas y ambientales propias del territorio nacional.
- Buscar los espacios propicios para que las nuevas tecnologías se puedan probar realmente en proyectos específicos, bajo protocolos y estándares claros que permitan hacer una evaluación técnica y económica correcta.
- Buscar la cooperación internacional de países en donde las tecnologías limpias aplicadas al sector vial hayan tenido un desarrollo reconocido, como puede ser el caso de Reino Unido y del Brasil.
- Sistematizar los resultados del EIA para aprovechar la información y los resultados logrados, construyendo una base de datos que permita ir simplificando y haciendo más eficiente su realización en el futuro.
- Promover la definición de especificaciones ambientales claras y concretas, que permitan la incorporación y utilización de tecnologías ambientales en proyectos viales, en todas sus fases.
- Promover e incentivar el trabajo de consultores, constructores y concesionarios para implementar y utilizar Sistemas de Gestión Ambiental, de tal forma que se definan políticas, especificaciones y procedimientos propios, que en línea con el SGA de INVIAS, fortalezca el correcto desempeño ambiental, buscando esquemas de autorregulación.

❖ En lo Económico y Financiero, se recomienda:

- Explorar con el MMA instrumentos económicos y financieros que apoyen la incorporación de la Producción Limpia y de las Tecnologías Ambientales en los proyectos viales.

- Buscar la internalización de los costos ambientales asociados a los proyectos viales, de tal forma que queden claramente definidos y evaluados en los pliegos de licitación y en los contratos de construcción, interventoría y operación por concesión.

- Promocionar, divulgar y utilizar los mecanismos fiscales y tributarios existentes ¹⁰ que permitan explorar, incorporar y utilizar de manera continuada , las tecnologías limpias en los proyectos viales, especialmente en las fases de construcción y mantenimiento.

¹⁰ "Incentivos Tributarios a la Inversión Ambiental", Oficina de Análisis Económico, Ministerio del Medio Ambiente, 1998

BIBLIOGRAFIA Y REFERENCIAS

COLOMBIANA :

- Términos de Referencia Genéricos para Estudios ambientales de Infraestructura vial, MMA y Findeter, 1997 (www.minambiente.gov.co)
- Política Nacional de Producción Mas Limpia, MMA, 1997
- Programa hacia “Una producción Mas limpia”, Avances y perspectivas 1995-1998, MMA, 1998.
- Incentivos Tributarios a la Inversión ambiental, MMA, 1998
- Proyecto Colectivo Ambiental, MMA, Abril de 1999.
- Manual de gestión socio-ambiental y predial de los proyectos viales de Colombia, Min-transporte, INVIAS, 1999.
- Políticas y prácticas ambientales, Min-transporte, INVIAS, 3ª. Edición, Marzo de 1997.
- Centro Nacional de Producción Mas Limpia y Tecnologías Ambientales – CNPMLTA (Environmental Information System) , www.eis-online.com

INTERNACIONAL:

- Roads and Environment: A handbook, Worl Bank Technical Paper No.376 , 1994 (www.worldbank.org)
- Impacto Ambiental en Carreteras, Legislación y Normas Técnicas, Consejo de Directores de Carreteras de Iberia e Iberoamérica, documento preparado para reunión de Directores , Buenos aires, Septiembre de 1999.
- Evaluación Ambiental en el Sector Transporte, Guía para gestión, BID, Agosto, 1996 (www.iadb.org)
- Vetiver, la barrera contra la erosión, Banco Mundial, 3ª. Edición en español, Abril de 1995.
- An EMPA guidebook for environmental decision support concepts and tools, Instituto Federal Suizo de Investigación y pruebas de Materiales (EMPA), Edition 02.99
- Cleaner Production and Eco-efficiency – Complementary Approaches to Sustainable Development, UNEP (www.unepie.org) and WBCSD (www.wbcsd.ch).
- United Nations Environment Program –UNEP, www.unep.org

- Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD) www.oecd.org, – Road Transport Research Program, France, <http://www.oecd.org/cem/topics/env/internal94/internal2f.pdf>
- Permanent International Association of Road Congresses (PIARC), Paris, France
- Victorian Roads Corporation (VicRoads), Australia
- Canadian International Development Agency (CIDA), Quebec, Canadá
- Japan International Cooperation Agency (JICA), Tokyo, Japan
- National Road Administration, Borlange, Sweden.
- Federal Highway Administration, Washington, USA, www.fhwa.dot.gov
- Overseas Development Administration, London, UK
- Ministry of Science, Technology and the Environment Malaysia (MOSTE), www.mastic.gov.my/kstas

1 SIGLAS UTILIZADAS

MMA	Ministerio del Medio Ambiente de Colombia
INVIAS	Instituto Nacional de Vías
PVL	Producción Vial Limpia
PNA	Política nacional ambiental
SIAC	Sistema de Información Ambiental para Colombia
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas por el Medio Ambiente
CAR's	Corporaciones Autónomas Regionales
SINA	Sistema Nacional Ambiental
WBCSD	World Business Council for Sustainable Development
SGA	Sistema de Gestión Ambiental
EIA	Estudio de Impacto Ambiental
PMA	Plan de Manejo Ambiental