



ISSN 0188-7297



CONSIDERACIONES SOBRE EL MEDIO AMBIENTE EN LA PLANEACION DE CARRETERAS

Sergio Alberto Damián Hernández
Rodolfo Téllez Gutiérrez

Publicación Técnica No. 102
Sanfandila, Qro, 1998

**SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES
INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE**

**Consideraciones sobre el medio
ambiente en la planeación de
carreteras**

**Publicación Técnica No. 102
Sanfandila, Qro, 1998**

Este trabajo fue elaborado en la Coordinación de Infraestructura del Instituto Mexicano del Transporte por los ingenieros Sergio Alberto Damián Hernández y Rodolfo Téllez Gutiérrez, del Area de Medio Ambiente.



Resumen.

El presente documento tiene por objetivo dar una serie de consideraciones sobre el medio ambiente que pueden ser tomadas en cuenta dentro del proceso de planeación de carreteras en México.

Para poder hacer esto, en primer lugar se describen los lineamientos, políticas y acciones establecidos en el Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes 1995 - 2000, así como los formulados por el Banco Mundial.

Se da una breve descripción del impacto ambiental tanto desde el punto de vista global, como sus repercusiones en la infraestructura carretera, además de incluir algunos lineamientos adicionales que se consideran de utilidad para establecer un marco de referencia.

Adicionalmente, se aborda el tema de la planeación carretera, describiendo el esquema tradicional y adicionándose dos modelos, uno propuesto por Richard Saunier y otro utilizado en Guatemala para caminos rurales, elaborado por G. Keller, G. Bauer y M. Aldana.

Por último, se dan algunas consideraciones complementarias, dividiéndolas en económicas, socio culturales, ecológicas, organizacionales y computacionales.



Abstract.

The main purpose of this paper, is to provide several considerations about the environment and it's relationship with the process of planning for roadways in Mexico.

In order to meet this goal, Politics, Strategies and some Basic Actions from the Programa Sectorial 1995 - 2000, of the Mexican Ministry of Communication and Transportation and from the World Bank are consider it.

Additionally, this paper takes into account the traditional scheme used in Mexico and two more models used by Richard Saunier and by G. Keller, G. Bauer and M. Aldana for Guatemala country along rural roads.

Finally, the paper provides complementary consideration divides in: economics, socio - cultures, ecologics, organizationals and computational aids.



Resumen Ejecutivo.

1.- INTRODUCCIÓN

A medida que a nivel mundial crece la preocupación por la degradación ambiental y la amenaza que presenta el bienestar humano y el desarrollo económico, naciones industrializadas y en vías de desarrollo han incorporado procedimientos de evaluación ambiental dentro de sus procesos de gestión.

Desde la fase de planeación, en especial para los proyectos carreteros, la componente ambiental debe ser analizada y valorada, ya que puede constituirse en la parte crítica para la aceptación o no de llevarse a cabo. Es sabido que la ubicación del camino constituye la decisión más crítica en cuanto a su construcción. Esta determinará, en mayor medida, el tipo y la magnitud de los impactos ambientales y sociales que causarán. En el caso de México, el análisis ambiental normalmente se inicia una vez seleccionada una alternativa y realizado el proyecto ejecutivo, bajo el enfoque de minimizar los impactos adversos que la obra generará, únicamente durante su construcción.

Por otro lado, la tendencia internacional se dirige a incluir el análisis ambiental como un apoyo en la toma de decisiones respecto a la viabilidad de un proyecto y, en ocasiones, llega a ser la consideración más importante a tomar en cuenta para la aceptación de realizar una obra y posteriormente su efecto durante la operación.

2.- ANTECEDENTES

Dentro del diagnóstico global del Sector, se establecen algunos rezagos en materia de Infraestructura carretera como la extensión, el estado actual de conservación de la red, la discontinuidad de los principales ejes troncales, la falta de libramientos, la insuficiente cobertura y mantenimiento de los caminos rurales y la carencia de accesos terrestres adecuados en algunos puertos marítimos y fronterizos. Adicionalmente, la infraestructura carretera de altas especificaciones presenta falta de continuidad en los grandes ejes que la conforman y deficiencias en las conexiones con algunas ciudades, puertos y fronteras.

A fin de impulsar el crecimiento económico, la integración regional y el desarrollo social, se vuelve fundamental la conservación, modernización y ampliación de la infraestructura del transporte y las comunicaciones. Para ello, se plantea el fortalecer el proceso de planeación integral del Sector, sustentado en una visión de mediano y largo plazos, otorgar prioridad en la asignación de recursos presupuestales a la terminación de proyectos en proceso y a la realización de nuevas obras que satisfagan criterios de rentabilidad social y económica, que comuniquen a los principales centros de producción y consumo del país y finalmente, promover el uso de mecanismos financieros adecuados al desarrollo de proyectos de infraestructura.

Resumen Ejecutivo.

En el cumplimiento de estos objetivos, se enfatiza en el programa que habrán de adoptarse las medidas que aseguren la preservación del equilibrio ecológico y la protección del medio ambiente. Una de las estrategias es el reforzar los mecanismos de planeación, para asegurar un uso eficiente de los recursos, actualizar la tecnología y desarrollar proyectos que cumplan las expectativas de los usuarios.

La SCT intentará fortalecer el papel promotor del Gobierno Federal para atraer recursos destinados al desarrollo de infraestructura carretera, lo que implica el cumplir con los lineamientos establecidos por quienes otorguen los recursos.

De manera genérica, el Banco Mundial a través del BIRDF es el organismo que aporta recursos económicos para la realización de proyectos encaminados al desarrollo de un determinado país. Esta circunstancia hace necesario el conocer los lineamientos fijados por este ente multinacional, acotados a la componente ambiental.

En principio el transporte es normalmente el 2º ó 3er sector más grande en términos de los totales anuales para préstamos y créditos del Banco Mundial. En 1990, las carreteras representaron más de la mitad del total.

El propósito de la política y procedimientos del Banco, en materia de evaluación ambiental, es asegurar que las opciones de desarrollo en consideración sean ambientalmente adecuadas y sustentables y que toda consecuencia ambiental sea reconocida pronto y tomada en cuenta para el diseño del proyecto que se inicia desde la etapa de planeación.

Todo préstamo y crédito del Banco requiere de un análisis ambiental, a excepción de los préstamos de ajuste sectorial y estructural. Los proyectos de inversión sectorial y el componente de inversión de los préstamos y créditos bancarios, se encuentran sujetos al requisito del análisis ambiental.

3.- EL IMPACTO AMBIENTAL

El impacto ambiental puede definirse como la transformación, modificación o alteración de cualquiera de los componentes del medio ambiente: biótico (flora y fauna), abiótico (suelo, agua, tierra, etc.) y humano (social, económico y cultural), como resultado del desarrollo de un proyecto en sus diversas etapas.

Por otro lado, los impactos ambientales son benéficos o adversos, significativos o no significativos, mitigables o no mitigables, reversibles o irreversibles y se pueden presentar en el corto, mediano y/o largo plazos.

Resumen Ejecutivo.

Con esta descripción general, se aprecia que prácticamente cualquier trabajo por realizar tiene implicaciones ambientales, especialmente las obras de infraestructura, puesto que modifica permanentemente las condiciones de un área en particular.

El análisis del medio ambiente y de los impactos que en él se generan, derivados de la implantación de cualquier tarea en infraestructura parte, además de una conciencia de preservación y mejoramiento, de la Ley General de Equilibrio Ecológico emanada de la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP), donde se definen los lineamientos de todo lo inherente al tema.

Esta Dependencia, define la profundidad del análisis a llevar a cabo, dependiendo de la magnitud y características de la obra; por ejemplo, los trabajos de mantenimiento solo requieren de dar aviso a la cabeza de sector, mientras que la construcción o ampliación de infraestructura requiere de manifestación ambiental general, intermedia o específica, en función de su envergadura.

Son tres los aspectos medulares de este estudio: la determinación de los impactos, su valoración y la propuesta de las medidas de mitigación.

La determinación de impactos se hace para cada una de las tareas que se van a realizar para materializar el proyecto, desde la preparación del terreno (desmonte, despalle, etc.), el proceso de construcción (incluyendo campamentos, explotación de bancos de material, etc.), la operación y el abandono. Una vez que se conocen los impactos, es necesario valorarlos para determinar su magnitud; esto debe hacerse de acuerdo a las metodologías establecidas para ello. Por último y con base en los impactos detectados, se proponen las medidas a implantar para que la severidad del daño se minimice.

Es importante hacer notar que en cualquier país, al igual que en México, los beneficios que se producen por la construcción de obra de infraestructura son muy importantes en la mayoría de los casos, habiendo excepciones donde se producen efectos contrarios.

Cabe hacer mención que para lograr una adecuada planeación y un buen proyecto de una carretera, debe contarse con la participación y experiencia de un equipo interdisciplinario para en el caso de los impactos ambientales que se puedan producir por la construcción, los negativos se “minimicen” tratando de que teóricamente no se produzcan.

Dentro de los impactos positivos que proporcionan los proyectos carreteros se mencionan a título enunciativo, más no limitativo, los siguientes:

Resumen Ejecutivo.

- Comunicación
- Desarrollo Social
- Incremento del Comercio
- Acceso a Educación
- Acceso a Tecnologías
- Acceso a Servicios Médicos
- Generación de Empleo
- Fortalecimiento de Economía Local
- Transitabilidad Permanente
- Menores Costos de Transporte
- Menores Tiempos de Recorrido
- Acceso a otros Mercados

Los impactos negativos que pueden producirse si no se cuidan los conceptos de adecuada planeación y buen proyecto son los siguientes:

- Tala de Bosques
- Modificación de Hidrología Natural
- Erosión y Sedimentación
- Degradación de Paisajes
- Explotación excesiva de Bancos de Materiales
- Contaminación del Suelo
- Contaminación del Aire
- Cambio en la Tenencia de la Tierra
- Emigración de la Población Local
- Cambios Culturales
- Afectaciones a la Flora y Fauna Endémica
- Cambio de Cultivos

Como puede observar el lector, dada la tendencia mundial y la obligación de los seres vivos humanos que poblamos la tierra, definitivamente se debe tener la decisión y crear conciencia de la gran importancia sobre el cuidado del medio ambiente. A los ingenieros nos toca la responsabilidad de tomar en cuenta esto, minimizando o excluyendo los impactos negativos que pueden producirse en el desarrollo de obras de infraestructura. Deberán incluirse en un principio los aspectos ambientales desde su planeación, proyecto, construcción, conservación y operación de las citadas obras.

4.- PROCESO ACTUAL DE PLANEACIÓN

De acuerdo a diversos organismos internacionales, el costo de una evaluación ambiental no sobrepasa el 2.0% del costo del proyecto. El Banco Mundial establece, por regla general, el 1.0%; mientras que la OECD, maneja un rango entre el 0.1% y el 2.0%; sin embargo, coinciden en que este costo se incrementa dependiendo de la etapa del proceso de planeación - proyecto - ejecución en que se realiza.

Adicionalmente, el costo de la implantación de las medidas de mitigación establecidas en el estudio de impacto ambiental, se estima entre el 0% y el 10% del costo total de la obra, siendo usual que se ubique entre el 3% y el 5%.

Resumen Ejecutivo.

Esto puede llegar a significar que un proyecto no sea económicamente rentable, al tomar en cuenta la incidencia de la componente ambiental como uno de los costos dentro de la evaluación correspondiente.

En este sentido, la evaluación ambiental debe de realizarse durante el proceso de planeación de la infraestructura, lo que proporcionará información inicial sobre las posibles repercusiones ambientales, de manera general, y dará mayores elementos al tomador de decisiones sobre la viabilidad del proyecto.

Una de las estrategias establecidas en el Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes 1995 - 2000, es la construcción de caminos rurales que, por su importancia, servirán de integración para aquellas comunidades aún marginadas en nuestro país.

En Guatemala, se ha instrumentado un Programa de Caminos Rurales con Uso Intensivo de Mano de Obra Componente de Conservación del Medio Ambiente (Ref. N° 5), el cual ha beneficiado tanto a la parte gubernamental como a los habitantes de las zonas que comunica el camino. A continuación se describe brevemente el proceso seguido desde la planeación hasta la construcción de la nueva vía.

Es conveniente hacer notar que en este caso, y así debiera ser en todos, se cuenta con un equipo interdisciplinario mínimo, que consta de un responsable de la planeación, ingenieros civiles, topógrafo, hidrólogo y biólogo, a los cuales se le suma en ciertas ocasiones, algún otro personal dependiendo de la zona donde se pretenda construir el camino, como puede ser el caso de un arqueólogo.

La primer tarea que se realiza es definir claramente los objetivos del proyecto; es decir, establecer con claridad qué fines se persiguen, cuáles son los beneficios que se pretenden generar, a quiénes se intenta beneficiar y cómo serán impactados los habitantes que se pretende hagan uso de la nueva infraestructura. Esta tarea sirve para ubicar a todos los participantes dentro del mismo contexto, lo cual permite tener una idea clara de los objetivos a cumplir y las decisiones se orientarán en ese sentido.

Como resultado de este proceso, al final se cuenta con una obra de infraestructura: (I) acorde a las necesidades y expectativas de los usuarios, (II) con el mínimo de problemas durante la etapa de construcción, (III) con el mínimo impacto ambiental y (IV) con el máximo beneficio para todos.

Resumen Ejecutivo.

5.- CONSIDERACIONES COMPLEMENTARIAS

5.1.- Económicas

Antes de tomar la decisión de construir una nueva obra, se aconseja el analizar alternativas para la expansión o modernización de los caminos existentes, que merecen consideración en la planeación del transporte desde un punto de vista ambiental, incluyendo mejoras en el manejo del tránsito y transporte público por los caminos existentes, ferrocarriles para carga o pasajeros existentes, y una mayor inversión en el transporte no motorizado, al menos para distancias cortas.

La nueva industria suele ubicarse donde se dispone de tierras e infraestructura; la carretera es una opción lógica. El desarrollo comercial de la orilla del camino, tiene lugar en base a la suposición de que el mayor acceso y visibilidad atraerá más clientes. El crecimiento urbano irregular es un fenómeno de escala mayor. La ausencia de un plan global, consiste en la expansión de las áreas urbanas hacia afuera, por las vías de transporte, por medio del desarrollo industrial, comercial y residencial.

La modernización de caminos rurales (pavimentación y ampliación), que no tome en cuenta el incremento en el tránsito, resultará en un número elevado de accidentes con peatones, ciclistas y vehículos de tracción animal, que tienden a permanecer en este tipo de vías mejoradas.

5.2.- Socioculturales

En ciertas ocasiones, una gama de impactos negativos indirectos ha sido atribuida a la construcción o mejoramiento de las carreteras. Muchos de estos son principalmente socioculturales e incluyen la degradación visual debido a la colocación de anuncios a los lados del camino, los impactos de urbanización no planificada inducida por el proyecto, la alteración de la tenencia local de tierras debido a la especulación, la construcción de nuevos caminos secundarios, el mayor acceso humano a las tierras silvestres y otras áreas naturales, y la migración de la mano de obra y desplazamiento de las economías de subsistencia.

5.3.- Ecológicas

El aspecto ecológico del medio ambiente se circunscribe a la flora, fauna, agua, tierra y aire y, como se ha visto, es sólo una parte del medio ambiente, por lo que debe tenerse especial atención en tomar en cuenta la totalidad de los impactos.

Resumen Ejecutivo.

Un aspecto que debe tenerse en la mente, es que no se trata de evitar los impactos o buscar el “impacto cero”, se deben orientar las acciones a mantener el equilibrio ecológico; es decir, el preservar la armonía de los distintos hábitats que serán de alguna manera alterados por el proyecto.

5.4.- Organizacionales

Las decisiones en cuanto a la ubicación del camino ocurren, a menudo, después de un proceso rápido de selección y evaluación de muchos lugares y especificaciones que se han propuesto, y debe existir la participación de una amplia selección de agencias de línea y niveles de organización.

La construcción de caminos a través de tierras silvestres resultará en ocasiones en la conversión a otros usos de la tierra, a menos que exista un apoyo popular local para la conservación o preservación, combinado con una efectiva administración y coacción legal.

5.5.- Computacionales

La Coordinación General de Planeación y Centros de la SCT cuenta con un modelo para la evaluación de impacto ambiental sobre infraestructura carretera, cuya finalidad es conocer el entorno natural y social, así como los parámetros que componen el medio ambiente, las posibles afectaciones a los recursos naturales y sociales, las propuestas de medidas alternas y obras compensatorias, así como evaluar económicamente esas medidas.

El modelo citado cuenta, dentro de un sistema de información geográfica, con una base de datos que incluye la red carretera federal y sus volúmenes clasificados; adicionalmente, se tienen los aspectos relacionados con los usos del suelo, climas, tipos de vegetación, fauna, áreas protegidas o restringidas, topografía e hidrología, entre otras. En total existen más de 20 tipos distintos de información que maneja de manera simultánea.

Dentro de los beneficios del sistema se pueden citar los siguientes:

- En la etapa de planeación, es posible detectar los impactos ambientales generados por la construcción, las acciones que deben tomarse en cuenta en el costo de la obra, la rentabilidad de los planes de mitigación y el análisis de las alternativas de trazo y ubicación.
- Estandarización de la información que es utilizada en las manifestaciones de impacto ambiental que la SCT da a contrato.

Resumen Ejecutivo.

- Planear con tiempo los estudios de campo y proporcionar una visión global del entorno natural y social.

Si bien a la fecha el modelo no está siendo utilizado de manera sistemática por todas las áreas involucradas, puede convertirse en una herramienta de apoyo de gran utilidad, sobre todo si se forman equipos multidisciplinarios que conjuntamente trabajen un proyecto determinado.

6.- CONCLUSIONES

El medio ambiente es un amplio espectro que involucra tanto a la ecología, como a los aspectos sociales, culturales y económicos que se desarrollan en un área determinada, analizando las repercusiones que una obra de infraestructura traerá y determinando las medidas que deben adoptarse para minimizar los impactos negativos, manteniendo el equilibrio entre todos los sistemas.

Dada la tendencia mundial y la obligación de los seres vivos humanos que poblamos la tierra, definitivamente se debe tener la decisión y crear conciencia de la gran importancia sobre el cuidado del medio ambiente. A los ingenieros nos toca la responsabilidad de tomar en cuenta esto, minimizando o excluyendo los impactos negativos que pueden producirse en el desarrollo de obras de infraestructura.

El objetivo principal que se debe tener en mente al cumplir las condiciones anteriormente descritas, es maximizar los beneficios y minimizar los efectos adversos que se puedan producir, empezando por la concientización del Sector Comunicaciones y Transportes, la capacitación y actualización de conocimientos, la formación de equipos interdisciplinarios con biólogos, sociólogos, etc., para poder continuar con un desarrollo sustentable, logrando un mayor fortalecimiento de nuestra población y de nuestro país en general.

Son contadas y escasas las alternativas para los eficientes caminos que desempeñan la función de proporcionar un transporte relativamente rápido y de bajo costo.

Las alternativas para la construcción de nuevos caminos, bajo la perspectiva del medio ambiente, deben considerar en la planeación el incluir mejoras en el manejo del tránsito y transporte público por las carreteras existentes.

Resulta imprescindible el contar, durante las fases de planeación, proyecto y construcción, con equipos multidisciplinarios que permitan visualizar con claridad la magnitud de los impactos ambientales que se generarán con el proyecto, además de establecer las medidas de mitigación por incluir y su correspondiente seguimiento.

Resumen Ejecutivo.

La participación de la comunidad que se verá afectada con la construcción de un camino es fundamental, sobre todo si se trata de una vía rural, ya que los impactos serán directamente percibidos por ella, además de ser una fuente de información valiosa respecto a la situación existente.

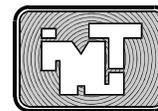
El análisis del medio ambiente, dada su extensión y complejidad, puede convertirse en la parte neurálgica de la planeación carretera, ya que el resultado de la construcción de la obra no necesariamente traerá los beneficios esperados o se cumplirán los objetivos específicos que se buscan.

La práctica del proceso de planeación para caminos rurales de Guatemala, es un ejemplo del cómo asegurar que los beneficios lleguen a quienes realmente lo necesitan, contando con el apoyo de la comunidad y haciéndola partícipe en la toma de decisiones.

El uso de herramientas computacionales que permitan tener un mayor manejo de recursos en un tiempo razonablemente corto, traerá por consecuencia elevar la eficiencia del proceso y tomar decisiones con bases sólidas y claras respecto a los problemas por solucionar.

Si bien el medio ambiente y sus impactos son aspectos recientemente considerados en la planeación de proyectos carreteros, su importancia crecerá día con día y en un futuro no muy lejano, serán una parte muy importante a tomar en cuenta respecto a la decisión de construir o no un camino.

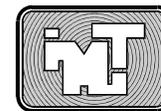




CONSIDERACIONES SOBRE EL MEDIO AMBIENTE EN LA PLANEACIÓN DE CARRETERAS

INDICE

RESUMEN	V
ABSTRACT	VII
RESUMEN EJECUTIVO	IX
1.- INTRODUCCIÓN	2
2.- ANTECEDENTES	4
2.1.- Programa Sectorial 1995 - 2000	4
2.2.- Lineamientos Banco Mundial	5
3.- EL IMPACTO AMBIENTAL	9
3.1.- Desarrollo del Concepto de Impacto Ambiental	10
3.2.- Impactos que Ocasionan las Infraestructuras Carreteras	12
3.3.- Lineamientos Adicionales	14
4.- PROCESO ACTUAL DE PLANEACIÓN	16
4.1.- Esquema Tradicional	16
4.2.- Planeación Integral del Desarrollo Regional	19
4.3.- Planeación para Caminos Rurales	21
5.- CONSIDERACIONES COMPLEMENTARIAS	24
5.1.- Económicas	24
5.2.- Socio Culturales	26
5.3.- Ecológicas	27
5.4.- Organizacionales	27
5.5.- Computacionales	28
6.- CONCLUSIONES	31
7.- BIBLIOGRAFÍA	33



1.- INTRODUCCIÓN

A medida que a nivel mundial crece la preocupación por la degradación ambiental y la amenaza que presenta el bienestar humano y el desarrollo económico, naciones industrializadas y en vías de desarrollo han incorporado procedimientos de evaluación ambiental dentro de sus procesos de gestión.

Las evaluaciones ambientales enfatizan la identificación oportuna de problemas ambientales en el ciclo del proyecto para diseñar obras con mejoras ambientales y así evitar, atenuar o compensar los impactos adversos que pueden ser producidos. El cumplir los procedimientos recomendados para las evaluaciones ambientales, posibilita a los diseñadores y organismos ejecutores tratar inmediatamente las consideraciones ambientales, reduciendo así las necesidades subsecuentes de imponer limitaciones al proyecto y evitando los costos y demoras en la implantación que podrían surgir a raíz de los problemas no anticipados.

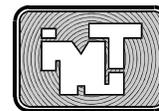
Desde la fase de planeación, en especial para los proyectos carreteros, la componente ambiental debe ser analizada y valorada, ya que puede constituirse en la parte crítica para la aceptación o no de llevarse a cabo. Es sabido que la ubicación del camino constituye la decisión más crítica en cuanto a su construcción. Esta determinará, en mayor medida, el tipo y la magnitud de los impactos ambientales y sociales que causarán. En el caso de México, el análisis ambiental normalmente se inicia una vez seleccionada una alternativa y realizado el proyecto ejecutivo, bajo el enfoque de minimizar los impactos adversos que la obra generará, únicamente durante su construcción.

Por otro lado, la tendencia internacional se dirige a incluir el análisis ambiental como un apoyo en la toma de decisiones respecto a la viabilidad de un proyecto y, en ocasiones, llega a ser la consideración más importante a tomar en cuenta para la aceptación de realizar una obra y posteriormente su efecto durante la operación.

Para el caso de México, un aspecto que se contempla en el Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes 1995 - 2000, es la posibilidad de obtener créditos para la ejecución de obras y por ende, cumplir con la normatividad de la institución crediticia.

Bajo este esquema, el presente trabajo tiene como objetivo el plantear algunas consideraciones dentro del proceso de planeación de proyectos carreteros, incluyendo a la componente ambiental como un aspecto importante a considerar.

El documento está dividido en cuatro partes fundamentales: Antecedentes, Planeación, Componente Ambiental y Consideraciones Complementarias.



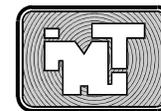
En el Capítulo de Antecedentes se describen las líneas establecidas en el Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes 1995 - 2000, con la finalidad de tener claro el marco de referencia nacional en infraestructura carretera en que deben incluirse los proyectos, así como las estrategias y líneas de acción por considerar. Además, se presenta un breve resumen de los lineamientos del Banco Mundial para otorgar créditos carreteros.

En el Capítulo 3 se describe brevemente la Componente Ambiental, para lo cual se desarrolla el concepto de impacto ambiental y los impactos que genera la construcción de infraestructura carretera específicamente, con la finalidad de tener un panorama lo suficientemente claro de la importancia de este rubro.

En el Capítulo 4, se trata el Proceso de Planeación de la infraestructura carretera, desde el inicio hasta la ejecución de la obra, incluyendo la participación de la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP), como órgano rector de la política nacional en materia ambiental.

En el Capítulo 5 y en base a los elementos anteriores, se presentan algunas Consideraciones Complementarias a tomarse en cuenta, dividiéndolas en Económicas, Socio Culturales, Ecológicas, Organizacionales y Computacionales.

Por último, se dan las conclusiones emanadas durante la realización de este trabajo y se hace mención de la bibliografía básica consultada.



2.- ANTECEDENTES

2.1.- Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes 1995 - 2000.

Dentro del diagnóstico global del Sector, se establecen algunos rezagos en materia de Infraestructura carretera como la extensión, el estado actual de conservación de la red federal, la discontinuidad de los principales ejes troncales, la falta de libramientos, la insuficiente cobertura y mantenimiento de los caminos rurales y la carencia de accesos terrestres adecuados en algunos puertos marítimos y fronterizos. Adicionalmente, la infraestructura de carreteras de altas especificaciones presenta también falta de continuidad en los grandes ejes que la conforman y deficiencias en las conexiones con algunas ciudades, puertos y fronteras.

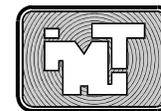
A fin de impulsar el crecimiento económico, la integración regional y el desarrollo social, se vuelve fundamental la conservación, modernización y ampliación de la infraestructura del transporte y las comunicaciones. Para ello, se plantea el fortalecer el proceso de planeación integral del Sector, sustentado en una visión de mediano y largo plazos, otorgar prioridad en la asignación de recursos presupuestales a la terminación de proyectos en proceso y a la realización de nuevas obras que satisfagan criterios de rentabilidad social y económica, que comuniquen a los principales centros de producción y consumo del país y finalmente, promover el uso de mecanismos financieros adecuados al desarrollo de proyectos de infraestructura.

Específicamente en el renglón de infraestructura, el Programa Sectorial (Ref. N° 8) parte de que el sistema nacional carretero constituye el principal medio de desplazamiento de personas y bienes y es, al mismo tiempo, un instrumento primordial para la integración social, económica y cultural de la nación.

Desde el punto de vista institucional, reconoce la presencia de otros factores que afectan el desarrollo de los programas carreteros, como son la falta de personal calificado, la desactualización de las normas técnicas, la insuficiencia de estudios básicos y proyectos ejecutivos y el debilitamiento de los sistemas de planeación, control y supervisión de obras.

Para contrarrestar la problemática anterior se plantean los siguientes objetivos :

- Conservar y reconstruir las carreteras libres para abatir los costos de transporte, elevar la seguridad y la calidad del servicio, así como para prolongar la vida útil del patrimonio federal.
- Modernizar y ampliar la red federal, a fin de extender la cobertura de las carreteras de altas especificaciones ; mejorar los accesos a ciudades, aeropuertos, puertos y fronteras, para propiciar la interconexión eficiente con otros modos de transporte y facilitar la continuidad de la circulación vial a lo largo de la misma.



- Impulsar y apoyar la conservación, reconstrucción y ampliación de los caminos rurales para coadyuvar al desarrollo económico y social de las pequeñas comunidades, facilitar su acceso a los servicios de salud y educación, generar empleos e inducir el intercambio de productos y servicios.

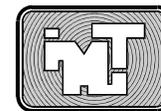
En el cumplimiento de estos objetivos, se enfatiza en el programa que habrán de adoptarse las medidas que aseguren la preservación del equilibrio ecológico y la protección del medio ambiente. Una de las estrategias es el reforzar los mecanismos de planeación, para asegurar un uso eficiente de los recursos, actualizar la tecnología y desarrollar proyectos que cumplan las expectativas de los usuarios.

Para fortalecer la capacidad institucional de planeación en los programas carreteros, se indica que deberán instrumentarse las siguientes acciones :

- Hacer más eficiente los procesos de planeación para conservar, reconstruir, modernizar y ampliar las carreteras a cargo de la SCT, con el fin de asegurar el uso adecuado y oportuno de los recursos destinados a estas tareas.
- Mejorar la elaboración de proyectos ejecutivos y perfeccionar los mecanismos para la liberación de los derechos de vía, con objeto de reducir el riesgo de que se incrementen los costos de las obras.
- Desarrollar estudios de impacto ambiental para mitigar y controlar los efectos de los proyectos carreteros sobre el entorno natural.

Como se aprecia, la componente ambiental se toma en cuenta de manera clara y precisa, además de reconocerse, a lo largo del programa Sectorial, la necesidad de eficientar y fortalecer el proceso de planeación como base para la toma de decisiones y mejoramiento de la situación actual.

Por otro lado, dentro del propio Programa se plantea la posibilidad de acudir a fuentes de financiamiento externo e inversionistas públicos y privados para poder llevar a cabo las líneas de acción establecidas, que para el caso de México, el Banco Mundial es generalmente la institución que da recursos económicos para este fin.



2.2.- Lineamientos del Banco Mundial para Otorgar Créditos Carreteros.

La SCT intentará fortalecer el papel promotor del Gobierno Federal para atraer recursos destinados al desarrollo de infraestructura carretera, lo que implica el cumplir con los lineamientos establecidos por quienes otorguen los recursos.

De manera genérica, el Banco Mundial a través del BIRDF es el organismo que aporta recursos económicos para la realización de proyectos encaminados al desarrollo de un determinado país (Ref. N° 1). Esta circunstancia hace necesario el conocer los lineamientos fijados por este ente multinacional, acotados a la componente ambiental.

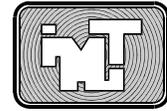
En principio el transporte es normalmente el 2° ó 3er sector más grande en términos de los totales anuales para préstamos y créditos del Banco Mundial. En 1990, las carreteras representaron más de la mitad del total (Ref. N° 2).

El propósito de la política y procedimientos del Banco, en materia de evaluación ambiental, es asegurar que las opciones de desarrollo en consideración sean ambientalmente adecuadas y sustentables y que toda consecuencia ambiental sea reconocida pronto y tomada en cuenta para el diseño del proyecto que se inicia desde la etapa de planeación.

La evaluación ambiental comienza con la selección, donde el director del trabajo del Banco, en colaboración con la División Ambiental Regional, evalúa el proyecto o sus componentes según la magnitud y sensibilidad de los problemas ambientales presentados. La selección determina el tipo de análisis ambiental a realizar para el proyecto, comprendido entre las opciones del mínimo hasta una evaluación ambiental muy completa.

Todo préstamo y crédito del Banco requiere de un análisis ambiental, a excepción de los préstamos de ajuste sectorial y estructural. Los proyectos de inversión sectorial y el componente de inversión de los préstamos y créditos bancarios, se encuentran sujetos al requisito del análisis ambiental.

La evaluación ambiental es un proceso flexible, diseñado para adecuarse a toda la gama de proyectos del Banco y las diversas circunstancias de los países receptores de préstamos. No existe un inventario fijo de problemas a ser examinados en cada evaluación ambiental en particular. Más bien, el procedimiento del Banco depende de la selección, el reconocimiento ambiental y las discusiones entre el Banco y el prestatario, a fin de identificar los problemas críticos y establecer el alcance de la evaluación ambiental. La Directiva Operacional de Evaluación Ambiental requiere además la coordinación interinstitucional y consulta con los grupos afectados y las Organizaciones No Gubernamentales (ONG) locales durante las primeras etapas para asegurar que se traten todos los problemas ambientales importantes.

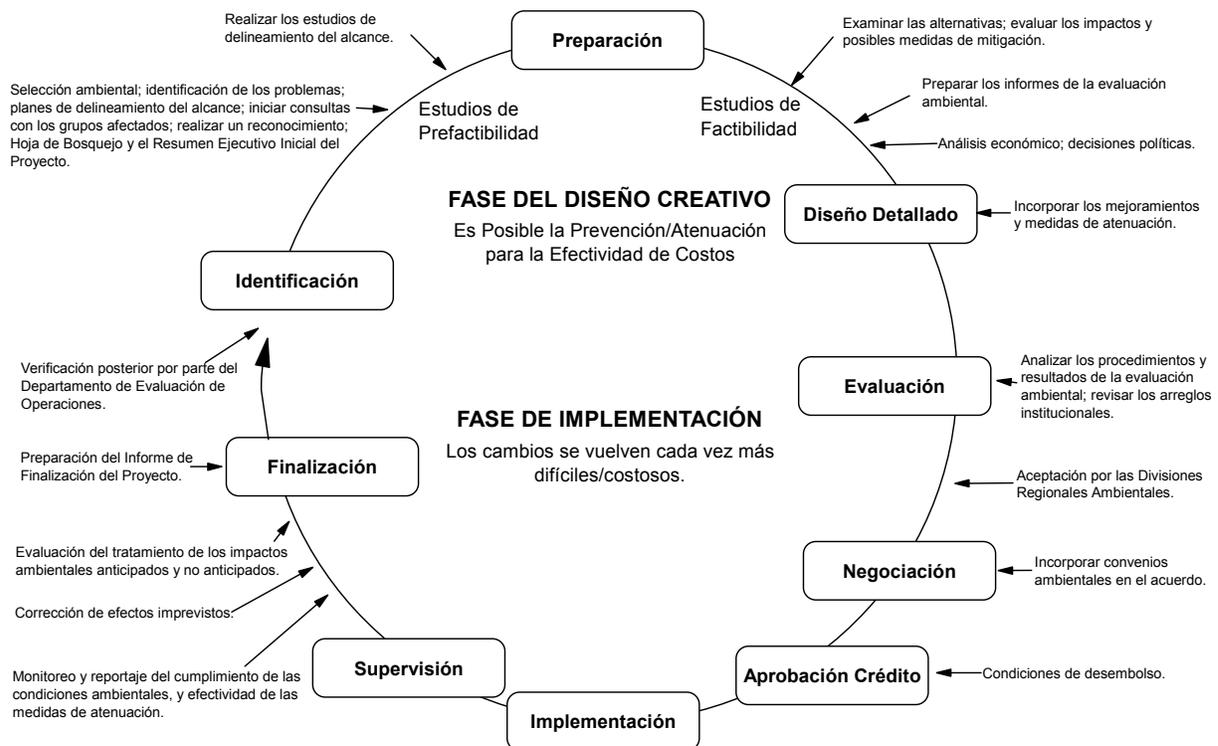


La directiva del Banco integra la evaluación ambiental u otro estudio ambiental dentro de la preparación de los proyectos, incluyendo las decisiones en torno a la selección de los proyectos, su ubicación y diseño. En la mayoría de los casos, una evaluación ambiental debe formar parte del estudio de factibilidad global.

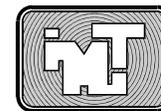
Las evaluaciones ambientales, para el Banco, brindan numerosas oportunidades para coordinar el trabajo ambiental del país y deberían ir vinculadas con otras estrategias ambientales, planes de acción y proyectos aislados. La evaluación ambiental ofrece un mecanismo formal para la coordinación interinstitucional y para tratar las inquietudes de los grupos afectados y de las ONGs locales. Las evaluaciones ambientales pueden ayudar a fortalecer la capacidad de manejo ambiental en el país.

El análisis ambiental del Banco se vincula íntimamente con el ciclo del proyecto. Como se puede ver en la Figura 2.1., el análisis ambiental comienza con la selección al momento de identificación del proyecto. El delineamiento del alcance y preparación de la evaluación ambiental se dan en serie o como parte integral de los estudios de prefactibilidad y de factibilidad.

Figura 2.1.- ANÁLISIS AMBIENTAL Y EL CICLO DEL PROYECTO



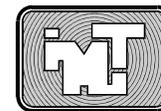
Si la evaluación ambiental es satisfactoria para el prestatario y el Banco, forma la base para la decisión de la División Ambiental Regional sobre la aprobación



ambiental y las condiciones ambientales a ser negociadas con el prestatario, algunas o todas de las cuales se encuentran incorporadas dentro del convenio de préstamo. La evaluación ambiental puede ser apropiada para los fines de la evaluación, pero es posible que el análisis del Banco revele la necesidad de mayor análisis antes de poder dar su aprobación e iniciar negociaciones. La supervisión incluye el seguimiento del comportamiento ambiental del proyecto y del cumplimiento de las condiciones pertinentes acordadas entre ambas partes. Luego de terminar la implantación, el Informe de Finalización del proyecto incluye una evaluación, tanto de los impactos que se dieron en la práctica, como de la efectividad de las medidas de mitigación.

Como se aprecia, la componente ambiental se incluye desde la planeación, aunque de una forma general, detallándose en la fase de proyecto y dándole seguimiento a las medidas de mitigación establecidas durante la construcción ; adicionalmente, se monitorea la ejecución de los trabajos para verificar si son adecuadas las acciones tomadas en materia ambiental y realizar los ajustes correspondientes en caso de ser necesario.

Complementariamente, los informes que se preparan al término de la obra sirven para conformar una “base de datos” que permite hacer un análisis de sensibilidad sobre el resultado de las medidas adoptadas respecto a lo esperado y con ello mejorar la toma de decisiones en futuros proyectos.



3.- EL IMPACTO AMBIENTAL

El Banco Mundial define al Medio Ambiente como “Las condiciones naturales y sociales que circundan a toda la humanidad, incluyendo las generaciones futuras”. Esta definición es demasiado amplia y globalizadora puesto que abarca aspectos tangibles e intangibles, que en casi todos los casos son difíciles de valorar.

En México la SEMARNAP a través de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (Ref. N° 9), plantea una serie de definiciones importantes de conocer :

Ambiente.- Conjunto de elementos naturales y artificiales o inducidos por el hombre, que hacen posible la existencia y desarrollo de los seres humanos y demás organismos vivos que interactúan en un espacio y tiempo determinados.

Áreas Naturales Protegidas.- Zonas del territorio nacional y aquéllas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requieren ser preservados o restaurados.

Aprovechamiento Sustentable.- Utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por periodos indefinidos.

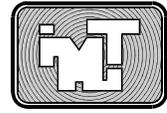
Desarrollo Sustentable.- Proceso evaluable mediante criterios e indicadores de carácter ambiental, económico y social que tiende a mejorar la calidad de vida y la productividad de las personas, que se funda en medidas apropiadas de preservación del equilibrio ecológico, protección al ambiente y aprovechamiento de los recursos naturales, de manera que no se comprometa la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras.

Ecosistema.- Unidad funcional básica de interacción de los organismos vivos entre sí y de éstos con el ambiente, en un espacio y tiempo determinados.

Equilibrio Ecológico.- Relación de interdependencia entre los elementos que conforman el ambiente que hace posible la existencia, transformación y desarrollo del hombre y demás seres vivos.

Impacto Ambiental.- Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza.

Manifestación de Impacto Ambiental.- Documento mediante el cual se da a conocer, con base en estudios, el impacto ambiental, significativo y potencial que generaría una obra o actividad, así como la forma de evitarlo o atenuarlo en caso de que sea negativo.



Ordenamiento Ecológico.- Instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos.

Protección.- Conjunto de políticas y medidas para mejorar el ambiente y controlar su deterioro.

Recurso Natural.- Elemento natural susceptible de ser aprovechado en beneficio del hombre.

Se mencionan estas definiciones, debido a que en la sección siguiente se trata el tema de impacto ambiental y se hace referencia a estos conceptos, por lo que resulta apropiado establecer un marco previo.

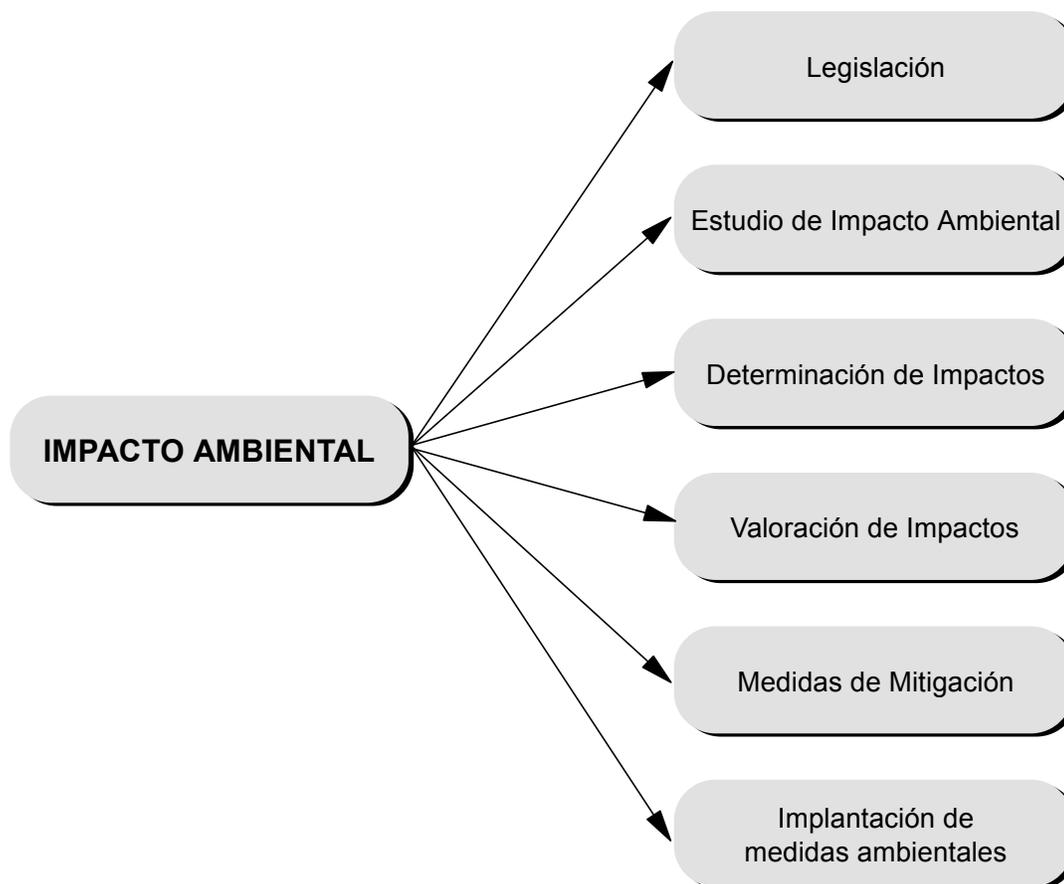
3.1.- Desarrollo del Concepto de Impacto Ambiental

El impacto ambiental puede definirse con más detalle como la transformación, modificación o alteración de cualquiera de los componentes del medio ambiente : biótico (flora y fauna), abiótico (suelo, agua, tierra, etc.) y humano (social, económico y cultural), como resultado del desarrollo de un proyecto en sus diversas etapas.

Por otro lado, los impactos ambientales son benéficos o adversos, significativos o no significativos, mitigables o no mitigables, reversibles o irreversibles y se pueden presentar en el corto, mediano y/o largo plazos.

Con esta descripción general, se aprecia que prácticamente cualquier trabajo por realizar tiene implicaciones ambientales, especialmente obras de infraestructura, puesto que modifica permanentemente las condiciones de un área en particular.

De forma ilustrativa, en la Figura 3.1. se muestran los principales componentes que se consideran dentro del impacto ambiental.

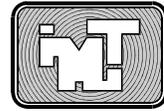
Figura 3.1.- COMPONENTES DEL IMPACTO AMBIENTAL

El análisis del medio ambiente y de los impactos que en él se generan, derivados de la implantación de cualquier tarea en infraestructura parte, además de una conciencia de preservación y mejoramiento, de la Ley General de Equilibrio Ecológico emanada de la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP), donde se definen los lineamientos de todo lo inherente al tema.

Esta Dependencia, define la profundidad del análisis a llevar a cabo, dependiendo de la magnitud y características de la obra ; por ejemplo, los trabajos de mantenimiento solo requieren de dar aviso a la cabeza de sector, mientras que la construcción o ampliación de infraestructura requiere de manifestación ambiental general, intermedia o específica, en función de su envergadura.

Esta manifestación ambiental es un formato elaborado por la SEMARNAP, en donde se introducen las características generales del proyecto, las metodologías empleadas y la propuesta de acciones a ejecutar para minimizar los aspectos adversos.

El estudio de impacto ambiental, basado en una inspección en campo de las condiciones actuales del lugar, además del acopio de la información bibliográfica y



cartográfica respectiva, es realizado por empresas consultoras, quienes normalmente se responsabilizan de obtener la aprobación correspondiente.

Son tres los aspectos medulares de este estudio : la determinación de los impactos, su valoración y la propuesta de las medidas de mitigación.

La determinación de impactos se hace para cada una de las tareas que se van a realizar para materializar el proyecto, desde la preparación del terreno (desmante, despalme, etc.), el proceso de construcción (incluyendo campamentos, explotación de bancos de material, etc.), la operación y el abandono.

Una vez que se conocen los impactos, es necesario valorarlos para determinar su magnitud ; esto debe hacerse de acuerdo a las metodologías establecidas para ello.

Por último y con base en los impactos detectados, se proponen las medidas a implantar para que la severidad del daño se minimice.

Este estudio, junto con el formato de la manifestación ambiental, se envía a la SEMARNAP para que sea aprobado y/o se le adicionen medidas de mitigación.

Posteriormente y de manera aleatoria, la propia SEMARNAP a través de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), realiza visitas a las obras en sus distintas etapas para verificar si se está cumpliendo con lo estipulado y si las medidas realmente se ajustan a las necesidades del lugar.

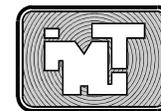
El panorama descrito es muy general y breve, sólo se pretende dar una idea inicial de la magnitud del campo de acción en materia de impacto ambiental.

3.2.- Impactos que Ocasionan las Infraestructuras Carreteras

Es importante hacer notar que en cualquier país, al igual que en México, los beneficios que se producen por la construcción de obra de infraestructura son muy importantes en la mayoría de los casos, habiendo excepciones donde se producen efectos contrarios.

En el caso de las carreteras, los procesos de planeación, el proyecto, estudios, construcción, conservación y operación de tales vías, indudablemente producen una serie de impactos. En este trabajo se pretende realzar la importancia de un buen proyecto con una adecuada planeación, para que los impactos que se generen por esta traten de ser positivos en la mayoría de los casos.

El hecho de comunicar dos poblaciones entre sí, llámense capitales de estados, ciudades medias, pequeñas o poblaciones, indiscutiblemente acarrea todos los beneficios inherentes a tal comunicación. En el siguiente párrafo se trata de enlistar



los principales impactos positivos que deben generarse por la construcción de una carretera.

Cabe hacer mención que para lograr una adecuada planeación y un buen proyecto de una carretera, debe contarse con la participación y experiencia de un equipo interdisciplinario para que los impactos ambientales negativos que se puedan producir por la construcción, se “minimicen” tratando teóricamente de que no se produzcan.

Dentro de los impactos positivos que proporcionan los proyectos carreteros se mencionan a título enunciativo, más no limitativo, los siguientes :

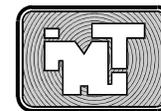
- Comunicación
- Desarrollo Social
- Incremento del Comercio
- Acceso a Educación
- Acceso a Tecnologías
- Acceso a Servicios Médicos
- Generación de Empleo
- Fortalecimiento de Economía Local
- Transitabilidad Permanente
- Menores Costos de Transporte
- Menores Tiempos de Recorrido
- Acceso a otros Mercados

Los impactos negativos que pueden producirse si no se cuidan los conceptos de adecuada planeación y buen proyecto son los siguientes :

- Tala de Bosques
- Modificación de Hidrología Natural
- Erosión y Sedimentación
- Degradación de Paisajes
- Explotación excesiva de Bancos de Materiales
- Contaminación del Suelo
- Contaminación del Aire
- Cambio en la Tenencia de la Tierra
- Emigración de la Población Local
- Cambios Culturales
- Afectaciones a la Flora y Fauna Endémica
- Cambio de Cultivos

Como puede observar el lector, dada la tendencia mundial de proteger y mejorar el entorno existente, es obligación de los seres vivos humanos que poblamos la tierra, definitivamente, tener la decisión de crear conciencia sobre la importancia del cuidado del medio ambiente. A los ingenieros nos toca la responsabilidad de tomar en cuenta esto, minimizando o excluyendo los impactos ambientales negativos desde la planeación, proyecto, construcción, conservación y operación de las obras de infraestructura.

El objetivo principal que se debe tener en mente al cumplir las condiciones anteriormente descritas, es maximizar los beneficios y minimizar los efectos adversos que se puedan producir. Esto requiere de la concientización del Sector Comunicaciones y Transportes, con la capacitación y actualización de conocimientos,



la formación de equipos interdisciplinarios con biólogos, sociólogos, etc., para poder continuar con un desarrollo sano de la infraestructura carretera que beneficie a nuestra población y al nuestro país en general.

3.3.- Lineamientos Adicionales

Cada uno de los aspectos citados en las secciones anteriores, han sido ampliamente desarrollados por diversos autores ; sin embargo, en este documento se presentan muy brevemente, a manera de enmarcar las áreas donde pueden presentarse impactos ambientales y con ello plantear algunas consideraciones en este sentido.

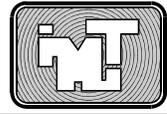
En primera instancia, se aprecia claramente que el estudio del medio ambiente debe ser interdisciplinario, ya que dentro de él se relacionan aspectos físicos, biológicos, sociales y culturales, cada uno con una importancia relativa que varía dependiendo de la zona geográfica donde se pretenda implantar un proyecto carretero.

En este sentido, la planeación de la infraestructura tendría que realizarse incluyendo especialistas en aspectos físico - biológicos y socio - culturales, con la finalidad de tomar en cuenta desde el inicio del proceso, los impactos ambientales previsibles que se generarán, sin que esto signifique llegar al detalle de cuantificación, pero que permitan anticipar o tener conciencia de las fortalezas y debilidades que tendrá el futuro proyecto.

Dos aspectos relevantes deben ser considerados durante la etapa de planeación de un proyecto : el medio biótico y la parte socio - cultural, ya que las cuestiones de ingeniería relacionadas, por ejemplo, con la erosión, hidrología, explotación de bancos de materiales, equipos de construcción, etc., son ampliamente dominadas por los proyectistas.

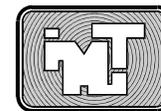
Respecto al medio biótico (flora y fauna), constantemente hay nuevas áreas protegidas ya sea por especies endémicas en peligro de extinción, o por vegetación que requiera de preservar su estado natural ; esto exige una actualización constante y la capacidad de vislumbrar alteraciones significativas que pudieran hacer no viable el proyecto desde este punto de vista.

El análisis socio - cultural se debe enfocar, además de la posibilidad de encontrar restos arqueológicos, a ver las repercusiones que el nuevo camino traerá en los habitantes de las regiones por comunicar ; esto tiene una significación superior para los caminos rurales, ya que pudiera transformar radicalmente la forma de vida de la población y no necesariamente beneficiarla en cuanto a calidad de vida se refiere,



sobre todo si la zona tiene gran potencial agrícola y la tenencia de la tierra pudiera variar por especulación o por emigración hacia las ciudades.

Si bien pareciera que faltan varias áreas por cubrir, a nivel de la planeación, los aspectos relevantes son tomados en cuenta valorándose su peso específico. Cabe señalar que si alguno resultara altamente importante, deberá de profundizarse lo necesario para tener una idea clara de la magnitud del problema por enfrentar.



4.- PROCESO ACTUAL DE PLANEACIÓN

De acuerdo a diversos organismos internacionales, el costo de una evaluación ambiental no sobrepasa el 2.0% del costo del proyecto. El Banco Mundial establece, por regla general, el 1.0% ; mientras que la OECD, maneja un rango entre el 0.1% y el 2.0% ; sin embargo, coinciden en que este costo se incrementa dependiendo de la etapa del proceso de planeación - proyecto - ejecución en que se realiza.

Adicionalmente, el costo de la implantación de las medidas de mitigación establecidas en el estudio de impacto ambiental, se estima entre el 0% y el 10% del costo total de la obra, siendo usual que se ubique entre el 3% y el 5%.

Esto puede llegar a significar que un proyecto no sea económicamente rentable, al tomar en cuenta la incidencia de la componente ambiental como uno de los costos dentro de la evaluación correspondiente.

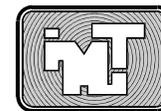
En este sentido, la evaluación ambiental debe de realizarse durante el proceso de planeación de la infraestructura, lo que proporcionará información inicial sobre las posibles repercusiones ambientales, de manera general, y dará mayores elementos al tomador de decisiones sobre la viabilidad del proyecto.

A continuación, se presenta el esquema tradicional para la planeación de infraestructura carretera que se sigue en México, para posteriormente plantear un enfoque tomando en cuenta la planeación integrada al desarrollo regional.

4.1.- Esquema Tradicional

La planeación inicia, estrictamente hablando y en teoría, con la detección de la necesidad de construir, modernizar o ampliar una carretera ; continúa con la fase de establecimiento de alternativas, su análisis y la determinación de la mejor opción ; posteriormente se realiza el proyecto ejecutivo, se ejecuta la obra y se supervisa, para finalizar con la retroalimentación del proceso, con el fin de mejorarlo para ocasiones subsecuentes.

En la realidad, este proceso pocas veces se realiza debido, fundamentalmente, a la falta de coordinación entre las distintas áreas que intervienen, incluso en la misma dependencia (esto sucede tanto en Dependencias Federales, como en las Estatales y Municipales) ; por ejemplo, el área de planeación se limita a definir lineamientos generales sobre las acciones que habrán de llevarse a cabo sin llegar a establecer, en algunos casos, las obras específicas. Por otro lado, el grupo de proyectistas es normalmente el responsable de definir alternativas, evaluarlas, seleccionar la mejor



opción y elaborar el proyecto ejecutivo. La construcción y supervisión se hace en otra área, con lo que se da por concluido el proceso.

Se aprecia que los esfuerzos se realizan de forma independiente, sin un flujo continuo de información que permita tener suficientemente claro el porqué se pretende construir un camino y mucho menos, quienes serán los beneficiados por él.

Adicionalmente a este problema, los aspectos ambientales son tomados en cuenta con cierta ligereza y se atienden básicamente debido a la necesidad de cumplir con una normatividad establecida, más que por un interés de preservar o mejorar el medio ambiente. Por otro lado, las obras que se construyen no necesariamente traen asociado este esquema. En algunos casos se da respuesta a una petición de alguna comunidad, o bien a peticiones específicas de los gobiernos estatales, municipales, partidos políticos, etc.

Partiendo del hecho de que el área de planeación ha fijado las políticas a seguir, a continuación se presenta el proceso que se lleva a cabo para la realización de una carretera, incluyendo la parte relativa al medio ambiente y las dependencias que intervienen, así como su grado de participación.

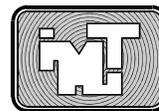
En primer término, se definen una serie de anteproyectos que cumplan con ciertas características iniciales como origen - destino, tipo de camino, etc. En esta etapa normalmente se consideran varios trazos con base en la cartografía existente y en recorridos de campo.

Una vez analizados los anteproyectos se realiza una evaluación económica de aquellas alternativas seleccionadas y se decide por aquella que reporte mayores beneficios con base en una serie de indicadores (tasa interna de retorno, valor presente neto, índices de rentabilidad, etc.).

Con el anteproyecto elegido, se acude a la SEMARNAP para que, de acuerdo con la legislación y normatividad existente, determine el tipo de manifestación que se debe llevar a cabo, general, intermedia o específica. Se inicia con el estudio de impacto ambiental y paralelamente se realiza el proyecto ejecutivo, aunque en algunos casos se tiene primero el proyecto ejecutivo y después se aborda la parte ambiental.

Como se dijo, dentro del estudio de impacto ambiental se determinan y valoran los impactos tanto benéficos como adversos para cada una de las etapas y se proponen las medidas de mitigación que deben ejecutarse para minimizar el deterioro.

La manifestación de impacto ambiental es turnada a la Delegación de la SEMARNAP correspondiente, quien analiza las propuestas y normalmente aprueba las medidas, incluyendo algunas otras que consideran complementarias para garantizar el cuidado del entorno ecológico.



A partir de que se cuenta con la aprobación, se puede ejecutar la obra ya sea por administración o a través de un tercero.

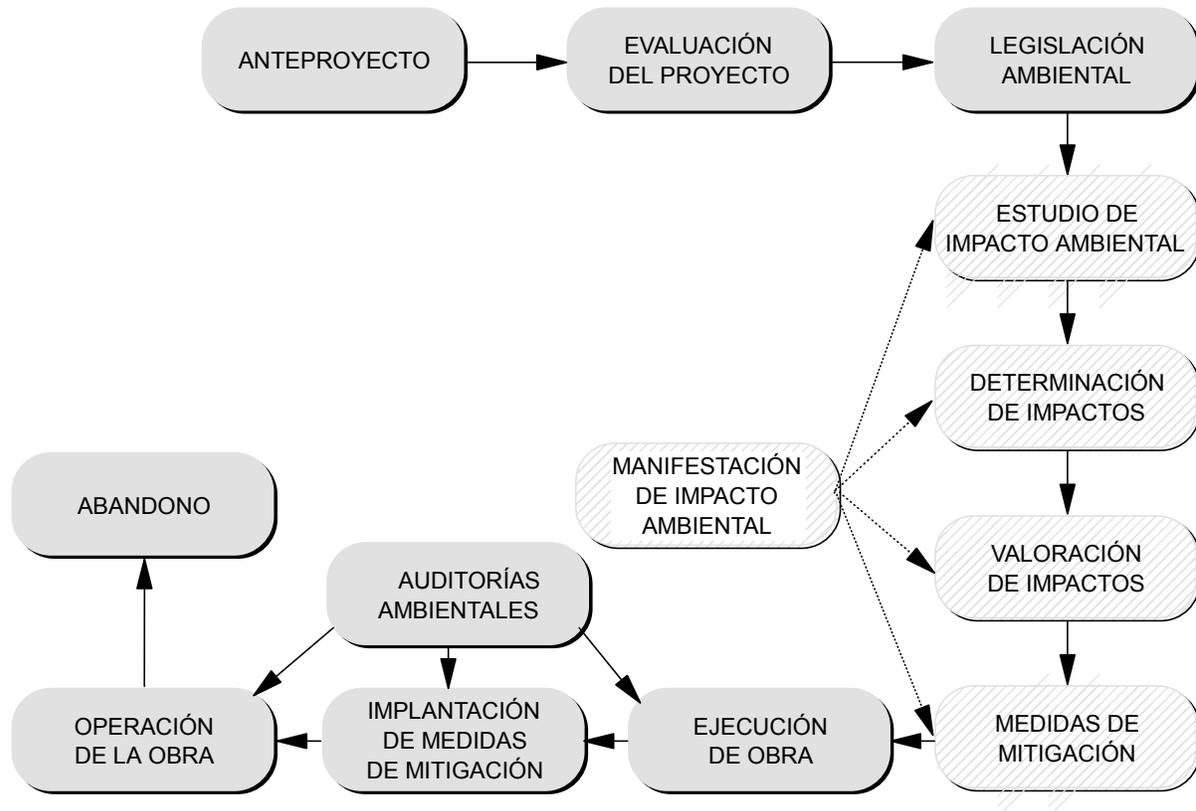
Durante la etapa de construcción se implantan las medidas correspondientes a estos trabajos y posteriormente, aquéllas que deban realizarse antes de la puesta en operación de la infraestructura, como la reforestación por ejemplo.

Dentro de la manifestación aprobada, se incluyen medidas de mitigación que deben ejecutarse durante la operación e incluso para el abandono, como es el regado de las zonas reforestadas, el podado de los árboles, etc.

Para asegurarse que todas las medidas incluidas en la manifestación se lleven a cabo en la realidad, la SEMARNAP creó un organismo de control y vigilancia denominado Procuraduría Federal del Medio Ambiente (PROFEPA), quien realiza visitas periódicas y aleatorias a las distintas obras que se estén llevando a cabo y que cuenta con la autoridad para incluso detener el proceso de construcción por no haber cumplido cabalmente con las medidas.

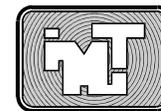
Lo anteriormente citado, forma el proceso normal que debe llevarse a cabo para realizar una obra de infraestructura, de acuerdo con las normas y leyes aplicables en esta materia. En la Figura 4.1. se muestra gráficamente.

Figura 4.1.- PROCESO DE REALIZACIÓN DE UNA OBRA DE INFRAESTRUCTURA



Uno de los aspectos que no se consideran durante todo el proceso de planeación y que en ocasiones resulta muy delicado, es el contacto con los usuarios potenciales del camino, es decir, con los habitantes de las poblaciones que habrán de utilizarlo, sobre todo para conocer su punto de vista sobre la aceptación y expectativas de la obra. Este hecho, ha llegado a entorpecer significativamente la construcción y en ocasiones, hasta impedir la realización de la carretera. En el Capítulo siguiente se abordará este rubro con mayor profundidad.

Por otro lado, tanto las áreas protegidas como la legislación en materia ambiental están en continua actualización, lo que dificulta la fluidez del proceso generando atrasos con el consecuente incremento en el costo de la infraestructura, de ahí la necesidad de contar con un área responsable de este aspecto que apoye a las distintas instancias involucradas en la construcción de un camino y coadyuve a llevar a buen término los trabajos.



4.2.- Planeación Integral del Desarrollo Regional

Richard Saunier, especialista en planeación y medio ambiente (Ref. N° 7), propone un método en la planeación integrada del desarrollo regional a fin de facilitar la tarea, reducir los costos de la evaluación ambiental y solucionar los conflictos, el cual se presenta a continuación, ya que puede ser tomado en consideración dada su sencillez, además de que involucra los aspectos más importantes.

El Espacio Como Centro

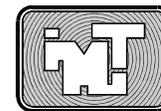
Una región puede ser cualquier espacio delimitado. En general, en las actividades relacionadas con recursos hídricos, se trata de una cuenca hidrográfica o una cuenca fluvial. Sin embargo, la región también puede consistir en todo, o una parte, de un estado o municipio, así como toda una cuenca fluvial o una parte de la misma. La forma en que se definan los límites de la región no revestirá tanta importancia como la comprensión de lo que sucede dentro de sus límites. El espacio en cuestión, cualquiera que éste sea, debe ser tratado como un sistema en el que se comprendan y analicen los aportes que efectúa y que obtiene, su contenido y sus procesos internos. De esa manera, puede lograrse un balance en el uso de los recursos para resolver los problemas de los distintos sectores y satisfacer las necesidades de los distintos grupos de interés.

Sub-regiones

Naturalmente, no todas las regiones tienen una dimensión manejable. En los casos de regiones muy extensas, deben definirse “subregiones” que servirán como regiones piloto para la región en su conjunto y para dividir la región en unidades homogéneas que permitirán una mayor exactitud en la extrapolación de los datos y darán mayor validez a la evaluación global. Estas subdivisiones pueden efectuarse de acuerdo con los tipos e intensidad de usos a los que se destinan las tierras de la región: zonas rurales, urbanas, agrícolas, industriales, abandonadas, de conservación, etc., entre otras categorías posibles. Estas subdivisiones también pueden definirse en función de los límites “naturales” específicos: pueden basarse en las cuencas hidrográficas, las zonas de vida de Holdrige, la filosofía o cualquier otra combinación de estos criterios. Los procedimientos de análisis, síntesis, comunicación y coordinación entre todos los sectores que integran e intervienen en estas áreas, son los descriptivos.

Iteración

La planeación es un proceso iterativo, por consiguiente, los trabajos se realizan en diversos ciclos o etapas, cada una de las cuales es más específica y detallada que la anterior. Para muchas personas, la consideración de los mismos elementos puede parecer un derroche de tiempo y recursos, pero la iteración impide que las decisiones se consoliden en una etapa demasiado prematura y permite que las etapas finales de



planeación se concentren con mayor intensidad en objetivos específicos. El número de etapas y los procedimientos seguidos pueden ser formales y basarse en criterios uniformes, en virtud de los cuales, al finalizar cada etapa, se adopten decisiones tendientes a llevar adelante el proyecto, revisarlo o cancelarlo. En muchos casos, las etapas son de carácter informal, es decir, el resultado natural de un proceso lógico de adopción de decisiones. La iteración formal y la informal funcionan conjuntamente y de ningún modo se excluyen entre sí.

Integración

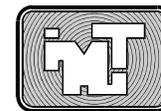
En la planeación integrada del desarrollo regional, el equipo multidisciplinario conviene en una determinada estrategia integrada de desarrollo desde el inicio del proceso. La integración se logra a través de una permanente interacción y comunicación entre los sectores de desarrollo y las personas que deben tomar las decisiones finales. Existe una diferencia muy grande e importante entre la formulación de un proyecto de manera integrada y la evaluación del proyecto con un equipo integrado. Las decisiones son concensadas de arriba hacia abajo y de abajo hacia arriba, de tal modo que al momento de ejecutar el proyecto, todas las partes tienen claro el qué y el cómo de la acción.

Participación pública

Las poblaciones que probablemente se vean afectadas por una actividad de desarrollo serán las que residen en el área de influencia del proyecto y para asegurar su éxito y evitar conflictos, dichas poblaciones deben incorporarse en el proceso de formulación del proyecto.

Cuando se producen conflictos, su solución depende de que se encuentren formas de cooperación, para atender las demandas de las diversas áreas y grupos de interés y evitar simultáneamente que surjan nuevos conflictos. En muchos casos, la solución de los conflictos se logra mediante la coordinación y negociación entre las partes afectadas. Si de esta manera no se obtienen resultados, puede recurrirse al arbitraje realizado por una persona cuya autoridad sea reconocida por todas las partes. La participación pública y la transparencia constituyen elementos fundamentales en la “planeación ambiental”. Estos elementos también se requieren en las evaluaciones de impacto ambiental.

A grandes rasgos, el procedimiento descrito lleva a estrategias de desarrollo espaciales, a proyectos y programas compatibles entre sí y con la realidad socioeconómica, cultural, política e histórica de la región de interés. Los efectos negativos se reducen debido al consenso que se genera durante la formulación de la estrategia de desarrollo y de los proyectos y programas pertinentes. Se han creado métodos rápidos y de costo razonable para adaptar estas técnicas a fin de identificar y resolver oportunamente los problemas causados por el impacto ambiental.



4.3.- Planeación para Caminos Rurales

Una de las estrategias establecidas en el Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes 1995 - 2000 (Ref. N° 8), es la construcción de caminos rurales que, por su importancia, servirán de integración para aquellas comunidades aún marginadas en nuestro país.

En Guatemala, se ha instrumentado un Programa de Caminos Rurales con Uso Intensivo de Mano de Obra Componente de Conservación del Medio Ambiente (Ref. N° 5), el cual ha beneficiado tanto a la parte gubernamental como a los habitantes de las zonas que comunica el camino. A continuación se describe brevemente el proceso seguido desde la planeación hasta la construcción de la nueva vía.

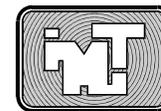
Es conveniente hacer notar que en este caso, y así debiera ser en todos, se cuenta con un equipo interdisciplinario mínimo, que consta de un responsable de la planeación, ingenieros civiles, topógrafo, hidrólogo y biólogo, a los cuales se le suma en ciertas ocasiones, algún otro personal dependiendo de la zona donde se pretenda construir el camino, como puede ser el caso de un arqueólogo.

La primera tarea que se realiza es definir claramente los objetivos del proyecto ; es decir, establecer con claridad qué fines se persiguen, cuáles son los beneficios que se pretenden generar, a quiénes se intenta beneficiar y cómo serán impactados los habitantes que se pretende hagan uso de la nueva infraestructura. Esta tarea sirve para ubicar a todos los participantes dentro del mismo contexto, lo cual permite tener una idea clara de los objetivos a cumplir y las decisiones se orientarán en ese sentido.

Una vez que se ha concluido esta etapa, se organizan reuniones con los habitantes de las comunidades que se verán afectadas con la construcción, para exponerles el proyecto, escuchar sus opiniones, puntos de vista y conocer el grado de aceptación de éste.

De contarse con una buena recepción de la idea, se realizan algunos trazos preliminares del proyecto que permitan plasmar en un plano, dos o tres alternativas probables, para ser puestas a consideración de los habitantes, buscando en cada una de ellas el mínimo impacto ambiental adverso.

Posteriormente se vuelven a reunir con las comunidades y se les hace el planteamiento de las opciones seleccionadas, consultándoles la necesidad de pasar por algunos puntos obligados, como puede ser los lugares de acopio de cosechas o alguna otra actividad que se desarrolle en la zona ; además de definir los lugares que son básicos para la subsistencia de la población, tales como ríos o afluentes que sirvan de abasto de agua a los habitantes. Con estas opiniones, se modifica el trazo propuesto y se llega a un acuerdo para todas las partes.



A partir de esta alternativa aceptada, se realiza el trazo definitivo y, paralelamente, se lleva a cabo un estudio de impacto ambiental que detecte las zonas más frágiles y determine las medidas de mitigación a implantar durante y posteriormente a la etapa de construcción.

A partir de este momento, se definen reuniones periódicas con las comunidades para informarles de los avances que se tienen y tomar nota de las preocupaciones que surjan a lo largo del proceso.

Este mismo equipo permanece durante la construcción del camino, verificando que se realice de acuerdo a lo establecido y se implanten las medidas especificadas. Esto además sirve de retroalimentación y control de los efectos provocados al medio ambiente y, en su caso, lleva a modificar las acciones propuestas.

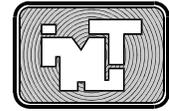
Como resultado de este proceso, al final se cuenta con una obra de infraestructura : (I) acorde a las necesidades y expectativas de los usuarios, (II) con el mínimo de problemas durante la etapa de construcción, (III) con el mínimo impacto ambiental y (IV) con el máximo beneficio para todos.

Se aprecia el hecho de que estos trabajos se realizan en Guatemala, exclusivamente para caminos rurales, ya que son tramos cortos y el número de comunidades involucradas es relativamente pequeño ; sin embargo, dada la importancia que el Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes 1995 - 2000 da a la construcción de caminos rurales, parece ser interesante el analizar esta otra óptica que se lleva a cabo en ese país vecino.

Cabe señalar, que esta nueva concepción sobre la planeación, proyecto y ejecución de caminos rurales, les ha traído grandes beneficios y es uno de los programas más importantes respecto a infraestructura vial.

Se puede ver claramente que el proceso de planeación descrito, es radicalmente distinto a lo que ocurre en México, ya que prácticamente lo único que se hace aislado de la opinión de los afectados, es la definición de los objetivos que se persiguen con la realización del proyecto carretero. El resto de las actividades tiene una participación muy estrecha de los habitantes y las decisiones se toman en forma conjunta.

Se hace notar que durante este proceso, al ser del dominio público antes de construida la obra, pudiera acarrear problemas tales como la especulación en el valor de la tierra, fomento a la migración de los habitantes y cambio en los cultivos, lo que no necesariamente representa un beneficio, por lo que estos aspectos deben ser tratados cuidadosamente.



5.- CONSIDERACIONES COMPLEMENTARIAS

En el caso específico del transporte carretero, la evaluación ambiental contribuye a identificar, planear y ejecutar modalidades de ese transporte y soluciones in situ que prevengan o minimicen los impactos ambientales y socioeconómicos negativos asociados. Mediante la evaluación ambiental también se pueden identificar los impactos positivos que no hayan sido anticipados en el diseño o en el análisis. Asimismo es importante ya que, la evaluación ambiental es un poderoso método de planificación que puede coadyuvar a garantizar la sostenibilidad ambiental de los patrones de desarrollo y de uso de la tierra inducidos por la infraestructura de transporte nueva o mejorada.

En este capítulo se presentan consideraciones complementarias que deben tomarse en cuenta dentro del proceso de planeación, y están divididas en :

- Económicas
- Socio - culturales
- Ecológicas
- Organizacionales
- Computacionales

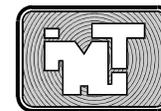
5.1.- Económicas

Los préstamos o créditos para construir, mejorar o rehabilitar los caminos y carreteras se otorgan casi exclusivamente como préstamos al sector del transporte o para proyectos de inversión para caminos y carreteras específicos.

Debido a su mayor potencial para generar problemas ambientales, los caminos que se pretenden construir en zonas húmedas y montañosas necesitan normas más estrictas y por ende sus costos serán más elevados que los que se implantan en las áreas planas.

Antes de tomar la decisión de construir una nueva obra, se aconseja el analizar alternativas para la expansión o modernización de los caminos existentes, que merecen consideración en la planeación del transporte desde un punto de vista ambiental, incluyendo mejoras en el manejo del tránsito y transporte público por los caminos existentes, ferrocarriles para carga o pasajeros existentes , y una mayor inversión en el transporte no motorizado, al menos para distancias cortas.

Éstas deben ser investigadas en la planeación y diseño de un proyecto individual, incluyendo rutas que evaden los recursos valiosos o frágiles y las que no brinden



acceso a tierras silvestres y otras áreas que deberían permanecer en su estado natural.

El seguimiento de los impactos de construcción y la implantación oportuna y correcta de las medidas de mitigación, debe realizarse en un plan específico. En general los elementos críticos para el seguimiento del proyecto son la implantación y efectividad de las medidas de control de erosión y sedimentación, eliminación de basuras y desechos, el manejo de los bancos de materiales y las áreas de almacenamiento de materiales, entre otras.

La construcción de carreteras y en especial la operación, puede incrementar la demanda de vehículos motorizados, combustibles y lubricantes. Si estos deben ser importados, se puede agravar el problema del balance de pagos. Puede deteriorarse la calidad del aire a nivel local o regional, y aumentará el aporte a los gases de invernadero.

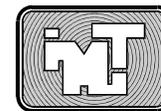
La nueva industria suele ubicarse donde se dispone de tierras e infraestructura ; la carretera es una opción lógica. El desarrollo comercial de la orilla del camino, tiene lugar en base a la suposición de que el mayor acceso y visibilidad atraerá más clientes. El crecimiento urbano irregular es un fenómeno de escala mayor. La ausencia de un plan global, consiste en la expansión de las áreas urbanas hacia afuera, por las vías de transporte, por medio del desarrollo industrial, comercial y residencial.

La modernización de caminos rurales (pavimentación y ampliación), que no tome en cuenta el incremento en el tránsito, resultará en un número elevado de accidentes con peatones, ciclistas y vehículos de tracción animal, que tienden a permanecer en este tipo de vías mejoradas.

El mantenimiento inadecuado puede resultar directamente en un impacto ambiental si afecta a la vegetación, calidad del agua, funcionamiento del drenaje o frecuencia de accidentes. En forma indirecta, el deterioro debido al mal mantenimiento, requerirá eventualmente de un trabajo de rehabilitación, cuyos impactos pueden ser potencialmente mayores.

El diseño de los proyectos de caminos rurales presenta varios problemas especiales. Generalmente, se estiman en menos costos de mantenimiento y los programas para realizar el trabajo son deficientes, especialmente en el caso de los caminos que tienen poco tránsito. El mantenimiento adecuado de los caminos puede ser costoso, pero es esencial para evitar problemas ambientales y socioeconómicos y en especial por los costos y sobrecostos de operación del transporte, pueden repercutir fuertemente en la economía regional y global.

En general, los beneficios socioeconómicos proporcionados por los proyectos de caminos y carreteras, incluyen la confiabilidad bajo todas las condiciones climáticas, la reducción de los costos de transporte, el mayor acceso a los mercados para los



cultivos y productos locales, el acceso a nuevos centros de empleo, la contratación de trabajadores locales en el proyecto en sí, el mayor acceso a la atención médica y otros servicios locales, y el fortalecimiento de las economías locales.

5.2.- Socio Culturales

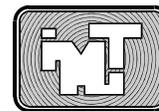
En ciertas ocasiones, una gama de impactos negativos indirectos ha sido atribuida a la construcción o mejoramiento de las carreteras. Muchos de estos son principalmente socioculturales e incluyen la degradación visual debido a la colocación de anuncios a los lados del camino, los impactos de urbanización no planificada inducida por el proyecto, la alteración de la tenencia local de tierras debido a la especulación, la construcción de nuevos caminos secundarios, el mayor acceso humano a las tierras silvestres y otras áreas naturales, y la migración de la mano de obra y desplazamiento de las economías de subsistencia.

La construcción de caminos de penetración en las áreas remotas, fomenta la migración hacia los terrenos colindantes e induce modelos de uso del terreno y de la explotación de los recursos que son extremadamente difíciles de manejar o controlar. Para poder prevenir o atenuar estos cambios indeseables, donde no exista otra alternativa, sino la construcción del camino, puede ser necesario implementar, simultáneamente, un proyecto de desarrollo a largo plazo.

La construcción de un camino rural adicionalmente trae una multitud de beneficios para la población local, tales como el mayor acceso a los mercados, más servicios como electricidad, agua potable, salud y educación, estímulo a las agroindustrias y mayores oportunidades de empleo, por lo menos en el corto plazo. Aunque todas estas sean contribuciones positivas al desarrollo rural, los beneficios no se distribuyen por igual entre los grupos y pueden incrementar las diferencias socioeconómicas.

La introducción de caminos rurales aumenta el valor de los terrenos y causa el uso más intenso de la tierra, especialmente la que se encuentra junto al camino. A menudo, suben las rentas, o cambia la propiedad o los derechos de utilización de los recursos, de las clases más pobres a las más ricas. El valor de los terrenos más alejados del camino puede bajar.

Con frecuencia los cambios en la agricultura, se manifiestan por una intensificación de la producción y un cambio de los cultivos de subsistencia a los que sirven para la venta. Al depender de los cultivos para la venta, excluyendo los de subsistencia, pueden haber efectos negativos en cuanto a los niveles de nutrición. Al fomentar la movilidad de la población y los bienes, los caminos pueden facilitar la difusión de las plagas y enfermedades.



Las minorías étnicas marginadas, que anteriormente vivieron aisladas geográfica y políticamente del resto del país, reciben, en ocasiones, poco o ningún beneficio de los caminos de acceso.

Son pocas las alternativas que cumplen las mismas funciones que los caminos rurales. El transporte fluvial es una alternativa viable en las regiones que tengan ríos navegables, pero estas propuestas, con frecuencia, han sido rechazadas.

Las construcciones de caminos a través de las tierras silvestres, parques nacionales, bosques y otras áreas rurales no explotadas, resultará inevitablemente a su conversión a otros usos de la tierra, a menos que exista un apoyo popular para la conservación o preservación, combinado con una efectiva administración y coacción legal. Esta combinación ha resultado evasiva en la mayoría de las naciones en desarrollo y altamente positiva en países industrializados que la han llevado a cabo adecuadamente.

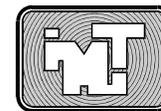
5.3.- Ecológicas

Uno de los objetivos primordiales en este trabajo, es el de guardar el “equilibrio” en todos sentidos, mediante una cuidadosa selección de las rutas, evitando muchos impactos directos sobre los sistemas naturales, recursos históricos y culturales, y usos de la tierra para derechos de vía. Es mucho más difícil manejar los impactos del nuevo desarrollo y de la penetración en áreas naturales, que podrían ser inducidos por la construcción o mejoramiento de caminos. Generalmente, esta tarea corresponde a otros organismos, que pueden no haber estado incluidos en la planeación del proyecto y que, si son del nivel de gobierno local, posiblemente se encuentren poco preparados para enfrentar el desarrollo inducido.

El aspecto ecológico del medio ambiente se circunscribe a la flora, fauna, agua, tierra y aire y, como se ha visto, es sólo una parte del medio ambiente, por lo que debe tenerse especial atención en tomar en cuenta la totalidad de los impactos.

Durante la fase de planeación, resulta imprescindible el conocimiento vigente de la normatividad ecológica establecida por la SEMARNAP, sobre todo dada su constante actualización, de tal suerte de poder anticipar los problemas por afrontar si es que el proyecto pudiera pasar por áreas protegidas.

Un aspecto que debe tenerse en la mente, es que no se trata de evitar los impactos o buscar el “impacto cero”, se deben orientar las acciones a mantener el equilibrio ecológico ; es decir, el preservar la armonía de los distintos hábitats que serán de alguna manera alterados por el proyecto.



5.4.- Organizacionales

Las decisiones en cuanto a la ubicación del camino ocurren, a menudo, después de un proceso rápido de selección y evaluación de muchos lugares y especificaciones que se han propuesto, y debe existir la participación de una amplia selección de agencias de línea y niveles de organización.

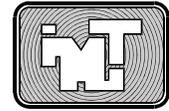
La construcción de caminos a través de tierras silvestres resultará en ocasiones en la conversión a otros usos de la tierra, a menos que exista un apoyo popular local para la conservación o preservación, combinado con una efectiva administración y coacción legal.

Durante la etapa de planeación será necesaria la participación de algunos organismos ; ésta debe comenzar en el momento en que se considere por primera vez la inversión en un camino y se consulte sobre su contribución al desarrollo rural.

Se deberán desarrollar vínculos verticales amplios, que aseguren que el proyecto tenga una relación igualmente sólida con sus apoyadores políticos y financieros en el gobierno central, así como con las comunidades locales que serán afectadas por el camino, siendo esencial incluirlas en el proceso de planeación.

Debido a su naturaleza no planeada, el desarrollo inducido se genera sin considerar sus impactos ambientales, por ejemplo, es posible que no exista otra infraestructura para el traslado de desechos, tal vez se sobrecarguen los servicios sociales, la tenencia de la tierra por parte de los propietarios de bajos ingresos y pueblos indígenas, puede ser perjudicada por un aumento repentino en el valor local de la tierra, los recursos naturales, anteriormente protegidos de la explotación no planeada simplemente por ser inaccesibles, pueden volverse accesibles y por lo tanto desprotegidos, entre otros. Todo esto puede evitarse mediante una adecuada organización y comunicación entre las dependencias encargadas de la construcción de caminos y las responsables de la planeación del desarrollo urbano o regional.

La mejor tierra agrícola, relativamente plana y con buen drenaje, proporciona una ruta ideal para los caminos, y muchos son colocados allí. En sí, la pérdida de tierra por el derecho de vía puede ser relativamente insignificante y normalmente se toma en cuenta al decidir si procede un proyecto. Sin embargo, el fenómeno del desarrollo inducido citado, junto con el aumento del valor de la tierra por los caminos, puede resultar en la conversión de grandes áreas de tierra agrícola, no considerada en la planeación. Tales conversiones pueden tener impactos negativos sobre los programas nacionales para la agricultura y la autosuficiencia alimenticia, así como sobre la viabilidad de la economía agrícola local. Esto implica la necesidad de difundir los programas de construcción de carreteras, buscando la compatibilidad con los establecidos por otras dependencias federales y estatales, sobre todo cuando inciden en objetivos nacionales que deben considerarse como prioritarios.



5.5.- Computacionales

A lo largo de los últimos años, se han desarrollado una serie de paquetes y herramientas computacionales, que ayudan en el proceso de planeación de una carretera, al contener información sobre distintos tópicos como uso de suelo, recursos naturales en las zonas, características topográficas, hidrología, flora, cartografía, etc.

Estas herramientas están destinadas a agilizar la toma de decisiones y a tener un conocimiento más profundo sobre los fenómenos que puede acarrear la construcción de un camino en una zona determinada ; sin embargo, es necesaria la participación de un equipo multidisciplinario que permita analizar integralmente la problemática y determine con mayor precisión los impactos, tanto negativos como positivos, que factiblemente se darán en las distintas etapas del proceso.

La Coordinación General de Planeación y Centros de la SCT cuenta con un modelo para la evaluación de impacto ambiental sobre infraestructura carretera, cuya finalidad es conocer el entorno natural y social, así como los parámetros que componen el medio ambiente, las posibles afectaciones a los recursos naturales y sociales, las propuestas de medidas alternativas y obras compensatorias, así como evaluar económicamente esas medidas.

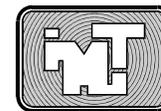
El modelo citado cuenta, dentro de un sistema de información geográfica, con una base de datos que incluye la red carretera federal y sus volúmenes clasificados ; adicionalmente, se tienen los aspectos relacionados con los usos del suelo, climas, tipos de vegetación, fauna, áreas protegidas o restringidas, topografía, hidrología, entre otras. En total existen más de 20 tipos distintos de información que maneja de manera simultánea.

Utilizando técnicas de digitalización referenciada y sistemas de posicionamiento global (GPS) se ubican los proyectos. Para acotar el entorno, el sistema automáticamente traza un área de influencia del tamaño que el usuario indique y la divide en celdas para afinar la precisión de la evaluación de los impactos.

Para fines de evaluación, el medio ambiente es clasificado en grupos (por ejemplo, agua, aire, suelo, etc.), los cuales se integran por parámetros específicos (por ejemplo, partículas suspendidas, ruido, monóxido de carbono, etc.) y cada uno cuenta con una "curva de calidad ambiental". Toda la información ambiental y social se vacía automáticamente en cada una de las celdas, preparándolas para ser procesadas.

El sistema tiene incorporadas las acciones típicas a realizarse en la construcción de una carretera.

Para detectar las posibles afectaciones al medio, se evalúa el impacto de las acciones en los parámetros del medio en cada celda, conformando una matriz de



interacciones ambientales. Esta matriz se calcula para cada celda y parámetro, para al final obtener una ponderación del impacto global para cada una de ellas. Los estudios de campo son incorporados en esta fase.

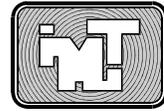
Con las calificaciones cualitativas transformadas en cuantitativas, se barre toda la malla para cada una de las celdas y se calcula el impacto total de las celdas. La distribución de los impactos en cada celda es representada en mapas temáticos para una mejor ubicación.

Las medidas de mitigación se diseñan a partir de la magnitud y ubicación de los impactos ambientales ; para ello, el sistema calcula las áreas afectadas por celda (en Km²) y para cada acción típica realizada ahí, propone las de mitigación. Adicionalmente, con el costo/área de esas mitigaciones, calcula el costo total por celda ponderándolo con la magnitud del impacto que ocasionó. Con este costo se realiza una evaluación económica de las medidas y se obtienen indicadores como el Valor Presente Neto, la Tasa Interna de Retorno, la Tasa de Rentabilidad Inmediata y la Relación Beneficio Costo.

Dentro de los beneficios del sistema se pueden citar los siguientes :

- En la etapa de planeación, es posible detectar los impactos ambientales generados por la construcción, las acciones que deben tomarse en cuenta en el costo de la obra, la rentabilidad de los planes de mitigación y el análisis de las alternativas de trazo y ubicación.
- Estandarización de la información que es utilizada en las manifestaciones de impacto ambiental que la SCT da a contrato.
- Planear con tiempo los estudios de campo y proporcionar una visión global del entorno natural y social.

Si bien a la fecha el modelo no está siendo utilizado de manera sistemática por todas las áreas involucradas, puede convertirse en una herramienta de apoyo de gran utilidad, sobre todo si se forman equipos multidisciplinarios que conjuntamente trabajen un proyecto determinado.



6.- CONCLUSIONES

El medio ambiente es un amplio espectro que involucra tanto a la ecología, como a los aspectos sociales, culturales y económicos que interactúan en un área determinada, analizando las repercusiones que una obra de infraestructura ocasionará y determinando las medidas que deben adoptarse para minimizar los impactos negativos, manteniendo el equilibrio entre todos los sistemas.

Dada la tendencia mundial y la obligación de los seres vivos humanos que poblamos la tierra, definitivamente se debe tener la decisión de crear conciencia de la gran importancia sobre el cuidado del medio ambiente. A los ingenieros nos toca la responsabilidad de tomar en cuenta esto, minimizando o excluyendo los impactos ambientales negativos que pueden producirse en el desarrollo de obras de infraestructura.

El objetivo principal que se debe tener en mente al cumplir las condiciones anteriormente descritas, es maximizar los beneficios y minimizar los efectos adversos que se puedan producir. Para esto es necesario empezar por la concientización del Sector Comunicaciones y Transportes, con la capacitación y actualización de conocimientos, la formación de equipos interdisciplinarios con biólogos, sociólogos, etc., para poder continuar con un desarrollo sustentable, logrando un mayor beneficio para nuestra población y del país en general.

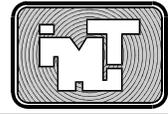
Son contadas y escasas las alternativas de solución a tomar en cuenta para obtener caminos eficientes que desempeñen la función de proporcionar un transporte relativamente rápido y de bajo costo.

Las alternativas para la construcción de nuevos caminos, bajo la perspectiva del medio ambiente, deben considerar en la planeación incluir mejoras en el manejo del tránsito y transporte público por las carreteras existentes.

Las alternativas que deben ser investigadas en la planeación y diseño de un proyecto, deben incluir rutas que evadan afectar los recursos valiosos o frágiles y las que no brinden acceso a las tierras silvestres.

La evaluación ambiental es una herramienta que ayuda a tomar buenas decisiones ; seleccionando proyectos para minimizar sus impactos ambientales. Estas acciones apoyan a los gobiernos para obtener proyectos sustentables y de gran beneficio.

Resulta imprescindible la intervención durante las fases de planeación, proyecto y construcción, de equipos multidisciplinarios que permitan visualizar con claridad la magnitud de los impactos ambientales que se generarán con el proyecto, así como para establecer las medidas de mitigación por incluir y su correspondiente seguimiento.



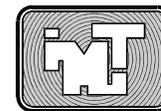
La participación de la comunidad que se verá afectada con la construcción de un camino es fundamental, sobre todo si se trata de una vía rural, ya que los impactos serán directamente percibidos por ellos, además de ser una fuente de información valiosa respecto a la situación existente.

El análisis del medio ambiente, dada su extensión y complejidad, es la parte neurálgica de la planeación carretera, pudiendo resultar que la construcción de la obra no necesariamente traerá los beneficios esperados o que se cumplan cabalmente los objetivos específicos que se buscan.

La práctica del proceso de planeación para caminos rurales de Guatemala, es un ejemplo para asegurar que los beneficios lleguen a quienes realmente lo necesitan, por contar con el apoyo de la comunidad al hacerla participe en la toma de decisiones.

El uso de herramientas computacionales que permitan tener acceso sobre diversos tópicos en un tiempo razonablemente corto, traerá por consecuencia elevar la eficiencia del proceso para poder tomar decisiones con bases sólidas y claras respecto a los problemas por solucionar.

Si bien el medio ambiente y sus impactos son aspectos recientemente considerados en la planeación de proyectos carreteros, su importancia crecerá día con día y en un futuro no muy lejano, deberán ser una parte muy importante para decidir sobre la construcción de caminos.



7.- BIBLIOGRAFÍA

- 1.- Banco Interamericano de Desarrollo ; “Evaluación Ambiental en el Sector Transporte, Guía para la Gestión” ; USA, 1996.
- 2.- Banco Mundial ; “Libro de Consulta para la Evaluación Ambiental, Volumen I, Políticas, Procedimientos y Problemas Intersectoriales” ; Trabajo Técnico N° 139 ; USA, 1994.
- 3.- Banco Mundial ; “Libro de Consulta para la Evaluación Ambiental, Volumen II, Lineamientos Sectoriales” ; Trabajo Técnico N° 140 ; USA, 1994.
- 4.- Cardona G. Roberto J. ; “Transporte y Medio Ambiente” ; Tercer Simposio Colombiano sobre Ingeniería de Tránsito y Transporte ; Universidad del Cauca ; Colombia, 1992.
- 5.- Keller Gordon, Bauer Gerarld, Aldana Mario ; “Caminos Rurales con Impactos Mínimos” ; Forest Service, Department of Agriculture ; Programa de Caminos Rurales, Dirección General de Caminos ; Guatemala, 1995.
- 6.- Poole Marion R. ; “Consideration of Environmental Factors in Transportation Systems Planning : the North Carolina Experience” ; Transportation Research Record, N° 1283 ; Transportation Research Board ; Washington, USA, 1990.
- 7.- Saunier Richard ; “Infraestructura del Transporte y sus Impactos Ambientales” ; Seminario : Propuestas de Desarrollo de Infraestructura de Transporte para la Integración Regional en Sudamérica.
- 8.- Secretaría de Comunicaciones y Transportes ; “Programa de Desarrollo del Sector Comunicaciones y Transportes, 1995 - 2000” ; México, 1995.
- 9.- Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca ; “Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente” ; México, 1997.



CIUDAD DE MEXICO

Av. Patriotismo 683
Col. Mixcoac
03730, México, D. F.
Tel (55) 56 15 35 75
55 98 52 18
Fax (55) 55 98 64 57

SANFANDILA

Km. 12+000, Carretera
Querétaro-Galindo
76700, Sanfandila, Qro.
Tel (442) 2 16 97 77
2 16 96 46
Fax (442) 2 16 96 71

Internet: <http://www.imt.mx>
publicaciones@imt.mx