

# Asuntos y Mejores Prácticas Ambientales para Carreteras Rurales

## Breve Descripción del Sector

El apoyo de USAID para carreteras rurales generalmente se limita al desarrollo o a la rehabilitación de carreteras que no son de asfalto, con superficies de uno o dos carriles no pavimentados. Estas se pueden construir para brindarle a los granjeros acceso a los mercados, o para aumentar el acceso por parte de las comunidades a servicios tales como salud o educación (colegios). En algunos casos, USAID puede también involucrarse en mejoras de carreteras dentro de áreas protegidas o que conducen a las mismas, para efectos de turismo.

Las mejoras de carreteras pueden generar sustanciales beneficios económicos y sociales para las comunidades rurales y las economías nacionales. Pueden también traer consigo significativos impactos ambientales adversos y a largo plazo. Esta sección resume brevemente algunos de los impactos principales y señala medidas clave de mitigación, con el fin de familiarizar a los desarrolladores y gerentes de proyectos con estos asuntos.

Los lectores deben consultar *“Roads and the Environment: A Handbook”* (Tsunokawa y Hoban, 1997), publicado por el Banco Mundial, para abarcar de una manera más completa y detallada los impactos ambientales, sociales y asociados, al igual que las opciones de mitigación. A los Practicantes también se les hace referencia a *“Low-Volume Engineering Best Management Practices Field Guide”* (Keller y Sherar Borrador 2001), desarrollado por “USDA”, “Forest Service”, “International

### Contenidos...

<b>Breve Descripción del Sector .....</b>	<b>1</b>
<b>Impactos Ambientales Potenciales de Programas de Desarrollo en el Sector y sus Causas .....</b>	<b>2</b>
<b>Diseño del Programa del Sector – Algunas Guías Específicas .....</b>	<b>5</b>
<b>Asuntos de Mitigación y Monitoreo Medioambiental .....</b>	<b>8</b>
<b>Referencias .....</b>	<b>22</b>
<b>Anexo A; Matriz de Muestra de Impacto Ambiental sobre Mejoras en Carreteras .....</b>	<b>24</b>

Programs” y “USAID”. En la sección de Recursos y Referencias se relacionan muchas otras

excelentes referencias que ofrecen una guía técnica para las mejores prácticas en lo que respecta a mejoras de carreteras. Casi todas se extractan de la bibliografía de Keller y Sherar.

### **Impactos Ambientales Potenciales de Programas de Desarrollo en el Sector y sus Causas**

Muchos de los impactos que se resumen a continuación se pueden evitar o reducir al mínimo, mediante una cuidadosa atención en la etapa inicial de planeación y diseño. Se pueden incorporar especificaciones en contratos de construcción o en procedimientos de trabajo en carreteras para gobiernos o comunidades, y se puede brindar el entrenamiento apropiado en mitigación durante la construcción, la operación y el mantenimiento. Algunos de los impactos más significativos pueden incluir:

**Erosión.** Muchos impactos adversos de la erosión ocurren por no mantener el agua fuera de las superficies de las carreteras. Las carreteras que atraviesan montañas o los terrenos empinados sin seguir los contornos son especialmente susceptibles a los efectos de la erosión, como lo son las carreteras que no tienen un drenaje adecuado en el lugar para manejar fuertes precipitaciones o inundaciones históricas.

Las carreteras pueden también contribuir a los problemas de erosión a través del desarrollo de múltiples huellas o tramos para evitar el agua y otras huellas. El desarrollo de huellas o tramos múltiples ocurre siempre que no se le presta la debida atención a mantener el agua estancada fuera de la superficie de la carretera. Estos efectos pueden ser particularmente pronunciados cuando las carreteras pasan por un suelo esponjoso o arcilloso, o a través de humedales. Las carreteras abandonadas, si no son debidamente evacuadas, también pueden convertirse en depósitos con severos impactos de erosión.

**Degradación de la calidad del agua.** Los efectos perjudiciales sobre la calidad del agua se pueden asociar a la erosión y la sedimentación de cuerpos de agua cercanos, incluyendo ríos, corrientes, lagos y humedales. Los efectos de la sedimentación se asocian primordialmente con el desarrollo de la agricultura, que tiende a aumentar significativamente con la expansión de nuevas carreteras hacia áreas anteriormente inaccesibles, pero también con la rehabilitación o la mejora de carreteras existentes. La sedimentación también ocurre como efecto secundario o indirecto de la erosión que se genera como resultado de las mejoras a las carreteras.

Los impactos adversos sobre la calidad del agua se pueden asociar con el mal manejo del combustible y los lubricantes en los campamentos de carreteras, talleres o garajes de mantenimiento de vehículos y las áreas de abastecimiento de combustible.

**Efectos adversos sobre la cantidad de agua.** Se requieren grandes cantidades de agua como parte del proceso de preparación y compactación de la superficie de la carretera durante la construcción y el mantenimiento de carreteras. Los impactos sobre la cantidad de agua pueden ser significativos en los casos en los que las mejoras a las carreteras pasan por áreas áridas o semi-áridas, con el potencial de afectar significativamente las especies acuáticas y la producción

de granjas, particularmente si el agua utilizada para las mejoras se extrae durante épocas de sequía. Las carreteras y canteras o “depósitos de materiales” (“borrow pits”) también pueden crear encharcamientos que generan la cría de mosquitos o albergan enfermedades hídricas o transmitidas por el agua. Por otra parte, estos encharcamientos se pueden manejar para suplementar suministros de agua durante las épocas de sequía para los animales y las personas.

**Hidrología alterada.** Las carreteras que atraviesan áreas con niveles freáticos más altos o humedales pueden crear efectos de represamiento en los flujos de agua en la superficie y en el subsuelo, especialmente cuando se requiere añadir grandes cantidades de material inicial para elevar la carretera por encima de la superficie de la tierra, y cuando se requiere añadir material nuevo anualmente para mantener la carretera elevada. Bajo estas circunstancias, la tierra a un lado de la carretera se puede humedecer mucho más que antes de realizar las mejoras, mientras que la tierra al lado opuesto puede estar más seca. Esto puede afectar adversamente tanto la producción de la cosecha, como la composición de las especies del ecosistema.

**Deforestación.** La apertura de carreteras nuevas para ampliar el desarrollo de la agricultura pone en riesgo los bosques adyacentes, especialmente en los casos en los que no hay sistemas efectivos implementados para el manejo de bosques. Típicamente, el impacto más significativo sobre los bosques se genera a partir de la deforestación para la agricultura. Sin embargo, una vez una carretera está funcionando, también le proporciona acceso a los mercados urbanos o periurbanos del carbón y la leña para uso combustible. El aumento del acceso continúa teniendo implicaciones muy serias para los recursos de la leña para uso combustible a lo largo del África. Los índices actuales de extracción de leña para satisfacer la demanda de energía son dramáticos y claramente insostenibles. Se vislumbra una gran crisis para muchos países Africanos, no solamente debido al agotamiento de los recursos de leña para uso combustible, sino también por los impactos altamente adversos de la deforestación sobre los suelos y la productividad de la agricultura.

**Daño a ecosistemas y hábitat valiosos.** La preocupación internacional por el mantenimiento y la protección de la biodiversidad continúa aumentando. La atención inadecuada de los problemas de biodiversidad en el mejoramiento de carreteras puede generar la pérdida de especies localmente, incluyendo bosques relativamente degradados, al igual que efectos adversos significativos sobre especies amenazadas o en peligro de extinción. Las nuevas carreteras o la rehabilitación de carreteras existentes puede afectar la integridad de poblaciones de plantas y animales, como también alterar ecosistemas sensibles en forma permanente.

La construcción de nuevas carreteras también puede llevar a la introducción de flora y fauna exótica o no nativa que puede ser perjudicial para la estabilidad de las comunidades existentes de plantas y animales.

**Declinación en la calidad escénica o pintoresca.** La construcción de carreteras nuevas o la realineación de carreteras existentes puede afectar adversamente el paisaje, que en ciertas circunstancias puede llevar a la pérdida de ingresos potenciales asociados con el turismo. Los efectos acumulativos de las canteras y los depósitos de almacenamiento, con el tiempo, también pueden causar una pérdida significativa en los valores pictóricos.

**Impactos adversos sobre la salud y la seguridad industrial.** Las preocupaciones potenciales incluyen:

- ***Polvo y ruido.*** Dependiendo de las condiciones locales y la cercanía de casas y comunidades, el polvo y el ruido pueden ser perjudiciales para la salud humana durante la etapa de construcción y, especialmente, una vez la carretera esté en funcionamiento. La salud del personal de construcción y mantenimiento de la carretera también puede verse adversamente afectada por el ruido y el polvo que produce la construcción, la rehabilitación de la carretera y los trabajos de mantenimiento.
- ***Propagación de enfermedades como efecto de la comunicación.*** Las mejoras de las carreteras aumentan la comunicación entre las poblaciones rurales y urbanas. Esto, a su vez, aumenta el potencial de exposición a enfermedades de transmisión sexual (incluyendo el SIDA) y otras enfermedades tales como la tuberculosis, que se transmiten más fácilmente al mejorar las vías de comunicación.
- ***Propagación de enfermedades transmitidas mediante vía acuática.*** Cuando un mal diseño y mantenimiento de carretera genera un drenaje deficiente y áreas de agua estancada, se aumenta el riesgo de adquirir enfermedades transmitidas por agua tales como el cólera o la malaria. Lo mismo sucede con el agua estancada contenida en canteras y depósitos de almacenamiento abiertos.
- ***Peligros asociados con el tráfico.*** Las mejoras en las carreteras, especialmente aquellas que generan un aumento en la velocidad vehicular, pueden crear aumentos significativos en los índices de accidentes, para las poblaciones humanas y animales.
- ***Peligros asociados con los trabajos en carreteras.*** La operación de maquinaria destinada a trabajos en carreteras a menudo representa amenazas para la seguridad tanto de los operadores, como de los trabajadores, durante las etapas de construcción y mantenimiento de la carretera. Adicionalmente, la falta de buena planeación en la creación de depósitos de almacenamiento y canteras para los trabajos en carreteras puede representar amenazas que varían desde ahogarse en fosos de canteras que se han convertido en depósitos de agua estancada, caerse en la cantera, o sufrir lesiones menos graves.

**Cambio de la cultura local y la sociedad.** El desarrollo de nuevas carreteras o la rehabilitación de carreteras existentes a menudo mejoran el nivel personal de vida. El acceso a oportunidades de educación y a servicios sociales, incluyendo el cuidado de la salud, con frecuencia son un aspecto clave para las mejoras de las carreteras. Sin embargo, los valores socio-culturales también se pueden alterar y la estabilidad de las comunidades puede verse adversamente afectada mediante la rápida exposición al cambio social o al turismo.

La construcción y el mantenimiento de carreteras pueden también proporcionar ingresos a trabajadores y granjeros. Sin embargo, en ciertas circunstancias, tiene el potencial de competir con la mano de obra de las granjas durante las épocas de cosecha y de siembra.

### Diseño del Programa del Sector – Algunas Guías Específicas

Si su organización planea llevar a cabo actividades para el mejoramiento de carreteras rurales, con una ingeniería mínima, se debe incorporar experiencia ecológica y en ciencias sociales, y se deben revisar a fondo las referencias que se relacionan al final de esta sección.

#### *Planeación y Diseño*

Para este sector, es particularmente importante evaluar el objetivo inicial del suministro de transporte, evaluando la **necesidad** de la carretera y los **objetivos** que va a cumplir. Por ejemplo, si el objetivo primordial es el transporte de productos de la granja al mercado, es necesario identificar el tonelaje aproximado y los patrones de transporte de las temporadas. Luego, se deben **ponderar** los costos y los beneficios de las **alternativas potenciales**. En algunos casos, el transporte por agua, tren, bicicleta o a pie puede resultar ser más práctico y deseable desde el punto de vista económico y ambiental. De forma similar, si el objetivo primordial es el turismo, entonces la construcción y la rehabilitación de la carretera se debe analizar dentro del contexto de la planeación global de la red de transporte. Por ejemplo, en algunos casos, las carreteras de turismo se pueden re-direccionar para mejorar los efectos sobre los paisajes (siguiendo los contornos, evitando estrechos rectos altamente visibles, creando rutas alternas a través de bosques, etc.). En otros casos, la sustitución de caminos peatonales por carreteras puede mejorar la experiencia del visitante y brindar mayor protección a recursos y ecosistemas protegidos del área, especialmente sensibles.

Las sugerencias de planeación y diseño incluyen:

- ***Estimar la demanda futura, con el fin de decidir sobre el tipo y el tamaño de carretera que se va ofrecer.*** Es importante decidir cuántos vehículos se espera que transitarán por la carretera y el tonelaje aproximado que transportarán en cada estación o temporada. Esta información es necesaria para diseñar la carretera de forma que perdure y balancear la sostenibilidad ambiental con respecto a las necesidades humanas.
- ***Evaluar el impacto a largo plazo sobre la carretera con respecto a la alternativa de “no actuar”,*** ya que las mejoras a las carreteras tienen muchos efectos directos e indirectos en el medio ambiente. Durante un periodo de 20 o 30 años, estos impactos pueden ser acumulativos en la naturaleza y altamente significativos, tales como el aumento en la expansión de la agricultura o la deforestación, como se menciona anteriormente. Se pueden esperar desarrollos auxiliares, incluyendo estaciones de gasolina, restaurantes, hoteles, mercados, almacenes, tiendas minoristas y bares. En el caso de las mejoras de carreteras asociadas con las áreas protegidas, los efectos a largo plazo pueden ser un aumento en los ingresos para los sistemas de manejo de las áreas protegidas, a partir de usos de consumo y no consumo. Sin embargo, estos se deben balancear o equilibrar con respecto al daño potencial a los ecosistemas sensibles y la biodiversidad.
- ***En la localización de carreteras, asegúrese de que se efectúen primero estudios profesionales de ingeniería geotécnica,*** para evitar impactos potencialmente adversos en los suelos; para minimizar los posibles efectos sobre los recursos hídricos superficiales y

del subsuelo; para garantizar un diseño correcto de estructuras y sistemas de drenaje, y para reducir el potencial de daño a partir de lluvias e inundaciones históricas.

- ***Exija que el diseño de la carretera siga los contornos y reduzca al mínimo los impactos sobre el paisaje***, siempre que sea posible. Suministre especificaciones para el diseño y el mantenimiento de la carretera de forma que mantengan el agua fuera de las superficies de las mismas, tales como el uso de la curvatura de la sección de la carretera y las cunetas de salida o desagüe.
- ***Asegúrese de que las especificaciones abarquen una debida evaluación de la cantidad de material de construcción para carreteras que se requiera y sus posibles ubicaciones***, con base en la cantidad y la calidad del material en los lugares alternativos. Elabore planes de manejo de canteras y depósitos de almacenamiento que identifiquen lugares, cantidad a ser retirada de cada lugar e imparta instrucciones específicas para la recuperación de cada lugar. Las canteras y los fosos a menudo se dejan abiertos ya que nunca se determina el grado o la medida del recurso y por lo tanto, nunca se elabora un plan de cierre por fases. Desarrolle estos planes consultando con las partes interesadas afectadas. (Nota: El mantenimiento de una carretera rural sin pavimentar durante 20 años o más puede requerir el uso de grandes cantidades de material de carretera, y el uso no planeado de canteras y depósitos de almacenamiento puede causar efectos acumulativos adversos bastante significativos.)
- ***Proporcione entrenamiento*** en actividades y operaciones ambientalmente seguras de construcción y mantenimiento de carreteras a los operadores de los equipos y a las cuadrillas de trabajo.

### ***Operación y Mantenimiento***

Los efectos ambientales adversos más significativos sobre carreteras rurales sin pavimentar se asocian generalmente con una deficiente operación y mantenimiento del equipo de carretera, y un entrenamiento inadecuado del personal que trabaja en carreteras. Los operadores de niveladoras bien entrenados son clave para darle la forma adecuada a las superficies de las carreteras con el fin de alejar el agua de las calzadas para los vehículos y evitar que se acumule en las superficies de las carreteras. Se requieren planes adecuados de manejo y personal bien entrenado en el trabajo de carreteras para garantizar que el trabajo se concluya de manera satisfactoria, siguiendo programas de mantenimiento especificados. Esto es igualmente cierto en el caso del mantenimiento de equipo o maquinaria pesada y el entrenamiento de mecánicos. A menudo, puede que aún los procedimientos más sencillos de mantenimiento no se sigan, ej.: no se repara ni se le hace mantenimiento al equipo de rutina debido a que los odómetros están dañados o nadie está actualizando los libros de registro sobre el uso de los equipos. Si el equipo no se encuentra disponible cuando se requiere, los impactos adversos en las carreteras pueden ser altamente perjudiciales y posiblemente muy costosos de corregir.

Se debe dar entrenamiento en forma regular a las cuadrillas de carreteras en la aplicación de principios de diseño ambientalmente seguros, haciendo especial énfasis en garantizar que las estructuras de drenaje se limpien con regularidad, que los puntos de acumulación de agua en las carreteras se manejen de manera oportuna, que los campamentos de trabajo en las carreteras

tengan buen mantenimiento y que se implementen planes de salud y seguridad industrial para los trabajadores.

Los planes de manejo para la extracción de materiales de carretera de las canteras y los depósitos de almacenamiento se deben supervisar muy de cerca, al igual que los procedimientos de recuperación elaborados durante la etapa de planeación y diseño.

Es necesario tener cuidado de asegurarse de que las cuadrillas reciban entrenamiento en la temprana extracción de especies de plantas exóticas, especialmente cuando las carreteras pasen cerca de áreas protegidas o atraviesen las mismas.

La implementación de planes anuales de manejo ambiental con responsabilidades y cronogramas bien definidos para cumplir con las responsabilidades de mitigación y monitoría es crítico para todos los esfuerzos por lograr programas de mejoras de carreteras más sólidos desde el punto ambiental.

Siempre que sea factible, los planes anuales de manejo ambiental se deben someter a una evaluación independiente para determinar si se están logrando los resultados de mitigación y monitoría, al igual que para sugerir acciones correctivas siempre que sea necesario.

### ***Evacuación o desmantelamiento***

La realineación de una carretera existente no es inusual en los programas de mejoras de carreteras rurales. Cuando esto ocurre, puede resultar necesario bloquear viejas carreteras con piedras, rocas u otros mecanismos para prevenir el uso continuo, y en algunos casos, la Antigua superficie se debe rastrillar para estimular la revegetación.

## Asuntos de Mitigación y Monitoreo Medioambiental

Tabla 3-1: Asuntos de Mitigación y Monitoreo Medioambiental para los Proyectos de Carreteras Rurales

<b>Actividad</b>	<b>Impacto</b> <i>La actividad podría. . .</i>	<b>Mitigación</b> <i>Nota: Las mitigaciones se aplican a una fase determinada del proyecto: la Planeación y el Diseño (P&amp;D), la Construcción (C), o las Operaciones y el Mantenimiento (O&amp;M)</i>
<b>Planeación y Diseño en General (Carreteras Nuevas y Existentes)</b>		
Identificación y ponderación de las alternativas		<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Identificar áreas conocidas y potenciales a lo largo de las posibles rutas que tengan un significado ecológico, arqueológico, paleontológico, histórico, religioso o cultural, y de las áreas ecológicamente sensibles, tales como los bosques tropicales, los humedales y otras áreas de alta biodiversidad o donde existan especies amenazadas (P&amp;D)</li> </ul>
Cómo establecer Normas para el diseño	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Dañar ecosistemas y hábitats de valor.</li> <li>◆ Dañar recursos históricos, religiosos, culturales y paleontológicos de valor.</li> <li>◆ Cambiar la cultura local y la sociedad.</li> <li>◆ Causar erosión del suelo</li> <li>◆ Degradar la calidad del agua y/o alterar la hidrología</li> <li>◆ Dañar el paisaje</li> <li>◆ Conllevar a lesiones, enfermedades o muerte de los trabajadores y de los residentes locales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Elegir o desarrollar normas de diseño para cada faceta de la construcción y las actividades relacionadas, como por ejemplo el lecho de la carretera, la superficie de la misma, el drenaje, el control de la erosión, la restauración de la vegetación, el cruce de corrientes de agua, las áreas sensibles, las pendientes empinadas, la extracción, transporte y almacenamiento de materiales, la construcción de campamentos, los desmantelamientos o evacuación, etc. (P&amp;D)</li> <li>◆ Proporcionar planes para identificar, proteger y utilizar hábitats sensibles (P&amp;D)</li> <li>◆ Tener en cuenta patrones del clima y de los fenómenos naturales locales, como por ejemplo de la neblina, las inundaciones, los terremotos, las lluvias torrenciales, los aludes de lodo, las sequías, etc. (P&amp;D)</li> </ul>
Superficie de la carretera	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Aumentar o bajar la sedimentación</li> <li>◆ De ayuda o no a la comodidad del usuario del camino</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Estabilizar la superficie de la carretera con gravilla, ripio y otro material rocoso para el afirmado (P&amp;D) (C)</li> <li>◆ Elevar la superficie de la carretera por encima del agua del canal lateral (medir desde la base de las huellas de la rueda (Véase Figura 1a) (P&amp;D) (C)</li> <li>◆ Definir claramente el tipo de configuración de la superficie de la carretera y el método de drenaje – con talud interior de la cuneta, talud exterior de la misma, o carretera con peralte/abovedado- a ser utilizado en cada sección de la vía. (Véanse las Figuras 1a-1e) para ejemplos de vía con peralte) (P&amp;D) (C)</li> </ul>

## Rehabilitación de Carreteras Rurales

<b>Actividad</b>	<b>Impacto</b> <i>La actividad podría. . .</i>	<b>Mitigación</b> <i>Nota: Las mitigaciones se aplican a una fase determinada del proyecto: la Planeación y el Diseño (P&amp;D), la Construcción (C), o las Operaciones y el Mantenimiento (O&amp;M)</i>
Ríos y corrientes de agua perennes e intermitentes	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Causar la destrucción de un puente con una inundación a los 50 o 100 años</li> <li>◆ Represar y causar el meandro resultante de la corriente de agua que puede destruir las secciones aledañas de la carretera, las viviendas y/o la flora y la fauna nativas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Construir pasos en canal en vez de puentes cuando sea factible y eficiente desde el punto de vista de costos. La reposición periódica o la reconstrucción de puentes y alcantarillas dañadas puede ser costosa (P&amp;D) (C)</li> <li>◆ Al construir un puente considerar utilizar un diseño, tal como Puentes Bailey que se erigen y desmontan de manera que, si el curso de agua sufre un meandro, la estructura puede trasladarse a otro sitio (P&amp;D) (C)</li> <li>◆ Tratar de encauzar los ríos y a las corrientes de agua para que sigan los canales deseados removiendo selectivamente los escombros. Utilizar una combinación de mano de obra y maquinaria pequeña. En algunos casos puede ser factible pasar una niveladora en forma cuidadosa y selectiva. Sin embargo, las huellas de la niveladora pueden fácilmente exponer el suelo a erosión y causar más perjuicio que beneficio (P&amp;D) (C)</li> </ul>

## Guía Ambiental para Actividades de Desarrollo en LAC

<b>Actividad</b>	<b>Impacto</b> <i>La actividad podría. . .</i>	<b>Mitigación</b> <i>Nota: Las mitigaciones se aplican a una fase determinada del proyecto: la Planeación y el Diseño (P&amp;D), la Construcción (C), o las Operaciones y el Mantenimiento (O&amp;M)</i>
Planificación de la Ruta	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Dañar ecosistemas y hábitats de valor.</li> <li>◆ Dañar recursos históricos, religiosos, culturales y paleontológicos de valor.</li> <li>◆ Cambiar la cultura local y la sociedad.</li> <li>◆ Causar erosión del suelo</li> <li>◆ Degradar la calidad del agua</li> <li>◆ Alterar la hidrología</li> <li>◆ Contribuir a la deforestación</li> <li>◆ Perjudicar el paisaje</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Hacer que un equipo multidisciplinario el cual idealmente incluya un ecólogo, un geotécnico, un ingeniero de carreteras, un científico de suelos, un hidrólogo y otros profesionales pertinentes, tales como un arqueólogo o un especialista en turismo, se involucren en la planeación de las nuevas rutas (P&amp;D)</li> <li>◆ Evitar enrutar la carretera a través de sitios de conocido significado paleontológico, arqueológico, histórico, religioso o cultural (P&amp;D)</li> <li>◆ Evitar trazar una ruta que atravesase suelos agrícolamente productivos</li> <li>◆ Tener en cuenta la estabilidad del suelo, y los patrones de inundación por temporadas y a largo plazo (50 y 100 años) (P&amp;D)</li> <li>◆ Cuando sea posible, localizar las carreteras para que sigan el contorno de la colina y evitar crear pendientes superiores a 10 grados</li> <li>◆ Evitar gradientes de &gt; 10% y tramos derechos descendentes largos ( P&amp;D) (C)</li> <li>◆ Identificar sitios para almacenamiento temporal/permanente de material excavado y de materiales de construcción. Cuando el material excavado no se vaya a volver a utilizar, decidir cómo se va a desechar o a configurar (P&amp;D) (C)</li> <li>◆ Mantener la ruta a una distancia segura de las orillas de un río o de una corriente de agua</li> <li>◆ Evitar áreas medioambientalmente sensitivas, tales como humedales y áreas cercanas protegidas o bosques relativamente no degradados. Explorar posibles alternativas para una “fórmula conciliatoria”, tales como construir un sendero estrecho y mejorado a lo largo de los terrenos de un área protegida para mejorar el acceso a pie, en bicicleta o motocicleta con la construcción de vías principales de acceso alrededor de estas áreas (P&amp;D) (C)</li> <li>◆ Evitar construir carreteras a través de áreas forestales, especialmente de bosques tropicales, si fuere posible. Si el despeje es inevitable, proteger o restaurar los bosques en otras partes dentro de la cuenca hidrográfica, lo más cercanamente posible a los que se perdieron (P&amp;D)</li> <li>◆ Minimizar los impactos en el panorama visual (paisaje) evitando diseñar carreteras que corten largas trayectorias rectas a lo largo de valles y planicies; ocultar en vez las carreteras por debajo de la cubierta forestal para minimizar los efectos estéticos adversos y proporcionar meandros cuando sea factible (P&amp;D)</li> <li>◆ Evitar ubicar las carreteras donde puedan perturbar el comportamiento animal o los patrones de migración (P&amp;D)</li> <li>◆ Si las áreas sensitivas no pueden evitarse, involucrar a los ecologistas y a los ingenieros en el diseño de la carretera, en la construcción de los campamentos, canteras y otras áreas. (P&amp;D) (C)</li> </ul>

## Rehabilitación de Carreteras Rurales

<b>Actividad</b>	<b>Impacto</b> <i>La actividad podría. . .</i>	<b>Mitigación</b> <i>Nota: Las mitigaciones se aplican a una fase determinada del proyecto: la Planeación y el Diseño (P&amp;D), la Construcción (C), o las Operaciones y el Mantenimiento (O&amp;M)</i>
Drenaje	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Causar erosión del suelo</li> <li>◆ Degradar la calidad del agua</li> <li>◆ Alterar la hidrología</li> <li>◆ Cambiar ecosistemas y hábitats de valor</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Instalar estructuras de drenaje durante la construcción y no después de la construcción. La mayoría de la erosión asociada con las carreteras ocurre en el primer año después de la construcción. Demorar la instalación de las características del drenaje aumenta considerablemente el grado de erosión y los daños durante el primer año (P&amp;D) (C)</li> <li>◆ Definir claramente el tipo de configuración de la superficie de la carretera y el método de drenaje – con talud interior de la cuneta, talud exterior de la misma, o vía abovedada— que se vaya a utilizar para cada sección de la vía. Utilizar cunetas externas de control de agua de la superficie cuando sea necesario, pero evitar su uso general puesto que éstas concentran el flujo de agua y requieren que la carretera sea por lo menos un metro más ancha. Instalar estructuras, bermas o zanjas frecuentes para desviar el agua que se encuentra arriba del talud de la carretera hacia los canales de corrientes de agua (Véase la Figura 1c) (P&amp;D) (C)</li> <li>◆ Instalar estructuras frecuentes para desviación, tales como caballones desviadores para remover el agua de la carretera frecuentemente y minimizar la concentración de agua (P&amp;D) (C)</li> <li>◆ Instalar cruces de drenaje para pasar el agua desde el costado de arriba de la colina hasta el costado de abajo de la misma. Si se están utilizando tubos de alcantarillas, diseñarlos por lo menos utilizando en forma amplia la Fórmula Racional o el cálculo de respaldo que utilice la Fórmula de Manning y una línea de aguas altas antes de la construcción, o durante la misma, para determinar el flujo previsto y seleccionar cajas, inclinaciones que rueden e inclinaciones de rebose que puedan alojar cualquier volumen de flujo y que no sean susceptibles de taponarse (P&amp;D) (C)</li> <li>◆ Estabilizar las cunetas de las salidas (dentro y fuera) con revestimiento pedregoso y/o barreras vegetativas colocadas alrededor para disipar la energía y para impedir la creación o agrandamiento de arroyos (P&amp;D) (C)</li> <li>◆ Prolongar los drenajes de escorrentía lo suficiente para permitir que el agua se disipe uniformemente dentro del suelo (P&amp;D) (C)</li> <li>◆ Inspeccionar visualmente el sitio para buscar problemas de drenaje, acumulación de agua sobre las superficies húmedas de la carretera inmediatamente después de que ocurran las primeras lluvias fuertes y al final de la temporada de lluvias e instaurar medidas correctivas apropiadas (C)</li> </ul>
Humedales	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Degradar los humedales dañando ecosistemas y hábitats de valor</li> <li>◆ Alterar la hidrología</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Evitar hacer la ruta por estas áreas (véase “Planificación de la ruta” para pautas adicionales) (P&amp;D)</li> <li>◆ Minimizar los cortes y/o los rellenos y compensar por el impacto, protegiendo otros humedales (P&amp;D) (C)</li> <li>◆ Tomar precauciones especiales para impedir verter/liberar escombros, aceite, combustible, arena, cemento y materiales perjudiciales similares (C)</li> </ul>

## Guía Ambiental para Actividades de Desarrollo en LAC

<b>Actividad</b>	<b>Impacto</b> <i>La actividad podría. . .</i>	<b>Mitigación</b> <i>Nota: Las mitigaciones se aplican a una fase determinada del proyecto: la Planeación y el Diseño (P&amp;D), la Construcción (C), o las Operaciones y el Mantenimiento (O&amp;M)</i>
Áreas inclinadas y carreteras elevadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Causar erosión del suelo</li> <li>◆ Degradar la calidad del agua</li> <li>◆ Alterar la hidrología</li> <li>◆ Dañar ecosistemas y habitats de valor</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Estabilizar las pendientes plantando vegetación. Trabajar con agrónomos para identificar las especies nativas que tengan las mejores propiedades de control de la erosión, fortaleza de la raíz, adaptabilidad al sitio, y otras propiedades socialmente útiles. Establecer viveros en las áreas del proyecto para suministrar las plantas necesarias. No utilizar plantas que no sean nativas. Utilizar químicos estabilizadores del suelo o geotextiles (telas) cuando sea factible y apropiado (P&amp;D) (C)</li> <li>◆ Minimizar la utilización de cortes verticales de la carretera aún cuando sean fáciles de construir, y requieran menos espacio que los declives más planos. La mayoría de los cortes de la carretera no deben tener más de ¾:1 a 1:1 de pendiente, para promover el crecimiento de plantas. Los cortes verticales son aceptables en material rocoso y en suelos bien cementados (P&amp;D) (C)</li> <li>◆ Instalar cunetas de drenaje o bermas en pendientes hacia arriba de la colina para desviar el agua de la carretera y hacia las corrientes de agua (Véase la Figura 1c) (P&amp;D) (C)</li> <li>◆ Instalar salidas de drenaje a intervalos más frecuentes y verificar las presas para reducir la erosión de las cunetas (P&amp;D) (C)</li> <li>◆ Si es posible, utilizar gravilla de alta calidad que es mucho menos propensa a la erosión (P&amp;D) (C)</li> <li>◆ Si no se pueden evitar secciones muy escarpadas se deben proporcionar estabilizadores del suelo o de la superficie con asfalto/concreto (P&amp;D) (C)</li> </ul>
Contratos de Construcción	◆ Todo	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Seleccionar o desarrollar lineamientos y procedimientos para aplicarse a cada faceta de la construcción de la carretera e incorporarlos en los contratos celebrados con las compañías de construcción, v.g. para el despeje del sitio; el lecho y la construcción de la superficie; el drenaje; el combustible y el uso de materiales; el manejo de la cantera del sitio; el campamento para la construcción y procedimientos de operación del sitio de trabajo, incluida la seguridad de los trabajadores</li> <li>◆ Incluir incentivos para ceñirse a los lineamientos y establecer sanciones por la violación de los mismos.</li> </ul>
Contratos de mantenimiento	◆ Todo	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Concertar convenios de mantenimiento con las comunidades locales antes de iniciar la construcción. Todas las partes deben entender con claridad los términos del contrato de manera que cada una de ellas sepa quién adelantará el trabajo, cuándo, con qué frecuencia, contra qué contraprestación y dentro de qué límites, quedando las partes obligadas por los términos relevantes.</li> </ul>

## Rehabilitación de Carreteras Rurales

<b>Actividad</b>	<b>Impacto</b> <i>La actividad podría. . .</i>	<b>Mitigación</b> <i>Nota: Las mitigaciones se aplican a una fase determinada del proyecto: la Planeación y el Diseño (P&amp;D), la Construcción (C), o las Operaciones y el Mantenimiento (O&amp;M)</i>
<b>Planificación y Diseño—Carreteras Existentes</b>		
Todos los proyectos		<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Utilizar el enfoque de “pizarra limpia”, v.g. considerar realinear todas las carreteras mínimas/informales para que sigan los contornos y evitar áreas sensibles (P&amp;D)</li> </ul>
La superficie de la carretera está por debajo del nivel de la carretera circundante	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Causar erosión del suelo</li> <li>◆ Degradar la calidad del agua;</li> <li>◆ Alterar la hidrología</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Elevar la superficie de la carretera con material de relleno estable. Nivelar con el talud interior de la cuneta, el talud exterior de la misma o una configuración de peralte. Instalar suficientes drenajes cruzados, zanjas y depósitos de sedimentación (Figura 1a) (P&amp;D) (C) (O&amp;M)</li> </ul>
La carretera tiene inclinaciones abruptas y en erosión	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Causar erosión del suelo</li> <li>◆ Degradar la calidad del agua;</li> <li>◆ Alterar la hidrología</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Considerar realinear el corte de la carretera de manera que se ciña a los parámetros del diseño preferido arriba descritos. Cerrar o evacuar algunas secciones de la carretera original después de la realineación (ver “desmantelamiento o evacuación” a continuación ) (P&amp;D) (C) (O&amp;M)</li> </ul>
Superficie deteriorada de la carretera	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Causar erosión</li> <li>◆ Dañar los vehículos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Determinar la causa del deterioro. Si es de uso pesado, encontrar un medio de reducir el tráfico o mejorar la carretera con una superficie más durable (gravilla, asfalto o concreto) (Figura 1e) (P&amp;D) (C) (O&amp;M)</li> </ul>
Los conductores conducen a velocidades excesivamente altas	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Causar lesiones y muerte de gente y de animales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Realinear secciones de la carretera con el meandro; las carreteras con curvas impiden la velocidad (P&amp;D)</li> </ul>
Algunas secciones tienen múltiples líneas / conducción fuera de la carretera	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Causar erosión del suelo</li> <li>◆ Degradar la calidad del agua;</li> <li>◆ Alterar la hidrología</li> <li>◆ Dañar ecosistemas y hábitats de valor</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Generalmente causada bien sea por una carretera fangosa/inundada o por una vía altamente deteriorada. Mantener o mejorar la carretera de manera que esa sección ya no se inunde o se llene de lodo (P&amp;D) (O&amp;M)</li> </ul>
Una sección de la carretera debe realinearse		<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Remover la superficie si fuese necesario y aflojar el suelo de la banda de rodamiento anterior (para acelerar la regeneración de la vegetación). Bloquear el acceso con rocas, ramas, bloqueos de la carretera y señales. Las bandas de rodamiento estrechas por lo general tienen un reestablecimiento de la vegetación en forma natural sin cicatrices o impacto en el medio ambiente. Las carreteras más amplias pueden requerir una nueva siembra de semillas y plantas más activas (C) (O&amp;M)</li> </ul>

## Guía Ambiental para Actividades de Desarrollo en LAC

<b>Actividad</b>	<b>Impacto</b> <i>La actividad podría. . .</i>	<b>Mitigación</b> <i>Nota: Las mitigaciones se aplican a una fase determinada del proyecto: la Planeación y el Diseño (P&amp;D), la Construcción (C), o las Operaciones y el Mantenimiento (O&amp;M)</i>
<b>Construcción</b>		
Campamento y cuadrilla para la construcción	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Dañar el hábitat local, compactar el suelo y crear erosión por la edificación y ocupación del campamento para la construcción</li> <li>◆ Contaminar el agua superficial y esparcir enfermedades a través de los desechos sólidos y de los excrementos generados por el campo</li> <li>◆ Esparcir enfermedades infectocontagiosas incluyendo malaria, tuberculosis y SIDA a través de la cuadrilla de construcción que viene de fuera de la región.</li> <li>◆ Introducir alcohol u otras sustancias socialmente destructivas, a través de la cuadrilla de construcción</li> <li>◆ Afectar adversamente la fauna y la flora locales (especialmente los animales de caza y la leña) por el hecho de que las cuadrillas de construcción incurran en caza o pesca ilegales o de que decidan coleccionar animales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Explorar el alojamiento para la cuadrilla fuera del sitio (P&amp;D) (C)</li> <li>◆ Mantener el tamaño del campamento en un mínimo. Exigir que la cuadrilla preserve la vegetación en cuanto sea posible, v.g. mediante la creación de caminos definidos para transitar a pie (P&amp;D) (C)</li> <li>◆ Proporcionar agua potable para la cuadrilla</li> <li>◆ Proporcionar facilidades sanitarias temporales en el sitio, v.g. una letrina VIP? (asumiendo que la mesa de agua esté lo suficientemente baja y que el suelo y la geología son de composición adecuada) (Consultar también el capítulo “Suministro de Agua y Sanidad” en este volumen).</li> <li>◆ Cuando esto no sea posible, dar órdenes a las cuadrillas que construyen la carretera para que recurran a extracción del suelo (cavar una fosa para los desechos humanos y cubrirla con tierra inmediatamente después de su uso) (P&amp;D) (C)</li> <li>◆ Utilizar mano de obra local o regional, si es posible. Proporcionar capacitación en higiene y salud pública a las cuadrillas de la carretera, incluyendo temas tales como la transmisión y prevención de SIDA y de otras enfermedades transmitidas sexualmente (P&amp;D) (C)</li> <li>◆ Recopilar todos los desechos sólidos (metal, vidrio y materiales que puedan incinerarse) que provengan de todas las áreas de trabajo y de vivienda. Disponer estos desechos en el vertedero o terraplén local. Si esto no fuere posible, vender reciclables para reutilización/reciclaje, colocar desechos orgánicos en fosos de desechos bien cribados, cubriendo con tierra semanalmente, enterrando el remanente (excluyendo los materiales tóxicos). (Consultar también la sección de “Gestión de desechos sólidos provenientes de instalaciones residenciales, comerciales e industriales” de este volumen).</li> <li>◆ Establecer lineamientos que prohíban la pesca y la caza ilegal y la recolección de plantas/leña con estrictas consecuencias por violaciones a ese respecto, tales como la terminación del empleo. Proporcionar cantidades adecuadas de alimentos de buena calidad y de combustible para cocina (C)</li> <li>◆ Restaurar el sitio a través de la reforestación y de medidas similares una vez que se desarme el campamento (C)</li> <li>◆ Probar la capacidad del conductor para seguir las normas del diseño de explanación, declive y contorno. Dar capacitación de ser necesario (P&amp;D) (C)</li> <li>◆ Pruebe la capacidad de los operadores de la niveladora (buldózer) y del otro equipo para mantener adecuadamente las estructuras del drenaje. Dar capacitación de ser necesario (P&amp;D) (C)</li> <li>◆ Pruebe la capacidad de la cuadrilla de la carretera para mantener las carreteras despejadas de vegetación con el mínimo de impacto adverso medioambiental. Dar capacitación de ser necesario (P&amp;D) (C)</li> <li>◆ Proporcione equipo de seguridad adecuado a los trabajadores, v.g. tapones para los oídos o cascos para amortizar el ruido del equipo estruendoso: máscaras para los trabajadores expuestos a</li> </ul>

## Rehabilitación de Carreteras Rurales

<b>Actividad</b>	<b>Impacto</b> <i>La actividad podría. . .</i>	<b>Mitigación</b> <i>Nota: Las mitigaciones se aplican a una fase determinada del proyecto: la Planeación y el Diseño (P&amp;D), la Construcción (C), o las Operaciones y el Mantenimiento (O&amp;M)</i>
		una gran cantidad de polvo; anteojos de seguridad para los trabajadores que adelantan tareas que puedan generar proyectiles agudos.
Utilización de equipo pesado y de materiales peligrosos	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Causar erosión debido a las bandas de rodamiento de la maquinaria, dañar las carreteras, las orillas de las corrientes de agua, etc.</li> <li>◆ Compactar el suelo, cambiando los flujos de las aguas superficiales y subterráneas y afectando adversamente el uso futuro de la agricultura</li> <li>◆ Contaminar el agua superficial subterránea cuando: (1) las reparaciones de la maquinaria originan derramamientos o vertimientos de aceite hidráulico, aceite de motores u otros fluidos mecánicos dañinos; y (2) cuando se derraman o vierten materiales de construcción peligrosos</li> <li>◆ Colocar a los trabajadores en riesgo por exposición a materiales peligrosos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Minimizar la utilización de maquinaria pesada (P&amp;D) (C)</li> <li>◆ Establecer protocolos para el mantenimiento de vehículos, tales como exigir que las reparaciones y el llenado de combustible tengan lugar en otra parte o sobre una superficie impermeable, como por ejemplo hojas de plástico. Impedir el vertimiento de materiales peligrosos. Capturar fugas o derrames con estopa o virutas. Quemar aceite de desecho que no sea reutilizable/fácilmente reciclable, no contener metales pesados que sean inflamables. Prohibir la utilización de aceite de desecho como combustible de cocina (P&amp;D) (C)</li> <li>◆ Investigar y utilizar productos alternos menos tóxicos (P&amp;D) (C)</li> <li>◆ Impedir escapes del tanque de combustible mediante a) el monitoreo y la doble verificación de los niveles de combustible a su entrega y utilización, b) el chequeo de las tuberías y las juntas para verificar que no haya escapes, c) apretando las líneas del combustible del generador, d) impidiendo el sobrellenado del lugar del almacenamiento principal y de los tanques de los vehículos (C)</li> <li>◆ (Consultar también la sección “Actividades con Microempresas y Empresas Pequeñas (MSEs)” en este volumen)</li> </ul>
Almacenamiento de materiales	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Agotar los recursos acuíferos</li> <li>◆ Dañar ecosistemas y hábitats de valor</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Prehumedecer la gravilla cuando haya más agua disponible (v.g. no durante el verano) y almacenar gravilla en una forma que se mantenga húmeda, v.g. cubierta con una hoja plástica (P&amp;D) (C)</li> <li>◆ Evitar el uso de áreas sensitivas como lugares de almacenamiento que drenen directamente en un área sensitiva (P&amp;D) (C)</li> </ul>
Despeje del sitio y/o nivelación	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Dañar o destruir ecosistemas terrestres sensitivos</li> <li>◆ Producir áreas de suelo estéril que causan erosión, sedimentación, cambios en el flujo del agua natural, y/o daños a los ecosistemas acuáticos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Minimizar la perturbación de la flora nativa durante la construcción. Minimizar la cantidad de desmonte. Despejar áreas pequeñas para trabajar en forma activa una por una (P&amp;D) (C)</li> <li>◆ Evitar el uso de herbicidas. Cualquier uso de herbicidas debe ceñirse a los procedimientos de salud y de seguridad para proteger a las personas y al medio ambiente. Como mínimo, los herbicidas se deben utilizar de acuerdo con las especificaciones de los fabricantes (C)</li> <li>◆ Remover sin destruir las plantas grandes y el césped donde sea posible, preservándolos para replantarlos en viveros temporales (P&amp;D) (C)</li> <li>◆ Llevar a cabo el movimiento de tierras y la remoción de la vegetación solamente durante los períodos en que no haya lluvias. Almacenar la tierra vegetal para volverla a colocar. Si se debe remover vegetación durante períodos de lluvias, perturbar el terreno solamente justo antes de la</li> </ul>

## Guía Ambiental para Actividades de Desarrollo en LAC

<b>Actividad</b>	<b>Impacto</b> <i>La actividad podría. . .</i>	<b>Mitigación</b> <i>Nota: Las mitigaciones se aplican a una fase determinada del proyecto: la Planeación y el Diseño (P&amp;D), la Construcción (C), o las Operaciones y el Mantenimiento (O&amp;M)</i>
		<p>construcción real (P&amp;D) (C)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Instalar medidas de control temporal de la erosión cuando se estén demorando las permanentes. Utilizar medidas de control de la erosión tales como fardos de heno, bermas, barreras de paja o de tela (C)</li> <li>◆ Volver a sembrar las plantas recuperadas con otra flora local apropiada inmediatamente después de que el equipo se remueva de una sección del sitio (C)</li> </ul>
Excavación, corte y relleno	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Causar erosión, sedimentación, cambios en el flujo de las aguas naturales y/o daños a los ecosistemas acuáticos cuando el suelo excavado se apila inapropiadamente</li> <li>◆ Exponer a los habitantes y a la cuadrilla a riesgos de derrumbes y a lesiones en la excavación de fosos</li> <li>◆ Privar de agua a las poblaciones y a los ecosistemas cuesta abajo si las regiones de acuíferos superiores se bloquean</li> <li>◆ Bloquear cursos de agua cuando se coloca el relleno inapropiadamente</li> <li>◆ Destruir ecosistemas de valor cuando el relleno se coloque inadecuadamente</li> <li>◆ Causar hundimientos posteriores del terreno o derrumbes cuando el relleno se coloque inadecuadamente, causando lesiones personales y daños a la propiedad</li> <li>◆ Degradar la calidad del agua</li> <li>◆ Alterar la hidrología</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Cubrir el material apilado con tela plástica, impedir la escorrentía con fardos de heno, o con medidas similares (P&amp;D) (C)</li> <li>◆ Colocar una cerca alrededor de la excavación (P&amp;D) (C)</li> <li>◆ Investigar alternativas de excavación más somera/no excavar (P&amp;D)</li> <li>◆ Alertar a las cuadrillas de construcción y a los supervisores para el caso de que encuentren objetos históricos, religiosos y culturales enterrados y brindarles los procedimientos que deben seguir si estos objetos se descubren. Suministrar incentivos para la recuperación de objetos y desincentivos para su destrucción (P&amp;D) (C)</li> <li>◆ Garantizar que la excavación esté acompañada de un magnífico drenaje técnico (P&amp;D) (C)</li> <li>◆ No rellenar la línea superior de la corriente de una cuenca pluviométrica. Inclusive en áreas áridas las lluvias ocasionales pueden crear vigorosos flujos de agua en canales. Una alcantarilla puede no suministrar una capacidad adecuada para eventos raros de altos volúmenes (P&amp;D)</li> <li>◆ Diseñar de manera que no sea necesario el relleno. Trasplantar la mayor parte posible de la vegetación y del césped (P&amp;D) (C)</li> <li>◆ Utilizar buenas prácticas de ingeniería (v.g. No utilizar tierra solamente. Colocar primero un lecho de roca y gravilla) (Véase la Figura 1d) (P&amp;D) (C)</li> <li>◆ Pruebe la habilidad del conductor para seguir las normas de diseño de la explanación, el declive y el contorno. Dar capacitación de ser necesario (P&amp;D) (C)</li> </ul>
Compactación	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Agotar recursos de agua dulce</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Riegue la carretera inmediatamente después de la compactación para fortalecer la superficie de la misma. (De otra manera el tráfico pronto hará regresar el estado de la superficie de la carretera a como ésta estaba antes de allanarla con la cuchilla del explanador) (P&amp;D) (C)</li> <li>◆ Cuando sea posible, demorar las actividades de compactación hasta que comience la estación de lluvias o cuando haya más agua disponible (P&amp;D) (C)</li> </ul>

## Rehabilitación de Carreteras Rurales

<b>Actividad</b>	<b>Impacto</b> <i>La actividad podría. . .</i>	<b>Mitigación</b> <i>Nota: Las mitigaciones se aplican a una fase determinada del proyecto: la Planeación y el Diseño (P&amp;D), la Construcción (C), o las Operaciones y el Mantenimiento (O&amp;M)</i>
Voladura	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Causar erosión del suelo</li> <li>◆ Degradar la calidad del agua</li> <li>◆ Alterar la hidrología</li> <li>◆ Cambiar ecosistemas y hábitats de valor</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Minimizar la voladura (P&amp;D) (C)</li> <li>◆ Tomar precauciones de seguridad para proteger a los trabajadores y a los terceros contra lesiones causadas por caída de rocas y avalanchas (P&amp;D) (C)</li> </ul>
Verificación del diseño y control de calidad		<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Realizar una inspección independiente del trabajo en forma periódica para indagar si se ciñe a las especificaciones del plan y del diseño originales. Proporcionar incentivos y desincentivos para garantizar el cumplimiento (C)</li> <li>◆ Conducir por las carreteras después de lluvias moderadas para identificar las áreas que recopilan o acumulan agua. Marcar y rediseñar/rehabilitar, según sea necesario (C)</li> </ul>
<b>Operación y Mantenimiento</b>		
Mantenimiento de la carretera	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Crear hondonadas y pozos estancados</li> <li>◆ Crear huecos de lodo, baches</li> <li>◆ Criar vectores de enfermedades en cuencas de sedimentación y pozos de retención</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Monitorear y mantener las estructuras de drenaje y las cunetas, incluyendo las alcantarillas. Limpiar las alcantarillas y los canales laterales/cunetas de escape cuando comiencen a llenarse con sedimento y pierdan su eficacia (O&amp;M)</li> <li>◆ Rellenar los huecos de lodo y los hoyos con gravilla de buena calidad; remover los árboles derribados y los brazos que oscurezcan las vías (O&amp;M)</li> <li>◆ Utilizar el agua de los estanques de sedimentación y de los pozos de retención para el mantenimiento de carreteras (O&amp;M)</li> </ul>
Campamento y cuadrilla de la construcción	◆ (Ver sección “Campamento y Cuadrilla de Construcción” arriba)	◆ (Ver sección “Campamento y Cuadrilla de la Construcción” arriba)
Utilización y mantenimiento del equipo	◆ (Ver sección “Utilización de Equipo Pesado y de Materiales Peligrosos” arriba)	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ (Ver sección “Utilización de Equipo Pesado y de Materiales Peligrosos” arriba)</li> <li>◆ Instalar bloques de concreto, drenajes y separadores de aceite/agua en las áreas donde normalmente tendrá lugar el mantenimiento de vehículos y de equipo y el llenado de combustible.</li> </ul>

## Guía Ambiental para Actividades de Desarrollo en LAC

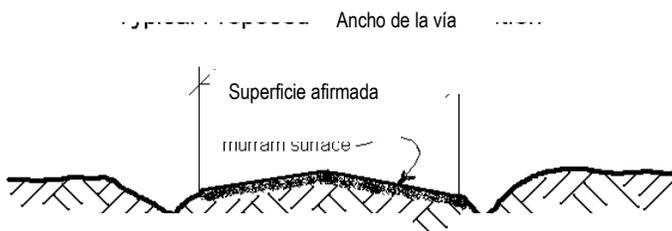
<b>Actividad</b>	<b>Impacto</b> <i>La actividad podrá. . .</i>	<b>Mitigación</b> <i>Nota: Las mitigaciones se aplican a una fase determinada del proyecto: la Planeación y el Diseño (P&amp;D), la Construcción (C), o las Operaciones y el Mantenimiento (O&amp;M)</i>
<b>Retiro de Funcionamiento</b>		
Retiro de funcionamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Causar erosión del suelo</li> <li>◆ Degradar la calidad del agua</li> <li>◆ Dañar ecosistemas y hábitats de valor</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Romper la superficie y el terreno viejo de la carretera. Retirar y desechar el material de la superficie (v.g. el asfalto) si fuere necesario y aflojar el suelo de la banda de rodamiento anterior (para acelerar la regeneración de la vegetación)</li> <li>◆ Reconfigurar las superficies erosionadas o desechadas de manera que el agua ya no siga el curso de la carretera (Ver la Figura 1e)</li> <li>◆ Restaurar la vegetación cuando se necesite. Por lo general se restaura la vegetación en forma natural en las vías estrechas sin que queden señales perceptibles y sin impacto para el medio ambiente; las carreteras más amplias pueden requerir la colocación activa de plantas y semillas (O&amp;M)</li> <li>◆ Bloquear el acceso con rocas, ramas, avisos y señales.</li> </ul>

## Sección típica de una carretera existente



El desgaste y la nivelación, o erosión ha bajado la superficie de la carretera por debajo del terreno circundante; ahora la carretera recoge la escorrentía de agua lluvia y es más húmeda que los alrededores

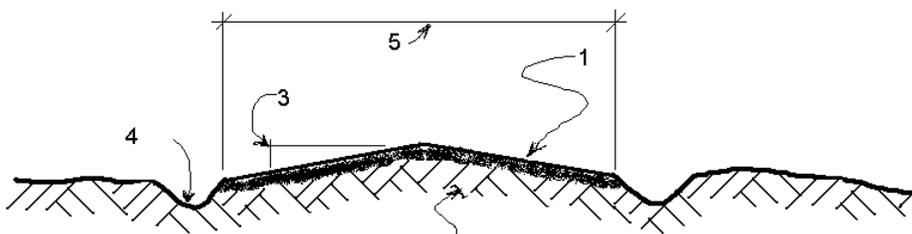
## Sección transversal típica de una carretera propuesta



Cuneta lateral de drenaje - la profundidad de la zanja variara a lo largo de la longitud entre la captación y la salida

Nota: Pendiente máxima de bombeo de la carretera: 1 en 40 a 1 en 33 (2.5%) a (3%)

## Sección transversal de una carretera destapada (en cascajo)



### CONVENCIONES:

- 1- Capa de ripio; el espesor de la capa de ripio depende del tipo de suelo en el lugar
- 2- Sub-base
- 3- Talud transversal 1 en 33 ( 3%) a 1 en 40 (2.5%)
- 4- Cunetas laterales de drenaje
- 5- Ancho de la vía; el ancho de la vía depende de la clase de carretera

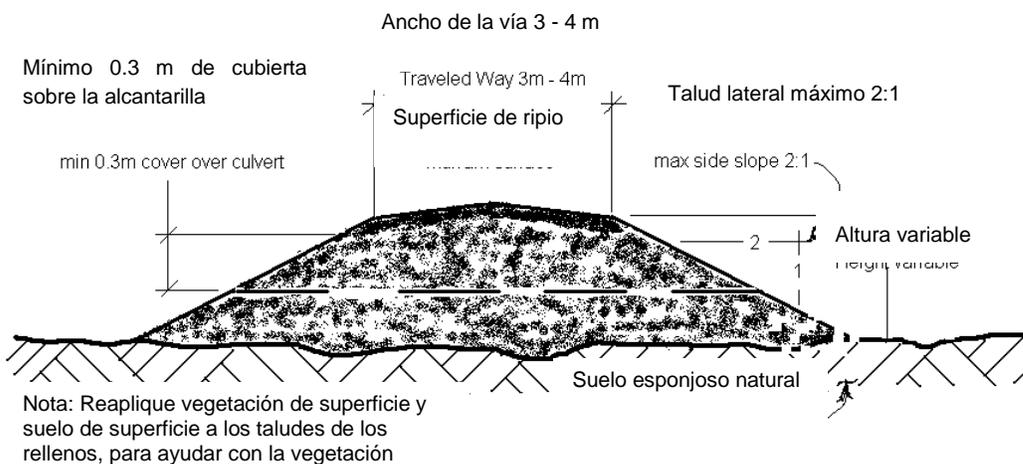
## Drenaje de carreteras montañosas

### CONVENCION:

- 1- Zanjas/drenajes para atrapar el agua
- 2- Cuneta lateral
- 3- Ancho de la vía

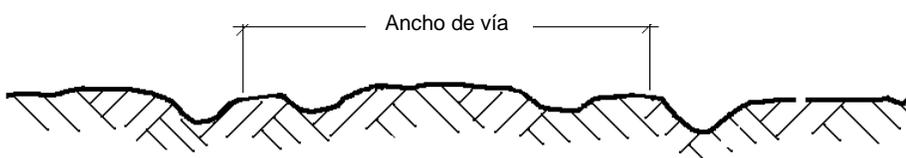
## Banca elevada de la carretera

Sección transversal típica de relleno con suelo esponjoso

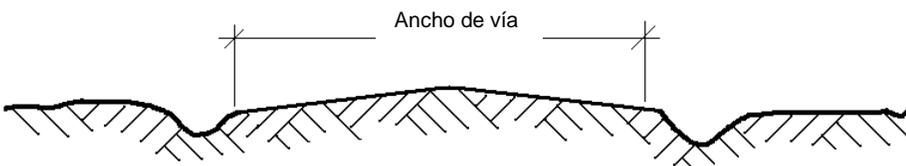


## Corrección de huellas longitudinales

Sección transversal típica de carretera con huellas longitudinales causadas por las llantas de los carros



Sección transversal típica de carretera, después de rellenar las huellas longitudinales y dándole nueva forma a la carretera



## Referencias

### **Informes:**

Keller, Gordon, G.P. Bauer, and Marco Aldana. 1995. *Caminos Rurales con impactos mínimos: Un Manual de Capacitación con énfasis sobre la Planificación Ambiental, Drenajes, Estabilización de Taludes y Control de Erosión*. Guatemala: USAID-USFS-BID. This manual is currently being rewritten in English and is not yet available electronically. For a copy, contact Gordon Keller at the USDA Forest Service, Sierra Cascade Province, Plumas National Forest, 159 Lawrence Street, Quincy, CA 95971, United States, Tel: 1-530-283-2050, Fax: 1-530-283-7746, Email: [gkeller@fs.fed.us](mailto:gkeller@fs.fed.us).

Keller, Gordon, and James Sherar. Forthcoming. *Low-Volume Roads Engineering: Best Management Practices and Field Guide*. Washington, DC: USAID, USDA, and Virginia Polytechnic Institute and State University.

This report is expected to be published in late 2002. (Draft digital copy included.)

Ochoa, M. 2000. *Technical Guidelines for Rural Road Design, Construction, and Improvement Incorporating Environmental Considerations*. From the proceedings of the International Environmental Workshop on Design, Construction, and Rehabilitation of Rural Roads, sponsored by CARE/Honduras, USAID, and USDA Forest Service. Jicaro Galan, Honduras.

These guidelines address how costs relate to values—uses and benefits versus environmental damage.

Tsunokawa, Koji, and Christopher Hoban, eds. 1997. *Roads and the Environment: A Handbook*. World Bank Technical Report TWU 13 and Technical Paper No. 376. World Bank, Washington, DC. Readers may want to focus on part II of this report, which details specific environmental, social, and other impacts. Online: [www.worldbank.org/transport/publicat/reh/toc.htm](http://www.worldbank.org/transport/publicat/reh/toc.htm). (Digital copy of Chapter 18: Environmentally Sound Construction and Facility Management Practices included.)

### **Libros:**

American Association of State Highway and Transportation Officials. 1996. *Standard Specifications for Highway Bridges, Sixteenth Edition*.

This publication covers the design of wood, steel, and concrete bridges, as well as structural plate structures. Available for purchase online: [www.aashto.org](http://www.aashto.org).

Mohney, J. 1994. *Retaining Wall Design Guide, Second Edition*. Tech. Rep. No. EM-7170-14. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Engineering Staff. Also, Pub. No. FHWA-FLP-94-006. September. Washington, DC: US Department of Transportation, Federal Highway Administration, Federal Lands Highway Program.

This guide covers the analysis and design of a wide variety of retaining walls. Available for purchase online: [www.ntis.gov](http://www.ntis.gov).

U.S. Department of Transportation, Transportation Research Board. 1979. *Transportation Technology Support for Developing Countries—Low-Cost Water Crossings*. Compendium 4. Prepared for USAID, Washington, DC.

Provides useful information for those in developing countries who have direct responsibility for low-cost water crossings.

### **Sitios del Web:**

World Bank Environmentally Sustainable Development Vice-Presidency and Transportation, Water & Urban Development Department Transport Division. The Roads and Highways Group offers links to tools and literature covering many dimensions of road construction, including planning, finance, institutional management, safety, construction and maintenance, environment, and tolls. Online: [www.worldbank.org/transport/publicat/reh/toc.htm](http://www.worldbank.org/transport/publicat/reh/toc.htm).

# Guía Ambiental para Actividades de Desarrollo en LAC

## Anexo A. Matriz de Muestra de Impacto Ambiental sobre Mejoras en Carreteras

Actividades	Impactos sobre Recursos Físicos										Impactos sobre Sistemas Ecológicos							Asuntos de Paisaje			Aspectos Socio-económicos																									
	Erosión del Suelo	Depósito de Escombros	Sedimentación	Compacción del Suelo	Escorrentamiento Superficial	Hidrología	Topografía	Drenaje	Humedales	Cantidad Agua Superficial	Calidad Agua Superficial	Cantidad Agua Subterránea	Calidad Agua Subterránea	Cambio de Habitat	Diversidad de Especies	Especies Exóticas	Vegetación	Caza Furtiva	Migración/Mov. Vida	Cacería de Animales	Función Ecológica	Recursos Excepcionales	Bosque Tropical	Calidad Escénica	Grado de Intervención	Paisaje	Capacidad de Transporte	Experiencia de Visitantes	Asentamiento Humano	Compatibilidad con Políticas	Costo Nac./regionales	Beneficios Nac./regionales	Costos para Comunidades	Beneficios a Comunidades	Salud	Vectores de Enfermedades	Niveles de Ruido	Niveles de Polvo	Riesgos/Peligros	Empleo	Economía Local	Industria Turística				
<b>Construcción</b>																																														
Limpieza de Vegetación	γ	γ	γ	γ	γ			γ	γ	γ	γ			γ	γ	γ				γ	γ	γ	γ	γ	γ																					
Campamento	γ		γ	γ	γ			γ	γ	γ		γ		γ	γ	γ	γ	γ	γ	γ	γ	γ	γ	γ	γ	γ			γ	γ	π					γ	γ	γ	γ	γ	γ	π				
Manejo de canteras	γ		γ	γ	γ	γ	γ	γ	γ	γ	γ	γ	γ	γ	γ	γ	γ		γ	γ	γ	γ	γ	γ	γ	γ	γ		γ	γ	γ	π	γ		γ	γ	γ	γ	γ	γ	π	π				
Transporte de murrum? vía camiones	γ		γ	γ	γ					γ					γ	γ			γ				γ	γ	γ	γ	γ		γ				π	γ		γ	γ	γ	γ	π	π					
Corte & relleno	γ		γ	γ	γ	γ	γ	γ	γ	γ	γ			γ	γ	γ	γ		γ	γ	γ	γ	γ	γ	γ	γ	γ									γ	γ	γ	γ	π	π					
Uso de dinamita	γ	γ	γ	γ	γ	γ	γ	γ	γ	γ	γ				γ	γ		γ	γ	γ	γ	γ	γ	γ	γ	γ	γ								γ	γ	γ	γ	γ	γ	π					
Uso de material de construcción	γ		γ						γ	γ				γ	γ	γ					γ	γ	γ	γ	γ	γ	γ	γ				π					γ	γ	γ	π	π					
Manejo de relleno sobrante	γ		γ	γ	γ		γ	γ	γ	γ				γ	γ					γ	γ	γ	γ	γ	γ	γ	γ	γ								γ	γ	π	π							
Almacenamiento de diesel/aceites								γ	γ		γ	γ	γ	γ						γ	γ	γ	γ	γ	γ	γ	γ	γ	γ				γ													



# Guía Ambiental para Actividades de Desarrollo en LAC

Actividades	Impactos sobre Recursos Físicos										Impactos sobre Sistemas Ecológicos										Asuntos de Paisaje			Aspectos Socio-económicos																							
	Erosión del Suelo	Depósito de Escombros	Sedimentación	Compactación del Suelo	Escurrimiento Superficial	Hidrología	Topografía	Drenaje	Humedales	Cantidad Agua Superficial	Calidad Agua Superficial	Cantidad Agua Subterránea	Calidad Agua Subterránea	Cambio de Habitat	Diversidad de Especies	Especies Exóticas	Vegetación	Caza Furtiva	Migración/Mov. Vida	Cacería de Animales	Función Ecológica	Recursos Excepcionales	Bosque Tropical	Calidad Escénica	Grado de Intervención	Paisaje	Capacidad de Transporte	Experiencia de Visitantes	Asentamiento Humano	Compatibilidad con Políticas	Costo Nac./regionales	Beneficios Nac./regionales	Costos para Comunidades	Beneficios a Comunidades	Salud	Vectores de Enfermedades	Niveles de Ruido	Niveles de Polvo	Riesgos/Peligros	Empleo	Economía Local	Industria Turística					
<b>Desmantelamiento</b>																																															
Rastrillo de carretera vieja	γ		γ		π			π	γ	π					γ																																
Dar forma	π		π	γ	π		π	π	π	π	γ	π		π	γ		π			γ			π	π	π	π		π																			
Re-vegetación	π		π		π	π		π	π	π	π			π	γ		π			γ		π	π	π	π		π																				

**Nivel de Impacto Adverso:** λ bajo λ Medio λ Alto

**Nivel de Impacto Benéfico:** μ bajo μ Medio μ Alto