



SECRETARIA DE INTEGRACION ECONOMICA CENTROAMERICANA  
-SIECA-



AGENCIA DE LOS ESTADOS UNIDOS  
PARA EL DESARROLLO INTERNACIONAL  
-USAID-

# MANUAL CENTROAMERICANO DE NORMAS AMBIENTALES PARA EL DISEÑO, CONSTRUCCION Y MANTENIMIENTO DE CARRETERAS



NOVIEMBRE DE 2002

## Manual Centroamericano de Normas Ambientales para el Diseño, Construcción y Mantenimiento de Carreteras

### PERSONAL PARTICIPANTE

Responsable de la Consultoría:	Lic. Ms.A. Enrique Guillermo Zepeda López. Contrato SIECA-USAID N° 23 – 02
Consultor Coparticipante:	Ing. Agr. y Lic. Joaquín Alonso Guevara Morán
Coordinación por parte de SIECA:	Lic. Ernesto Torres Chico  Ing. Rafael Pérez Riera  Ing. César Castillo
Grupo de Apoyo Técnico:	Ing. Geólogo Jorge Romero Gramajo Diseño Gráfico: Delia María Guevara Ticas
Grupo Técnico Regional:	Ing. Jorge Rojas Soto, Costa Rica  Lic. M.E.S. José Benjamín Yanes Paredes, El Salvador  Ing. Agr. MSc. Aníbal Esquivel Vásquez, Guatemala  Ing. MSc. José Aguinaldo Martínez, Honduras  Ing. MSc. Fabio Guerrero Osorio, Nicaragua

Guatemala, noviembre de 2002.

## **PRESENTACIÓN**

El “Manual Centroamericano de Normas Ambientales para el Diseño, Construcción y Mantenimiento de Carreteras” es el resultado del análisis y discusión con los Delegados Nacionales de los Ministerios de Transporte o sus homólogos, en los Seminarios Talleres llevados a cabo en Managua, Nicaragua del 23 al 24 de septiembre y San José, Costa Rica del 4 al 6 de noviembre del corriente año. La preparación y coordinación de los eventos y la realización del Manual, ha sido responsabilidad de la Secretaría de Integración Económica Centroamericana (SIECA), bajo el auspicio del Convenio USAID N° 596-0184.20, mediante el cual la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID), puso a disposición los recursos financieros necesarios para la elaboración del mismo.

El trabajo involucró una extensa revisión de literatura, giras a los países centroamericanos y consultas permanentes con los delegados nacionales nombrados por los Ministros de Transporte y otros informantes claves. Se consultó tanto documentación relativa a la parte institucional, legal y ambiental, así como las normas ambientales que se aplican en la región y otros países, principalmente Colombia.

Mediante este Manual, se establecen las normas ambientales para las diferentes etapas en el desarrollo de carreteras, de tal manera que éste sirva para cumplir sus objetivos, principalmente el desarrollo de proyectos viales ambientalmente sostenibles y económicamente sustentables.

Guatemala de la Asunción, noviembre de 2002.

**Lic. Ms.A. Enrique Guillermo Zepeda López**  
**Consultor**

## INDICE

		Página
	<b>RESUMEN EJECUTIVO</b>	<b>b</b>
<b>1.</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
1.1	Aspectos Generales	2
1.2	Antecedentes	3
1.3	Objetivos del Manual	4
1.3.1	General	4
1.3.2	Específicos	4
<b>2.</b>	<b>DIAGNÓSTICO DE ASPECTOS INSTITUCIONALES, LEGALES, AMBIENTALES Y BIOFÍSICOS DE LA REGIÓN, RELACIONADOS CON LA RED VIAL CENTROAMERICANA.</b>	<b>5</b>
<b>3.</b>	<b>NORMAS PARA LAS DIFERENTES ETAPAS DEL CICLO VIAL</b>	<b>7</b>
	Indicaciones Preliminares	7
<b>A.</b>	Normas Ambientales para la Etapa de Planificación	<b>11</b>
A.1	Normas Ambientales Generales	11
A.2	Normas Ambientales Específicas sobre Manejo de Recursos Naturales	14
<b>B.</b>	Normas Ambientales para la Etapa de Diseño	<b>17</b>
B.1	Normas Ambientales Generales	17
B.2	Normas Ambientales Específicas sobre Manejo de Recursos Naturales	21
<b>C.</b>	Normas Ambientales para la Etapa de Construcción	<b>23</b>
C.1	Implementación	23

C.2	Supervisión Ambiental	25
C.3	Construcción y Operación de Campamentos	27
C.4	Apertura y Adecuación de Carreteras	30
C.5	Plantas Trituradoras, de Producción de Concreto Asfáltico e Hidráulico	31
C.6	Operación de Maquinaria, Transporte y Acarreos	33
C.7	Bancos de Préstamo y Canteras	34
C.8	Cortes y Rellenos o Terraplenes	38
C.9	Secciones Típicas para Excavación en Roca	39
C.10	Secciones Típicas para Excavación en Tierra	39
C.11	Secciones Típicas para Construcción de Rellenos	41
C.12	Secciones Típicas para Rellenos sobre Áreas Húmedas	43
C.13	Depósitos de Desperdicios en Botaderos	43
C.14	Medidas para Protección de Taludes	45
C.15	Construcción de Obras de Drenaje	48
C.16	Construcción de Puentes y Obras Especiales	50
C.17	Construcción de Túneles	51
C.18	Extendido y Compactación de Carpeta de Rodadura	52
C.19	Demarcación y Señalización Temporal y Definitiva	53
C.20	Limpieza Final de la Obra	53
C.21	Finalización de los Trabajos de Construcción	54
D.	Normas Ambientales para la Etapa de Operación o Vialidad	57
D.1	Operación	57

E.	Normas Ambientales para la Etapa de Mantenimiento	59
4.	<b>INDICACIONES PARA LA ACTUALIZACIÓN DEL MANUAL</b>	<b>61</b>
4.1	Procedimientos para Inclusión, Cambios, Sustitución o Eliminación de Normas.	61
4.1.1	Actividades al Interior de las UGA´s	61
4.1.2	Actividades Regionales de Coordinación	62
4.2	Comunicación de Cambios	62
4.3	Control de la Distribución del Manual de Normas Ambientales	63
5.	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>64</b>
	<b>ANEXOS</b>	<b>70</b>
I.	DIAGNÓSTICO DE ASPECTOS INSTITUCIONALES, LEGALES, AMBIENTALES Y BIOFÍSICOS DE LA REGIÓN, RELACIONADOS CON LA RED VIAL CENTROAMERICANA (Documento Separado).	
A.1	Algunas Especies Forestales Recomendadas para cercas vivas, taludes, arriates, cortes y terraplenes	
C.1	Algunos zacates útiles para barreras vivas en taludes, bermas, cortes y terraplenes	

## ABREVIATURAS UTILIZADAS

- **ALCA:** Área de Libre Comercio de las Américas.
- **CCAD:** Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo.
- **COMITRAN:** Consejo Sectorial de Ministros de Transporte de Centroamérica
- **DIGETANC:** Dirección General de Estudios, Transporte y Apoyo a las Negociaciones Comerciales.
- **ECAT:** Estudio Centroamericano de Transporte
- **EIA:** Estudio de Impacto Ambiental.
- **NABCV:** Normas Ambientales Básicas para la Construcción Vial.
- **OEA:** Organización de Estados Americanos.
- **PAMA:** Plan de Manejo Ambiental (PMA: Programa de Manejo Ambiental en El Salvador; PGA: Programa de Gestión Ambiental en Costa Rica y Nicaragua)
- **PPP:** Plan Puebla Panamá.
- **SIECA:** Secretaría de Integración Económica Centroamericana
- **UDSMA:** Unidad de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente.
- **UGA:** Unidad de Gestión Ambiental
- **UICN:** Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales.
- **USAID:** Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional

## GLOSARIO

- **Ambiente:** Sistema de elementos bióticos, abióticos, socioeconómicos, culturales y estéticos que interactúan entre sí, con los individuos y con la comunidad en la que viven, determinando su relación y sobrevivencia, en el tiempo y el espacio.
- **Antrópico:** Pertenece o relativo al humano como especie.
- **Área de Influencia:** Territorio afectado por un efecto producido a distancia.
- **Armonía Estética:** Valoración que se hace del recurso paisajístico, preservando, mejorando o modificando su calidad visual.
- **Auditoría Ambiental:** Metodología sistemática de evaluación de una actividad, obra o proyecto, para determinar sus impactos en el ambiente; comparar el grado de cumplimiento de las normas ambientales y determinar criterios de aplicación de la legislación ambiental.
- **Badén:** Paso a nivel del lecho de la corriente; puede ser construido, empedrado o con una losa de concreto.
- **Bancos de Préstamo:** Yacimientos de suelos, gravas y rocas designados para explotación y uso en la construcción de terraplenes, capas superficiales de revestimiento, pavimentos, estructuras de concreto, etc. Los bancos de préstamo están generalmente localizados fuera del Derecho de Vía, pero en lugares cercanos al proyecto, incluyendo cerros, lechos de ríos, depósitos sedimentarios y sabanas.
- **Base:** La capa o capas de material colocado sobre una subbase o subrasante para soportar la superficie de rodamiento.
- **Biodiversidad:** El conjunto de todas y cada una de las especies de seres vivos y sus variedades, sean plantas o animales o de cualquier índole. Incluye la diversidad de una misma especie, entre especies y entre ecosistemas, así como la diversidad genética.
- **Biótico:** Característico de los seres vivos o que se refiere a ellos.
- **Botaderos:** Áreas designadas para desperdiciar material sobrante o rechazado resultante de las excavaciones o de la construcción de pavimentos.
- **Buzamientos:** Planos de estratificación de la roca
- **Carretera (camino y/o calle):** Toda el área comprendida dentro del derecho de vía, incluyendo el área adicional requerida para taludes, como se ordene, especifique o indique en los planos de construcción aprobados.
- **Ciclo Vial:** Comprende las etapas necesarias para garantizar el desarrollo de proyectos viales, ecológicamente sostenibles y económicamente sustentables y una



vialidad eficiente y eficaz, dichas etapas son: planificación, diseño, construcción, operación y mantenimiento.

- **Cinegético:** Característica de la fauna de servir para la caza o reproducción en cautiverio o semicautiverio. Arte de la caza. Especies que proporcionan proteína animal de origen silvestre.
- **Colmatación:** Relleno de una hondonada o depresión del terreno mediante sedimentación de materiales transportados por el agua.
- **Conservación:** La aplicación de las medidas necesarias para preservar, mejorar, mantener, rehabilitar y restaurar las poblaciones y los ecosistemas, sin afectar su aprovechamiento. También, es el aprovechamiento técnico científico de los recursos naturales mediante el cual se protegen, mejoran e incrementan en función de las múltiples y crecientes necesidades de la población humana.
- **Contaminación Sónica:** Sonidos que por su nivel prolongación o frecuencia afectan a la salud humana o la calidad de vida de la población, sobrepasando los niveles permisibles legalmente establecidos.
- **Contaminación:** La presencia y/o introducción al ambiente de elementos nocivos a la vida, la flora o la fauna, o que degrade la calidad de la atmósfera, del agua, del suelo o de los bienes y recursos naturales en general.
- **Contratante:** Entidad, organismo o empresa que convoca a la licitación y firma el contrato respectivo con un contratista para la ejecución o supervisión de determinada obra de infraestructura.
- **Contratista:** La persona, compañía, empresa o sociedad mercantil que convenga con el contratante el contrato correspondiente a la ejecución o supervisión de determinada obra.
- **Corredor Biológico:** Es un proyecto que define geográfica y conceptualmente un área cuya columna vertebral serán las áreas protegidas a través de las cuales pueda restablecer el ancestral flujo de genes entre las poblaciones de vida silvestre. Su objetivo es permitir el uso sostenible de la biodiversidad y los recursos naturales.
- **Decibeles:** Para fines de medición del ruido se emplea una escala basada en diez veces el logaritmo de las proporciones de las cantidades medidas respecto a cantidades específicas de referencia. El nivel de potencia de referencia es de 10-12 vatios y el nivel de la potencia sonora es el decibelio.
- **Derecho de Vía:** Es la propiedad requerida para ser utilizada en la construcción de una vía de transporte.
- **Desarrollo Sostenible:** Mejorar la calidad de la vida humana sin rebasar la capacidad de carga de los ecosistemas que la sustentan.

- **Desmonte o corte:** Consiste en cortar en un monte o parte de él los árboles o matas. Deshacer una montón de tierra, broza u otra cosa. Rebajar un terreno.
- **Ecosistemas:** La unidad básica de interacción de los organismos vivos entre sí y su relación con el ambiente.
- **Ecotono:** Zona de transición entre dos ecosistemas diferentes o medios.
- **Equilibrio Ecológico:** Es la relación de concordancia en que viven los diferentes componentes que conforman un ecosistema. Por ejemplo: el agua y la vida vegetal, la fauna mayor se alimenta de la fauna menor, esto evita el aumento sin control de algunas especies, lo que alteraría el equilibrio tendiendo a hacer desaparecer el ecosistema.
- **Especies en Peligro de Extinción:** Se refiere a cierta población de la fauna y flora mayor y menor que por sus características comestibles y comerciales, han sido irracionalmente intervenidas por el hombre.
- **Especies Endémicas:** Especie animal o vegetal cuya distribución está limitada a una zona o área geográfica definida.
- **Estudio de Impacto Ambiental:** Instrumento de diagnóstico, evaluación, planificación y control, constituido por un conjunto de actividades técnicas y científicas realizadas por un equipo multidisciplinario, destinadas a la identificación, predicción y control de los impactos ambientales, positivos y negativos, de una actividad, obra o proyecto, durante todo su ciclo vital, y sus alternativas, presentado en un informe técnico; y realizado según los criterios establecidos legalmente.
- **Evaluación de Impacto Ambiental:** Procedimiento jurídico administrativo que tiene como objeto asegurar que las actividades obras o proyectos que tengan un impacto ambiental negativo en el ambiente o en la calidad de vida de la población, se sometan desde la fase de preinversión a los procedimientos que identifiquen y cuantifiquen dichos impactos y recomienden las medidas que prevengan, atenúen, compensen o potencien, según sea el caso, seleccionando la alternativa que mejor garantice la protección del medio ambiente.
- **Forestación:** Es el establecimiento de un bosque en forma artificial sobre terrenos en los que no había vegetación arbórea.
- **Fragilidad Ecológica:** Característica propia de algunas Zonas costera-marina ambientalmente degradadas, áreas silvestres protegidas y zonas de amortiguamiento, zonas de recarga acuífera y pendientes de más de treinta grados sin cobertura vegetal ni medidas de conservación y otras que por su naturaleza merezcan ser decretadas como tales.
- **Geotopo:** Desde el punto de vista geológico y geomorfológico, los geotopos son sensibles y valiosas partes del paisaje. El concepto de geotopo conlleva a la integración total de la geoconservación dentro de los procedimientos de planificación

de los países. “Los geotopos son partes de la geósfera de relevante interés geológico y geomorfológico. Deberán de protegerse contra las influencias que puedan dañar su esencia, forma o desarrollo natural.”

- **Guijarroso:** Terreno en donde hay muchos cantos rodados o fragmentos rocosos de tamaño comprendido entre 4 y 74 mm. (Guijarros).
- **Hábitats:** Conjunto total de condiciones geofísicas y biológicas en que se desarrolla la vida de una especie o de una comunidad animal o vegetal.
- **Holístico:** Se refiere a un enfoque integral, multidisciplinario (o sea de varias disciplinas), interdisciplinario (dentro de una misma disciplina con distintas especialidades) e transdisciplinario (disciplinas similares en regiones o países distintas). Es un análisis verdadero y perfecto de una situación. Perteneciente o relativo al holismo (doctrina que propugna la concepción de cada realidad como un todo distinto de la suma de las partes que lo componen).
- **Hombros:** La parte de la carretera contigua a los carriles de tráfico, necesarias para el acomodo de los vehículos que se detienen, para uso en emergencias y para el soporte lateral de la estructura del pavimento.
- **Humedales:** Son áreas inundadas por agua subterráneas o superficial con una frecuencia suficiente para sustentar la vida acuática que requiere condiciones de saturación del suelo.
- **Ictiofauna:** Se refiere a la fauna acuática, particularmente peces.
- **Impacto Ambiental :** Cualquier alteración significativa, positiva o negativa, de uno o más de los componentes del ambiente, provocadas por acción humana o fenómenos naturales en un área de influencia definida.
- **Inspector:** Persona autorizada para inspeccionar la ejecución de las fases específicas de la obra que le sea asignada, incluyendo los materiales que el contratista utilice.
- **Materiales Pétreos:** Materiales provenientes de roca que se utilizan para construcción de obras civiles.
- **Medidas Ambientales:** Acción destinada a prevenir, mitigar, corregir y/o compensar los impactos negativos ocasionados por la ejecución de un proyecto.
- **Monitoreo Ambiental:** Medición periódica de uno o más parámetros indicadores de impacto ambiental causados por la ejecución de un proyecto, con el objetivo de aplicar medidas correctivas.
- **Mulch:** Material orgánico, consistente principalmente de hojarasca, broza y otros elementos vegetativos ricos en microorganismos descomponedores o reductores de este material. Es la primera capa vegetal del horizonte A en un perfil de suelos completo.

- **Patrimonio Cultural:** Son los bienes culturales paleontológicos, arqueológicos, históricos y artísticos, y los conjuntos urbanos o rurales, según la definición establecida en la Ley de Protección al Patrimonio Cultural.
- **PAMA:** Consiste en el programa de manejo ambiental que orienta el monitoreo o seguimiento, con el objeto de controlar y garantizar el cumplimiento de las medidas ambientales propuestas en el estudio ambiental.
- **Proponente:** Todo aquel que realiza una propuesta de una obra o proyecto vial.
- **Proyecto Vial:** Obras de infraestructura vial en fases de planificación y estudios.
- **Recursos Naturales:** Elementos naturales de que dispone el hombre para satisfacer sus necesidades económicas, sociales y culturales.
- **Red Vial:** Comprende el conjunto de carreteras principales y secundarias de una región o país.
- **Reforestación:** Es el establecimiento de un bosque en forma natural o artificial, sobre terrenos en los que la vegetación arbórea es insuficiente o ya no existe.
- **Residuos peligrosos:** Son aquellos que en cualquier estado físico, contengan cantidades significativas de sustancias que puedan presentar peligro para la vida o salud de los organismos vivos cuando se liberan en el ambiente.
- **Sistema Vial:** Conjunto de redes, conexiones, interconexiones, puentes y otras obras de infraestructura vial que están en constante evolución y desarrollo con el crecimiento y demanda de servicios y bienes.
- **Sostenibilidad:** Es el mejoramiento de la calidad de vida de las presentes generaciones, con desarrollo económico, democracia política, equidad y equilibrio ecológico, sin menoscabo de la calidad de vida de las generaciones venideras. Se basa en el aprovechamiento de los recursos naturales sin deteriorarlos.
- **Sotobosque:** Se le denomina a toda la vegetación asociada al bosque, arbustiva, lianas, epífitas, herbáceas, entre otras.
- **Subbase:** La capa o capas de material colocado sobre una subrasante para soportar la base.
- **Supervisor:** Profesional cuya actividad principal es el control del desarrollo técnico y administrativo de los trabajos objeto de la obra asignada.
- **Sustentabilidad:** Aprovechamiento de los recursos naturales bajo los principios de sostenibilidad ecológica y rentabilidad financiera.
- **Talud:** Plano inclinado de la terracería que delimita los volúmenes de corte o relleno.

- **Terraplén:** Macizo de tierra con que se rellena un hueco, o que se levanta para hacer una defensa, un camino u otra obra semejante. Cualquier desnivel con una cierta pendiente. Es la estructura que se construye en capas sucesivas hasta la elevación indicada en los planos de la carretera.
- **Trazo:** Delineación con que se forma el diseño o planta de una obra de infraestructura.
- **Trocha:** Vereda o camino abierto que sirve o no de atajo. Camino abierto en la maleza. Ancho de las vías de comunicación terrestre.
- **Veda:** Período durante el cual est prohibido talar o colectar, vegetación arbórea, arbustiva, cazar o pescar una o más especies en una zona determinada.
- **Vulnerabilidad:** Factor interno, el cual contiene las condiciones que una región posee para enfrentar la amenaza.
- **Zampeado:** Es la protección con roca colocada con o sin mortero, construida con el objeto de proteger márgenes, taludes, estructuras de drenaje y para el control de la erosión.
- **Zona de Recarga Acuífera:** Lugar o área en donde las aguas lluvias se infiltran en el suelo, las cuales pasan a formar parte de las aguas subterráneas o fráticas.

### **DERECHO AMBIENTAL PARA EL CICLO VIAL**

“La protección del ambiente es una de las más grandes exigencias de la vida social y jurídica de nuestro tiempo, y no es algo efímero sino una potentísima corriente de pensamiento que va a anegar y fertilizar todos los campos del derecho... hoy en día es evidente una nueva forma de ver las cosas, que en el mundo jurídico ha llegado algún autor a hablar de una oleada de derechos ambientales, que, en realidad no son tales sino una reinterpretación de los derechos de siempre bajo el prisma del medio ambiente.”

**Roberto Jones Fajardo. (2001)**

## RESUMEN EJECUTIVO

El presente "Manual Centroamericano de Normas Ambientales para el Diseño, Construcción y Mantenimiento de Carreteras", se basa en el análisis de los aspectos institucionales y legales, relacionados con las Unidades de Gestión Ambiental dentro de los Ministerios de Transporte de Centroamérica, realizados en la fase de diagnóstico.

El contenido del trabajo ha sido organizado con los siguientes capítulos: introducción, que contiene los antecedentes y objetivos del Manual; un resumen del Diagnóstico de Aspectos Institucionales, Legales, Ambientales y Biofísicos de la Región, Relacionados con la red vial Centroamericana, el cual se adjunta completo como **Anexo I**.

Luego, se presentan las normas ambientales para las diferentes etapas del ciclo vial, incluyendo las de planificación y operación, tanto para carreteras como para puentes.

Para llevar un orden en la presentación de las normas y que le sean aplicables las disposiciones de actualización y control de cambios, las etapas se han subdividido de la siguiente manera:

- Indicaciones preliminares;
- Etapa de planificación con normas generales y específicas sobre el manejo de los recursos naturales;
- Etapa de diseño con normas generales y específicas sobre el manejo de los recursos naturales;
- Normas para la etapa de construcción con las siguientes subetapas: Implementación, Supervisión Ambiental, Construcción y Operación de Campamentos, Apertura y Adecuación de Accesos, Plantas Trituradora, de Asfalto y Concreto, Operación de Maquinaria, Transporte y Acarreos, Bancos de Préstamo o Canteras, Cortes y Rellenos o Terraplenes, Secciones Típicas para Excavación en Roca, Secciones Típicas para Excavación en Tierra, Secciones Típicas para Construcción de Rellenos, Secciones Típicas para Rellenos sobre Áreas Húmedas, Depósitos de Desperdicios en Botaderos, Medidas para Protección de Taludes, Construcción de Obras de Drenaje, Construcción de Puentes y Obras Especiales, Construcción de Túneles, Extendido y Compactación de Carpeta de Rodadura, Demarcación y Señalización Temporal y Definitiva, Limpieza Final de la Obra y Finalización de los Trabajos de Construcción.
- **Operación y Vialidad que tiene la etapa de Operación.**
- Mantenimiento.
- Indicaciones para el Mantenimiento y Actualización del Manual, con los siguientes acápite: Procedimientos para Inclusión, Cambios, Sustitución o Eliminación de Normas, Comunicación de Cambios y Control de la Distribución y Actualización del Manual de Normas Ambientales.
- Referencias bibliográficas y anexos.

MANUAL CENTROAMERICANO DE NORMAS AMBIENTALES PARA EL DISEÑO, CONSTRUCCIÓN  
Y MANTENIMIENTO DE CARRETERAS

Este trabajo se basa en el convenio USAID No. 596-0184.20 por medio del cual, la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional, puso a disposición de la SIECA los recursos necesarios para desarrollarlo. El objetivo general del Estudio es fortalecer los aspectos normativos ambientales de planificación, diseño, construcción, operación y mantenimiento de carreteras, incluyendo puentes, de la red vial regional, por la cual transita la mayor parte del transporte de Centroamérica.

Para cumplir con los objetivos y realizar las actividades necesarias para la elaboración del manual en términos de calidad, objetividad y tiempo, se desarrollaron trabajos de gabinete y de campo, entre los cuales se indican: reuniones de coordinación, seguimiento y evaluación con DIGETANC-SIECA y contrapartes de los países de la región; obtención de la información a través de bibliografía y comunicación con organismos internacionales; visitas a los cinco países para complementar la información de aspectos relativos a la organización y normas sobre planificación, diseño, construcción, operación y mantenimiento de carreteras y puentes en la región. Con los resultados de las entrevistas, giras, documentación analizada y tres talleres regionales, se elaboró esta versión final del Manual, que presenta las normas ambientales a ser implantadas en el ciclo vial.



## 1. INTRODUCCIÓN

El presente manual tiene como finalidad fortalecer los aspectos normativos ambientales de diseño, construcción y mantenimiento de carreteras, incluyendo puentes, de la red vial regional por la cual transita la mayor parte del transporte de Centroamérica.

“La legislación propiamente ambiental está fundada en la moderna concepción del medio ambiente que lo visualiza como un todo organizado a la manera de un sistema, esto es, bajo un criterio holístico y sistemático, mientras que la legislación de relevancia ambiental sectorial tiene una visión reduccionista y sectorialista del medio ambiente, en tanto se ocupa por separado de la protección de algunos de sus componentes”<sup>1</sup> (tal es el caso de la legislación que regula el ciclo vial).

En base a lo anterior, este manual se ha basado en un diagnóstico que cubre aspectos legales, institucionales y ambientales para conocer cuál es la situación en cada uno de los países de la región, en cuanto a la existencia y aplicación de normas ambientales en las diferentes etapas del ciclo de los proyectos viales.

La infraestructura vial constituye una forma de ocupación del espacio y como tal tiene efectos directos e indirectos en los medios físico - químico, biológico y socioeconómico - cultural. A la vez ésta, es afectada por dichos medios o parte de sus factores, que muchas veces por falta de consideración de la variable ambiental, interrumpen la vialidad. Ambos, las redes viales y los medios se interrelacionan e interactúan tanto positiva como negativamente.

La normativa ambiental para proyectos viales debe tener en cuenta esta interrelación, para que ello no provoque un desbalance entre los recursos naturales y la infraestructura, de tal manera que se deteriore innecesariamente el medio ambiente o se encarezcan las obras viales por extralimitarse en medidas ambientales.

En los países centroamericanos, no existen normas ambientales específicas para la planificación, diseño, construcción, operación y mantenimiento de carreteras, incluyendo puentes, aplicándose únicamente normas ambientales de carácter general, establecidas en la legislación ambiental nacional, con excepción de Nicaragua en donde a partir de 1998 se han implantado normas ambientales para la construcción vial.

Este manual se orienta a llenar ese vacío y para lo cual se han tomado como base los trabajos desarrollados en Nicaragua, Honduras y Guatemala a fin de armonizar a nivel regional esta normativa con otras existentes en cada uno de los países de la región, tales como la actualización del Acuerdo Centroamericano de Circulación por Carreteras y el Manual Centroamericano para el Diseño Geométrico de las Carreteras Regionales y otros.

Con esta iniciativa de la Secretaría de Integración Económica Centroamericana (SIECA), se están sentando las bases para que en los futuros proyectos de la red vial de la región y los

---

<sup>1</sup> Jones Fajardo, Roberto. (2001). *Derecho Ambiental Internacional*. Guatemala, PARLACEN, 1437 p.

existentes, se garanticen las opciones más promisorias en aspectos ambientales, tanto desde el punto de vista económico, como ecológico.

Como resultado del análisis de las conclusiones obtenidas del diagnóstico, se hace necesario desarrollar las siguientes acciones:

- Es necesario que los Ministerios de Transporte establezcan convenios de cooperación con los Ministerios de Ambiente, de Cultura y Entidades Responsables de la Atención a Emergencias, para agilización de trámites e incluir todos los elementos ambientales, culturales y de atención a desastres, que la gestión vial demanda.
- El Manual de Normas Ambientales debe contemplar su implementación por etapas, tomando en cuenta que no existen normas ambientales específicas y las que se aplican en las diferentes etapas y procesos del ciclo vial, son de carácter general y sectorizadas. Esto permitiría garantizar su inclusión en los distintos países con base en las posibilidades técnicas y económicas de cada uno de ellos.
- Debe revisarse, actualizarse y armonizarse regionalmente la legislación ambiental relacionada con las diferentes etapas del ciclo vial a fin de que se garantice un desarrollo sostenido tomando en cuenta los desafíos actuales y futuros para el sector transporte.
- Para todos los proyectos de corredores viales en la región, los aspectos ambientales deben ser una variable estratégica importante y no un simple requisito para obtener recursos de fuentes de financiamiento externo.
- Establecer políticas nacionales ambientales por cada país, con base en las políticas regionales establecidas con la CCAD.
- Es necesario que se presupuesten los costos de las medidas ambientales y que se incluyan en el presupuesto de los proyectos.

## 1.1 Aspectos Generales

En el Primer Encuentro Latinoamericano de Unidades Ambientales del Sector Vial<sup>2</sup>, en la Ciudad de Pereira, Colombia en agosto de 1996, se formuló la siguiente declaración:

“Primero: Que la planificación, diseño, construcción, operación y mantenimiento de los proyectos de infraestructura vial en América Latina, deberán adelantarse en el marco del desarrollo sostenible.”

---

<sup>2</sup> Instituto Nacional de Vías. (1997). *Políticas y Prácticas Ambientales*. (3º Edición). República de Colombia, Ministerio de Transportes. 257 P.

“Segundo: Que se exhorte a los ministerios y agencias del sector vial a apoyar decididamente la introducción y formación de unidades ambientales, así como el fortalecimiento de las ya existentes a nivel del organismo nacional en cada país, garantizando su alta capacidad técnica y ejecutiva para adelantar su misión.”

La experiencia colombiana indica que se puede hablar ahora, de la existencia de un fundamento teórico importante para elaborar adecuados estudios ambientales. Lo que no puede garantizarse es en la praxis de este soporte teórico. Todavía son escasos los buenos estudios. Todavía es mínima la consultoría que cuenta con equipos multi e interdisciplinarios que aborden las evaluaciones ambientales en un contexto de integralidad, de objetividad y de investigación en el campo de nuevas tecnologías.

La localización adecuada de la ruta del nuevo camino o carretera será fundamental para minimizar desde el principio los costos tanto de construcción como de mantenimiento de la futura obra vial y será responsable en buena medida de la reducción de los impactos ambientales que su construcción pudiera generar.

## 1.2 Antecedentes

Conforme el convenio USAID No. 596-0181.20 la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional, puso a disposición de la SIECA los recursos necesarios para desarrollar el proyecto *Mejor Capacidad de la Región para Mitigar los Efectos Transnacionales de Desastres*. Este proyecto contempló la realización de las siguientes consultorías relacionadas con el sistema vial y el transporte por carreteras:

1. Acuerdo Centroamericano sobre Circulación por Carreteras.
2. Manual Centroamericano de Mantenimiento de Carreteras.
3. Manual Centroamericano de Especificaciones para la Construcción de Carreteras y Puentes Regionales.
4. Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito.
5. Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de las Carreteras Regionales.

En la XXIII Reunión del Consejo Sectorial de Ministros de Transporte de Centroamérica, COMITRAN, dicho Consejo aprobó los trabajos ejecutados y la representación de USAID puso a disposición otra etapa de *Resultados Intermedios Esperados* con la meta de realizar otros tres estudios. Uno de ellos es este *Manual Centroamericano de Normas Ambientales para el Diseño, Construcción y Mantenimiento de Carreteras*, para fortalecer técnicamente los aspectos normativos de diseño, construcción y mantenimiento, relacionados con el sistema vial regional y el transporte por carreteras.

Paralelamente al Acuerdo y a los Manuales mencionados, se llevó a cabo el Estudio Centroamericano de Transporte, ECAT, en el cual se analizaron los aspectos de vulnerabilidad y la problemática ambiental del istmo que influyen en el flujo del transporte de productos y personas por la región, especialmente cuando ocurren desastres naturales. En este estudio quedó claramente demostrado que Centro América es una de las regiones

más vulnerables del planeta, que recibe los impactos directos e indirectos de huracanes, terremotos, sequías, incendios, inundaciones, tsunamis, erupciones volcánicas y deslizamientos.

La SIECA ha considerado pertinente la elaboración del Estudio: "Manual Centroamericano de Normas Ambientales para el Diseño, Construcción y Mantenimiento de Carreteras", el cual debe orientarse hacia la estandarización regional de las mismas en las actividades relacionadas directa e indirectamente durante el ciclo de proyectos viales.

Las Normas Ambientales deben enfocarse dentro de este contexto, para de esa forma reducir los riesgos de interrupción del tránsito y orientar las inversiones en el sector vial, tomando en cuenta las relaciones comerciales que se esperan a futuro; a saber los Tratados de Libre Comercio, el Área de Libre Comercio de las Américas, ALCA, e iniciativas como el Memorandum de Entendimiento de la Iniciativa de Integración Vial del Plan Puebla Panamá (PPP).

También deben tomarse en cuenta las expectativas de crecimiento de la industria del transporte de productos e insumos agroforestales y agroforestales industriales, de los relacionados con las diferentes maquilas y de los servicios complementarios al turismo en todas sus modalidades.

### **1.3 Objetivos del Manual**

#### **1.3.1 General**

El objetivo general del Manual Centroamericano de Normas Ambientales es fortalecer los aspectos normativos ambientales de diseño, construcción y mantenimiento de carreteras, incluyendo puentes, de la red vial regional, por la cual transita la mayor parte del transporte de Centroamérica.

#### **1.3.2 Específicos:**

Los Objetivos Especificos son los siguientes:

- Servir como instrumento normalizador de la práctica de la ingeniería y diseño ambiental, construcción, operación y mantenimiento de carreteras, con conceptos de buena ingeniería, tomando en cuenta las obras ambientales necesarias y las tendencias tecnológicas en este campo.
- Establecer normas suficientemente claras y específicas para orientar a los actores de una manera reglamentada, para el desarrollo de las actividades relacionadas

directa e indirectamente con los proyectos viales, durante las etapas de planificación, diseño, construcción, operación y mantenimiento.

- Contribuir a prevenir, mitigar, corregir, y/o compensar los impactos ambientales negativos y realzar los positivos, ocasionados por las actividades inherentes a las obras viales, así como aquellos ocasionados por el ambiente y los desastres naturales.
- Complementar y evitar contradicciones entre los Manuales desarrollados por SIECA, además de los aspectos desarrollados en el ECAT, recogiendo los componentes ambientales de cada uno, e incluirlos en el nuevo manual.
- Propiciar que durante la planificación y el diseño de obras viales pueda cuantificarse tanto económica y financieramente el costo-beneficio de la implementación de estas normas.
- Lograr que para cada etapa del ciclo de los proyectos, se apliquen las normas ambientales que optimicen las inversiones y la operación y mantenimiento de las obras viales.
- Estandarizar las Normas Técnicas Ambientales para todos los países de la región centroamericana.

## **2. DIAGNÓSTICO DE ASPECTOS INSTITUCIONALES, LEGALES, AMBIENTALES Y BIOFÍSICOS DE LA REGIÓN, RELACIONADOS CON LA RED VIAL CENTROAMERICANA.**

El diagnóstico es el fundamento para la elaboración del “Manual Centroamericano de Normas Ambientales para el Diseño, Construcción y Mantenimiento de Carreteras”, en que se analizan los aspectos institucionales y legales, relacionados con las Unidades de Gestión Ambiental dentro de los Ministerios de Transporte de Centroamérica; se presentan en forma resumida algunas de las políticas ambientales regionales propuestas por la Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD); se hace un esbozo del Diagnóstico de la Aplicación y Estrategia Regional de Estudios de Impacto Ambiental (EIA), elaborados con el apoyo de la organización citada; así como, la sinopsis de los aspectos biofísicos y los principales riesgos y vulnerabilidad de la red vial por amenazas ambientales. Por último, se presentan las conclusiones y recomendaciones. El diagnóstico se presenta por separado en el **Anexo 1** y forma parte del presente Manual.

Para cumplir con los objetivos y actividades del diagnóstico en términos de calidad, objetividad y tiempo, se desarrollaron actividades de gabinete y de campo, entre las cuales se indican: reuniones de coordinación, seguimiento y evaluación con la Dirección General de Estudios, Transporte y Apoyo a las Negociaciones Comerciales (DIGETANC-SIECA) y contrapartes de los países de la región; obtención de la información a través de entrevistas aplicadas a una muestra de funcionarios vinculados con el tema. Para el efecto

se diseñaron los instrumentos correspondientes en forma participativa con funcionarios de la DIGETANC, SIECA; visitas a los cinco países para complementar la información de aspectos relativos a la organización y normas sobre planificación, diseño, construcción, operación y mantenimiento de carreteras y puentes en la región; y con los resultados de las entrevistas, giras y de la documentación analizada se elaboró este diagnóstico que presenta la situación en todos los países involucrados.

Entre los resultados más significativos cabe destacar los siguientes:

- Los países centroamericanos cuentan con unidades específicas de gestión ambiental o equivalentes, dentro de cada uno de los Ministerios de Transporte o sus homólogos, con excepción de Costa Rica en donde la Dirección de Planificación Sectorial y la Dirección de Obras Públicas del Ministerio de Obras Públicas y Transporte realiza las funciones inherentes a la Gestión Ambiental.
- Los niveles jerárquicos son variados y en Guatemala es donde el Departamento de Gestión Ambiental aparece en un quinto nivel decisorio, siguiéndole El Salvador en un cuarto y luego Honduras y Nicaragua en un tercer nivel.
- El número de personas que integran las Unidades de Gestión Ambiental, es variable tanto en número como en diversidad de disciplinas.
- Se ha determinado que las funciones más importantes que desempeñan las Unidades de Gestión Ambiental de los Ministerios de Transporte hacen un total de 18, aunque solamente cubren algunas de ellas, destacándose dentro de éstas, las siguientes:
  - En concordancia con las políticas ambientales regionales y nacionales, desarrollar las políticas, estrategias y acciones de gestión ambiental al interior de los Ministerios de Transporte.
  - Participar con otras entidades estatales, en la formulación de normas ambientales, en la planificación y políticas del sector, así como en el desarrollo de procedimientos para la gestión ambiental.
  - Formular y estandarizar metodologías y procedimientos para identificar y evaluar los impactos ambientales de los proyectos viales.
  - Realizar la supervisión y monitoreo ambiental
- Debido a que las licencias, permisos ambientales o aprobación de los EIA, se demoraban demasiado tiempo, en algunos países se consideró necesaria la realización de convenios para acelerar el trámite sin detrimento de la normativa y efectos ambientales, evitando retrasos innecesarios en el desarrollo de los proyectos viales.
- Se identificó la demanda en capacitación de cada una de las Unidades de Gestión Ambiental, solicitándose el apoyo a los Delegados Nacionales, quienes sugirieron los temas, a qué niveles serán dirigidos y que son comunes a los distintos países.

- Existen limitadas normas ambientales específicas para cada uno de los aspectos contemplados para cada etapa y procesos del ciclo de los proyectos y obras viales: planificación, diseño, construcción, operación y mantenimiento. En todos los países se aplican normas generales, aunque en Guatemala, Honduras y Nicaragua se han realizado avances importantes.
- Las políticas regionales ambientales, así como la “Estrategia de Aplicación de los EIA en Centroamérica, están en proceso de formulación y discusión; por tal motivo no se cuenta con estos importantes instrumentos como mecanismos de gestión en los proyectos viales.
- Dentro de los aspectos biofísicos se ha considerado el clima por ser una de las variables que incide significativamente en las etapas de implementación, ejecución, operación y mantenimiento de las obras viales. También, las zonas de vida constituyen factores de planificación para la conservación de la biodiversidad y como se demuestra en el acápite respectivo, Centroamérica posee muy diversas formaciones vegetales haciendo un total de 54 y dentro de éstas, existe un significativo grado de fragilidad y endemismo.
- Los aspectos geomorfológicos e hidrológicos, al igual que el clima, afectan y son afectados por la vialidad, ambos están directamente relacionados con la vulnerabilidad del sistema vial ante los desastres naturales.
- Los fenómenos naturales pueden tener un impacto negativo sobre los caminos. A través de América Latina, eventos naturales como terremotos, huracanes e inundaciones, causan daños considerables a las redes viales teniendo como resultado costos elevados en el transporte, una disminución en la competitividad internacional y un saldo importante de fondos nacionales mal gastados.
- El comercio internacional y el intrarregional centroamericano tiene a su disposición tres corredores viales: Natural (Pacífico), Alternativo A (Central), Alternativo B (Atlántico) y algunas conexiones (principalmente vías de acceso a los puertos importantes de la región).

### **3. NORMAS PARA LAS DIFERENTES ETAPAS DEL CICLO VIAL**

#### **INDICACIONES PRELIMINARES**

3.1 Este documento contiene normas a cumplir durante los procesos de planificación, diseño, construcción, operación y mantenimiento de obras viales, con el fin de reducir al mínimo los efectos negativos, tanto directos como indirectos, sobre el medio ambiente y los recursos naturales en el área de influencia de las carreteras regionales. Asimismo, toma en cuenta los efectos de los desastres naturales sobre los corredores viales.

3.2 La aplicación de estas normas es obligatoria para Contratantes y Contratistas del Sector Público o Sector Privado, desde las etapas de preinversión hasta las de operación y mantenimiento, que emprendan la ejecución de obras viales. Son un complemento a las especificaciones contempladas en el "Manual Centroamericano para la Construcción de Carreteras y Puentes Regionales"<sup>3</sup>, "Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de las Carreteras Regionales"<sup>4</sup> y otras especificaciones técnicas desarrolladas por cada país centroamericano.

3.3 En este Manual, se enfatiza que el impacto ambiental es posible preverlo tanto en la etapa de preinversión, en la de planificación como en el diseño de las obras, de tal manera que se establezcan preliminarmente, las especificaciones y los costos de las obras para mitigar y en algunos casos evitar los daños ambientales.

3.4 Estas normas ambientales no sustituyen las normas específicas de cada país aplicables en las distintas etapas del ciclo vial.

3.5 Este Manual, ha sido dividido en acápites que se identifican con las letras del alfabeto y luego una numeración correspondiente, ha efecto de facilitar su actualización periódica, de forma que se puedan sustituir páginas, cuando una norma deje de tener vigencia o deban agregarse nuevas.

Este manual ha sido elaborado tomando como base los documentos siguientes:

1. Gordon Keller et al. (1995). *Caminos Rurales con Impactos Mínimos. Un Manual de capacitación con énfasis sobre planificación ambiental, drenajes, estabilización de taludes y control de erosión*. Guatemala, B.A., USAID-FOREST SERVICE-DGB.
2. Ministerio de Transporte e Infraestructura MTI. (2000). *Normas Ambientales Básicas para la Construcción Vial. (NABCV)*. (Versión Electrónica). República de Nicaragua, 73 p.
3. Organización de Estados Americanos OEA. (sf). *Plan Hemisférico para la Guía de Manejo Ambiental de Corredores de Transporte Vial*. (Borrador). Washington, Unidad de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente (UDSMA). P. irr
4. The Loius Berger Group. *Capítulo IV. Guía Ambiental para Proyectos Viales*. Honduras, Secretaría de Obras Públicas, Transporte y Vivienda, 2001.
5. UICN – CCAD – Gobierno de Holanda. *Evaluación de Impacto Ambiental para Centroamérica*. Tomo I: Estado del Arte. San José, Costa Rica, Editoras Grethel Aguilar y Gabriela Hernández, mayo 2002. 80 p.

La información documentada anteriormente, ha sido analizada, se han sintetizado los aspectos que han sido definidos como una norma y los que son constituyentes de

---

<sup>3</sup> Secretaría de Integración Económica Centroamericana. (2001)., FUNDEVI LANAMME Consultora, Proyecto USAID No. 596-0181.20. Pag. irr.

<sup>4</sup> Secretaría de Integración Económica Centroamericana. (2001). Ing. Leclair, Raúl, Proyecto USAID No. 596-0181.20.



MANUAL CENTROAMERICANO DE NORMAS AMBIENTALES PARA EL DISEÑO, CONSTRUCCIÓN  
Y MANTENIMIENTO DE CARRETERAS

acciones, políticas y guías, han sido redactados como tales. A todo lo anterior se le han agregado aspectos ambientales, producto de otros documentos que aparecen en la bibliografía general y de las experiencias de los consultores participantes.

MANUAL CENTROAMERICANO DE NORMAS AMBIENTALES PARA EL DISEÑO, CONSTRUCCIÓN  
Y MANTENIMIENTO DE CARRETERAS



# Normas Ambientales para la Etapa de Planificación

## **A. NORMAS AMBIENTALES PARA LA ETAPA DE PLANIFICACIÓN**

Aunque una obra de infraestructura vial ocasiona, inevitablemente, impactos sobre su entorno, la intensidad y gravedad de éstos, es mayor cuando se ha omitido una adecuada planificación ambiental del proyecto. Por esta razón es imprescindible que la dimensión ambiental se incorpore en todas las etapas del ciclo vial, desde su concepción y diseño hasta la fase de operación y mantenimiento.

Por las consideraciones anteriores, antes de dar inicio al diseño, se deberá planear y, a la vez, programar todas las actividades que se ejecutarán en los diferentes frentes de trabajo, según sea el caso. Esta acción permitirá la concertación de medidas técnicas y sociales que deberán implementarse para la ejecución de la obra.

El análisis para la selección de la ruta deberá incluir estudios basados en mapas topográficos que cubren diferentes temas, fotografías aéreas y visitas al campo. Dentro de los criterios ambientales para la selección de la ruta deberán ser considerados los siguientes:

- El trazo de la ruta deberá efectuarse minimizando el posible movimiento de tierra.
- La ruta deberá atravesar la menor cantidad posible de cursos de agua, tanto permanentes como temporales (quebradas pluviales).
- Se preferirán suelos estables y con buena permeabilidad de manera de minimizar los problemas ocasionados por las aguas subterráneas en sitios con niveles freáticos poco profundos.
- Se deberá de identificar, a lo largo de la ruta que se seleccione y en la medida de lo posible, sitios apropiados para la instalación de las estructuras temporales que requiera el contratista de la obra, así como sitios potenciales para la obtención de materiales pétreos, bancos de préstamo, botaderos, etc.

Las normas ambientales que deben aplicarse en esta etapa son las siguientes:

### **A.1 Normas Ambientales Generales**

- A.1.1 El contratista deberá cumplir con la Normativa Nacional y Regional de Especificaciones Generales para Construcción de Carreteras y Puentes.
- A.1.2 El mapa geológico deberá servir de base y especialmente, las estructuras geológicas mayores que cortan la carretera o que estén muy cerca de ésta, para establecer el trazo definitivo de la misma.
- A.1.3 En esta etapa, deberá analizarse la red de drenaje con el objeto de tener una aproximación de las zonas inundables, las susceptibles a sufrir daños por avenidas

(correntadas) y otros fenómenos provocados por escorrentía superficial, para definir la reparación o colocación de alcantarillas, puentes u otras obras similares.

- A.1.4 Con el propósito de prever la señalización ambiental adecuada, se deberá investigar en estudios anteriores o en monografías de la área de influencia del proyecto, si existen centros turísticos, cavernas, paseos ecológicos, áreas protegidas, tomas de agua, zonas de recarga acuífera o si existen sitios o áreas de interés académico y científico.
- A.1.5 Se deberá investigar si en la área de influencia se han reportado inundaciones, deslizamientos de tierra o flujos de lodo, áreas degradadas y erosión, que estén dentro o cercanos a los trazos carreteros sugeridos en la planificación del proyecto con el objeto de desarrollar los mapas de vulnerabilidad.
- A.1.6 El proceso de planificación corresponde efectuarlo al proponente de la construcción de la vía, que en la mayoría de los casos es una entidad gubernamental. El Planeamiento incluye el establecimiento de políticas viales, estudio de necesidades del transporte, vulnerabilidad de la ruta a desastres naturales, estudios de prefactibilidad técnica, económica, ambiental y análisis financieros.
- A.1.7 En las etapas de estudios y diseño, el proponente realizará trabajos multidisciplinarios detallados de localización de la ruta y sus alternativas, de tráfico, uso de la tierra, impacto ambiental, impacto social, vulnerabilidad, costos, estudios de factibilidad técnica, económica, diseño y preparación de planos y especificaciones constructivas particulares para cada componente del proyecto.
- A.1.8 En los Estudios de Impacto Ambiental del Proyecto vial, deberán evaluarse los siguientes aspectos:
- Asentamientos humanos e infraestructura de servicios;
  - Patrimonio cultural e histórico;
  - Biodiversidad y otros recursos naturales;
  - Áreas Protegidas;
  - Contaminación sónica;
  - Valor estético del paisaje y su conservación;
  - Efectos inducidos para el bosque, la vegetación, humedales y otros ecosistemas; y
  - Contaminación de agua, del aire y del suelo
  - Posibles incendios, plagas, enfermedades y procesos extractivos.
  - Vulnerabilidad a desastres naturales:
- A.1.9 El Estudio de Impacto Ambiental debe seguir los lineamientos aprobados para su preparación, por el grupo de trabajo centroamericano de EIA, integrado por los representantes de los Ministerios de Ambiente, coordinados por la CCAD. Además, si no han sido incluidos, se deberán observar los siguientes:

- Revisión del diseño de la carretera de tal manera que incorpore las medidas ambientales
- Impactos de uso de materiales, equipos, maquinaria y efectos de la construcción para: limpieza y desmonte, subbase, base, hombros, bermas, puentes, alcantarillas, drenaje longitudinal, subdrenaje y otros.
- Impacto de los materiales para la pavimentación y mantenimiento de calzadas.
- Impactos de la explotación de canteras y cauces.
- Impactos de la instalación y operación de plantas de asfalto o concreto hidráulico, instalación y operación de plantas de trituración de materiales pétreos e instalación de campamentos durante el tiempo que dure la obra.
- Disposición de sobrantes y escombros y las contempladas en el acápite precedente.

A.1.10 En el estudio de factibilidad del proyecto, deberán incluirse los costos para mitigar o compensar todos los impactos ambientales directos o indirectos potenciales identificados, analizados y valorizados en el correspondiente EIA, como producto de la construcción de una carretera.

A.1.11 Los EIA deben ser realizados por equipos multidisciplinarios integrados por especialistas conforme la normativa Centroamericana de los Ministerios de Ambiente (y las leyes correspondientes de cada país) y de conformidad a las características específicas de cada proyecto, las que deberán incluirse en los Términos de Referencia, de tal manera que se asegure un enfoque integral de la problemática ambiental.

A.1.12 Toda explotación de sitios de préstamos deberá ser concebida y planificada de forma tal que al ser abandonadas no representen peligro para las personas o animales del área; no deberán dejarse excavaciones profundas o taludes susceptibles a deslizamientos. El área deberá ser revegetada y reacondicionada antes de ser abandonada. En este caso, se deberán planificar sistemas de drenaje pluviales temporales a los cuales se les aplicará trampas y barreras de sedimentación evitando que la mayor parte de los sedimentos alcancen los ríos u otros cursos de agua.

A.1.13 A los trabajadores de la obra deberá dárseles el adecuado entrenamiento sobre medidas ambientales, seguridad laboral e higiene y programas de contingencias frente a emergencias.

A.1.14 Cuando la magnitud de los trabajos involucre el uso de maquinaria pesada y la instalación de plantas trituradoras o quebradoras, de asfalto o de concreto hidráulico, se deberán mantener estas instalaciones y equipos en óptimas condiciones mecánicas. Con ello se podrán prevenir accidentes y reducir los efectos contaminantes de las emisiones y el ruido. Una máquina en buenas condiciones genera menos elementos contaminantes que otra en mal estado.

A.1.15 En caso de apertura de accesos en zonas de fuerte pendiente y donde se prevea un posible aporte a cuerpos hídricos o arrasamiento de la vegetación, se deberá

planificar la instalación de puntales de madera para la retención de material procedente del corte de la vía.

- A.1.16 Para mitigar el efecto producido por las emisiones de polvo y partículas debido al tránsito de vehículos y maquinaria por accesos desprovistos de capa de rodadura, se deberá realizar, en épocas de tiempo seco, el humedecimiento periódico de dichas vías. Se prohíbe el riego de aceite quemado para atenuar este efecto.
- A.1.17 En todas las etapas del ciclo vial se debe tomar en cuenta la vulnerabilidad a desastres naturales y contemplar la previsión de los posibles fenómenos naturales y el apoyo a los programas de respuesta a emergencias, producidos por éstos, así como los de orden antrópico.

## **A.2 Normas Ambientales Específicas sobre Manejo de Recursos Naturales**

- A.2.1 La capa vegetal o biológica que se encuentra en la parte superior del suelo, compuesta por desechos vegetales benéficos que en su actividad permiten la aireación del suelo y que es rica en materia orgánica y en ácidos húmicos, debe ser protegida y almacenada en áreas previamente seleccionadas ya que en ella subyace el recurso físico-biótico indispensable para el desarrollo de una actividad biológica y debe conservarse y manejarse para recuperar áreas donde se tengan que realizar procesos de empastado y revegetación o fertilización de áreas aledañas o de barreras vivas.
- A.2.2 Garantizar el abastecimiento de agua potable en cantidad suficiente y oportuna a la población de los campamentos, se preferirá la utilización de fuentes subterráneas por medio de la excavación de pozos que serán tratados, en caso de ser necesario, con soluciones de hipoclorito u otros compuestos químicos recomendados para el efecto.
- A.2.3 Si la investigación de los recursos biológicos indica que los bancos de préstamo, áreas de diferentes usos o de disposición de desechos, pueden afectar adversamente a humedales o que implique la descarga de materiales en dichos ecosistemas, no se podrán aprobar dichas áreas para esos usos.
- A.2.4 Cuando el corredor vial atraviese zonas boscosas o en las áreas adyacentes al derecho de vía exista este recurso, tal es el caso de áreas protegidas o municipales u otras tierras públicas o privadas, se deberá cumplir con todas las regulaciones de las autoridades ambientales, municipalidades y otra que tenga jurisdicción en la protección de bosques y parques, especialmente lo relativo al control de incendios forestales.
- A.2.5 Se deberá proveer alternativas de consumo energético para que el personal de la obra pueda reducir el uso de leña o madera en el área del proyecto y tomar todas las precauciones para impedir que los trabajadores enciendan fuegos innecesarios.

- A.2.6 Cuando se requiera en el EIA del Proyecto Vial, establecer cercas vivas, el trabajo podrá realizarse mediante el suministro y siembra de postes o estacas retoñables, árboles provenientes de viveros. Se dará mantenimiento inicial mediante la fertilización, riego durante la época seca y el control de la malezas a fin de garantizar su sobrevivencia. **Anexo I**.
- A.2.7 Si la remoción de cercas vivas es inevitable, la instalación o reposición de las mismas se debe realizar con especies similares o con otras propias de la zona, preferiblemente que sean de rápido crecimiento, de follaje permanente y ubicadas en el límite del derecho de vía, salvo que el plan de reforestación indique otra cosa.
- A.2.8 La caza y pesca están prohibidas en todas las áreas de influencia de los corredores viales, las cuales deberán establecerse claramente en los Estudios de Impacto Ambiental.
- A.2.9 Cuando se demuestre la presencia de especies de flora y fauna amenazadas, endémicas o en peligro de extinción o que su hábitat podría ser alterado por la explotación de un banco de préstamo, áreas de usos varios o de desechos, no se podrán usar tales áreas para esos fines.
- A.2.10 Cuando un trazo nuevo pase por áreas donde el EIA reporte especies endémicas, amenazadas o en peligro de extinción, se deberá elaborar un plan de manejo para la conservación "*in situ*" de dichas especies, el cual deberá ser prioritario en el diseño para que pueda obtenerse el permiso correspondiente por parte de las autoridades ambientales.
- A.2.11 Cuando los corredores viales pasen por zonas adyacentes o de influencia a áreas protegidas, se deberá incluir en el EIA un programa de manejo del área que incluya un componente para la conservación "*in situ*" de las especies endémicas, amenazadas o en peligro de extinción. El programa de manejo incluirá también un manual de procedimientos que deberán observar los trabajadores de la obra, realizándose la capacitación correspondiente.
- A.2.12 En la etapa de planificación, se deberán identificar los movimientos de las especies migratorias, que pueden ser interrumpidos por la vialidad. En tal caso debe preverse la construcción de pasos para fauna silvestre y otras medidas preventivas para no afectar sus poblaciones. El EIA determinará las áreas más vulnerables.
- A.2.13 Los EIA determinarán la necesidad de un corredor para peces u otros organismos de vida silvestre acuática para preservar los hábitats. En los cruces de corrientes, bahías o lagos con pedraplenes, se deberá dejar alcantarillas para las migraciones de estas especies.
- A.2.14 Deberán identificarse aquellos sitios que presenten interés científico y académico desde el punto de vista de "geotopo", con el objeto de protegerlos, proponer su manejo y/o hacer el desarrollo compatible con la obra que se planifica ejecutar. En



MANUAL CENTROAMERICANO DE NORMAS AMBIENTALES PARA EL DISEÑO, CONSTRUCCIÓN  
Y MANTENIMIENTO DE CARRETERAS

las etapas de diseño y construcción deberán identificarse nuevamente o reafirmarse para que no sean ignorados estos recursos geológicos.



# Normas Ambientales para la Etapa de Diseño

## **B. NORMAS AMBIENTALES PARA LA ETAPA DE DISEÑO**

El Contratante de la obra vial debe cerciorarse de que los planos de construcción y el presupuesto incluyan todas las obras ambientales específicas establecidas en los EIA así como en los permisos o licencias correspondientes.

La apertura de accesos, por parte de los contratistas, para desplazar personal, maquinaria y materiales hacia los diferentes frentes de trabajo, en ocasiones causa más impactos que la construcción misma de la vía, debido a que en la mayoría de los casos los constructores abren los accesos sin tener un diseño previo de los mismos. A lo anterior se suma el hecho de que no se establecen presupuestos para esta actividad, razón que conlleva a que la misma se ejecute con el mínimo de inversión en los aspectos técnicos y de control ambiental.

Se evitarán las rutas con tramos de pendientes muy fuertes o prolongadas ya que a mayores pendientes, mayores los riesgos de erosión en las áreas contiguas al camino o carretera.

Dentro de los impactos más frecuentes se pueden mencionar los siguientes:

- Pérdida de cobertura vegetal,
- Afectación de especies vegetales cercanas,
- Aparición de fenómenos erosivos,
- Desestabilización de taludes y laderas naturales,
- Compactación de suelos,
- Atropellamiento o ahuyentamiento de fauna,
- Arrojo de material sobrante a media ladera,
- Obstrucción de drenajes,
- Inestabilidad de márgenes,
- Emisiones de polvo y partículas,
- Emisiones de gases y ruido,
- Cambios en el paisaje,
- Deterioro de infraestructura existente,
- Afectación de predios aledaños, entre otros.

Las normas ambientales que deben observarse para esta etapa, son las siguientes:

### **B.1 Normas Ambientales Generales**

B.1.1 Deberá inspeccionarse el sitio de la obra propuesta, estudiar las características de la misma y su relación con el entorno natural y antrópico, sus dificultades y desafíos y la magnitud y costo de afrontar los problemas de protección del ambiente y los recursos naturales.

- B.1.2 Deberá realizarse una evaluación y síntesis de los impactos o alteraciones sobre el ambiente humano y social. Todos los cambios o implicaciones de orden o rehabilitación de zonas pobladas, deben estar identificadas en el Estudio de Impacto Ambiental (EIA), con sus correspondientes medidas ambientales e incorporadas en la etapa de diseño del proyecto, en los planos, presupuestos, en las especificaciones técnicas ambientales y en los documentos de licitación.
- B.1.3 Esta etapa debe contemplar un Programa de Manejo Ambiental (PAMA), en el cual se indicará cómo y cuándo se estima poner en práctica las medidas ambientales mitigatorias o compensatorias, de reducción de riesgos y desastres. Este programa deberá ser elaborado por el contratante y deberá incluir los trabajos ambientales que serán realizados en la etapa de postconstrucción.
- B.1.4 Una vez realizado el levantamiento topográfico del trazo de la carretera, con el objeto de prever las medidas ambientales y de ingeniería necesarias, deberán identificarse las zonas donde se potencie la desestabilización de taludes y rellenos, zonas inestables debido a fallamientos y fracturas, movimiento de las aguas subterráneas que puedan afectar la obra, o donde ésta pueda alterar las líneas naturales de flujo.
- B.1.5 Se deberán identificar áreas con taludes inestables de macizos rocosos debido a fallamiento y fracturamiento, cuya ubicación se hizo en primera aproximación en los mapas de la planificación de la obra, con el fin de aplicar las medidas de prevención, mitigación o de corrección necesarias.
- B.1.6 Con el propósito de establecer geotopos, en esta etapa de diseño deberá prestarse atención a sitios como:
- Todas las secciones tipo estratotipos y paraestrototipos<sup>5</sup>.
  - Fósiles clásicos como serían las zonas con fósiles arrecifales en la provincia de Limón, Costa Rica, Carboneras en el Departamento de Izabal, Guatemala y otras similares.
  - Sitios con minerales extraordinarios, zonas de pegmatitas, y otras.
  - Sitios con rasgos tectónicos relevantes: zonas claras de falla, discordancias locales y regionales, pliegues locales y regionales, y otras.
  - Paisaje volcánico que incluye la cadena volcánica de Centroamérica, zonas de fondo oceánico expuestas, con "pillow" lavas y otras.
  - Paisaje kárstico
  - Zonas tipificadas de riesgo geológico que ya han sido estabilizadas, puesto que pueden utilizarse como sitios escuela para la enseñanza de la geología ambiental aplicada.

---

<sup>5</sup> En Centroamérica, serían las secciones tipo de las Formaciones Geológicas definidas en el Diagnóstico del Manual para cada país, ya que son referencia nacional e internacional. (Sección 6.1.3.1 Geomorfología y Geología, Figura 6.1.1, del Diagnóstico del Manual).

- Sitios hidrogeológicos: cascadas, pozos, siguanes, aguadas, mogotes, cimas, y otras.
  - Geomorfotipos: dunas, barjanes, gargantas y otros.
  - Paisajes erosivos: riscos erosivos en el municipio de Momostenango, Guatemala y otros similares.
  - Minas abandonadas y restauradas.
- B.1.7 En esta etapa se definirá la ubicación de la mayoría de bancos de préstamo y su estrategia de explotación; deberá de tomarse en cuenta y de manera prioritaria la intervención deberá realizarse desde la parte trasera del área de préstamo y no en el frente inmediato a la carretera, con el fin de evitar el impacto visual directo, así como taludes de corte inestables que afecten directamente el trazo de la carretera.
- B.1.8 En todos los sitios de botaderos de material, deberá establecerse su capacidad volumétrica, prestando especial cuidado a:
- Que los sitios no se encuentren en humedales, fuentes de agua, quebradas importantes que puedan ser obstruidas y que se causen problemas aguas abajo;
  - Que no se afecten sitios de interés académico y científico e infraestructura pública o privada.
  - Prever el sistema de estabilización del relleno ya sea estructural o biológico.
  - Los permisos con los propietarios de los terrenos deberán obtenerse para no entrar en conflicto de uso;
  - Tomar en cuenta las características hidrogeológicas del substrato, la litología del entorno, aspectos paisajísticos como ocultación y capacidad camufladora de la zona;
  - La proximidad o no a fuentes generadoras de residuos; y
  - La naturaleza de los vertidos.
- B.1.9 Se deberá coordinar con las autoridades municipales, con el fin de colocar parte del material pétreo de desperdicio en los basureros locales municipales, colaborando de esta manera con la mitigación de malos olores y aumento de vectores infecciosos.
- B.1.10 Se deberán identificar depresiones secas o antiguas canteras para la disposición del material sobrante. El relleno de terrenos municipales donde se pueda construir alguna infraestructura como escuelas, mercados o espacios recreativos como campos de balompié por ejemplo, pueden ser alternativas para darle un uso adecuado a los desperdicios de corte y relleno de las carreteras.
- B.1.11 Se deberá tener especial cuidado al diseñar las obras viales, con las proyectadas excavaciones en aquellas áreas donde pueden cortarse los acuíferos y causar disminución u otros daños al nivel freático, alterando el abastecimiento de pozos para consumo humano y otros. Deberá por tanto, evitarse la remoción de capas superficiales de tierra encima de acuíferos, para así proteger el nivel freático de una contaminación eventual desde la superficie.

- B.1.12 Deberán quedar claramente establecidas las áreas de inestabilidad geológica y geotécnica que ameriten un manejo particular durante la ejecución de la obra. También, deben identificarse los procesos geomorfodinámicos actuales o latentes, que puedan representar riesgos para la sostenibilidad del proyecto y estabilidad de las obras.
- B.1.13 Se registrarán las condiciones generales de erosión en las cuencas de influencia al proyecto y sus implicaciones sobre las obras de arte en términos de deposición / colmatación de las mismas.
- B.1.14 Los suelos deberán ser analizados desde el punto de vista de su capacidad productiva agrícola, pecuaria y forestal, con el objeto de evitar en lo posible el uso de las mejores tierras para obras de infraestructura vial y otras similares.
- B.1.15 El análisis de los recursos hídricos, suelos y bosques se debe realizar a nivel de cuenca, contemplándose, dentro de otros, los siguientes aspectos: cantidad, calidad y distribución de los recursos, limitaciones de uso, redes de drenaje y cuerpos de agua que pueden ser afectados.
- B.1.16 Se deben considerar los aspectos climáticos que hacen más vulnerable a la red vial, tales como cambios atmosféricos, ocurrencia de estos fenómenos, régimen de lluvias, temperatura y vientos.
- B.1.17 Deben analizarse las formaciones vegetales presentes en el área y su composición florística a fin de evaluar económica y ecológicamente los impactos de las alternativas de trazo. Asimismo, deberán tomarse en cuenta los programas de protección de las áreas silvestres protegidas e integrarse con las medidas y especificaciones técnicas ambientales.
- B.1.18 En el análisis debe contemplarse la fragilidad de los hábitats e interrupción de las rutas de migración de la vida silvestre. Se deberán tomar en cuenta las listas de especies amenazadas, únicas, de valor cinegético y las necesidades de conservación.
- B.1.19 Se deberá realizar una interpretación y explicación de la situación social actualizada en el área de influencia donde será construida la vía y las posibles tendencias de la misma en situaciones con y sin proyecto. Dicha información deberá ser analizada de manera cuantitativa y cualitativa sobre las áreas de influencia directa e indirecta de la vía. En la dimensión social se deberán considerar los siguientes aspectos:
- Consulta y concertación
  - Lineamientos de participación
  - Demografía
  - Salud
  - Componente cultural

- Economía
- Organización y Presencia Institucional
- Otros aspectos propios de la región

B.1.21 El Programa de Manejo Ambiental deberá ajustarse en forma coordinada con el diseño de las obras, de tal manera que se vayan utilizando los datos generados en esa etapa.

B.1.22 Los diseños de los corredores viales deberán prever en caso de emergencias, que tanto las rutas alternas como las salidas y conexiones a lugares seguros, se prevean y sean ambientalmente factibles y sostenibles.

B.1.23 Se deberá en esta etapa contemplar los aspectos paisajísticos, con el fin de lograr una integración de la obra vial con la armonía estética del área.

## **B.2 Normas Específicas sobre Manejo de Recursos Naturales**

B.2.1 En zonas de pendientes o medias laderas (poca inclinación), se debe conservar la capa de suelo fértil mediante la utilización de refuerzos laterales. Este material será reutilizado en la recuperación de taludes conformados en la construcción de la vía.

B.2.2 En el caso que sea necesario almacenar este material, debe disponerse en capas cuya altura no supere los 2 o 3 m., en una superficie plana que impida su compactación. Durante el tiempo en que los suelos permanezcan almacenados deben ser engramillados o cubiertos con plástico, con el fin de evitar la degradación de la estructura original por compactación y así compensar las pérdidas de materia orgánica y subsecuentemente inducir la formación de una capa vegetal para la subsistencia de la microflora original.

B.2.3 Las principales obras que se deberán construir para evitar daños por las aguas subterráneas son: drenes horizontales, filtros longitudinales y trincheras estabilizadoras ya que el agua subterránea produce un aumento del peso de la masa deslizante, un incremento de la presión hidrostática en las grietas y por último un incremento de la presión de poros, lo cual da origen a la disminución de la resistencia al esfuerzo cortante del suelo.

B.2.4 Cuando existe una capa freática debajo de la obra, así como cuando se realizan faenas en áreas de recarga de acuíferos por reducción de la tasa de infiltración, deben evitarse los trabajos en estas zonas; en el caso de no poder evitarse, la solución deseable debe ser la de recoger las aguas de escorrentía y una vez tratadas, verterlas en las zonas de recarga; o en el caso de no tratarlas, conducir las mediante cunetas y canalizaciones fuera de la zona de captación. En esta etapa deben considerarse los presupuestos y diseños necesarios para esas obras.

- B.2.5 En sitios de humedales es necesario el uso de varios desagües con el fondo a nivel de tierra, para evitar erosión y permitir la libre circulación de las aguas.
- B.2.6 En áreas vulnerables a tormentas eléctricas, se deben instalar pararrayos en los campamentos; además, deberán mantenerse extintores adecuados y una brigada entrenada y equipada para apagar fuegos, en los sitios de operaciones que conlleven el riesgo de incendios.
- B.2.7 Se deberán construir pasos para poblaciones de especies migratorias cuyo desplazamiento es interrumpido por la vialidad, como en el caso de anfibios, reptiles y algunos mamíferos. Las estructuras podrán ser de concreto, de metal u otro material conforme lo establezca el EIA.
- B.2.8 Se deben usar especies de plantas propias de las ecozonas o franjas limitrofes entre ecosistemas (ecotonos), por ser éstas más resistentes al viento y el fuego, para reforestación de las áreas adyacentes a la vía y otras a reforestar, ya que contribuyen a mejorar el hábitat de los animales silvestres y facilitar su migración.
- B.2.9 Se debe asegurar que todos los aspectos técnico – ambientales de los EIA, referentes a la gestión de las áreas de influencia de los corredores biológicos y áreas protegidas, se incluyan en la etapa de diseño.





# Normas Ambientales para la Etapa de Construcción

## C. NORMAS AMBIENTALES PARA LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

El Contratista debe cumplir con todas las regulaciones, leyes, decretos o normas relativas a la Protección Ambiental tanto locales como nacionales que, de una forma u otra, involucren la Construcción Vial (reconstrucción, rehabilitación, mejoramiento, ampliación y otras), esta etapa se ha dividido en las siguientes fases:

- Implementación;
- Supervisión ambiental;
- Construcción y operación de campamentos;
- Apertura y adecuación de accesos;
- Plantas trituradora, de asfalto y /o de concreto;
- Operación de maquinaria;
- Transporte y acarreos;
- Bancos de préstamo o canteras,
- Cortes y rellenos o terraplenes;
- Secciones típicas para excavación en roca;
- Secciones típicas para excavación en tierra;
- Secciones típicas para construcción de rellenos;
- Secciones típicas para rellenos sobre áreas húmedas;
- Depósito de desperdicios en botaderos;
- Medidas para protección de taludes;
- Construcción de obras de drenaje;
- Construcción de puentes y obras especiales;
- Construcción de túneles;
- Extendido y compactación de carpeta de rodadura;
- Demarcación y señalización temporal y definitiva;
- Limpieza final de la obra; y
- Finalización de los trabajos de construcción.

Las normas ambientales que deberán aplicarse en esta etapa son las siguientes:

### C.1 Implementación

C.1.1 Toda empresa constructora que licite, debe inspeccionar el sitio de la obra propuesta, estudiar las características de la misma y su relación con el entorno natural y antrópico, sus dificultades, desafíos, la magnitud y el costo de implementar las medidas ambientales y de protección y conservación de los recursos naturales. Si los trabajos se realizan por administración estatal, también se deberá observar esta misma norma.

C.1.2 El Contratista es el responsable de la implementación de todas las medidas incluidas en el PAMA definido por el contratante, en el cual se deberá programar la ejecución de tales medidas ambientales.

- C.1.3 Los campamentos deberán estar localizados fuera de áreas pobladas (500 m. como distancia mínima), contar con un plano topográfico con curvas de nivel a 50 cm. de intervalo vertical en terrenos planos y de 1 m. en terrenos inclinados, a fin de definir las estructuras de protección y las medidas ambientales contra: erosión, ruido, emanaciones de polvo, disposiciones de basuras, malos olores y todo aquello que afecte la higiene, la salud y el ambiente de los trabajadores de la obra y de los asentamientos humanos cercanos.
- C.1.4 Los dormitorios y comedores del campamento deberán estar localizados a no menos que 50 metros de distancia de los talleres de servicio y de la estación de combustibles, para mitigar ruidos, vibraciones, emanación de gases y polvo que puedan afectar a los trabajadores.
- C.1.5 Los campamentos deberán estar rodeados por una faja perimetral de 10 m. de ancho sin vegetación, para que sirva de brecha contra incendios. La remoción y eliminación de la vegetación nunca debe hacerse con fuegos o quemas controladas en el sitio. Para la deforestación del área del campamento, se contará con el permiso previo y una vez concluidas las obras deberá ser reforestado.
- C.1.6 Previo al inicio de las actividades de excavación se deberá verificar las recomendaciones establecidas en los diseños con relación a las obras que garantizarán la estabilidad de los taludes de corte y terraplén de la vía. De acuerdo al tipo de material a excavar y a la altura del corte se deben controlar los fenómenos geomorfológicos tales como remoción en masa y erosión. Dentro de las obras tendientes a estabilizar los taludes que vayan resultando del corte, se deberán considerar filtros franceses, drenes horizontales donde los niveles freáticos sean altos, zanjas de coronación, terracedos y muros de contención, entre otras.
- C.1.7. Con el fin de garantizar la estabilidad de los taludes es necesario que su inclinación no supere nunca las pendientes recomendadas en el estudio geotécnico.
- C.1.8 Los árboles a talarse por obstaculizar el derecho de vía u otra razón, deberán ser utilizados en la instalación de las cercas vivas, siempre y cuando cumplan con las condiciones bióticas necesarias, en caso contrario buscar otros usos que no sea la quema del material.
- C.1.9 Todo el personal involucrado en la obra debe estar obligado a acatar la prohibición para cazar, en el área de influencia del proyecto, aún en los días feriados, de descanso y/o domingos.
- C.1.10 Se deberá asegurar que todos los aspectos ambientales contenidos en las fases de planificación y diseño, con relación a la incorporación de los programas de protección de los recursos naturales de las áreas protegidas o corredores biológicos, sean debidamente implementados.

- C.1.11 Se deberá prever los recursos necesarios para que en casos de desastres, se habiliten y señalicen las rutas alternas a lugares seguros o para conectar con otras vías.
- C.1.12 Los caminos provisionales para usos complementarios o auxiliares a la ruta, como botaderos a bancos de préstamo y otros, deberán aprovecharse para dirigir el tráfico a lugares seguros, en tanto que disminuyen los efectos de los desastres que motivaron su utilización.

## C.2 Supervisión Ambiental

Toda obra vial para su ejecución, debe contar con una supervisión ambiental específica, que será responsable de monitorear la implementación del Programa de Manejo Ambiental PAMA, que incluya el cumplimiento de las medidas ambientales y especificaciones técnicas, para garantizar la protección del medio ambiente y los recursos naturales. La supervisión ambiental deberá concentrarse principalmente en la construcción de los tramos críticos desde el punto de vista de la protección del medio ambiente y la vulnerabilidad.

La responsabilidad de contratar al Supervisor Ambiental recae en la empresa Supervisora de la obra.

Son atribuciones o responsabilidades de la supervisión ambiental las siguientes:

- C.2.1 Verificar que las medidas ambientales descritas en el (PAMA) del proyecto sean llevadas a cabo, así como el uso de buenas prácticas de ingeniería y de métodos de construcción ambientalmente sostenibles, con el propósito de proteger al medio ambiente y asegurar la calidad de la obra.
- C.2.2 Controlar que el personal de la obra expuesto a ruidos arriba de 80 decibeles, deberá contar con dispositivos de protección personal, siempre que no se logre disminuir el ruido por otros procedimientos.
- C.2.3 Vigilar que con el propósito de abatir el ruido, en áreas semiurbanas o rurales pobladas, donde prevalecen normalmente condiciones de silencio, no se deberá operar equipo que emita ruidos arriba de 80 decibeles, entre las 6:00 PM y 7:00 AM, excepto en condiciones de emergencia o autorización específica por autoridad competente.
- C.2.4 Verificar que las máquinas o herramientas que originen trepidaciones, tales como los martillos neumáticos, martinets para hincar pilotes, apisonadoras, perforadoras, compresores, remachadoras, compactadores, vibradores y similares, deben estar provistas de horquillas u otros dispositivos amortiguadores y, al trabajador que las utilice, se le proveerá de equipo de protección personal antivibraciones tales como cinturón, guantes, almohadillas, botas, etc.

- C.2.5 Controlar que las máquinas autopropulsadas, como tractores, mototraillas, excavadoras y similares que produzcan trepidaciones y vibraciones, deben estar provistas de asientos con amortiguadores y sus operadores serán provistos de equipo de protección personal adecuado, como fajas, guantes, etc.
- C.2.6 Velar porque el Contratista provea todo el equipo de protección personal a los operadores de los diferentes equipos utilizados en un proyecto vial y, al mismo tiempo, instruir a los trabajadores en cuanto a la obligatoriedad del uso del equipo; será responsabilidad del Contratista la aplicación de medidas disciplinarias o sanciones ante cualquier negligencia de los operadores por no usar o usar inadecuadamente el equipo de protección.
- C.2.7 Verificar que el contratista sólo altere las áreas dentro de las servidumbres del camino y los sitios de las estructuras temporales; en principio, no permitirá la intervención en otras áreas y exigirá la pronta revegetación de los sitios donde se hayan terminado los trabajos.
- C.2.8 Exigir al contratista la utilización de señalamiento preventivo durante la ejecución de trabajos en caminos que estén abiertos al tránsito vehicular, como también exigirá la dotación del personal del contratista con chalecos, cascos, botas y demás equipo de seguridad.
- C.2.9 Vigilar que los taludes tanto en corte como en relleno se construyan con las pendientes indicadas en los planos, velará por la correcta construcción de las obras complementarias de drenaje y control de erosión contenidas en las especificaciones y planos; verificará en campo la necesidad de construir obras nuevas.
- C.2.10 Para realizar los cambios en los taludes recomendados durante la fase de diseño; deberá supervisar el cumplimiento de los planes presentados para la explotación de los sitios de préstamos y de extracción de materiales.
- C.2.11 Coordinar los casos de cambio de sitios de explotación, la realización de las pruebas de laboratorio para escoger, delimitar y programar un nuevo plan de explotación para otros sitios de préstamos; deberá igualmente vigilar el correcto uso de los vertederos y las medidas de prevención y mitigación ambiental.
- C.2.12 Velar porque antes de cualquier movimiento de tierra en el área donde se construirá el campamento, se deberán preparar los equipos y materiales necesarios para garantizar el correcto manejo de las aguas lluvias; se construirán sistemas de drenajes superficiales, revestimientos, trampas de sedimentación y se canalizarán las aguas minimizando los efectos de la erosión.
- C.2.13 Velar porque en condiciones especiales y en casos indispensables, se deberá contratar el diseño, montaje y operación de una planta de tratamiento de aguas residuales cuyo objetivo principal será mantener una adecuada Demanda

Bioquímica de Oxígeno (DBO), disminuir los sólidos suspendidos a niveles tolerables, reducir organismos patógenos y los compuestos de nitrógeno y fósforo. Para verter las aguas de la planta de tratamiento se deberán cumplir las normas de descargas de efluentes vigentes.

C.2.14 Verificar que los equipos deberán operarse de manera tal que causen el mínimo deterioro a los suelos, vegetación y cursos de agua. El Supervisor Ambiental no deberá permitir el uso, tránsito o estacionamiento de equipo móvil en lechos de quebradas o ríos, a menos que la naturaleza del trabajo así lo exija.

### C.3 Construcción y Operación de Campamentos

En la construcción y operación de campamentos se pueden presentar diversas afectaciones sobre el entorno, relacionadas principalmente con:

- La remoción y afectación de cobertura vegetal;
- Cambios temporales en el uso del suelo y en sus propiedades físico-químicas;
- Emisiones de gases y ruidos;
- Emisión de partículas;
- Aporte de aguas residuales domésticas;
- Sedimentos;
- Lubricantes e hidrocarburos a cuerpos hídricos;
- Modificación de flujos de agua;
- Ahuyentamiento de fauna;
- Incremento de las actividades de caza;
- Alteración de las costumbres y cultura de comunidades cercanas;
- Demanda de mano de obra;
- Demanda de servicios públicos;
- Demanda de bienes y servicios;
- Aumento de riesgos de accidentalidad;
- Cambios negativos en la percepción del paisaje, entre otros.

C.3.1 Deberá reducirse la alteración de la calidad del aire a través del control de las emisiones de los motores del equipo de construcción, mediante el buen funcionamiento mecánico de los mismos.

C.3.2 La alteración del aire causada por el polvo y otras partículas en suspensión, se controlará mediante la aplicación de riegos de agua o de productos aprobados. Para el caso del material apilado, no se podrá colocar por ningún motivo en áreas pobladas y cuando esté próximo a asentamientos humanos, el contratista debe realizar riegos periódicos o proteger con nylon u otros elementos, el material acumulado.

C.3.3 Los ruidos y vibraciones deben ser reducidos en lo posible en su foco de origen, tratando de aminorar su propagación en los lugares de trabajo.

- C.3.4 En el contrato se definirá la responsabilidad de reportar y limpiar los derrames de gasolina, aceite diesel, aceite para motores, sustancias tóxicas y otras.
- C.3.5 La aplicación de riegos asfálticos de imprimación, riegos de liga y estabilizadores de suelos en la superficie de la vía, deberá evitar afectar aquellos suelos que quedan fuera de la superficie de la vía. Se deberá evitar también, la contaminación de arroyos, suministros de irrigación, humedales, embalses de agua y corrientes vivas.
- C.3.6 Se deberá considerar la incorporación de estructuras provisionales de canalización y contención de sedimentos.
- C.3.7 Todo el material orgánico de desecho proveniente de las operaciones de limpieza y desmonte o descapote deberá ser apilado en sitio, lejos de los cursos de agua, para ser finalmente depositado en el sitio de botadero más cercano al lugar de trabajo que haya sido aprobado para tales fines.
- C.3.8 Las consideraciones ambientales que deberán tomarse durante las actividades de pavimentación son: el control del polvo por medio de riego de agua y la correcta disposición temporal de los áridos o materiales utilizados en las distintas capas del pavimento (en sitios fuera del recorrido de las aguas de escorrentía), para evitar la afectación de los drenajes temporales del camino.
- C.3.9 La localización de las plantas de concreto asfáltico e hidráulico y canteras se efectuará en zonas alejadas por lo menos 200 metros de viviendas, áreas residenciales, comerciales o recreativas. El EIA podrá definir una distancia mayor, de acuerdo con características particulares del proyecto y su entorno. Se seguirán todas las normativas ambientales referidas anteriormente respecto a la lejanía de los cursos de agua, la estabilidad de los suelos y las previsiones contra erosiones o socavaciones.
- C.3.10 Sobre la generación de ruidos, se recomienda que el máximo nivel detectable a 50 metros de las instalaciones citadas en el inciso precedente, no exceda de 70 dBA entre las 7 a.m. y las 6 p.m. y 55 dBA entre las 6 p.m. y las 7 a.m. Todo el personal que labore en estos sitios deberá utilizar equipos de protección personal, incluyendo orejeras, anteojos de seguridad y equipos de protección respiratoria.
- C.3.11 Los sistemas de recolección de polvo en las fuentes de extracción de material deberán estar basados en la trituración en húmedo del material rocoso. Para los casos de las plantas de concreto asfáltico e hidráulico debe usarse el sistema de recolección de polvo que recomiende el fabricante.
- C.3.12 El abastecimiento de combustible y las operaciones de mantenimiento deben realizarse únicamente dentro de las zonas y talleres encomendados para este fin, de manera que los desechos de estas actividades no contaminen los suelos y las aguas. Se deberá contar con un programa de mantenimiento de todo el equipo y maquinaria que utilice en el proyecto; esto ayudará a evitar accidentes al estar las

máquinas en perfectas condiciones mecánicas y que éstas produzcan menos emisiones y ruidos que contaminen el ambiente.

- C.3.13 Todo tanque o depósito fijo de combustibles o lubricantes, debe contener una fosa contingente al derrame e impermeable, para almacenar al menos 1/2 de la capacidad del tanque. En caso de que no sea la capacidad total del tanque a retener, deberá contarse con vigilancia permanente.
- C.3.14 En la construcción de los campamentos se evitará al máximo la realización de cortes de terreno, rellenos y remoción de vegetación y en lo posible, utilizar elementos prefabricados. Cuando sea estrictamente necesario remover la vegetación presente, además de contar con el permiso de aprovechamiento forestal, la tala y el descapote deberán realizarse en el área estrictamente necesaria para la construcción de vías de acceso y de edificaciones para vivienda, oficinas, talleres y parqueaderos.
- C.3.15 El material vegetal retirado, en la medida de lo posible se debe transplantar a zonas desprotegidas, iniciando procesos de revegetación y reforestación perimetral a fin de crear barreras vivas que minimicen los impactos relacionados con ruido y emisiones de partículas. Se prohíbe el tráfico de madera para cocción de alimentos y fines lucrativos.
- C.3.16 De ninguna manera se permitirá el vertimiento de aguas negras a los cuerpos de agua cercanos. Se deberán construir sistemas adecuados para la disposición de residuos, líquidos y sólidos y los vertimientos se harán de conformidad con lo establecido en los Códigos de Salud y otras leyes pertinentes. Se dispondrán estratégicamente barriles para depósito de basuras.
- C.3.17 Se instalarán en las zonas de lavado de maquinaria sistemas de desarenadores y trampas de grasas, asimismo, los patios destinados para la realización de estas operaciones deben estar alejados de cursos y cuerpos de agua. Los residuos provenientes de estas operaciones se depositarán en los lugares seleccionados y aprobados para tal fin.
- C.3.18 En la conformación de las capas de base y subbase, se deberá cubrir con lonas impermeables los montículos de material almacenados temporalmente, para evitar el arrastre de partículas a la atmósfera y cuerpos hídricos cercanos por acción eólica o hídrica.
- C.3.19 Para disminuir el efecto barrera sobre la fauna silvestre y la fragmentación de predios con vocación ganadera, se deberá prever la construcción de pasos de al menos dos metros de altura por cuatro de ancho.
- C.3.20 En los frentes de trabajo se deberá utilizar el tipo de sistema sanitario más apropiado al ambiente, el tiempo que duren las faenas y a las condiciones específicas de cada sitio, tales como: letrina de foso seco, letrina móvil, letrina



abonera con doble cámara para lugares húmedos y muy húmedos u otras similares que eviten la contaminación y el fecalismo al aire libre.

C.3.21 El contratista debe garantizar atención medica y laboral a los trabajadores.

C.3.22 Antes de finalizar las faenas de construcción, las áreas de campamento deberán ser limpiadas, retiradas las estructuras, cubrir con la tierra fértil que fuera acopiada al inicio de la construcción y reforestar dichas áreas.

#### **C.4 Apertura y Adecuación de Carreteras**

En la construcción de vías se entiende por desmonte la desaparición total de la cobertura vegetal que se encuentra en la zona de calzadas, bermas y cortes proyectados para la conformación de la estructura vial. Esta actividad constituye una de las principales acciones generadoras de impactos negativos sobre el ecosistema, pues conlleva inicialmente los siguientes impactos:

- Pérdida de la cobertura vegetal;
- Pérdida del sotobosque;
- Pérdida de suelo;
- Aumento de la escorrentía superficial;
- Favorece la invasión de especies que cambian la composición y estructura externa de la vegetación original y produce fragmentación de hábitats;
- Rompimiento del equilibrio ecosistémico;
- Pérdida de la diversidad biológica;
- Aumento de la presión sobre el recurso bosque y cambios negativos en la percepción del paisaje;
- Obstrucción del drenaje natural;
- Corta las vías migratorias de la fauna silvestre.

El manejo de la apertura y adecuación de accesos deberá realizarse siguiendo las siguientes normas:

C.4.1 El desmonte se ha de realizar en tramos ambientalmente vulnerables, bajo la dirección y supervisión de un especialista. Los árboles de valor genético, histórico, paisajístico, endémicos, amenazados, en peligro de extinción o que por su edad y/o calidad merezcan el calificativo de monumento natural, situados dentro de los límites o cercanos al derecho de vía, no serán removidos sino que, más bien, serán protegidos en forma satisfactoria.

C.4.2 En el caso de árboles dentro del derecho de vía, que posean alto valor genético, histórico o cultural y que puedan ser removidos a otro lugar, deberán ser trasladados utilizando las técnicas correspondientes y aprovechando la maquinaria utilizada en la apertura de brechas, de tal manera que se asegure su supervivencia en el nuevo sitio donde pueda desarrollarse adecuadamente.

- C.4.3 Los árboles que necesariamente deban ser removidos, deberán ser desramados y tumbados en tal forma que no se dañe la vegetación, estructuras, líneas de transmisión u otras propiedades adyacentes.
- C.4.4 La tala preferentemente será manual, con motosierra y no con bulldozer, para evitar daños a los suelos y a la vegetación cercana. Excepto en aquellos lugares donde se deben extraer raíces para evitar el daño a la capa de rodadura.
- C.4.5 La tala y roza producen un impacto negativo irreversible, por lo que se debe planear estrictamente el aprovechamiento de la vegetación presente en el corredor, sin sobrepasar el derecho de vía. Asimismo se debe limitar el área a afectar mediante levantamientos topográficos para evitar errores en el alineamiento.
- C.4.6 La tala de árboles debe realizarse a ras del suelo para evitar el rebrote y que se constituya con el tiempo en impedimento para el buen mantenimiento de la vía. Las ramas o fustes de diámetros pequeños se deben repicar y apilar a fin de disminuir el riesgo de incendio.
- C.4.7 La caída de los árboles debe hacerse en dirección a la brecha ya despejada, a fin de evitar el daño a los árboles adyacentes y atrofiar o destruir la regeneración natural de las especies circundantes. En condiciones muy desfavorables a la caída deseada del árbol, ésta se debe orientar con ayuda de cables mecánicos.
- C.4.8 Los desechos vegetales provenientes de la construcción de brechas y que consisten en fustes y ramas de diferentes diámetros, deberán disponerse adecuadamente. Por lo tanto se deberá efectuar una correcta selección del material vegetal, así como el almacenamiento de madera rolliza que debe ser objeto de apilamiento temporal a lo largo del corredor, de manera que no obstaculice las actividades propias de la obra.

#### **C.5 Plantas Trituradoras, de producción de concreto Asfáltico e hidráulico**

Esta actividad origina serias afectaciones al componente aire, especialmente ruido y emisiones de partículas finas provenientes del proceso de triturado y en los sitios de transferencia del material hacia los medios de transporte y almacenamiento. La operación de estas plantas, además, puede afectar el componente agua en lo relacionado con el lavado del material pétreo en su proceso de triturado y el lavado de las plantas de concreto.

Para la protección atmosférica, la legislación establece los mecanismos de prevención, control y atención de episodios por contaminación del aire generada por fuentes contaminantes fijas y móviles; las directrices y competencias para la fijación de nuevas normas de calidad de aire o niveles de emisión; las normas básicas para la fijación de los estándares de emisión y descarga de contaminantes a la atmósfera; las de emisión de

ruido y olores ofensivos; los permisos, los medios de control y vigilancia y la participación ciudadana, entre otros.

La operación de estas plantas, además, puede afectar al recurso agua en lo relacionado con el vertimiento originado en las plantas de asfalto o concreto hidráulico por el lavado de los filtros que controlan las emisiones de partículas al aire.

- C.5.1 Para la ubicación del lugar más apropiado para la instalación de la planta, se deben considerar los siguientes aspectos: dirección de los vientos (determinada en el campo), proximidad con la fuente de materiales y preferiblemente en medio de barreras naturales (vegetación alta, pequeñas formaciones de alto relieve). Debe estar ubicada a una distancia prudente que evite cualquier tipo de afectación a viviendas cercanas. El sitio de ubicación debe ser preferiblemente plano, hasta donde sea posible desprovisto de cobertura vegetal y de fácil acceso.
- C.5.2 Los promontorios por acumulación de material de descapote se deben cubrir con césped, logrando así tres importantes efectos: el primero de tipo paisajístico, otro de cerramiento para seguridad y aislamiento y finalmente, una reserva de material orgánico para recuperación de los suelos, luego de retiradas las plantas.
- C.5.3 Los lodos de material pétreo del fondo de las lagunas deben evacuarse periódicamente hacia zonas de secado y posteriormente deberán ser reutilizados en la fabricación de la mezcla o evacuarse hacia las zonas de disposición de material sobrante aprobados por la supervisión.
- C.5.4 La instalación de las plantas de concreto asfáltico e hidráulico se hará preferiblemente en el mismo lugar que la planta de trituración, permitiendo así compartir las mismas obras perimetrales descritas para este aspecto.
- C.5.5 Para el manejo de las emisiones de la planta de concreto se tendrán que utilizar los siguientes equipos de control: Silos de cemento, por ser alimentados por bombas neumáticas desde los camiones hasta los silos, se deberá realizar la instalación de filtros sobre los silos, con una capacidad superior al de las bombas; en la tolva báscula y el cargue de vehículos, el control también se efectuará por medio de filtros que puedan manejar un caudal adecuado. El control debe estar acompañado de un sistema de captación que cubra la zona de cargue y ventile la tolva báscula.
- C.5.5 El lavado de la planta, así como las aguas de escorrentía deberán conducirse mediante canales perimetrales hacia piscinas de decantación preferiblemente en concreto, con capacidad suficiente para retener las mezclas provenientes de dicho lavado.
- C.5.6 Las plantas de asfalto se deben ubicar a una distancia mayor de 25 m. de las oficinas administrativas o de las áreas de descanso, con el propósito de evitar las molestias ocasionadas por el ruido de los motores.

- C.5.7 El mantenimiento de la planta de asfalto debe prestar especial atención a los equipos de control para los gases del horno, los cuales pueden ser: lavadores de gases, ciclones o filtros de mangas con medios filtrantes para temperatura, dado que una excelente combustión garantiza una reducción de la emisión de ciertos gases contaminantes; se procurará mejorar las plantas de concreto asfáltico utilizando tecnologías más limpias en esta labor .
- C.5.8 Para las plantas que operan con lavadores húmedos como sistema de control y que generan residuos líquidos con sedimentos provenientes de los finos que salen por las chimeneas de las calderas. Las aguas deben ser conducidas hacia lagunas de sedimentación y posteriormente deben reutilizarse en el mismo proceso de filtración. A estas lagunas se les deberá realizar un mantenimiento periódico, consistente en la extracción de los lodos de fondo, los cuales se dispondrán temporalmente en zonas de secado, para luego ser nuevamente reutilizados en el proceso de elaboración de la mezcla. Se deberá, además, incorporar en la piscina de sedimentación, una trampa para retención de hidrocarburos y aceites.
- C.5.9 La planta de concreto, deber estar rodeada de un bordillo de contención de un mínimo de 20 cm. de altura, para que en caso de derrame, éste quede contenido dentro de un área definida para su remoción adecuada.

## **C.6 Operación de Maquinaria, Transporte y Acarreos.**

Los principales efectos que con más frecuencia se originan por esta actividad se relacionan con las emisiones de ruido, gases y partículas a la atmósfera, contaminación de aguas por lavado de maquinaria, desestabilización de márgenes en cruces con drenajes naturales, vertimientos de grasas y aceites, compactación de suelos, afectación de vegetación, atropellamiento de fauna, incremento de los accidentes, afectación de predios y el deterioro que produce el transporte de materiales por las vías de acceso a la construcción, que en muchos casos no tienen el soporte estructural necesario, entre otros aspectos.

- C.6.1 El transporte de material deberá cumplir con las regulaciones nacionales en lo que se refiere a carga, descarga, transporte, almacenamiento y disposición final de escombros, materiales, elementos, concretos y agregados sueltos de construcción, de demolición y capa orgánica, suelo y subsuelo de excavación.
- C.6.2 Los vehículos destinados para transporte de materiales deberán tener incorporados a su carrocería palangana, cama o platonos apropiados, a fin de que la carga depositada en ellos quede contenida en su totalidad, en forma tal que se evite el derrame, pérdida del material y el escurrimiento de material húmedo durante las faenas. Por lo tanto, la palangana, cama o platón debe estar constituido por una estructura continua que en su contorno no contenga roturas, perforaciones, ranuras o espacios. Las palanganas, camas o platonos empleados para este tipo de carga deberá estar en perfecto estado de mantenimiento. La carga deberá ser acomodada de tal manera que su volumen esté a ras de la palangana, es decir, a ras de los bordes superiores del platón o contenedor. Además, las puertas de

descargue de los vehículos que cuenten con ellas, deberán permanecer adecuadamente aseguradas y herméticamente cerradas durante el transporte.

- C.6.3 En los casos en que el transporte se realice a través de sitios poblados o vías abiertas al tránsito, es obligatorio cubrir la carga transportada con el fin de evitar la dispersión de la misma o emisiones fugitivas. La cobertura deberá ser material resistente para evitar que se rompa o se rasgue y deberá estar sujeta firmemente a las paredes exteriores de la palangana, cama o platón, en forma tal que caiga sobre el mismo por lo menos 30 cm. a partir del borde superior de la palangana.
- C.6.4 Se deberán elaborar manuales para la operación segura de las diferentes máquinas y equipos que se utilicen en labores de excavación a cielo abierto y el operador esta obligado a su utilización en forma segura y correcta.
- C.6.5 A todos los equipos se les deberá colocar en un lugar visible la capacidad de carga, la velocidad de operación recomendada y las advertencias de peligro especiales. Las instrucciones y advertencias deberán ser fácilmente identificables por el operador cuando éste se encuentre en situación de control.
- C.6.6 Los equipos pesados para el cargue y descargue deberán tener alarmas acústicas y ópticas, para operaciones de retroceso. En las cabinas de operación de los equipos no deberán viajar ni permanecer personas diferentes al operador, salvo que lo autorice el encargado de la seguridad industrial.
- C.6.7 Las emisiones de los motores de combustión interna están normalizadas en las leyes sectoriales, para asegurarse el cumplimiento de las mismas y no sobrepasar los niveles de emisiones y de opacidad permisibles, las maquinarias tendrán que estar en buen estado de funcionamiento.
- C.6.8 Al finalizar la obra, se deberán restablecer los caminos y vías de acceso que hayan sido destruidas por el transporte y maquinaria.

## **C.7 Bancos de Préstamo y Canteras**

Dentro de las actividades que involucran la extracción de materiales pétreos procedentes de canteras y lechos aluviales para su utilización en los diferentes procesos de construcción de carreteras, se generan diversos impactos sobre el ambiente.

Entre los impactos positivos, se puede mencionar que al extraer material laminarmente en cauces, respetando sus márgenes y no profundizando más de lo permitido, se mejora considerablemente la gradiente hidráulica. También se puede dar mantenimiento al cauce reforzando las márgenes.

En cuanto a los impactos negativos, en la explotación de lechos aluviales se puede presentar alteración en la dinámica fluvial asociada a los procesos de socavación

generados por la extracción de materiales dentro de los cauces o procesos de sedimentación producidos por el aporte de material a los cuerpos de agua, que inciden en una disminución de la capacidad de transporte y un aumento de arrastre de material en carga y en suspensión, lográndose así un efecto abrasivo y erosional diferencial de acuerdo con el tipo de materiales que se vayan encontrando. De otra parte esta actividad genera turbidez de las aguas con la consecuente afectación de la vida acuática y de los usuarios del recurso; además provoca variación en la morfología del cauce y desestabilización de taludes y márgenes hídricas.

Para mitigar los impactos negativos, las extracciones deben ir enfocadas hacia un equilibrio: erosión – profundidad – volumen extraído – metodología de extracción = volumen de extracción vrs volumen estático más reservas dinámicas.

Si se extrae el material adecuadamente en forma laminar se minimizan significativamente los efectos por socavación.

Con relación a la explotación de canteras, los impactos que se generan tienen que ver con:

- Desaparición de cobertura vegetal;
- Afectación de zonas de recarga hídrica;
- Alteración de los patrones de drenaje;
- Incremento de procesos erosivos;
- Inestabilidad de taludes y laderas naturales;
- Generación de procesos erosivos;
- Cambios en el uso del suelo;
- Emisión de partículas a la atmósfera;
- Generación de ruido;
- Ahuyentamiento de fauna;
- Afectación de predios cercanos;
- Afectación de yacimientos arqueológicos; y
- Alteración del paisaje, entre otros aspectos.

C.7.1 Las zonas para extracción de materiales de construcción (bancos de préstamo de arenas, gravas, piedra u otros materiales a utilizar), sean de peñas o playones de ríos o quebradas, deberán ser seleccionadas previo a un análisis de alternativas y su explotación será sometida a aprobación con la presentación del respectivo PAMA para la explotación y posterior readecuación morfológica y revegetalización. El material superficial o de descapote removido de una zona de préstamo, debe ser almacenado para ser reutilizado posteriormente en las restauraciones futuras.

C.7.2 Cuando la calidad del material lo permita, se deberán aprovechar los materiales de los cortes para realizar rellenos o como fuente de materiales constructivos, con el fin de minimizar la necesidad de explotar otras fuentes y disminuir los costos ambientales. Los desechos de los cortes no podrán ser dispuestos a media ladera ni arrojados a los cursos de agua; éstos serán acarreados a sitios de disposición

seleccionados en el diseño de la obra y dispuestos adecuadamente, con el fin de no causar problemas de deslizamientos y erosión posterior.

- C.7.3 La explotación del material deberá ser realizada fuera del nivel del agua y sobre las playas del lecho ya que la movilización de maquinaria en zonas que se encuentran por debajo de este nivel, genera una fuerte remoción de material con el consecuente aumento en la turbiedad del agua.
- C.7.4 La explotación debe localizarse aguas abajo de los puentes y de las captaciones para acueductos, teniéndose en cuenta los análisis efectuados sobre la dinámica fluvial. Cuando sea indispensable explotar playas aguas arriba de las obras mencionadas, debe existir como mínimo 1 km. entre éstas y la playa de extracción y un mínimo de 200 metros aguas abajo.
- C.7.5 En caso de realizarse la explotación dentro del cauce, ésta deberá hacerse hasta un máximo de 1.50 m. de profundidad, evitando la profundización del lecho natural y los cambios morfológicos del río, permitiendo la recuperación más acelerada de sus depósitos. Igualmente la explotación se realizará sobre los sectores de playas más anchas procurando utilizar toda la extensión de las mismas.
- C.7.6 Se deberá prestar especial atención a la protección de las márgenes de los ríos ya que son fundamentales para evitar desbordamientos en épocas de crecientes importantes. El método extractivo más recomendado para la explotación de los lechos aluviales, es la utilización de equipo mecánico como retroexcavadora y cargador frontal.
- C.7.7 Las zonas destinadas al almacenamiento de los materiales extraídos del lecho se ubicarán en zonas desprotegidas de cobertura vegetal y retiradas de cuerpos de agua. Se deberán llevar registros de control sobre cantidades extraídas para evitar sobreexplotación.
- C.7.8 Para la explotación de bancos de material o de préstamo, se deberán observar los siguientes principios generales:
- Evitar labores de explotaciones en banco único.
  - De acuerdo a la estabilidad del macizo rocoso no se permitirán alturas de taludes superiores a los diez metros.
  - Queda terminantemente prohibido la explotación en zanjas o canales para el arranque de materiales de canteras.
  - Se recomiendan labores de explotación por el método de bancos.
  - Establecer controles topográficos y geotécnicos en los taludes.
  - Establecer sistemas adecuados de drenaje para aguas de escorrentía a nivel de frentes de explotación y patios de carga.
  - Señalizar adecuadamente los frentes de trabajo, para evitar el ingreso de personas ajenas a la explotación.

- Dotar de señales auditivas a la maquinaria de carga y transporte para las acciones de retroceso.
  - Humedecer los patios de carga y maniobras, para evitar la emisión a la atmósfera de polvo y otros de materiales particulados.
  - Que posea el permiso ambiental correspondiente
- C.7.9 Los bancos de préstamo, las áreas de usos varios o de desecho deberían ser escogidos al inicio de la construcción, si no están mostrados en los planos o descritos en las especificaciones del contrato. Su localización debería ser preferiblemente, en lugares que no sean visibles desde la vía ya terminada; que no quede a la vista de los conductores ni en lugares expuestos, de manera que se dificulte la colocación de barreras vegetales; la explotación deberá hacerse de tal manera que la excavación se integre armoniosamente al paisaje circundante. Las áreas que hayan sufrido remoción de material, deberán ser reconformadas y resembradas con vegetación autóctona.
- C.7.10 Los bancos de préstamo, áreas de usos varios o de desecho que queden expuestos, deberán ser conformados y tratados con tierra orgánica, para que se establezca con más rapidez la vegetación natural.
- C.7.11 Para conservar la armonía estética, los caminos secundarios o de acceso para acarreo de materiales, no deberán quedar localizados a un ángulo que los haga visibles al tráfico sino que, por el contrario, en ángulo recto con respecto la dirección del tráfico.
- C.7.12 Debe evitarse el acopio de materiales o tierra alrededor de los árboles, para evitar daños o su eliminación
- C.7.13 El material sobrante debe ser colocado en las áreas de desechos previamente aprobadas de tal forma que no interfiera con el drenaje superficial.
- C.7.14 En los bancos de préstamo, áreas de usos varios o de desechos, se deberán construir drenajes adecuados para que durante su explotación y al concluirla, se evite la acumulación de agua que puede estancarse, formando charcos que propicien el desarrollo de vectores de enfermedades o que malogren el crecimiento de las plantas.
- C.7.15 El material sobrante de las excavaciones, si es de buena calidad, deberá ser usado en el suavizamiento de los taludes de desmontes o terraplenes, en el ensanchamiento de los hombros de los mismos, o bien, en la construcción de áreas de descanso para los viajeros.
- C.7.16 Cuando se trate de bancos de préstamo nuevos, los suelos orgánicos existentes en la corteza deberán ser conservados acopiándolos apropiadamente para recubrir con ellos el banco al finalizar los trabajos extractivos y recuperar la vegetación autóctona.



- C.7.17 El material de cauces de ríos y quebradas podrá ser extraído manteniendo la pendiente natural del cauce y asegurando sus bordes contra deslizamientos. No se permitirá la extracción de materiales con máquinas dentro del curso de agua de los ríos, ni a distancias menores de 200 metros del centro de la vía al punto de extracción.
- C.7.18 En terrenos planos sujetos a estancamiento de aguas y de drenaje muy lento, no se podrá extraer materiales de préstamo para evitar la acumulación de las aguas.
- C.7.19 Para disminuir los problemas causados por exceso de sedimentos en suspensión, se deberán construir pilas de sedimentación o diques transversales a la dirección del flujo, procurando que no obstruyan totalmente el paso del agua.
- C.7.20 Para minimizar los problemas causados por exceso de polvo en los caminos de acceso a la fuente, cauce o cantera, se deberá implementar un sistema de riego periódico con agua y en el intervalo necesario para evitar el problema. De acuerdo a la época del año, el tipo de material y las condiciones climáticas se deberán fijar los intervalos durante el día. Estos períodos no deben ser mayores de 12 horas.

## **C.8 Cortes y Rellenos o Terraplenes**

Los impactos relacionados con esta actividad, tienen que ver principalmente con:

- Emisiones de ruido, gases y partículas a la atmósfera causados por la maquinaria y su tránsito por zonas aún descapotadas;
  - Cambios en el patrón de drenaje de la zona;
  - Aporte de sedimentos a cuerpos de agua;
  - Afectación de predios aledaños por préstamos laterales;
  - Alteraciones en el nivel freático, y su efecto fundamental como barrera al flujo de drenajes naturales;
  - Afectación de humedales;
  - Fragmentación de hábitats; y
  - Alteraciones en el paisaje.
- C.8.1 La tierra vegetal que fuese encontrada tanto en las áreas de corte como en las de relleno, deberá ser retirada, transportada y apilada en los lugares seleccionados para tal propósito.
- C.8.2 Se minimizará la circulación de maquinaria pesada en terrenos dedicados a la agricultura, para evitar que los suelos resulten compactados y sufran merma de su potencial agrícola.
- C.8.3 Previo a la construcción de un terraplén y donde necesariamente se requiera la utilización de préstamo lateral para la conformación del mismo, se deberán seleccionar los sitios más adecuados para esta actividad, teniendo en cuenta

aspectos de requerimientos técnicos y de menor susceptibilidad al daño ambiental, con miras a minimizar los efectos producidos por el préstamo lateral de material.

- C.8.4 Para evitar el empantanamiento casi permanente que se origina en el área aledaña al terraplén como producto de los préstamos laterales, se tendrá que disponer de alguna obra de drenaje que mitigue esta situación, como filtros longitudinales y cunetas, que conduzcan las aguas hacia drenajes naturales, de esta manera se evitará la propagación de vectores de enfermedades y se atenuará el impacto ambiental, particularmente en la mejora de la armonía estética del paisaje.
- C.8.5 Con el fin de controlar posibles procesos erosivos se deberán empastar o engramar los taludes del terraplén con el material de descapote previamente acumulado y se favorecerá el crecimiento de especies arbustivas de bajo porte sobre la zona de préstamo, esto con el fin de mejorar las condiciones ambientales y el recurso paisajístico. En caso que no se disponga del material adecuado, se procederá a sembrar semilla o estolones de grama, previamente seleccionada y aprobada.

## C.9 Secciones Típicas para Excavación en Roca

- C.9.1 Los taludes en los que se encuentran formaciones de gran altura de roca sólida y masiva, sedimento bien cementado o depósitos volcánicos soldados (tobas o lapillis bien consolidados) deben estabilizarse en cortes de  $\frac{1}{4}:1$  a  $\frac{1}{2}:1$  (horizontal: vertical), o hasta casi vertical. Las excavaciones de grandes alturas deberán ser construidas con plataformas de 3-5 metros de ancho y de 5-12 metros de alto.
- C.9.2 El geólogo que realice la inspección deberá de tomar en cuenta en sus recomendaciones, la estructura de la roca local o los ángulos de los buzamientos (planos de estratificación de la roca), los que por lo general indican el ángulo estable de la ladera. En los taludes de roca fracturada o erosionada, las excavaciones deberán ser hechas en laderas con cortes de  $\frac{1}{2}:1$  a un  $\frac{3}{4}:1$ .
- C.9.3 Cuando se trate de taludes en roca quebrada o suelta, dependiendo de la gravedad del problema, se debe recurrir a mallas de alambre soldado de variados tipos, para contención y/o muros de contención o combinación de ambos, para que soporten la caída de bloques hacia la carretera.

## C.10 Secciones Típicas para Excavación en Tierra

Esta es una de las actividades que más impacta los componentes ambientales del entorno. Las operaciones que incluyen los cortes para la conformación de la vía pueden afectar diversos elementos ambientales:

- Ruidos, emisiones de gases y partículas;
- Aporte de sedimentos a los cuerpos hídricos;
- Erosión hídrica superficial;

- Desestabilización de taludes y laderas naturales;
- Modificación de flujos de agua;
- Modificación de los patrones de drenaje;
- Alteración de zonas de recarga hídrica;
- Caída de material ladera abajo con arrasamiento y destrucción de vegetación, Sedimentación o colmatación de ríos y quebradas;
- Cambios en el uso del suelo;
- Alteraciones del nivel freático;
- Cambios en las propiedades físico-químicas del suelo;
- Ahuyentamiento y atropellamiento de fauna; y
- Destrucción de hábitats, alteración de la ictiofauna y calidad biótica de las aguas.
- Deterioro de la infraestructura existente;
- Afectación de predios aledaños;
- Incremento en el riesgo de accidentes;
- Afectación de sitios de interés arqueológico; y
- Cambios drásticos en el paisaje, entre otros.

En tal sentido se deberán atender las siguientes normas:

C.10.1 Los cortes en la mayoría de suelos de hasta más o menos 10-15 metros de altura (excavación en tierra), deben estabilizarse con taludes de  $\frac{3}{4}:1$  hasta un 1:1. En suelos sueltos, guijarrosos y arenosos se requerirá un corte de talud de 1:1 a  $1^{1/2}:1$ .

C.10.2 Por ser las áreas húmedas y quebradizas o las zonas de fallamiento muy propensas a tener fallas, se requerirán taludes más planos (menos inclinados), de 2:1 a 3:1 para asegurar su estabilidad.

C.10.3 El **Cuadro N° C.10.1** presenta los cortes de taludes típicos que deberán ser utilizados para una variedad de suelos, con algunas condiciones variantes. Sin embargo, no excluye la necesidad de realizar estudios de detalle que incluyan estabilizaciones con bioingeniería, muros de retención, combinados con geomallas o geotextiles y otras, donde se considere necesario. Se debe considerar la experiencia local para una pendiente estable.

Cuadro N° C.10.1: Pendientes típicas de cortes en suelos (cortes hasta 10-12 m de altura) <sup>6</sup>					
Suelo #	Descripción USC	Nivel de Agua Freática Bajo (debajo de la excavación)		Nivel de Agua Freática Alta, Filtración o Área Inestable	
		Suelto	Compactado	Suelto	Compactado
1.	Grava arenosa (GW, GP)	1 ½:1	¾:1	3:1	1 ¾:1
2.	Arena, granos angulares bien graduadas (SW)	1 ½:1	1:1	3:1	2:1
3.	Grava limosa (GM); arena uniforme (SP)	2:1	1 ½:1	4:1	3:1
4.	Arena limosa (SM); Arena arcillosa (SC)	1:1	¾:1	3:1	2 ½:1
5.	Arcilla con P.I. bajo (CL), a 3 m de altura	¾:1	¼:1	3:1	2 ½:1
6.	Limo arcillo arenoso (ML), a 15 m de altura	1:1	¾:1	4:1	3:1

Nota: Por cada cambio de 5% en la densidad del suelo, modifíquese la relación aproximadamente 5%.

## C.11 Secciones Típicas para Construcción de Rellenos

C.11.1 El ángulo de inclinación para la mayoría de materiales utilizados para construir taludes de rellenos estables debe ser de 1 ½:1 (Horizontal:Vertical). Los rellenos de roca deberán ser estabilizados sobre inclinaciones con un ángulo hasta 1 1/3:1. Para lograr una buena estabilización vegetal en laderas. Los rellenos deben tener una relación de 2:1 o con una ladera más plana, especialmente para taludes menores de 3 metros de alto. **El Cuadro N° C.11.1**, presenta los ángulos recomendados para taludes de relleno de diversos materiales.

<sup>6</sup> Gordon Kéller et al. (1995). Caminos Rurales con Impactos Mínimos. Un Manual de capacitación con énfasis sobre planificación ambiental, drenajes, estabilización de taludes y control de erosión. Guatemala, B.A., USAID-FOREST SERVICE-DGB.

<b>Cuadro N° C.11.1 Pendientes Recomendadas para Taludes de Relleno de Diversos Materiales<sup>7</sup></b>		
<b>Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (USC)</b>	<b>Talud Sin Agua Subterránea</b>	<b>Talud con Agua Subterránea</b>
Roca Madre dura y angular	1.2:1	1.5:1
Grava arenosa GW	1.3:1	1.8:1
Arena, granos angulares bien graduadas GP, SW	1.5:1	2:1
Grava limosa, Arena uniforme GM, SP	1.8:1	3:1
Arena limosa, Arena arcillosa SM, SC <sup>3</sup>	1.75:1 ó más plano	3:1
Limo arcillo arenoso, Arcilla con P.I. bajo ML	2:1 ó más plano	4:1
Limo arcillo arenoso ML	3:1 ó más plano	4:1

Arcilla con P.I. bajo

(CL), a 3 m de altura

Limo arcillo arenoso

(ML), a 15 m de altura

C.11.2 La compactación se debe realizar al momento de requerirse, para reducir al mínimo la falla de relleno y la cantidad de material que se erosiona de la superficie del mismo y los rellenos deben construirse en capas.

C.11.3 Los rellenos en laderas con pendientes mayores de 50-60 grados (111 % – 133 %) deben evitarse, para prevenir fallas en el fondo de los mismos. Si fuera necesario realizarlos en esas condiciones, se deben construir terrazas con una inclinación mayor de 20 grados (45%), en la ladera natural, antes de colocar el relleno.

C.11.4 La aplicación de un relleno reforzado es factible sobre una ladera y debe utilizarse porque éste ofrece una alternativa económica a estructuras de contención. Para evitar rellenos largos y estrechos sobre pendientes muy inclinadas o para reparar las fallas de rellenos, deben hacerse rellenos reforzados con una inclinación de 1:1 y utilizar algún tipo de geotextil o georejilla. Estos deben construirse con el refuerzo primario puesto en intervalos de 1-1.5 metros y un refuerzo intermedio puesto a lo largo de la cara cada 0.3 metros para prevenir asentamiento localizado. Las superficies de relleno reforzado deben utilizar paja o vegetación tipo gramíneas (pastos) y/o una malla para control de erosión.

C.11.5 Los terraplenes que tienen una inclinación mayor de 31.5 grados (70%), o un 1/3:1, que exceden el ángulo de reposo de la mayoría de los materiales o los

<sup>7</sup> Gordon Kéller et al. (1995). Opus cit.

rellenos en áreas húmedas, deberán ser construidos en el fondo con materiales rocosos para asegurar un drenaje libre.

## **C.12 Secciones Típicas para Rellenos sobre Áreas Húmedas**

C.12.1 El fondo de los rellenos que cruzan por áreas húmedas deberán ser construidos con materiales granulares, que ofrecen drenaje libre. También se debe considerar el uso de una capa filtrante de arena, colocada debajo del relleno y/o geotextiles.

C.12.2 La construcción de terraplenes en zonas pantanosas debe realizarse con el uso de geomallas y geotextiles, que proveen filtración, separación de materiales diferentes, refuerzo para soportar mayores cargas y grandes economías en excavación y acarreo de materiales.

## **C.13 Depósito de Desperdicios en Botaderos.**

Los impactos relacionados con esta actividad son: emisiones de partículas, aporte de sedimentos a cuerpos de agua, destrucción y afectación de vegetación, compactación de suelos, cambios en el uso del suelo, fenómenos de inestabilidad y remoción en masa, generación de procesos erosivos, afectación de infraestructura existente, afectación de predios y alteración del paisaje, entre otros aspectos. Teniendo en cuenta que en la mayoría de los proyectos, la disposición de los materiales de corte se convierte en una actividad crítica desde el punto de vista económico y ambiental, debe tenerse especial cuidado en la identificación de sitios y en la operación de los mismos. Las siguientes normas se deben considerar en la actividad de disposición de materiales sobrantes:

C.13.1 Las partes de la obra que deban ser removidas y que no vayan a ser rescatadas, los materiales inadecuados para la construcción y los residuos de la limpia, chapeo y desmonte, deberán ser colocados en un sitio ambientalmente adecuado, mismo que será escogido y aprobado en coordinación con las autoridades reguladoras.

C.13.2 No se permitirá colocar material de préstamo, escombros de roca, residuos vegetativos u otros, en humedales, áreas que pueden impactar hábitats frágiles, especies amenazadas o en peligro de extinción, vestigios de valor cultural o histórico.

C.13.3 Es indispensable que los sitios seleccionados como depósitos o botaderos estén alejados de áreas pobladas, cursos o reservorios de aguas naturales y de uso potable, infraestructuras de servicios públicos, zonas de fragilidad ecológica, cultivos en terrenos aledaños o para evitar alterar de manera significativa el paisaje del lugar.

C.13.4 Una vez determinado el cierre definitivo del botadero, éste debe quedar resembrado y conformado de acuerdo al relieve del entorno, que los desperdicios

depositados no representen riesgos de contaminación en el área propuesta y evitar compactar los suelos a fin de favorecer el resurgimiento de vegetación nativa.

- C.13.5 Ocasionalmente, los desperdicios pueden ser depositados en las cercanías de la vía para ser trasladados al botadero posteriormente; sin embargo, ésto no será permitido por períodos mayores a una semana.
- C.13.6 Los materiales que resulten de derrumbes o de cualquier desecho, se deben colocar sobre una superficie poco inclinada o plana, ya que el relleno original puede formar un plano de debilidad, a menos que se reconstruya en capas como es recomendable hacerse. Se procurará que la cantidad de material sea suficiente para construir los rellenos, es decir, balancear el movimiento de tierras.
- C.13.7 Cuando no exista un relleno sanitario cercano al campamento y demás instalaciones, se deberá construir uno siguiendo las recomendaciones técnicas y obteniéndose la autorización correspondiente. El uso de esta obra comprenderá el tiempo que duren las actividades, más una holgura de tres meses. Dicho relleno deberá poseer un sistema de impermeabilización ya sea con material sintético o con una capa gruesa de arcilla recompactada.
- C.13.8 Cuando la carga transportada sea de explosivos o algún otro material tóxico o en extremo peligroso para el ambiente, el recorrido de los vehículos transportadores y los horarios en los que se efectuarán estas faenas, deberán ser coordinados entre los Ministerios de Transporte y la institución de seguridad correspondiente, siendo responsabilidad de la primera el manejo adecuado de los mismos. Los vehículos que se utilicen para el transporte de esta clase de materiales, deberán tener identificaciones claras sobre la naturaleza de la carga que transportan.
- C.13.9 Los vertederos se localizarán en las zonas donde afecten mínimamente el paisaje, que no corten los ecosistemas y consiguientemente donde no interrumpan los corredores naturales de la fauna silvestre. No se ubicarán vertederos a distancias menores de 100 metros de cursos o espejos de agua. No se utilizarán los cauces de quebradas como sitios de disposición de materiales.
- C.13.10 A los vertederos no podrán ser llevados residuos peligrosos o contaminantes; sólo se podrán disponer en los mismos los desechos sólidos, basuras, sobrantes del movimiento de tierra, suelos desechables por su baja capacidad de soporte o por su elevado grado de humedad, escombros de estructuras y demás materiales inorgánicos procedentes de las labores de construcción o rehabilitación.
- C.13.11 Se construirán estructuras de control para evitar que los sedimentos provenientes de los vertederos sean descargados a las corrientes de agua. Las medidas incluirán: conformación de un terraplén de protección con materiales provenientes de las excavaciones donde sea necesario, en el perímetro del vertedero para confinar la zona, construcción de un sistema de drenaje perimetral para recoger las aguas del sitio y llevarlas a una o varias trampas de sedimentación. Una vez

terminadas las faenas, se llevará a cabo un programa de revegetación y/o reforestación, así como la construcción de obras de estabilización, si fueran necesarias.

C.13.12 Está prohibido arrojar el material de excavación o de corte ladera abajo, a los ríos y quebradas.

C.13.13 La disposición de estériles (arena, gravas y otros materiales inorgánicos), se deben ubicar en las zonas aledañas a la vía donde se ha tomado material de préstamo para los terraplenes y que son suelos estériles, sin ningún tipo de cobertura vegetal y sin uso aparente. Se deben evitar zonas inestables o áreas de importancia ambiental como humedales o áreas de alta productividad agrícola.

C.13.14 Las zonas de disposición final de material deberán quedar lo suficientemente alejadas de los cuerpos de agua, para asegurar que en ningún momento el nivel del agua, durante la ocurrencia de crecientes, sobrepase el nivel más bajo de los materiales colocados en el depósito.

C.13.15 No podrán colocarse materiales en los lechos de los ríos o quebradas, ni en las franjas ubicadas a orillas de los mismos, ni se permitirá que haya contaminación alguna de las corrientes de agua por los materiales de las zonas de depósito; las aguas infiltradas o provenientes de los drenajes deberán ser conducidas hacia un sedimentador antes de ser vertidas al cuerpo receptor. Asimismo no se deberán depositar materiales en zonas de fallas geológicas o en sitios donde la capacidad de soporte de los suelos no permita su colocación. No deben depositarse en lugares donde puedan perjudicar las condiciones ambientales o paisajísticas de la zona o donde la población quede expuesta a algún tipo de riesgo.

#### **C.14 Medidas para Protección de Taludes**

Entre las estructuras de retención de taludes más utilizadas están: muros de gravedad, muros de concreto reforzado, muros de gaviones, muros en tierra armada, pilotes, anclajes y materiales estabilizantes.

El escalonamiento de los taludes constituye una buena solución para su estabilidad; en suelos arcillosos éste busca transformar el talud original en una serie de taludes de menor altura, por lo tanto la huella de cada escalón debe ser suficientemente ancha como para que puedan funcionar prácticamente como taludes independientes. El escalonamiento se hace para obtener un abatimiento del talud, recoger materiales caídos y recolectar aguas superficiales. Los taludes escalonados se deberán complementar con engramado o revegetación en el cuerpo vertical (contrahuella) y reforestación o engramado en las terrazas. Las especies vegetales a utilizar en el proceso de reforestación y engramado deben ser nativas y de rápido crecimiento radicular y foliar; se recomienda la colocación de una capa vegetal de 20 cm de espesor compactada manualmente, además deberán construirse contracunetas.



C.14.1 Las medidas para prevenir la erosión de los taludes deberán ser consideradas desde la etapa de diseño, mostradas en los planos e incluidas en las especificaciones técnicas ambientales; éstas cobran especial importancia desde el inicio del movimiento de tierras.

C.14.2 Se podrán considerar algunas de las siguientes medidas para proteger y estabilizar taludes de suelo desnudo, dando la debida consideración a los costos de construcción respectivos:

- Protección con suelo vegetal
- Protección temporal. Con cubiertas retenedoras de humedad -mulch- o con vegetación de rápido crecimiento.
- Interceptar y desviar la escorrentía superficial con las obras de drenaje más adecuadas a cada sitio.
- Redondeo de los taludes, recubrimiento con roca u otros métodos.
- Terrazas. La construcción de terrazas requieren de una berma o sección nivelada entre las dos caras de talud.
- Revestimiento con Plantas. Se alternan rocas incrustadas en el suelo con grava y plantas de raíces profundas.
- Estructuras de Retención. Uso de gaviones o canastas de rocas, camas de madera entrelazada o vigas de concreto o madera, rellenas con material terrígeno o roca, o si no, otros tipos de barricadas de madera usualmente incrustadas contra el talud.
- Muros de Mampostería.
- Engramado.
- Protección con Vegetación Arbustiva o Leñosa. Siembra de arbustos con raíces profundas, cobertura con ramas y estacas vivas y capas de ramas compactadas.
- Estructura Estabilizadora del Flujo de Desagüe. Debe cumplir con el propósito de llevar el escurrimiento concentrado de alta velocidad hacia abajo, sin causar erosión.
- Cámara de Sedimentación. Debe coleccionar y detener el escurrimiento para producir el asentamiento del sedimento.
- Siembra de Vegetación en Suelo Desnudo. Debe lograr estabilizar el suelo, absorbiendo el impacto de la lluvia, reduciendo la velocidad de la escorrentía y facilitando la infiltración de la precipitación en el suelo.
- Tratamiento Biotécnico o Muro de Roca con Arboles. Este deberá combinar la estabilidad física de una estructura con los beneficios del uso de vegetación.
- Otras de efectividad técnica comprobada.

C.14.3 Si las medidas de protección y estabilización de taludes, requieren el uso de materiales geosintéticos, tales como textiles, geomallas, membranas y otros, se podrán emplear en tareas que garanticen un drenaje subterráneo adecuado, refuerzo del suelo, control de erosión, o estabilización de la subrasante.

- C.14.4 Los drenajes naturales que tengan que ser interceptados por los cortes, deberán ser canalizados mediante estructuras escalonadas con el fin de proteger el talud y evitar erosión e inestabilidad en el mismo.
- C.14.5 Los taludes, una vez estén totalmente reconformados, deberán engramarse o revegetarse en el menor tiempo posible y cuando el tipo del terreno lo permita. Se deberán utilizar gramíneas de la región y especies que garanticen su fijación en la pared del talud.
- C.14.6 Cuando en las excavaciones se encuentren estructuras o remanentes arqueológicos, se deberán suspender las actividades que pudieran afectarlos; se solicitará a la autoridad competente, la vigilancia del sitio con el fin de evitar saqueos y se procederá a dar aviso inmediato a las autoridades pertinentes quienes evaluarán la situación y determinarán la manera sobre cuándo y cómo continuar con las obras de la vía.
- C.14.7 Cuando se requiera la utilización de explosivos para realizar excavaciones y cortes de taludes, se deberá contar con todos los mecanismos y procedimientos que garanticen la mínima afectación a los recursos naturales de la zona y a los pobladores de predios cercanos. El supervisor de la obra establecerá un manejo adecuado de los explosivos para prevenir y minimizar los daños que se puedan ocasionar al medio ambiente y al mismo tiempo evitar la remoción catastrófica e innecesaria de material.
- C.14.8 Se deberá engramar o arborizar las superficies de los taludes con especies vegetales adecuadas, con el fin de evitar daños por la acción de las aguas de lluvias, los vientos y el efecto de intemperismo. La vegetación cumple una función importante en el control erosivo de un talud: le da consistencia por el entramado mecánico de sus raíces. Son recomendables las especies nativas y se ha comprobado que es más efectivo para defender los taludes, la plantación continua de pastos y plantas herbáceas.
- C.14.9 En casos especiales se deberá considerar el recubrimiento de taludes con concreto lanzado, con losas delgadas de concreto o riegos asfálticos, lo que facilita el escurrimiento superficial sin arrastre de partículas de suelo; en taludes rocosos altamente fracturados, estas medidas, protegen las vías de continuos desprendimientos; en general estos recubrimientos son medidas costosas y difíciles de aplicar a taludes grandes. Para zonas con exceso de aguas subterráneas, debe realizarse el drenaje por medio de drenes horizontales.
- C.14.10 Las zanjas en la corona o parte alta de un talud, deben ser utilizadas para interceptar y conducir adecuadamente las aguas lluvias, evitando su paso por el talud. Las mismas no deben construirse paralelas al eje de la vía, ni muy cerca al borde del talud para evitar que se conviertan en el comienzo y guía de un deslizamiento en cortes recientes; deben quedar ubicadas lo suficientemente distantes de las grietas de tensión en la corona del talud. Las zanjas deben quedar

completamente impermeabilizadas y con suficiente pendiente para garantizar una rápida evacuación del agua captada.

- C.14.11 Para manejar el flujo de las corrientes superficiales sobre el talud y los excedentes de agua sobre rellenos y laderas, hasta la entrega o disposición en el drenaje natural, con el fin de evitar la erosión, se deben diseñar estructuras de vertimiento cuyo propósito es el de disipar la energía de la corriente en pendientes fuertes. Entre las estructuras de este tipo se encuentran: caídas o rápidas escalonadas, con dientes o con salto.

### **C.15 Construcción de Obras de Drenaje**

El hecho de cruzar un estero o un curso de agua menor, con un terraplén de carretera, sin una adecuada salida al drenaje, puede ocasionar pérdida de vegetación por putrefacción de raíces, cambios en la fauna acuática, incluyendo aparición de vectores de enfermedades y bloqueo en la migración de especies de ictiofauna. Las deficiencias del diseño y construcción de este tipo de obras de drenaje se reflejan en el empantanamiento de grandes áreas aguas arriba del cruce con la vía y disminución de la humedad aguas abajo.

El represamiento de las aguas puede deteriorar la carretera, tanto por el efecto de la escorrentía sobre ella como por la acción de la infiltración, la cual puede producir, bajo ciertas condiciones, su tránsito en forma de flujo de tierras y lodos. Adicionalmente, el material saturado del suelo pierde resistencia y genera inestabilidad de soporte de tuberías, de taludes y otras instalaciones.

En casos más graves y cuando existan asentamientos humanos cerca de la vía, el represamiento puede ocasionar inundaciones de las viviendas, con las consecuencias que ello implica.

Con relación a los efectos durante la construcción de las obras de drenaje, se pueden presentar alteraciones temporales en la morfología del curso de agua, desviaciones de su cauce, aporte de materiales de excavación al mismo drenaje, aporte de residuos de construcción, contaminación de las aguas por residuos líquidos y sólidos de los trabajadores, afectación de la ictiofauna y afectación de los usuarios del recurso tanto a nivel de consumo doméstico y de fauna circundante, como de riego de cultivos cercanos al drenaje.

Las normas tendientes a prevenir y minimizar los impactos que se puedan producir por la construcción de obras de drenaje, pontones y puentes son las siguientes:

- C.15.1 Los bordes externos de las cunetas y zanjas, preferiblemente, deben ser construidas en forma que faciliten el crecimiento de una cubierta vegetal así como su mantenimiento. Se deberá considerar el reducir la velocidad del agua con

pretilos de contención y disipadores de energía o bien, revestir los bordes externos de las cunetas con vegetación o materiales tales como suelo-cemento plástico, zampeado con mortero, zampeado con piedra suelta, concreto, o geosintéticos.

- C.15.2 Las contracunetas descargarán en cauces naturales, mediante bajaderos revestidos apropiadamente.
- C.15.3 Se deben adoptar las medidas necesarias para que a la mayor brevedad se logre una cubierta vegetal compuesta por gramíneas o hierbas, arbustos y árboles, en las áreas desnudas próximas a las cunetas, después de la construcción.
- C.15.4 Las estructuras de drenaje transversal, tienen que ir acompañadas de obras complementarias, a la entrada y salida de los conductos, de manera que aseguren la protección contra la erosión. Dichas obras consisten principalmente en diques y pretilos de mampostería contruidos con espaciamentos que permiten mantener la pendiente dentro de valores que no propicien la erosión.
- C.15.5 Donde se encuentran los cruces de agua se deberá construir la estructura durante la época seca o cuando la corriente es mínima, evitando degradar la calidad del agua y reducir al mínimo la perturbación del cauce. Al finalizar la construcción de la estructura, se retirarán del sitio todos los escombros.
- C.15.6 Después de la construcción, se restaurará la vegetación a la entrada y a la salida de las estructuras de drenaje, utilizando de preferencia, las mismas especies que existían antes de la construcción.
- C.15.7 Los cortes y demás obras de excavación deben avanzar en forma coordinada con las de drenaje del proyecto, tales como alcantarillas, desagües o desfuegos de cunetas y la construcción de filtros o subdrenajes. Durante todos los trabajos de excavación, el respectivo tramo de la vía en construcción debe mantenerse adecuadamente drenado. Lo anterior para evitar daños en la propia construcción y en el ambiente.
- C.15.8 El vadeo frecuente de arroyos con equipos de construcción no será permitido; por lo tanto, se deberán utilizar puentes u otras estructuras donde se prevea un número apreciable de paso de equipo y maquinaria.
- C.15.9 Cuando las cunetas y demás obras de drenaje de una construcción confluyan directamente a un río, éste deberá estar provisto de obras civiles que permitan la decantación de sedimentos. Los drenajes deben conducirse siguiendo la menor pendiente hacia cursos naturales protegidos. En caso de que esto no sea posible, se deben construir obras civiles de protección mecánica para el vertimiento de las aguas, como estructuras de disipación de energía a la salida del terreno para evitar la erosión.
- C.15.10 Cuando existen interrupciones en el flujo de aguas subterráneas debido a los cortes, así como cuando se realizan faenas en áreas de recarga de acuíferos por

reducción de la tasa de infiltración, deben evitarse los trabajos en estas zonas; en el caso de no ser posible, la solución deseable debe ser la de recoger las aguas de escorrentía y una vez tratadas, verterlas en las zonas de recarga; o en el caso de no tratarlas, conducir las mediante cunetas y canalizaciones fuera de la zona de captación.

- C.15.11 Las gravas no deben ser removidas de los lechos de los ríos, arroyos o lagunas, excepto en las zonas específicamente aprobadas como fuentes de materiales por la entidad ambiental competente y, en tal caso, se debe planear su extracción para causar el mínimo deterioro.
- C.15.12 Se deberán tomar las medidas necesarias para garantizar que cemento, limos, arcillas o concreto fresco, no tengan como receptor final lechos o cursos de agua.

## **C.16 Construcción de Puentes y Obras Especiales.**

- C.16.1 El manejo ambiental se centrará en evitar la contaminación de las aguas del río o cuerpos de agua cercanos, por residuos líquidos y sólidos, entre ellos, aguas servidas, grasas, aceites y combustibles, residuos de cemento, concreto, materiales sobrantes y otros.
- C.16.2 Se deberán extremar las medidas de precaución en el transporte de la mezcla del concreto desde el sitio de mezcla hasta el frente de trabajo, con el fin de evitar vertimientos accidentales sobre el río o sobre la vegetación o suelo adyacente.
- C.16.3 Para la construcción de los estribos del puente, se deberá remover al mínimo la vegetación. Asimismo, de manera compensatoria se deberá revegetar taludes que presenten signos de erosión dentro de la margen del río. Las zonas de excavación de los cimientos deberán señalizarse y delimitarse con cintas de advertencia, las cuales deben colocarse a una altura de 1.0-1.50 m, con el fin de evitar la extensión de actividades a zonas que no deben alterarse.
- C.16.4 Para la colocación de la capa de rodadura del puente y de sus accesos, se deberán implementar las recomendaciones dadas en este manual en la norma C.18, Extendido y compactación de carpeta de rodadura, extremando toda precaución para evitar vertimientos accidentales sobre las aguas del río.
- C.16.5 Las obras temporales o permanentes que involucran la construcción de una obra de drenaje mayor no deben alterar o cambiar el cauce natural del cuerpo de agua.
- C.16.6 El material procedente de las excavaciones para estructura debe depositarse provisionalmente fuera de las riberas, a una distancia no menor de 50 m., para luego ser retirado y utilizado en la construcción de otras obras o despositados en los sitios designados para tal efecto en los EIA.

- C.16.7 Si se requiere interrumpir parcial o totalmente una corriente natural de agua, por medio de obras temporales, éstas deben ser incluidas en el EIA y el sitio debe ser restaurado, eliminándose todo obstáculo que impida la libre circulación de las aguas.
- C.16.8 Los trabajos de construcción de una obra de drenaje mayor deben realizarse, preferentemente durante la época seca del año; a fin de evitar que las precipitaciones fuertes produzcan una mayor sedimentación o socavación del cauce alrededor de la estructura y consiguientemente un aumento del grado de turbidez de las aguas.
- C.16.9 Los productos químicos tales como los aceleradores del fraguado del concreto y otros tóxicos o peligrosos, deben ser utilizados siguiendo las especificaciones técnicas ambientales de los EIA, y las indicaciones establecidas en las etiquetas de dichos productos.
- C.16.10 En trabajos de colado de concreto bajo agua, se tomarán todas las medidas necesarias para evitar, en todo lo posible la dispersión de mezcla de concreto en la corriente del río o en la masa de agua donde se realiza el trabajo. Igualmente, evitará que caiga polvo de cemento en el agua.
- C.16.11 En el caso de pintura de puentes, el lugar de almacenamiento de productos químicos y otras sustancias peligrosas, debe prestar las condiciones físicas adecuadas para la seguridad y estabilidad de ellos. El sitio debe ubicarse de tal manera que garantice la salud humana, además contará con rótulos alusivos a las medidas a observar de los productos almacenados.
- C.16.12 Una vez finalizada la obra de pintura de puentes u otras obras especiales, el área debe quedar limpia, libre de todo material que represente riesgos de contaminación, obstrucción, alteración o daño al medio ambiente circundante.

## **C.17 Construcción de Túneles**

La construcción de obras especiales como túneles, es una tecnología que cada día se impone más y representa la mejor manera de no intervenir ecosistemas frágiles. A pesar de considerarse como obras orientadas a minimizar impactos ambientales tradicionales en construcción de vías, puede generar algunas afectaciones en su construcción, tales como abatimientos de niveles freáticos con la consecuente disminución de caudales en corrientes superficiales localizadas por encima del eje del túnel (de acuerdo a las características hidrogeológicas de la zona), probabilidad de ocurrencia de deslizamientos, derrumbes y movimientos de tierra en el proceso de perforación, aparición de gases tóxicos que puedan afectar a los trabajadores, remoción de vegetación en los portales, posible contaminación de corrientes superficiales por vertimiento de aguas de infiltración del túnel, riesgos de accidentes en los trabajadores y otros impactos generados por las actividades asociadas a la construcción del túnel como instalación y operación de campamentos y plantas de triturado y concreto, apertura y adecuación de accesos,

explotación de fuentes de materiales, excavaciones superficiales y subterráneas, utilización de explosivos, disposición de materiales sobrantes y otros.

C.17.1 El PAMA para esta actividad se debe enfocar especialmente al control y disposición adecuada de las aguas de infiltración, a compensar las posibles pérdidas de aguas superficiales, al control de gases dentro del túnel y a un detallado manejo de la seguridad industrial en los procesos de perforación, además de los controles y recomendaciones establecidos en este manual y relacionado con las demás actividades asociadas a este proceso.

C.17.2 En lo relativo al abatimiento de niveles freáticos y a posibles pérdidas de aguas superficiales, el impacto se considera virtualmente irreparable, por lo que se deberán implementar medidas compensatorias, como la construcción de acueductos a comunidades afectadas, captación de aguas de infiltración dentro del túnel, antes de que se precipiten al piso y se contaminen, con el fin de conducir las hacia una fuente natural. El material extraído será utilizado en otra parte de la obra o dispuesto en los botaderos aprobados.

## **C.18 Extendido y compactación de carpeta de rodadura**

La actividad de conformación de la capa de rodadura, en la mayoría de los casos está asociada a la contaminación de cuerpos de agua por derrames ocasionales de asfalto líquido y emulsiones durante la etapa del riego de liga; adicionalmente también se pueden ocasionar vertimientos de concreto asfáltico a cuerpos de agua cercanos. De igual manera se producen emisiones de gases a la atmósfera en la fase de calentamiento del asfalto para el riego de liga. Asimismo se producen afectaciones sobre la salud de los operarios, por la inhalación de los gases mencionados y quemaduras en el transporte y disposición del asfalto líquido.

Las siguientes normas, a más de las ya previstas en lo concerniente a carga, transporte, disposición de materiales, campamentos, plantas de asfalto, operación de maquinaria, etc. deberán ser tenidas en cuenta adicionalmente para obras de pavimentación, repavimentación y bacheo:

C.18.1 Se deberá tener especial cuidado en el riego del asfalto líquido, emulsiones y concreto asfáltico, en particular cuando se trate de cruces con cuerpos de agua. En estos casos además de un buen manejo de material por parte de los operarios, se deberán colocar barreras que impidan la contaminación del drenaje natural. Además deberán implementarse brigadas periódicas de aseo en las cunetas de la vía para remover y disponer adecuadamente fragmentos y residuos generados durante este proceso. El material sobrante debe regresarse a la planta para su reciclaje o reutilización y de ningún modo, será desechado en lugares no autorizados.

- C.18.2 En el caso de vertimiento accidental de asfalto líquido o emulsión asfáltica utilizada para la imprimación, deberá recogerse dicho material, incluyendo el suelo contaminado y disponerse en un pequeño relleno sanitario conformado para tal fin. Todo ello previa aprobación de la supervisión ambiental o bien de las autoridades competentes.
- C.18.3 Para prevenir o mitigar el efecto ambiental que producen las emisiones que genera el proceso de calentamiento del asfalto, se recomienda ubicar los elementos utilizados, en zonas alejadas de centros urbanos o asentamientos humanos, con el fin de minimizar los efectos sobre dichos pobladores.
- C.18.4 Los operarios deberán contar con un equipo adecuado para el transporte y disposición del asfalto que asegure evitar derrames y de protección personal como: protectores buconasales, casco, botas y demás elementos de seguridad industrial. Lo anterior debe ser de uso obligatorio por parte de los operarios.

### **C.19 Demarcación y señalización temporal y definitiva.**

Dentro de las actividades involucradas en la construcción de vías, la demarcación y señalización proporcionará un aspecto fundamental en la seguridad del usuario de la vía. La falta de una buena demarcación y señalización tanto en las fases constructivas como de operación puede ocasionar accidentes de trabajo y accidentes vehiculares con graves consecuencias a todo nivel.

- C.19.1 Se deberá implementar la señalización ambiental de tipo informativo y preventivo en torno de la protección del medio ambiente, en especial lo referido al no atropellamiento de la fauna, a la prohibición de la tala indiscriminada de bosques, a la no contaminación del aire y de las aguas y otros.
- C.19.2 La señalización se hará con las dimensiones estandarizadas y vallas de tamaño adecuado, que puedan ser fácilmente visualizadas por los trabajadores y usuarios de la vía, las cuales se especifican en el Manual Centroamericano de dispositivos uniformes para el control del tránsito.<sup>8</sup>

### **C.20 Limpieza Final de la Obra**

- C.20.1 Las áreas utilizadas como bancos de préstamo, pedreras, plantas trituradoras y otras deberán quedar libres de todo desperdicio y conformadas de acuerdo al relieve natural del sitio.
- C.20.2 Los sitios utilizados como áreas de explotación de yacimientos de materiales al final deben quedar reconvertidos, con taludes técnicamente acabados para reducir la erosión utilizando barreras vivas de zacate de especies de crecimiento

---

<sup>8</sup> Acuerdo Centroamericano sobre Señales Viales Uniformes, Secretaria de Integración Económica Centroamericana, 2001.



denso y resistentes a la fuerza de la escorrentía, reforestados o al menos con otras medidas que permitan la regeneración natural. **Anexo C.1.**

- C.20.3 Normalmente, los sitios de desvíos, retornos, caminos de acceso, entorno de la carretera y botaderos deben ser reacondicionados y reforestados de acuerdo al entorno natural.
- C.20.4 Las áreas de campamento de mantenimiento y estacionamiento de equipo, talleres y otras, deben quedar limpias, libres de cualquier elemento que signifique riesgos de contaminación al medio ambiente.
- C.20.5 Toda obra de drenaje, una vez finalizada debe quedar libre de obstáculos que impidan la circulación de las aguas, sobre todo en la entrada y salida de tuberías.

## **C.21 Finalización de los Trabajos de Construcción**

- C.21.1 Cuando se abandone un campamento, todos los recipientes, desperdicios, construcciones de servicios sanitarios y cualquier otro material extraño, deberán ser removidos, reciclados o depositados en lugares autorizados. Todas las fosas usadas para los servicios sanitarios, basuras o sumideros, deberán ser tratados con cloruro de calcio u otro desinfectante y cubiertos con tierra. El área completa del campamento deberá quedar limpia y en condiciones semejantes al entorno.
- C.21.2 Los árboles que impiden la penetración de luz a la vía, deben ser podados solamente en aquellas ramas que obstaculicen o sobresalgan, hasta permitir el paso de la luz.
- C.21.3 Los árboles que obstaculizan la vialidad o que presentan ramas secas o enfermas, respectivamente, deben podarse únicamente para resolver el problema o peligro.
- C.21.4 Después de realizar el desmonte, las orillas de las áreas donde se ha removido la vegetación, deberán quedar libres de todo material vegetal muerto y de aquellos especímenes que mueran en forma natural antes o durante la ejecución de la obra.
- C.21.5 En la ejecución del desmonte, el Contratista es responsable de la preservación de toda propiedad pública y privada, árboles existentes, plantas y otros vegetales que deban quedar dentro o adyacentes a la vía y debe tomar toda clase de precauciones a fin de evitarles daños. Serán removidos aquellos árboles que, aun cuando no estén dentro de las áreas a ser ocupadas por la vía, representen un peligro eventual para el tráfico.
- C.21.6 Para la protección de la vegetación natural y otros elementos estéticos del paisaje, se deben proteger con cercas o barreras de altura apropiada, alrededor de los árboles y las áreas que contengan vegetación a ser preservada.

- C.21.7 En sitios de interés paisajístico o de alto valor estético, se deben proveer las condiciones de visibilidad al área, al igual que tomar todas las precauciones necesarias para conservar dichos lugares.
- C.21.8 Se deberán reparar los daños ocasionados a la corteza, tronco, ramas y raíces de los árboles, por medio de poda, cortes, restauraciones y pintura, usando los métodos aprobados para este tipo de faenas. También deben restaurarse todas aquellas áreas situadas más allá de los límites de la construcción, que hayan sido dañadas por las operaciones viales.
- C.21.9 Una vez finalizadas las faenas de construcción, debe realizarse una inspección minuciosa con el propósito de corroborar que las obras ambientales han sido ejecutadas de conformidad con las especificaciones técnicas ambientales, contenidas tanto en los EIA como en las presentes normas. Se deberá realizar un inventario para determinar las medidas ambientales que deben reforzarse e incluirse en la etapa de mantenimiento.
- C.21.10 Con base en el inventario realizado se deberán completar y/o realizar las acciones necesarias para cumplir con los fines establecidos en el EIA y las especificaciones técnicas ambientales. Si se concluye que existen medidas que no fueron previstas en su oportunidad en los documentos técnicos, deberán incluirse en la fase de mantenimiento.

MANUAL CENTROAMERICANO DE NORMAS AMBIENTALES PARA EL DISEÑO, CONSTRUCCIÓN  
Y MANTENIMIENTO DE CARRETERAS



# Normas Ambientales para la Etapa de Operación

## **D. OPERACIÓN O VIALIDAD**

Después de aceptados los trabajos de construcción, se pasa a las etapas de operación y mantenimiento de todas las obras viales, así como la continuación de las medidas ambientales a efecto de lograr la sustentabilidad y sostenibilidad de las mismas.

Las normas ambientales que deberán aplicarse en esta etapa son las siguientes:

### **D.1 Operación**

En esta etapa ocurren los impactos indirectos que suceden cuando la carretera está en uso para el movimiento de personas y mercancías. Aparecen nuevos asentamientos humanos, incremento del tránsito vehicular, comercios, demanda de bienes y servicios, utilización de recursos naturales, actividades extractivas y otras.

Durante las etapas anteriores, se han adoptado medidas ambientales de prevención, mitigación, reposición y otras.

Consistentes con esa política, los Ministerios de Transporte o sus homólogos, deben incluir en las actividades de control y seguimiento previo al mantenimiento, formas de colaborar con las instancias administrativas que por mandato legal, les corresponde aplicar las leyes sectoriales de manejo y protección de los recursos naturales, para asegurar la sostenibilidad ambiental del proyecto vial.

- D.1.1 La utilización de los recursos naturales en las áreas adyacentes a las vías, se realizará conforme lo establecido en las leyes ambientales sectoriales y se procurará en esta etapa de operación, vigilar por que se cumplan las normas ambientales establecidas, para lo cual se deberán dar los avisos y denuncias a las autoridades correspondientes.
- D.1.2 La tala, quema, modificación de la cobertura arbórea, traslado de trozas y otras como instalación de aserraderos, deberán ser reportadas a las autoridades forestales correspondientes.
- D.1.3 Las actividades extractivas, especialmente en taludes, bancos de préstamo, riberas o cauces de ríos, por parte de personas ajenas a las autorizadas, deberán comunicarse a las autoridades ambientales y de minería.
- D.1.4 Cuando se detecten actividades de caza, así como la compra - venta de animales silvestres (vivos, embalsamados, pieles, cornamentas o cualquier otro producto animal), deberá comunicarse a la autoridad ambiental correspondiente, para el cumplimiento de su función reguladora.
- D.1.5 Se deben seguir las recomendaciones en cuanto a la señalización especial recomendada en el EIA, con el fin de advertir al tráfico del cruce de especies silvestres y reducir las probabilidades de colisiones con animales. En los cruces con corredores biológicos, la carretera deberá tener señales verticales y marcas de pavimento de conformidad con lo indicado en los planos.

- D.1.6 Para los aspectos relativos a emisiones de gases de los motores de combustión interna, ruidos, uso de combustibles y lubricantes, desgaste de llantas o neumáticos, fricciones y otros inherentes con el movimiento vehicular, se aplicará la normativa ambiental de cada uno de los países establecidas en la legislación ambiental y de los recursos naturales. Cualquier violación se hará del conocimiento de la autoridad competente.
- D.1.7 Las autoridades regionales, nacionales y/o locales en el ámbito de su jurisdicción y competencia, deberán velar por el cumplimiento de estas normas ambientales, las cuales deberán ser proporcionadas oficialmente por el Ministerio de Transporte o sus equivalentes.



# Normas Ambientales para la Etapa de Mantenimiento

## **E. MANTENIMIENTO**

- E.1.1 Todas las obras ambientales, ejecutadas a lo largo de los corredores viales, deben contar con el mantenimiento rutinario y periódico para que cumplan las funciones para las cuales fueron establecidas.
- E.1.2 Las actividades ambientales que deben figurar en los contratos de mantenimiento vial, son entre otras:
- Protección y manejo de estructuras instaladas en humedales con base en los EIA.
  - Protección de especies silvestres, especialmente las amenazadas, endémicas o en peligro de extinción, con base al PAMA del EIA.
  - Despeje de la vialidad
  - Protección de bosques
  - Mantenimiento de cercas vivas y áreas reforestadas
  - Protección de cursos y cuerpos de agua
  - Protección y mantenimiento de estructuras de drenaje
  - Manejo de taludes
- E.1.3 Por ningún motivo debe permitirse la limpia a ras del suelo (peina negra o descapote) o deforestación (eliminación) de los árboles producto de la regeneración natural y otros. Los taludes que han sido revegetados con gramíneas (pastos) u otra vegetación, deben ser mantenidos con ésta a través de podas o limpias que permitan la retención del suelo y agua.
- E.1.4 Estricta e ineludiblemente, el criterio para pago de mantenimiento de taludes o cunetas naturales no debe hacerse cuando éste se base en limpia a ras del suelo o quema.
- E.1.5 Se deberán limpiar y remover los sedimentos y escombros que se encuentren tanto dentro de las estructuras de drenaje como a la entrada y salida de las mismas. Los materiales provenientes de estas actividades se depositarán en los sitios de botadero autorizados.
- E.1.6 Cuando se trate de obras de mantenimiento, los materiales sobrantes deberán transportarse y depositarse adecuadamente en sitios previamente seleccionados. De ninguna manera se permitirá que sean arrojados a los predios aledaños o acumulados, así sea de manera temporal, a lo largo y ancho de la vía.
- E.1.7 Colocar y mantener rótulos en buen estado que indiquen a los usuarios de las vías, las rutas alternas de evacuación a lugares seguros, para evitar riesgos o peligros.
- E.1.8 Los sitios de interés científico y académico adyacentes a la carretera, deberán ser cuidados y mantenerse limpios, sin depredar y prohibiéndose la extracción comercial de los recursos naturales.
- E.1.9 Se deberán monitorear las obras de bioingeniería y estructurales (control, prevención y mitigación de movimientos de masa, erosión, inundaciones y otras), para minimizar las pérdidas recurrentes.



- E.1.10 No se deberán utilizar productos químicos como herbicidas o fitoreguladores, aceites, combustibles o cualquier otro contaminante, en el control de malezas especialmente en las obras de drenaje.
- E.1.11 Queda prohibida la pesca con dinamita, barbasco u otros similares. El incumplimiento de esta norma por parte del personal de mantenimiento, deberá ser causal de sanciones pecuniarias para la empresa y de despido inmediato para el personal infractor, sin perjuicio de las demás sanciones que ordena la ley.
- E.1.12 La cacería, colocación de trampas, comercialización y perturbación de la fauna quedará terminantemente prohibida. El rescate y reubicación de las especies animales encontradas debe realizarse siguiendo la normativa ambiental nacional. Queda terminantemente prohibida la tenencia de animales de fauna silvestre a manera de mascotas en los sitios del campamento.
- E.1.13 Deben crearse y mantenerse las condiciones físicas adecuadas para la seguridad y estabilidad de los sitios de almacenamiento de productos químicos y otras sustancias peligrosas; garantizando la salud humana y el medio ambiente. Además debe contarse con rótulos informativos y preventivos según la normativa correspondiente a los productos almacenados.

#### **4. INDICACIONES PARA LA ACTUALIZACIÓN DEL MANUAL**

Este acápite tiene como propósito fundamental, dar las indicaciones para lograr que este Manual se mantenga debidamente actualizado, a efecto de que siempre esté acorde al desarrollo de las normas ambientales en todas las etapas del ciclo vial y ajustado a las políticas de los Organismos Internacionales de Integración para la Gestión Ambiental.

Para facilitar este proceso el Manual está elaborado por secciones para cada una de las etapas de dicho ciclo, las que son fácilmente reemplazables.

Asimismo, se pretende que dicho instrumento, se convierta en un documento que regule y oriente al personal de las Unidades de Gestión Ambiental de los Ministerios de Transporte, para que en su evolución éstos se mantengan actualizados en la normativa ambiental.

Para tales fines, es necesario revisar y actualizar este Manual, de tal manera que las normas ambientales reflejen un desarrollo planeado, de acuerdo a los principios esenciales de sostenibilidad e integración, adecuándose al avance tecnológico imperante.

Para lograr lo anterior, a continuación se dan las siguientes indicaciones:

##### **4.1 Procedimientos para Inclusión, Cambios, Sustitución o Eliminación de Normas.**

Dependiendo de situaciones prácticas y circunstancias ambientales particulares en donde se vayan evaluando la efectividad y aplicabilidad de las normas ambientales en las distintas faenas en cada etapa del ciclo vial, las Unidades de Gestión Ambiental, deberán llevar un monitoreo y un registro pormenorizado, con el propósito de detectar fallas, evaluar la aplicabilidad y efectividad de las normas, para sugerir las modificaciones, ajustes, mejoras o cambios a las mismas.

El procedimiento para la inclusión, cambios, sustitución o eliminación de normas será el siguiente:

###### **4.1.1 Actividades al Interior de las UGA´s**

- Las UGA´s, deberán implantar dentro del el sistema de monitoreo de las obras y sus etapas respectivas, con un registro pormenorizado donde se incluya un acápite relativo a la aplicabilidad y efectividad de las normas.
- En cada Proyecto Vial, se deberá realizar un informe de la aplicabilidad y efectividad de las normas, para se evaluado en un evento de revisión a nivel interno de la UGA.
- Las Unidades de Gestión Ambiental de cada uno de los Ministerios de Transporte, deberán organizar anualmente un evento de revisión y análisis sistemático de aplicación del Manual, debiendo resaltar la aplicabilidad y

eficacia de las normas ambientales "*in situ*", los resultados esperados del evento son la propuesta de cambios, sustituciones, inclusiones o eliminación de Normas.

- En el evento citado, deberá revisarse también la normativa de los Ministerios de Ambiente y de los entes financieros internacionales, para incluir todas aquellas normas que surjan por mandato o requerimiento de los mismos, especialmente las que han sido homologadas en la región.
- Las UGA´s tendrán que estudiar las propuestas de cambio, sustituciones, inclusiones o eliminaciones que hagan las UGA´s de la región y sean enviadas oficialmente por SIECA, a quien deberán comunicar por escrito los resultados del análisis previo a la inclusión en el documento final.
- Llevar un registro de los cambios en el Manual Centroamericano de Normas Ambientales y notificar de los mismos a los funcionarios, planificadores, diseñadores, constructores, responsables de mantenimiento, supervisores, ejecutores y otras entidades e instituciones interesadas.

#### 4.1.2 Actividades Regionales de Coordinación:

- Las propuestas de cambios presentadas por cada uno de los países, serán comunicados a la SIECA, para ser debatidas a nivel regional en un evento preparado para tales fines.
- Las propuestas surgidas constituirán un producto para análisis, síntesis y validación por parte de los Ministerios de Transporte a través de sus Unidades de Gestión Ambiental, en el Seminario Regional.
- La SIECA como organismo de integración regional, hará del conocimiento de cada una de las UGA´s, las propuestas de modificaciones a la normativa, presentadas por cada país, las que deberán ser estudiadas por cada una, para ser incluidas en la agenda del próximo evento regional.
- Las Reuniones Regionales deberán realizarse cada año durante los primeros tres años, con el propósito de realizar las modificaciones pertinentes, avalar los cambios y mantener actualizado el manual.
- El COMITRAN conocerá las recomendaciones del Grupo Regional y ordenará si así lo estima pertinente, para que la SIECA proceda a realizar las modificaciones del caso. Caso contrario, resolverá lo pertinente sobre las recomendaciones aludidas.
- Las normas entran en vigencia 30 días después de la aprobación del COMITRAN.

#### 4.2 Comunicación de Cambios

La SIECA, es la responsable de comunicar los cambios, sustituciones o eliminaciones en el Manual. Una vez aprobados los cambios por COMITRÁN, se reproducirán las copias necesarias y las enviará a todos los Ministerios de Transporte para que se sustituyan las

MANUAL CENTROAMERICANO DE NORMAS AMBIENTALES PARA EL DISEÑO, CONSTRUCCIÓN  
Y MANTENIMIENTO DE CARRETERAS

hojas respectivas. Dichos cambios irán acompañados de una nota conteniendo las explicaciones del caso.

#### **4.3 Control de la Distribución del Manual de Normas Ambientales.**

El Manual Centroamericano de Normas Ambientales para el Diseño, Construcción y Mantenimiento de Carreteras, será distribuido por la SIECA a cada uno de los Ministerios de Transporte de la Región, quien será el responsable de su distribución a las instituciones públicas y privadas para su conocimiento y aplicación.

SIECA llevará un registro de la distribución de los Manuales y los cambios realizados periódicamente.

## 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### Costa Rica:

#### Documentos Electrónicos:

1. [www.imn.aB.cr](http://www.imn.aB.cr) *El Clima de Costa Rica*.

#### Documentos Impresos:

1. Madrigal R. et al. *Memoria Institucional 1998 – 2002*. San José, Costa Rica, Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias CNE, abril 2002. 58 p.
2. CATID. (1984). *Especies para Leña. Arbustos y Árboles para la Producción de Energía*. Turrialba, Costa Rica, 343 p.
3. CND. *Sismos*. San José, Costa Rica, Trifoliar. sf.
4. Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica. *Ley Nacional de Emergencia*. San José, CNE, septiembre de 1999. Sin paginación.
5. Presidencia de la República de Costa Rica. *Reglamento a la Ley Nacional de Emergencia, N° 7914. Reglamento de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias*. San José, Alcance N° 9 La Gaceta N° 26. Febrero 2000. 8 p.

### El Salvador:

#### Documentos Electrónicos:

1. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. *Colección de CD's Medio Ambiente 2000*. El Salvador, 2,000.

#### Documentos Impresos:

2. Anaya Villeda, J.M. y Guevara Morán, J.A. (1979). *La Reforestación para la Producción Maderera en el Salvador*. El Salvador, Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Económicas. (Tesis de Grado), 334 p.
3. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. *Política Nacional del Medio Ambiente y Lineamientos Estratégicos*. El Salvador, MARN, 2,000. 25 p..

4. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. ***Estado del Medio Ambiente 2000***. El Salvador, MARN, 2,000. 46 P.
5. MARN, SWISSCONTACT, CICOP. ***Estudio de Impacto Ambiental, Permiso Ambiental, Procedimientos Técnicos y Administrativos***. El Salvador, abril 2001, 12 P.
6. MARN, SWISSCONTACT. ***Procedimiento para Obtener el Permiso Ambiental***. El Salvador, MARN, sf. bifoliar.
7. MARN, BIC. ***Guía Informativa sobre Diagnósticos Ambientales***. El Salvador, MARN, sf. Trifoliar.
8. EMTECSAdeCV. (1985). ***Perfil Ambiental de El Salvador***. El Salvador, USAIC. 266 p.
9. HöldridgD. L.R. (1975). ***Mapa Ecológico de El Salvador***. El Salvador, MAG-FAO, 98 p.

#### **Guatemala:**

##### Documentos Electrónicos:

1. Guevara, Joaquín y Cariñés, Luis. (2000). ***Las Cuencas Hidrográficas Compartidas del Istmo Centroamericano y República Dominicana***. Guatemala, PARLACEN. 17 p.

##### Documentos Impresos:

6. Aguilar, José María. (1982). ***Catálogo Ilustrado de los Árboles de Guatemala***. 1° Parte. Guatemala, Editorial Universitaria, 248 p.
7. Asesoría Manuel Basterrechea Asociados S.A. ***Evaluación Ambiental del Sector Transporte de Guatemala***. Guatemala (Informe Final de Documento no Aprobado), Informe Técnico, Comisión Presidencial para la Reforma del Estado, la Descentralización y la Participación Ciudadana COPRE, mayo de 2002. 129 p. (Mas anexos).
8. Gordon Keller et al. (1995). ***Caminos Rurales con Impactos Mínimos. Un Manual de capacitación con énfasis sobre planificación ambiental, drenajes, estabilización de taludes y control de erosión***. Guatemala, B.A., USAID-FOREST SERVICE-DGB.
9. Jones Fajardo, Roberto. (2001). ***Derecho Ambiental Internacional***. Guatemala, PARLACEN, 1437 p.

10. Universidad Rafael Landívar. (1984). *Perfil Ambiental de Guatemala*. Tomo II. Guatemala, URL, 249 p.
11. Secretaría de Recursos Hidráulicos de la Presidencia de la República. (1994). *Taller sobre la Gestión de los Recursos Hídricos del Istmo Centro Americano*. Guatemala.

#### Honduras:

##### Documentos Electrónicos:

1. The Louis Berger Group. *Capítulo IV. Guía Ambiental para Proyectos Viales*. Honduras, Secretaría de Obras Públicas, Transporte y Vivienda, 2001.
2. USAID, FHIS, CEAR. *Manual de Impactos Ambientales en Caminos Rurales*. Honduras, Centro de Estudios Ambientales de Honduras, sf.
3. Proyecto: *Reorganización Unidad de Gestión Ambiental UGA*. Honduras, SEPTRAVI, 2002.
4. [www.hondurasri.com](http://www.hondurasri.com) *El Clima de Honduras*.

##### Documentos Impresos:

5. Secretaría de Agricultura y Ganadería - USAIC. (1998). *Manual Práctico de Manejo de Suelos en Ladera*. Honduras, Proyecto Mejoramiento del Uso y Productividad de la Tierra (LUPE), pp irr.
6. SOPTRAVI. *Memoria de Actividades, Diciembre 2002*. Honduras, 129 p.
7. SOPTRAVI – SERNA. *Convenio de Cooperación Institucional entre la Secretaría de Obras Públicas, Transporte y Vivienda y la Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente*. Honduras, SF. 4 p.
8. SERNA. *Reglamento del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (SINEIA)*. Honduras, La Gaceta N° 27,291 de marzo de 1994. 51 p.
9. La Gaceta. Diario Oficial de la República de Honduras. Secretaría de Gobernación y Justicia. Acuerdo N° 121 – 99. *Reformas a la Ley de Contingencias Nacionales COPECO*. 1999.
10. Congreso Nacional. *Ley de Contingencias Nacionales y su Reglamento*. Honduras, 1990. 20 p.

11. IEA – SERNA. *Informe del Estado del Ambiente, Honduras, 2000*. Honduras, PRODESAMH, 2001. 142 p.

#### Nicaragua:

Documentos Electrónicos:

1. Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos Calles y Puentes NTON 12001-00
2. Ministerio de Transporte e Infraestructura MTI. (2000). *Normas Ambientales Básicas para la Construcción Vial. (NABCV)*. (Versión Electrónica). República de Nicaragua, 73 p.
3. [www.uam.edu.ni](http://www.uam.edu.ni) *El Clima de Nicaragua*

Documentos Impresos:

4. Ministerio de Transporte e Infraestructura. Control Ambiental. *Manual de Funciones*. Managua, septiembre, 2000. Sin paginación.
5. PNUD - Sistema Nacional para la Prevención, Mitigación y Atención de Desastres. *Ley 337. Ley Creadora del Sistema Nacional para la Prevención, Mitigación y Atención de Desastres. Y sus Reglamentos*. Nicaragua, abril 2002, 94 p.
6. MARENA - PROTIERRA. *Principales Leyes, Reglamentos y Resoluciones Ministeriales de Interés para la Gestión Ambiental*. Nicaragua, Periódico, sf.
7. MCT – MARENA. *Convenio de Cooperación Técnica entre el Ministerio de Construcción y Transporte y el Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales*. Managua, 5 de junio de 1998. 5 P.

#### Regionales y Otros:

Documentos Electrónicos:

1. [www.joseacontreras.net](http://www.joseacontreras.net). *El Clima de Centroamérica*

Documentos Impresos:

12. CCAD, SICA. *Plan Ambiental de la Región Centroamericana*. El Salvador, Dirección General del Medio Ambiente de SICA. DANIDA. ASDI. SF. 32 p.
13. CCAC. (1998). *Alianza Centroamericana para el Desarrollo Sostenible*. Guatemala, Grafos, 63 p.



14. Departamento de Transporte de los Estados Unidos, Transporte de Canadá. Seguridad Materiales Peligrosos, Secretaría de Comunicación y Transportes de México. *Guía Norteamericana de Respuesta en Caso de Emergencia*. USA, 1996. 370 p.
15. Instituto Nacional de Vías. (1997). *Políticas y Prácticas Ambientales*. (3° Edición). República de Colombia, Ministerio de Transportes. 257 P.
16. Lagos B.R. (1994). *Desarrollo Organizacional en Latinoamérica. Perspectivas, y Experiencias de Desarrollo Organizacional e Institucional para Afrontar los Desafíos del Cambio*. Guatemala, INCAP – TOP Consultores S.A, - PROSALTE NOVIMUNDI, 393 p.
17. UICN – CCAD – Gobierno de Holanda. *Evaluación de Impacto Ambiental para Centroamérica*. Tomo I: Estado del Arte. San José, Costa Rica, Editoras Grethel Aguilar y Gabriela Hernández, mayo 2002. 80 p.
18. UICN – CCAD – Gobierno de Holanda. *Taller de Evaluación de Impacto Ambiental en Nicaragua*. Managua, MARENA, agosto de 2001. 40 p.
19. Villagrán de León, J.B. **Experiencias y Contribuciones par la Preparación ante los Desastres Naturales en América Central. Reforzamiento de Estructuras Locales y sistemas de Alerta Temprana**. Magna Terra Editores. Guatemala, ECHO – CEPREDENAC – GTZ, SF. 57 p.
20. CCAC. *Estado del Ambiente y los Recursos Naturales en Centroamérica. 1998*. San José, Costa Rica. (1° Edición). Comp. Jorge Rodríguez, 1998. 179 p.
21. Organización de Estados Americanos OEA. (sf). *Plan Hemisférico para la Guía de Manejo Ambiental de Corredores de Transporte Vial*. (Borrador). Washington, Unidad de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente (UDSMA). P.irr
22. Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo –CCAD-. (2001). *Código de Buenas Prácticas Ambientales para Actividades bajo Control de Evaluación de Impacto Ambiental. Políticas Generales*. San Salvador, El Salvador, (Versión Electrónica). 32 p.
23. Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo CCAC. (1998). *Estado del Ambiente y los Recursos Naturales en Centroamérica 1998*. San José, Costa Rica. 179 p.
24. SIECA. (2001). *Estudio Centroamericano de Transporte (ECAT)*. (Informe Final, Parte 1: Diagnóstico, Volumen 1.2: Apéndice 6/6. P.ir.
25. Dengo, Gabriel. (1985). *Mid America: Tectonic Setting for the Pacific Margin From Southern Mexico To Northwestern of Colombia*. Colombia.

26. Pennington, T.D y Sarukhán J. (1998). *Árboles Tropicales de México*. 2° Edición. México, Fondo de Cultura Económica. 521 p.
27. SIECA. (1973). *El Desarrollo Integrado de Centroamérica en la Presente Década*. Buenos Aires, Argentina, BID – INTAL, pp. 86 – 89 .
28. Weyl, Richard. (1980). *Geology of Central America*. Second, completely revised edition.
29. SICA – COMITRAN – SEPRENAB. (2000). *Estrategia del Sector Transporte para su incorporación en el Plan Básico del Plan Regional de Reducción de Desastres*. (Versión Electrónica). 49 P.

## ANEXOS

**Anexo I**  
**Diagnóstico de Aspectos Institucionales,**  
**Legales Ambientales y Biofísicos.**  
**(Se presenta en documento separado)**

**Anexo A.1**  
**Algunas Especies Forestales Recomendadas para Cercas Vivas,**  
**Taludes, Arriates, Cortes y Terraplenes.**

<b>Anexo A.1: Algunas Especies Forestales Recomendadas para cercas vivas, taludes, arriates, cortes y terraplenes*</b>					
<b>ESPECIE</b>	<b>Fuste</b>	<b>Ramas</b>	<b>Raíces</b>	<b>Hábitat</b>	<b>Usos</b>
<b>Pino ocote</b> <i>(Pinus oocarpa)</i>	Tronco derecho y cilíndrico con ramas en casi toda la altura del árbol, con excepción de los primeros tramos	En árboles jóvenes son ascendentes y en los maduros horizontales y siempre verdes	Desarrollan un buen sistema radical aún en condiciones de suelos pobres y rocosos	700 – 1,700 msnm. 1,500 – 2,800 mm. Bosques Húmedos y muy Húmedos subtropicales	Aserrió, construcción, ebanistería, triplay, postes, pilotes, cajas de embalaje, celulosa, leña y producción de resinas.
<b>Liquidámbar</b> <i>(Liquidambar macrophyla)</i>	Fuste recto de hasta 60 m. de alto y diámetro 1.5 m.	Ramas ascendentes delgadas de color verde a pardo grisáceas	Raíces profundas y bien desarrolladas	1,500 – 2,500 msnm. 1,500 – 2,500 mm. Bosques Húmedos, Muy Húmedos y Montanos Tropical y Subtropical	Construcciones rurales rústicas.
<b>Ciprés</b> <i>(Cupressus lusitanica)</i>	Erguido y cilíndrico, con bastantes ramas en casi toda la altura del árbol con excepción de los primeros tramos.	Cilíndricas, flexibles y resistentes, ubicadas en forma horizontal en disminución según la altura hasta formar la copa cónica.	Abundante sistema radicular aún en condiciones de suelos pobres	1,000 – 3,000 msnm. 1,500 – 4,000 mm. Bosques muy Húmedos Subtropicales y Montano Bajo.	Aserrió, postes, pilotes, pisos, pulpa para papel, madera contrachapada, tableros de partículas, parket e instrumentos musicales.
<b>Laurel</b> <i>(Cordia alliodora)</i>	Cilíndrico o angular, frecuentemente está libre de ramas en un 50 a 60 % del total de la altura del árbol	Verticiladas, dan la impresión de capas horizontales	Cuando las condiciones del suelo son favorables tiene una raíz profunda en suelos superficiales tiene grandes raíces laterales.	Menos de 500 msnm. 1,500 – 2,000 mm. Bosque Húmedo Tropical	Construcción, artesanías, muebles y celulosa.

<b>ESPECIE</b>	<b>Fuste</b>	<b>Ramas</b>	<b>Raíces</b>	<b>Hábitat</b>	<b>Usos</b>
<b>Matilisguate o Maquilishuat</b> <i>(Tabebuia penthafaia)</i>	Cilíndrico, derecho y a veces ligeramente acanalado	Gruesas y horizontales, vistosas flores.	Profundas en suelos orgánicos	0 – 900 msnm. 1,500 – 2,000 mm. Bosques Húmedos y muy Húmedos subtropicales	Construcción de botes y remos, chapas de madera terciada, ebanistería, revestimiento interiores.
<b>Madre Cacao Madreado</b> <i>(Gliricidia sepium)</i>	Tronco generalmente torcido y acanalado	Ascendentes y de mediano grosor	Desarrolla un buen sistema radical aún en suelos pobres	0 – 1,000 msnm. 1,000 – 2,000 mm. Bosque Húmedo Tropical, muy Húmedo Subtropical	Madera dura y resistente a la pudrición, postes de cerco, tratamiento de taludes, durmientes y leña.
<b>Aliso, Ilamo, Jaúl, Alder, Ramram</b> <i>(Alnus jorulensis, A. acuminata)</i>	Fuste erecto cuya altura fluctúa entre los 15 y 30 m., puede alcanzar 40 en plantaciones.	Ascendentes y de mediano grosor	Amplio sistema radicular, extendido cercano a la superficie del suelo	1,200 – 3,200 msnm. 1,000 – 3,000 mm. Bosque Húmedo Tropical, muy Húmedo Subtropical	Leña, aserrío, embalaje, construcción y ebanistería.
<b>Paraíso</b> <i>(Melia azederach)</i>	Fuste mediano de 6 a 30 m. de altura y 50 a 60 cm. de diámetro.	Color pardo verdoso con abundantes lenticelas. Popular por sus vistosos racimos de flores.	Sistema radicular cercano a la superficie del suelo	600 – 2,000 msnm. 600 – 1,000 mm. Bosque Seco y Húmedo Tropical y Subtropical	Tableros de fibra, leña, madera, postes.
<b>Varias especies</b> <i>(Acasia spp.)</i>	Variados y variables según especies, de tamaño mediano, hasta 20 m. de altura.	Ascendentes y de mediano grosor, vistosos racimos de flores y vainas.	Sistema radicular cercano a la superficie del suelo	0 – 500 msnm. 500 – 1,000 mm. Bosque Seco y Espinosos Tropical y Subtropical	Leña, madera, mangos de herramientas, carretas y remos

ESPECIE	Fuste	Ramas	Raíces	Hábitat	Usos
<b>Gandul</b> <i>(Cajanus cajan)</i>	Cultivo alimenticio con altos tallos leñosos (arbusto)	Finas y densas, fruto alimenticio	Sistema radicular superficial	0 – 3,000 msnm. 600 – 2,500 mm. Bosques Secos y Húmedos Tropical y Subtropical	Leña, legumbre y forraje.
<b>Leucaena</b> <i>(Leucaena leucocephala)</i>	Árbol alto y esbelto que alcanza alturas de hasta 20 m. aunque existen redondeados de mucho ramaje con alturas de menos de 5 m.	Hojas con apariencia de plumas y racimos de vainas de color marrón.	Sistema radicular superficial	0 – 500 msnm. 600 – 1,700 mm. Bosques Secos y Húmedos Tropical y Subtropical	Leña, forraje, barreras vivas, pulpa, papel y madera rolliza.
<b>Ceiba</b> <i>(Ceiba Pentandra)</i>	De gran tamaño, de hasta 40 m. y diámetro de 3 m. con corteza cubierta de espinas cónicas fuertes	Gruesas, verdes a gris verdosas.	Sistema radicular fuerte y profundo con capacidad de desarrollo en distintos tipos de suelos	0 – 2,500 msnm. 600 – 2,500 mm. Bosques Secos y Húmedos Tropical y Subtropical	Conservación, sombra, madera para torno, madera terciada.

- Aguilar, José María. (1982). *Catálogo Ilustrado de los Árboles de Guatemala*. 1° Parte. Guatemala, Editorial Universitaria, 248 p.
- CATIE. (1984). *Especies para Leña. Arbustos y Árboles para la Producción de Energía*. Turrialba, Costa Rica, 343 p.
- Pennington, T.D y Sarukhán J. (1998). *Árboles Tropicales de México*. 2° Edición. México, Fondo de Cultura Económica. 521 p.
- Anaya Villeda, J.M. y Guevara Morán, J.A. (1979). *La Reforestación para la Producción Maderera en el Salvador*. El Salvador, Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Económicas. (Tesis de Grado), 334 p.



**Anexo C.1**  
**Algunos Zacates Útiles para Barreras Vivas en Taludes,**  
**Bermas, Cortes y Terraplenes.**

<b>Anexo C.1: Algunos zacates útiles para barreras vivas en taludes, bermas, cortes y terraplenes<sup>1</sup></b>		
<b>NOMBRE COMÚN (Nombre Científico) Y FORMA DE SIEMBRA</b>	<b>RANGO DE ADAPTACIÓN Y VENTAJAS</b>	<b>DESVENTAJAS</b>
VALERIANA (VETIVER)  ( <u>Vetiveria zizanioides</u> )  Propagación por cepa	Altitud: 0-2000 msnm; precipitación anual >500 mm. Barrera sobresaliente para retener suelo, formar terrazas naturales y sustituir las obras hasta pendientes de 60%. Su sistema radicular es muy vertical y compite poco con el cultivo asociado. Es poco exigente en fertilidad o tipo de suelo. No es invasora. Tiene valor medicinal.	No produce tanto forraje como las especies forrajeras. La literatura reporta que tiene poca palatabilidad, pero se ha observado en el Sur del país que el ganado lo consume todo el año.
ZACATE LIMON (ZACATE TE)  ( <u>Cymbopogon citratu</u> s)  Propagación por cepa o semilla	Altitud: 0-2000 msnm; precipitación anual >700 mm.  Existe mercado para uso medicinal.  Efectivo como barrera hasta una pendiente de 25 a 30%.	Necesita una resiembra cada 4-5 años debido a su susceptibilidad a la pudrición de la raíz y los insectos barrenadores del tallo. Es poco apetecible y crece menos recto que la Valeriana.
ELEFANTE (NAPIER)  ( <u>Pennisetum purpureum</u> )  Propagación por caña, cepa o semillas	Altitud: 0-2000 msms; precipitación anual >900 mm. Buen rendidor de forraje bajo suficiente agua y fertilidad como en las zonas hortícolas.  Manejado bien, es efectivo como barrera hasta una pendiente de 20-25%.	Exigente en fertilidad (especialmente nitrógeno). Tiende a invadir más que el King Grass por crecer menos recto y propagarse por semilla. Sus raíces se extienden mucho, compitiendo con el cultivo principal.
NAPIER ENANO (ELEFANTE ENANO) ( <u>Pennisetum purpureum</u> )  Propagación por caña o cepa	Altitud: 0-2000 msm; precipitación anual >800 mm. Es menos cañoso, más manejable (en cuanto a la poda) y más eficaz como barrera que los otros pennisetum. Efectivo hasta una pendiente de 25-30%.	Exigente en fertilidad de suelo (especialmente nitrógeno).

<sup>1</sup> Secretaría de Agricultura y Ganadería - USAID. (1998). *Manual Práctico de Manejo de Suelos en Ladera*. Honduras, Proyecto Mejoramiento del Uso y Productividad de la Tierra (LUPE), pp irr.

<b>NOMBRE COMÚN (Nombre científico) Y FORMA DE SIEMBRA</b>	<b>RANGO DE ADAPTACIÓN Y VENTAJAS</b>	<b>VENTAJAS</b>
<p>KING GRASS (Híbrido de <u>P. Purpureum</u> x <u>P. Typhoides</u>)</p> <p>Propagación por caña o cepa</p>	<p>Altitud: 0-2000 msnm; precipitación anual &gt;900 mm. Buen rendidor de forraje bajo suficiente agua y fertilidad.</p> <p>Bien manejado, es efectivo como barrera hasta una pendiente de 20-25%.</p>	<p>Exigente en fertilidad (especialmente nitrógeno). Menos efectivo como barrera que Napier o Merkerón porque macolla menos. Su buen manejo exige podas rutinarias. Tiende a invadir, y sus raíces se extienden mucho lateralmente.</p>
<p>MERKERON (<u>Pennisetum merkeri</u>)</p> <p>Híbrido de Elefante x otras especies del mismo género</p> <p>Propagación por Caña o cepa</p>	<p>Altitud: 0-2000 msnm; precipitación anual &gt;700 mm. Buen rendidor de forraje bajo suficiente agua y fertilidad. Tolerancia mejor a la sequía que el Elefante o King Grass.</p> <p>Bien manejado es efectivo como barrera hasta una pendiente de 20-25%.</p>	<p>Exigente en fertilidad (especialmente nitrógeno) y tiende a invadir. Sus raíces se extienden mucho lateralmente.</p>
<p>GUINEA (<u>Panicum maximum</u>)</p> <p>Propagación por Semilla o cepa</p>	<p>Altitud: 0-2000 msnm; precipitación anual &gt;800 mm.</p> <p>Buen productor de forraje. Mediana tolerancia a la sequía. Tolerancia a suelos ácidos.</p> <p>Efectivo como barrera hasta una pendiente de 20 a 30%.</p>	<p>Más exigente en N y P y menos tolerante a la sequía que el Jaraguá. Invade si florece y, por eso, se necesita chapeas rutinarias durante la época de floración para minimizar la producción de semilla.</p>
<p>JARAGUA (<u>Hiparrhenia rufa</u>)</p> <p>Propagación por Semilla o cepa</p>	<p>Altitud: 0-2000 msnm; precipitación anual &gt;700 mm.</p> <p>Regular productor de forraje. Poca exigencia en fertilidad.</p>	<p>Su calidad nutritiva se baja mucho en verano. Invasor agresivo si florece, necesitando limpiezas o chapeos rutinarios durante la floración para minimizar la producción de semilla.</p>
<p>ZACATE ARROZ (<u>Setaria geniculata</u>)</p> <p>Propagación por Cepa</p>	<p>Altitud: 600-2000 msnm; precipitación anual &gt;1000 mm. Palatable para el ganado. Utilizado por Vecinos Mundiales y ACORDE. Efectivo como barrera viva hasta una pendiente de 20%.</p>	<p>Demasiado suave para formar terrazas naturales o para asociarse con muros para retener el relleno de suelo.</p>