



UNIVERSIDAD MICHOCANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS

**PROCEDIMIENTO DE CONSERVACIÓN DE CARRETERAS Y
SUS EFECTOS E IMPACTOS AMBIENTALES POR EL
MEJORAMIENTO DE SUPERFICIES DE RODAMIENTO
COMPUESTAS POR PAVIMENTOS FLEXIBLES**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO CIVIL**

**PRESENTA:
DANIEL DIAZ VIVEROS**

MORELIA, MICH. SEPTIEMBRE 2005



T É S I S

**“ PROCEDIMIENTO DE CONSERVACIÓN DE
CARRETERAS Y SUS EFECTOS E IMPACTOS
AMBIENTALES POR EL MEJORAMIENTO DE
SUPERFICIES DE RODAMIENTO
COMPUESTAS POR PAVIMENTOS
FLEXIBLES.”**

ÍNDICE CAPÍTULOS.

I.- INTRODUCCIÓN

- I.1.- OBJETIVOS Y ALCANCES
- I.2.- SITUACIÓN ACTUAL DE LA INFRAESTRUCTURA CARRETERA
- I.3.- RED MEXICANA DE CAMINOS
 - I.3.1.- RED TRONCAL LIBRE
 - I.3.2.- RED DE CUOTA
 - I.3.3.- RED DE CAMINOS VECINALES
 - I.3.4.- RED DE CAMINOS RURALES
 - I.3.5.- CLASIFICACIÓN DE CAMINOS POR SU TRANSITABILIDAD
 - I.3.6.- CLASIFICACIÓN Y SERVICIOS DE LA S.C.T.
 - I.3.7.- CLASIFICACIÓN DE ACUERDO A NORMAS TÉCNICAS PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO Y CONSTRUCCIÓN
- I.4.- PRINCIPALES CARRETERAS TRONCALES EN EL PAIS

II.- SISTEMAS DE GESTIÓN PARA CONSERVACIÓN DE CARRETERAS

- II.1.- GENERALIDADES
- II.2.- SEMBLANZA DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE CONSERVACIÓN DE CAMINOS
- II.3.- ESTRUCTURA DEL SISTEMA GLOBAL DE GESTION DE MANTENIMIENTO
- II.4.- ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO VIAL
 - II.4.1.- MODELO SISTER PARA LA CONSERVACIÓN DE CARRETERAS
 - II.4.2.- SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN DE PAVIMENTOS (SIMAP)

III.- LA CONTRATACIÓN DE LA CONSERVACIÓN DE CARRETERAS

- III.1.- GENERALIDADES
- III.2.- ALCANCES DE LA CONSERVACIÓN
- III.3.- LA CONTRATACIÓN DE LA CONSERVACIÓN
 - III.3.1.- LA CONSERVACIÓN RUTINARIA MULTIANUAL
- III.4.- ADMINISTRACIÓN DE LA CONSERVACIÓN
 - III.4.1.- ADMINISTRACIÓN EN LA PRÁCTICA
 - III.4.2.- OBJETIVOS DE LA ADMINISTRACIÓN DE LA CONSERVACIÓN
 - III.4.3.- EL CICLO ADMINISTRATIVO DE LA CONSERVACIÓN.

IV.- DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCIÓN Y CONSERVACIÓN DE SUPERFICIES DE RODAMIENTO CON PAVIMENTOS FLEXIBLES

- IV.1.- GENERALIDADES
 - IV.2.- EVALUACIÓN DEL ESTADO FISICO DE UN CAMINO PAVIMENTADO
 - IV.2.1.- NIVELES DE SERVICIO EN CARRETERAS DE DOS CARRILES
 - IV.3.- PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCIÓN Y CONSERVACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES
 - IV.3.1.- MEZCLAS IN SITU EN FRÍO
 - IV.3.2.- MEZCLAS EN PLANTA, EN CALIENTE
 - IV.3.3.- RIEGO DE LIGA
 - IV.3.4.- EXTENDIDO
 - IV.3.5.- COMPACTACIÓN
 - IV.4.- CONSERVACIÓN (PROTECCIÓN Y MEJORAMIENTO)
 - IV.4.1.- RENIVELAR
 - IV.4.2.- CARPETAS POR EL SISTEMA DE RIEGOS
 - IV.4.2.1.- LIGANTE EN RIEGOS DE SELLO
 - IV.4.3.- SOBRECARPETA
 - IV.4.4.- CARPETAS ASFÁLTICAS DE ESPESOR DELGADO
-

IV.4.5.- TRATAMIENTOS SUPERFICIALES

IV.4.6.- RECICLADO

IV.5.- RECOMENDACIONES PARA EL MANTENIMIENTO 0

V.- CONSIDERACIONES SOBRE EL MEDIO AMBIENTE EN LA PLANEACIÓN DE CARRETERAS

V.1.- GENERALIDADES

V.2.- EL IMPACTO AMBIENTAL

V.3.- IMPACTOS QUE OCASIONAN LAS INFRAESTRUCTURAS CARRETERAS

V.4.- PROCESOS DE PLANEACIÓN

IV.4.1.- ESQUEMA TRADICIONAL

IV.4.2.- PLANEACIÓN INTEGRAL DEL DESARROLLO REGIONAL

IV.4.2.1.- EL ESPACIO COMO CENTRO

IV.4.2.2.- SUB-REGIONES

IV.4.2.3.- ITERACIÓN

IV.4.2.4.- INTEGRACIÓN

IV.4.2.5.- PARTICIPACIÓN PÚBLICA

V.5.- CONSIDERACIONES COMPLEMENTARIAS

V.5.1.- ECONOMICAS

V.5.2.-SOCIOCULTURALES

V.5.3.- ECOLÓGICAS

V.5.4.- ORGANIZACIONALES

V.5.5.- COMPUTACIONALES

VI.- EFECTOS E IMPACTOS CAUSADOS EN EL MEDIO AMBIENTE DURANTE LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES

VI.1.- GENERALIDADES

VI.2.- NORMATIVIDAD

VI.3.- DESCRIPCIÓN DE PROPIEDADES QUÍMICAS, FÍSICAS Y TOXICOLÓGICAS DE LOS MATERIALES EMPLEADOS EN LA CONSTRUCCIÓN Y CONSERVACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES

VI.3.1.- ADITIVOS

VI.3.2.- CAUCHO

VI.3.3.- EMULSIONES

VI.3.3.1.- EMULSIONES ANIÓNICAS

VI.3.3.2.- EMULSIONES CATIONICAS

VI.3.4.- HULE

VI.3.5.- NEGRO DE CARBÓN

VI.3.6.- SILICONES

VI.3.7.- FIBRAS

VI.3.8.- EVA, SBR Y SBS 5

VI.3.8.1.- ACETATO DE ETILO

VI.3.8.2.- ACETATO DE VINILO

VI.3.8.3.- ESTIRENO

VI.3.8.4.- BUTADIENO

VI.3.9.- ASFALTO

VI.3.9.1.- CEMENTOS ASFÁLTICOS

VI.3.9.2.- ASFALTOS REBAJADOS DE FRAGUADO RÁPIDO

VI.3.9.3.- ASFALTOS REBAJADOS DE FRAGUADO MEDIO

VI.3.9.4.- ASFALTOS REBAJADOS DE FRAGUADO LENTO

VI.3.10.- TRANSPORTE, MANEJO Y ALMACENAMIENTO DE LOS PRODUCTOS ASFÁLTICOS

VI.3.11.- DISMINUCIÓN EN LOS CONSUMOS DE ASFALTOS, SOLVENTES LIGEROS, COMBUSTIBLES DERIVADOS DEL PETRÓLEO

VI.3.11.1.- BETÚN

VI.3.11.2.- PÉTREOS

- VI.3.11.3.- AGUA
- VI.4.- IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS
- VI.4.1.- TÉCNICAS DE IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES ...83
 - VI.4.1.1.- PROCEDIMIENTO PRAGMÁTICO O MÉTODO AD HOC
 - VI.4.1.2.- LISTAS DE CHEQUEO
 - VI.4.1.3.- MATRICES CAUSA – EFECTO
 - VI.4.1.4.- REDES DE INTERCONEXIÓN
 - VI.4.1.5.- TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS
 - VI.4.1.6.- MÉTODO GRÁFICO
 - VI.4.1.7.- MÉTODO DE MAPAS DIGITALES
 - VI.4.1.8.- MÉTODO DE MODELOS DE USO DEL TERRENO
 - VI.4.1.9.- MÉTODOS DE PRONÓSTICO
- VI.5.- CRITERIOS DE SELECCIÓN DE MÉTODOS
- VI.6.- SELECCIÓN DE TÉCNICAS
 - VI.6.1.- SELECCIÓN DE TÉCNICAS MÁS APROPIADAS
 - VI.6.2.- LISTA DE CHEQUEO DE LOS FACTORES DEL MEDIO AMBIENTE
- VI.7.- IMPACTOS GENERADOS Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN
- VI.8.- MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DEL CAMINO: OSTULA – E. C. (COSTERA) DEL KM. 0+000 AL KM. 6+000, ESTADO DE MICHOACÁN
 - VI.8.1.- DATOS GENERALES DEL PROYECTO
 - VI.8.1.1.- INFORMACIÓN ADICIONAL DEL PROYECTO
 - VI.8.2.- DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y, EN SU CASO, DE LOS PROGRAMAS O PLANES PARCIALES DE DESARROLLO
 - VI.8.2.1.- INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO
 - VI.8.2.3.- NATURALEZA DEL PROYECTO
 - VI.8.2.4.- JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS
 - VI.8.2.5.- CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO
 - VI.8.2.6.- DESCRIPCIÓN DE OBRAS Y ACTIVIDADES
 - VI.8.3.- VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES
 - VI.8.3.1.- INFORMACIÓN SECTORIAL
 - VI.8.4.- VINCULACIÓN CON LAS PLÍTICAS E INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN DEL DESARROLLO
 - VI.8.4.1.- ANÁLISIS DENTRO DE LOS INSTRUMENTOS NORMATIVOS
 - VI.8.5.- DESCRPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN
 - VI.8.5.1.- CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL
 - VI.8.6.- IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL
 - VI.8.6.1.- CONSTRUCCIÓN DEL ESCENARIO MODIFICADO POR EL PROYECTO
 - VI.8.6.2.- IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LAS FUENTES DE CAMBIO, PERTURBACIONES Y EFECTOS
 - VI.8.6.3.- ESTIMACIÓN CUALITATIVA Y CUANTITATIVA DE LOS CAMBIOS GENERADOS EN EL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL
 - VI.8.6.4.- TÉCNICAS PARA EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES
 - VI.8.6.5.- IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS Y EVALUACIÓN DE LOS MISMOS
 - VI.8.7.- DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA
 - VI.8.8.- ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL
 - VI.8.8.1.- AGRUPACIÓN DE LOS IMPACTOS DE ACUERDO CON LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN PROPUESTAS
 - VI.8.8.2.- DESCRIPCIÓN DE LAS ESTRATEGIA O SISTEMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN
 - VI.8.9.- PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

VI.9.- CONCLUSIONES DE LA MANIFESTACIÓN DEL PROYECTO
VI.10.- ANEXOS

VII.- COMENTARIOS GENERALES

VIII.- CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFÍA

CAPITULO I.

INTRODUCCIÓN.

I.- INTRODUCCIÓN.

México cuenta con un sistema de transporte en el que resulta predominante la participación del autotransporte en comparación con otros modos para el traslado de personas y mercancías en el territorio nacional. Las ventajas que la infraestructura carretera ofrece, tales como la accesibilidad, mayor rapidez y amplia cobertura, se reflejan en el desarrollo económico regional y nacional en la medida en la que los costos de transporte y específicamente los costos de operación de los usuarios de la red carretera nacional disminuyen.

La red carretera federal se ha desarrollado de manera gradual a lo largo de varias décadas; comunica hoy gran parte de las regiones y comunidades del territorio nacional. Si bien posee una importancia de primer orden para nuestro país, el estado físico en el que se encuentra aún no es el adecuado, debido sobre todo a insuficiencias presupuestales crónicas que redundan en la dificultad para superar rezagos que generan sobrecostos de operación vehicular. También se afrontan, por demora en la conservación oportuna, trabajos de rehabilitación mucho más costosos que los requeridos cuando las acciones de mantenimiento se ejecutan a tiempo.

Es por eso que uno de los objetivos fundamentales en el ámbito de la infraestructura para el transporte, es conservar y mejorar el estado del patrimonio carretero del país, con la participación de los tres órdenes del gobierno y del sector privado.

Los caminos y las carreteras de México tienen distintas funciones que se desprenden de su vínculo con nuestra evolución histórica y cultural. Las carreteras dan testimonio de nuestra trayectoria, de nuestros propósitos, direcciones y fines, así como de nuestro progreso.

Las carreteras propician el desarrollo social, económico y cultural. Son la principal vía de desplazamiento de personas y bienes y, al mismo tiempo, son un instrumento primordial para la integración de la nación.

El sistema nacional de carreteras sustenta, en gran medida, las cadenas de producción y distribución de mercancías en todo el territorio, al igual que los sectores generados de divisas, como el exportador y el turismo. Representa, también, un importante instrumento de desarrollo social, pues comunica a poblaciones aisladas y dispersas, y facilita el acceso de sus habitantes a los servicios básicos.

Hasta hace algunos años, la evolución del sistema carretero se orientaba primordialmente a eliminar los desequilibrios territoriales de comunicación, a salvaguardar la soberanía nacional y a apoyar el desarrollo socioeconómico de zonas marginadas. En la actualidad se ha dado mayor énfasis a la generación de condiciones favorables para el desarrollo de las actividades comerciales e industriales; hoy, el transporte carretero, sustento principal de estas actividades, debe desarrollarse en un entorno confortable, reduciendo al mínimo sus costos y en condiciones de máxima seguridad vial; con ello, el transporte ha pasado a ser un instrumento moderno y vital para el desarrollo, que debe influir en la planeación institucional y en la distribución de la inversión pública y privada.

Como país en vías de desarrollo, México debe de optimizar al máximo los recursos que se asignan al desarrollo de su red de carreteras; con presupuestos de gastos siempre relativamente limitados, el gobierno de nuestro país tiene la necesidad imperiosa de diseñar planes y programas realistas con base en los cuales los recursos se apliquen del mejor modo posible; esto, que es absolutamente cierto para todos los rubros del gasto gubernamental, adquiere particular importancia en el renglón del mejoramiento y mantenimiento de nuestra red carretera.

Las características de nuestro país implican, para los sistemas de transporte, la existencia de demandas muy fuertes y crecientes para cubrir las variadas necesidades de desplazamiento de carga y pasajeros en todo el territorio nacional, para poder contribuir así de manera decisiva a la integración nacional y a la articulación de cadenas productivas, aspectos indispensables para fortalecer la productividad de las industrias y la competitividad de la economía en su conjunto.

México cuenta con un vasto sistema de transporte en el que resulta claro el amplio predominio del modo carretero en comparación con otros. Ello se explica primordialmente por sus grandes ventajas, como gran accesibilidad, mayor rapidez, amplia cobertura. La red carretera nacional se ha desarrollado de manera gradual a lo largo de varias décadas; comunica hoy gran parte de las regiones y comunidades del país, aunque existe un importante rezago, desde la conservación de carreteras federales, siendo el principal problema de esa red el deficiente estado físico en que se encuentra.

Desde hace varios años, ha sido motivo de preocupación e investigación los impactos ambientales ocurridos en nuestro entorno; esta situación de deterioro del ambiente ha motivado a realizar investigaciones acerca de los procesos, actividades, equipos y materiales utilizados en la realización de diferentes trabajos que conllevan a una afectación ambiental.

Dentro de la Conservación de carreteras, debido a su intensidad, magnitud y su constante permanencia en el desarrollo de esta actividad, específicamente en la construcción y conservación de pavimentos flexibles, se presentan efectos e impactos en el medio ambiente que en la mayoría de los casos tanto las empresas ejecutoras como a la Dependencia contratante han minimizado o no le han prestado la debida importancia lo que ha provocado no poder determinar el grado de afectación que presenta en los ecosistemas y de este modo, poder establecer las medidas de mitigación correspondientes para minimizar o eliminar las posibles afectaciones ambientales.

En el caso de carreteras, el nivel de servicio ha estado muy influenciado por lo que esperan o requieren los ingenieros o técnicos responsables de su diseño, mantenimiento y administración. Muchas veces los niveles de servicio han sido considerados con base en criterios económicos tales como el costo de preservación de la carretera durante toda su vida útil, su rentabilidad o la optimización de recursos.

El concepto de nivel de servicio implica una descripción del comportamiento que pueda esperarse o requerirse de un producto.

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 hace varios años son motivo de preocupación e investigación los impactos ambientales generados por la construcción de carreteras, debido a su intensidad, magnitud y permanencia en los ecosistemas. Actualmente la situación de deterioro del ambiente ha motivado a las instituciones públicas y privadas para realizar estudios cada vez más específicos acerca de los procesos, actividades, equipos y materiales utilizados en la realización de sus trabajos, para determinar el grado de afectación que conllevan y de esta manera, poder establecer las medidas de mitigación correspondientes para minimizar o eliminar las posibles afectaciones ambientales.

Por tanto, de manera específica el presente trabajo tiene los objetivos de analizar los impactos ambientales generados durante la construcción y mantenimiento de la superficie de rodadura de las carreteras con pavimentos flexibles, que representa sólo una etapa en el proceso de construcción de carreteras, y proponer las medidas de mitigación correspondientes.

I.1.- OBJETIVOS Y ALCANCES

El objetivo de este trabajo, es dar a conocer la experiencia dentro de la conservación de la red federal por medio de contratos multianuales con la Secretaría de Comunicaciones y Transportes a través de la Dirección General de Conservación de Carreteras, e indicar algo de lo que queda por hacer en los años previsible en circunstancias que obligan a dar una mayor racionalidad al proceso de asignación de recursos para la conservación de las carreteras.

En el presente capítulo, expongo la situación actual de la infraestructura carretera; se destaca su importancia económica en términos de movimiento de pasajeros y de carga fundamentalmente, así como la descripción de la red mexicana de caminos.

En el segundo capítulo se analizan los sistemas de gestión para conservación de carreteras, entre ellos el Syster, que es el de aplicación actual. Básicamente son programas de aplicación de gasto, dado un estado determinado de las carreteras a partir del cual se crean escenarios futuros de conservación que suponen una degradación carretera determinada y una cierta aplicación del gasto; en la distribución y ejecución del gasto en el tiempo se reduce la discrecionalidad a cero y aumentan la objetividad y la racionalidad y, por tanto, la eficiencia de este gasto. Este modo de realizar las tareas de conservación y mantenimiento de las carreteras federales libres constituye sin lugar a dudas una de las mayores aportaciones para llevar a cabo el cuidado de la infraestructura carretera y es también una herramienta para afrontar los presupuestos.

El tercer capítulo trata de los alcances a través de la conservación de carreteras que actualmente se llevan a cabo en la red federal libre para mantenerla en condiciones adecuadas de servicio; son técnicas establecidas formalmente que es preciso llevar a cabo para preservar parte del Patrimonio de la Nación que constituye la red federal libre de peaje y mantenerla en condiciones adecuadas de servicio, en donde es parte fundamental la cuidadosa aplicación de los recursos destinados a esas actividades y la realización de tareas específicas que atiendan a las deficiencias o daños que pudieran presentar por la acción de los elementos naturales.

En el cuarto capítulo se exponen los procedimientos de construcción y conservación de superficies de rodamiento con pavimentos flexibles; abarcan desde las acciones de conservación normal o mantenimiento menor hasta las labores de reconstrucción o mantenimiento mayor, así como se explica brevemente los criterios dentro de un sistema de evaluación de pavimentos, esto con la finalidad de determinar y definir las acciones de conservación correspondientes, así como su proyección y alcances para finalmente determinar sus costos.

En el capítulo quinto, se tratan algunas consideraciones sobre el medio ambiente en la planeación de carreteras para describirnos un panorama muy general y breve, pretendiendo dar una idea inicial de la magnitud del campo de acción en materia de impacto ambiental. 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

El capítulo sexto trata de los efectos e impactos, así como sus medidas de mitigación por la conservación de pavimentos flexibles y analizar con detalle los impactos ambientales generados durante el mantenimiento de la superficie de rodamiento de las carreteras con pavimentos flexibles, utilizando técnicas conocidas de identificación y evaluación de impactos para la realización de los estudios. Se da una descripción de cada uno de los impactos. Para la realización de este capítulo se obtuvo información bibliográfica y se elaboró una lista preliminar de impactos ambientales con base en análisis consultados en la Secretaría de Comunicaciones y Transportes. En este listado se encuentran los impactos generados únicamente en la etapa de conservación de superficies de rodamiento con pavimento flexible; finalmente se expone una manifestación de impacto ambiental con la finalidad de ver los distintos escenarios para un caso en particular.

En el séptimo capítulo, con base en la información técnica obtenida en el desarrollo del presente trabajo expongo mi punto de vista general respecto a la importancia que tiene la conservación y los requerimientos para llevar a cabo la adecuada práctica de las técnicas de mantenimiento haciendo especial énfasis en la planificación y capacitación tanto técnica como administrativamente para el mejor aprovechamiento de los recursos técnicos, económicos y en materia de medio ambiente.

Finalmente, se plantean las conclusiones en el capítulo octavo inherentes a este trabajo que se ha desempeñado con la idea de fortalecer en la cultura de la conservación la cual va relacionada con la organización lógica y coherente de los programas y el respeto por el medio ambiente convirtiendo de este modo la experiencia de las técnicas de conservación en conciencia.

I.2.- SITUACIÓN ACTUAL DE LA INFRAESTRUCTURA CARRETERA.

Con una extensión de 333,247 km. (tabla I.1), las carreteras enlazan a las capitales de los estados, cabeceras municipales, zonas urbanas y rurales, puertos aéreos y marítimos y fronteras, así como los principales centros de producción y consumo. La mayor parte del flujo terrestre de pasajeros y carga circula por estas carreteras: el 98.5% del traslado de pasajeros y más del 56.2% del movimientos terrestre de carga.

Tabla I.1

LONGITUD DE LA RED CARRETERA	
CARACTERÍSTICAS	LONGITUD (km)
Red Federal	47,366.5
Cuota	5,500.7
Libre	41,865.8
Redes Estatales	65,138.1
Cuota	432.4
Libre	64,705.7
Redes de caminos rurales	160,185.1
SCT	4,596.9
Estados	108,530.2
Otros	47,058.0
Brechas mejoradas	60,557.4
TOTAL	333,247.10

Fuente: Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes 2001-2006.

La evolución de la red federal en los últimos años ha sido lenta, ya que alrededor de 7,000 km (14%) tienen menos de 15 años y casi 27,500 km (57%), tienen más de 30 años.

La Dirección General de Conservación de Carreteras de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes tiene bajo su administración 39,455 km de carreteras federales libres de dos carriles, y 9,872.6 km de cuatro o más carriles de circulación.

Del total de esta red, aproximadamente la mitad atiende los grandes flujos del movimiento troncal nacional, en tanto que el resto cumple una función de carácter regional.

Se ha determinado la existencia en la red de 14 corredores carreteros (tabla 1.2.2) que comunican las principales zonas de producción industrial y agropecuaria, así como las más importantes localidades urbanas y centros turísticos a lo largo y ancho del país. En estos ejes existen tramos con volúmenes diarios de tránsito que oscilan entre 2 mil y 30 mil vehículos.

Tabla 1.2

CORREDORES CARRETEROS
1.- México – Nogales con ramal a Tijuana.
2.- México – Nuevo Laredo con ramal a Piedras Negras
3.- Querétaro – Cd. Juárez.
4.- Veracruz – Monterrey con ramal a Matamoros
5.- Puebla - Progreso
6.- Mazatlán - Matamoros
7.- Puebla – Oaxaca – Cd. Hidalgo
8.- Manzanillo – Tampico con ramal a Lázaro Cárdenas y Ecuandureo
9.- Transísmico
10.- Acapulco - Tuxpan
11.- Acapulco - Veracruz
12.- Altiplano
13.- Transpeninsular de Baja California
14.- Peninsular de Yucatán.

En términos generales, de acuerdo con la calificación convencional que elabora la Dirección General de Servicios Técnicos de la SCT, para el primer semestre de 2004, el 47 % de la infraestructura carretera federal libre de peaje se encuentra en buenas condiciones, el 50 % es regular y el 3 % tiene un estado físico malo.

El usuario de la infraestructura, transportista o particular, es primero y sus reclamos son incontrovertiblemente justos: el mal estado de los pavimentos genera un sobre costo de operación de los vehículos que el Instituto Mexicano del Transporte estima en alrededor de 54 mil millones de pesos anuales; este sobre costo se deriva principalmente del incremento excesivo en el consumo de combustible, lubricantes, llantas y refacciones, así como del acelerado deterioro de la flota vehicular.

La situación de los puentes carreteros merece especial atención. De los 6,653 puentes que tiene la red federal, alrededor de 240 requieren ser reforzados y rehabilitados para continuar garantizando una circulación segura permanente.

Las carreteras federales presentan también otro tipo de problemas. Algunos de ellos reducen más allá de lo tolerable la seguridad de los usuarios. Son notables la vieja geometría de algunos tramos, curvas cerradas, pendientes pronunciadas, y los entronques a nivel entre vías transitadas.

Por lo que se refiere a la señalización, su escaso mantenimiento, la falta de oportunidad en la reposición de señales, así como su ausencia en determinados sitios conflictivos, llevan la inseguridad hasta un punto crítico.

El uso indebido del derecho de vía en las carreteras se ha convertido en un factor de riesgo que afecta la seguridad en el transporte y dificulta los trabajos de modernización, conservación y mantenimiento, así como el desarrollo ordenado de los servicios conexos.

Es notable también la falta de libramientos que den continuidad al tránsito interurbano y de accesos que mejoren la conexión de las carreteras con la vialidad urbana, y con puertos marítimos y enlaces fronterizos.

La falta de carreteras por donde puedan circular vehículos mayores puede agravarse por inversión exigua frente a una demanda cada vez mayor. En efecto, durante los últimos años, las inversiones destinadas a la conservación, reconstrucción, modernización y ampliación de la red federal libre han sido insuficientes, dada su gran extensión, su estado físico, el constante incremento de los volúmenes de tránsito y los efectos recurrentes de fenómenos naturales. Como consecuencia de lo anterior, esta infraestructura ha experimentado un progresivo deterioro. Si bien, a partir de 1993 los niveles de inversión han evitado mayores daños a su estado físico, ello no ha permitido recuperar el rezago acumulado en este importante renglón. Y para muestra un botón: el presupuesto actual de la Dirección General de Conservación de Carreteras (2005) apenas está arriba del nivel que tenía en 1995 y muy por debajo del que tenía en 1993; si tomamos como referencia este año, es evidente que la insuficiencia de la inversión pública en este sector se ha agudizado en los últimos años, no obstante la recuperación en este año.

A partir de la década de los ochenta, las inversiones se desplazaron hacia la construcción de nuevas carreteras, lo que tuvo como consecuencia indirecta un crecimiento marginal de la red federal libre. Además, el gasto ha tendido a diluirse en un número considerable de obras dispersas en las que se ha avanzado con lentitud.

Dado que la expansión sostenida de la infraestructura carretera se ha dificultado, la cobertura de servicios carreteros a lo largo de las fronteras es casi nula y en algunos ejes transversales es insuficiente.

En lo que toca a la modernización de la red, es decir, la puesta a tono de las carreteras existentes con las necesidades del transporte moderno de carga y pasajeros, cuyas dimensiones exceden la envejecida geometría de nuestros caminos, las inversiones tampoco han sido suficientes; ampliar la capacidad y mejorar la seguridad en los niveles que se requieren para hacer frente, por ejemplo, a las exigencias que surgen de nuestro convenio comercial con la economía más poderosa del mundo, supone inversiones que simplemente están ahora fuera de nuestro alcance.

Respecto al año de 1993, el gasto gubernamental en servicios de infraestructura carretera se ha reducido en promedio en los últimos cinco años poco más de un 10 %; por su parte, la demanda de estos servicios aumentó de un modo que hace más apremiante la falta de inversión en este renglón: en el periodo 1998 - 2005, la carga transportada por carretera en México se incrementó en 71.6 %. En el mismo periodo, el número de pasajeros transportados por carretera aumentó en 64.8 %. El tránsito carretero movilizó durante 1999 el 99.2 % de los 2,698.0 millones de pasajeros y el 79.0% de un total de 528.0 millones de toneladas de carga. No está de más decir aquí que el impacto directo del transporte carretero de la economía genera 800 mil empleos permanentes, equivalentes al 90% de total de la ocupación en el sector transporte.

Alrededor de 12,000 kilómetros de la red federal soporta tránsitos diarios de más de 5 mil vehículos y el 21% tiene problemas de capacidad para atender sus tránsitos en condiciones aceptables de seguridad y economía. Poco menos de la mitad, 22,000 km. De la red federal, tiene los mayores flujos vehiculares.

El 90% de la red federal carece por antigüedad de una geometría adecuada para permitir el paso seguro de los camiones más largos que autoriza el nuevo Reglamento de Pesos y Dimensiones. Esta carencia ha dado pies a los ires y venires en la reglamentación respectiva.

En 1960, se publicó en el Diario Oficial el Reglamento de Explotación de Caminos de la Ley de Vías Generales de Comunicación; en él se establecen los pesos por eje: para eje sencillo con cuatro llantas aumentó a 10,000 kg y para ejes en Tándem, el máximo era 7,250 kg por cada eje de cuatro llantas. El peso bruto total establecido fue de 34,000 kg (T3S2) y 37,500 kg (C3R2).

En 1980, se publicó en el mismo medio, una modificación del peso máximo: por eje sencillo con cuatro llantas aumentó a 10,000 kg y para ejes en tándem a 9,000 kg por eje (18,000 kg). Así mismo, el peso autorizado del sistema de tres ejes sencillos en tándem fue de 22,500 kg. El peso bruto vehicular combinado máximo aumentó a 77,500 kg (T3-S2-R4).

A fines de 1994, a través del propio Diario Oficial, se autorizan nuevas cargas: para el eje denominado motriz tándem se autoriza una carga máxima de 19,500 kg. Y para motriz tripe de 24,500 kg. El peso bruto vehicular máximo es ahora de 66,500 kg (T3-S2-R4). Este peso bruto vehicular máximo cuando se trasladan gases o químicos por caminos tipo A es de 72,500 kg, por un lapso de cinco años, al término del cual debe ajustarse a 66,500 kg.

Así mismo, es a inicios de 1997, se da a conocer por el mismo medio, que el motriz triple no está entre los vehículos autorizados para circular. El peso bruto vehicular máximo sigue siendo 66,500 kg (T3-S2-R4). Este peso bruto vehicular máximo cuando traslade gases químicos por caminos tipo seguirá siendo de 72,500 kg. Además, el peso bruto vehicular máximo autorizado podrá incrementarse en 1.5 ton por cada eje motriz y 1 tonelada en cada eje de carga. Esta tolerancia sólo se da cuando todos los ejes cuenten con suspensión neumática, excepto el eje direccional.

Finalmente, en enero de 2002 se publican en el Diario Oficial las disposiciones del proyecto de reforma de la Norma de Peso y Dimensiones Máximas, en el que se contempla un peso bruto vehicular máximo autorizado de 69,500 kg en la combinación vehicular T3-S2-R4, que puede incrementarse 1.5 toneladas por cada eje motriz y 1.0 tonelada por cada eje de carga, cuando todos los ejes excepto el direccional cuenten con suspensión neumática, para un peso bruto total de 78,500 kg.

A raíz de la autorización de 1980 desde donde se dio un incremento de 7.25 toneladas por eje a 9 toneladas por eje, aparentemente hubiese significado un 25 por ciento de incremento, sin embargo, en realidad el impacto sobre la estructura del pavimento se vino a reflejar de 40 o 45 centímetros de profundidad a un poco más de un metro veinte centímetros, esto quiere decir que, un incremento del 25 por ciento de la carga por eje, de 7.25 a 9 toneladas significó un 300 por ciento de impacto sobre la estructura del pavimento.

I.3.- RED MEXICANA DE CAMINOS

La red nacional de caminos divide a los caminos en cuatro divisiones fundamentales, de acuerdo a su importancia en la economía son:

- RED TRONCAL LIBRE.
- RED DE CUOTA.
- RED DE CAMINOS VECINALES.
- RED DE CAMINOS RURALES.

I.3.1.- RED TRONCAL LIBRE.

Son conocidos también como federales, son caminos de longitud considerable y comunican a la capital de la república con las fronteras y con los puertos, unen entre si a las capitales de los estados, o ligan nuestros litorales, formando la red básica, su construcción ha obedecido a las necesidades de comunicación de los principales centros de producción y consumo.

Durante los años setentas creció en un 9% anual al promedio, disminuyendo este hasta el 2% durante el periodo de crisis económica, actualmente el ritmo de crecimiento ha venido aumentando estimando se alcance un rendimiento promedio del 6 % durante los próximos 5 años.

I.3.2.- RED DE CUOTA.

Este tipo de carreteras ofrece múltiples ventajas como las de proporcionar grandes ahorros en la economía global del transporte, mayor seguridad y confort en su recorrido por ser de altas especificaciones geométricas, mayor distancia de visibilidad, pendientes moderadas, mayores dimensiones de sus carriles y acotamientos, características que las convierten en las mejores y más seguras del país.

No se tienen interrupciones en su recorrido con cruces a nivel y/o entronques perpendiculares, lo que permite un tránsito continuo y fluido de un punto a otro.

Además permiten al usuario tener considerables ahorros en combustibles, en el costo de operación de sus vehículos y en tiempos de recorrido, que en todos los casos son mayores, al precio de la cuota pagada.

Debido a que se ha tenido cierto cuidado en la localización estratégica de las carreteras de cuota dentro del territorio nacional, se captan grandes volúmenes de tránsito que las utilizan de manera intensiva, lo cual implica que por los grandes movimientos de personas y de carga, se obtengan a nivel global, considerables ahorros que se convierten en significativos beneficios para el país.

Cabe mencionar como factor importante del precio de los productos es el costo del transporte que mediante la construcción de infraestructura de altas especificaciones, se logra reducir en forma significativa reduciendo también el desperdicio de energéticos.

Esto logra traer beneficios a mediano y largo plazo en el abaratamiento de las mercaderías y aumento de competitividad de la producción nacional así como en la reducción en los niveles de inflación.

I.3.3.- RED DE CAMINOS VECINALES.

Son las que unen las ciudades de menos importancia y los centros de abastecimiento con las ciudades importantes, estas pueden llegar directamente a algún centro de población o unirse a algún camino troncal.

Estos pueden ser federales (conservadas y construidas por el gobierno federal), estatales (conservadas y construidas por el gobierno estatal), o bien bipartitas (federales y estatales, 50% y 50% respectivamente).

I.3.4.- RED DE CAMINOS RURALES.

Debido a la política seguida por el gobierno se les ha dado cada vez mayor importancia ya que une a las comunidades y a los centros de abastecimiento de materias primas, agrícolas, ganaderas, maderas finas, etc.

También es importante señalar que últimamente se han venido haciendo estudios en tramos cortos para pavimentarlos comprendiendo la terracería y una base estabilizada con emulsiones asfálticas.

Aunque también en tramos largos se han reducido considerablemente las distancias en carreteras federales ya que los caminos rurales cortan de una manera más directa distintas poblaciones.

Una vez definida la red de caminos en México conviene precisar lo que se entiende por Red Federal, para lo cual nos referimos al **aspecto legal**, a su **función primordial**, a su **funcionamiento** y su **accesibilidad**.

- **Aspecto Legal.-** La ley federal de vías de comunicación define a la red federal como un conjunto de caminos troncales que unen puertos marítimos y fronterizos, así como las capitales de los estados, las entidades federativas y los territorios federales entre sí, así mismo todos aquellos caminos que ligan con una vía del extranjero.
- **Función Primordial.-** Como elementos de la red nacional son caminos federales aquellos que además de jugar un papel decisivo en el desarrollo social y económico de la nación, contribuyen al aprovechamiento integral de los recursos potenciales del país y a la integración política y administrativa del territorio.

Por ellos se canaliza el tránsito de gran itinerario, a diferencia de los caminos alimentadores, que primordialmente sirven al tráfico local que se genera en su zona de su influencia inmediata.

Los caminos troncales federales tienen relevancia nacional, y por esa razón sus especificaciones deben ser tales que permitan altas velocidades y seguridad para los usuarios.

Generalmente se llevan hasta la etapa de pavimentación, y deben presentar continuidad y homogeneidad en su trazo en tanto que los caminos alimentadores suelen ser modestos y presentan características y normas de construcción concordantes con el tamaño junto de la demandan que soportan..

Por su **FUNCIONAMIENTO.-** Son caminos federales aquella construcción se realiza íntegramente con recursos de la federación.

Cabe mencionar que en los últimos años, dada la necesidad de construir cada vez mas caminos que respondan al acelerado progreso de nuestro país y a la urgencia de mantener y conservar en buenas condiciones los ya construidos se canalizan mayores recursos de la federación.

Por su **ACCESIBILIDAD.-** Los caminos troncales se han subdividido en libres y de cuota en los primeros, los usuarios pueden transitar libremente, sin pago alguno, y en los últimos, tiene que

pagar una cuota a cambio de los ahorros en los costos del transporte, de disminución de tiempo de recorrido y aumento de la seguridad y comodidad que les proporcionan estas vías que, con altas especificaciones y siempre alternas a una de libre acceso, construye el gobierno federal.

I.3.5.- CLASIFICACIÓN DE CAMINOS POR SU TRANSITABILIDAD:

- ❑ CAMINO PAVIMENTADO.- Contiene un tratamiento superficial que puede ser a nivel de rasante impregnada, carpeta asfáltica y de concreto hidráulico.
- ❑ CAMINO REVESTIDO.- Es transitable en cualquier época del año.
- ❑ CAMINO DE TERRACERÍA.- Es transitable únicamente en tiempo de secas.

I.3.6.- CLASIFICACION Y SERVICIOS DE LA S.C.T.

Clasificación según su función:

CAMINOS CON CONTROL TOTAL DE ACCESOS.

Significa que se le da preferencia al tránsito de paso y solo existen concesiones con otros caminos en puntos estratégicos, se prohíben las intersecciones a nivel y los accesos diversos a propiedades privadas.

CAMINOS CON CONTROL PARCIAL DE ACCESOS.

Significa que se le da preferencia al tránsito de paso, pero pueden existir algunas intersecciones a nivel y algunos accesos directos a propiedades privadas.

CAMINOS DIVIDIDOS.

Caminos con carriles de circulación en dos sentidos en el cual el tránsito que circula en un sentido, es separado del tránsito, por medio de una franja separadora central.

Tales caminos deben estar contruidos por dos o más carriles por cada sentido.

CAMINOS NO DIVIDIDOS.

Caminos con faja separadora central que separe los movimientos por sentido.

CAMINOS DE DOS CARRILES.

Caminos no divididos con circulación en ambos sentidos que tienen un carril destinado a cada sentido de circulación.

CAMINOS DE TRES CARRILES.

Caminos no divididos con circulación en ambos sentidos y que tiene un carril central destinado para maniobras de rebase.

CAMINOS DE CARRILES MULTIPLES.

Caminos no divididos con circulación en ambos sentidos que tiene cuatro o mas carriles para el tránsito.

ARTERIA URBANA.

Es el camino principal en una zona urbana, principalmente para el tránsito de larga trayectoria dentro de la zona urbana.

VÍA RÁPIDA.

Es un camino destinado al tránsito de paso con control parcial o total del acceso.

AUTOPISTA. Es una vía rápida con control total de accesos.

I.3.7.- CLASIFICACION DE ACUERDO A NORMAS TÉCNICAS PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO Y CONSTRUCCIÓN.

De acuerdo a las normas técnicas utilizadas para el desarrollo del proyecto y construcción, los diferentes tipos de caminos los podemos clasificar de la siguiente manera:

TIPO “A”

Los caminos tipo “A” son los caminos pavimentados, con dos carriles de circulación, acotamientos revestidos, cuentan con control parcial de accesos y entronques a nivel. Esta diseñado para recibir mayor tránsito pesado.

TIPO “B”

Los caminos tipo “B” son pavimentados, con dos carriles de circulación, y cuenta con acotamientos revestidos. Además con un control parcial de accesos entronques a nivel.

TIPO “C”

Son pavimentados, con dos carriles de circulación, generalmente están bajo jurisdicción de la administración estatal para su construcción y mantenimiento.

TIPO “D”

Son pavimentados con características geométricas muy modestas así como su pavimentación. Cuenta con una capa de revestimiento de material compactado de 20 cms. A 30 cms. de espesor.

TIPO “E”

Dentro de estos existen las llamadas brechas, y los caminos revestidos. Entendiendo por brechas a aquellas vías de comunicación improvisadas, habilitadas por los propios usuarios y no cuentan con obras de drenaje solo son transitables en algunos meses del año.

Los caminos revestidos cuentan con terracerías y las obras de drenaje elementales, el camino rural que cae dentro de esta clasificación contiene una capa de revestimiento de 20 cms. de material de granulometría gruesa.

I.4.- PRINCIPALES CARRETERAS TRONCALES EN EL PAÍS.

1.- De acuerdo a la definición dada para los caminos o carreteras troncales de nuestro país, podemos mencionar como las más importantes a las siguientes:

- CARRETERA 140 MÉXICO – VERACRUZ.
- CARRETERA 57 MÉXICO – QUERETARO.
- CARRETERA 90 IRAPUATO – GUADALAJARA.
- CARRETERA 57 MÉXICO – MONTERREY.

2.- Desde el punto de vista turístico, cultural y arqueológico, fundamentalmente tenemos las siguientes:

- CARRETERA 95 MÉXICO – ACAPULCO.
 - CARRETERA 180 MÉRIDA – PUERTO JUÁREZ.
 - CARRETERA 15 MÉXICO – GUADALAJARA.
 - CARRETERA 200 GUADALAJARA – MAZATLAN.
-

3.-Las que comunican a la república mexicana con el extranjero ya sea con E.U. o con Centro América (Belice, Guatemala), tenemos:

- CARRETERA 57 MÉXICO – PIEDRAS NEGRAS- COAHUILA
 - CARRETERA 45 Y 49 MÉXICO – CD. JUAREZ- CHIHUAHUA
 - CARRETERA 15 MÉXICO – NOGALES – SONORA.
 - CARRETERA 190 MEXICO – CD. CUAUHEMOC-CHIAPAS.
 - CARRETERA 190 Y 200 MEXICO – TAPACHULA-CHIAPAS.
-

CAPITULO II.

**SISTEMAS DE GESTIÓN PARA
CONSERVACIÓN DE
CARRETERAS.**

II.- SISTEMAS DE GESTIÓN PARA CONSERVACIÓN DE CARRETERAS.

II.1.- GENERALIDADES.

Los sistemas de gestión para la conservación de carreteras indican el rumbo a seguir en términos tecnológicos para optimizar de una manera racional los recursos que, si bien son importantes, no son suficientes para cubrir el rezago en la importante tarea de mantener en niveles de servicio adecuado la red carretera federal libre de peaje.

Existe un número elevado de sistemas de gestión públicos y privados para cumplir uno de los objetivos de los sistemas de gestión de pavimentos, que es el de permitir la racionalización y la optimización del reparto de fondos entre las diferentes labores de mantenimiento y las diferentes administraciones, en especial en condiciones de restricción presupuestaria.

Los responsables de la gestión de una red vial están generalmente sujetos a apremios presupuestarios que impiden realizar todas las operaciones de mantenimiento requeridas, y aplicar todas las opciones técnicas para resolver los problemas de degradación.

Las decisiones tomadas durante un año dado, tienen consecuencias sobre los niveles de servicio de los años siguientes, y las decisiones tomadas al definir los programas de obras a mediano plazo tienen influencia sobre el futuro de la red. Por ejemplo, un mantenimiento mínimo a muy corto plazo conducirá a la degradación de la carretera en pocos años y exigirá una rehabilitación más costosa, con lo cual la economía realizada resulta ficticia, puesto que generará gastos más elevados a mediano plazo.

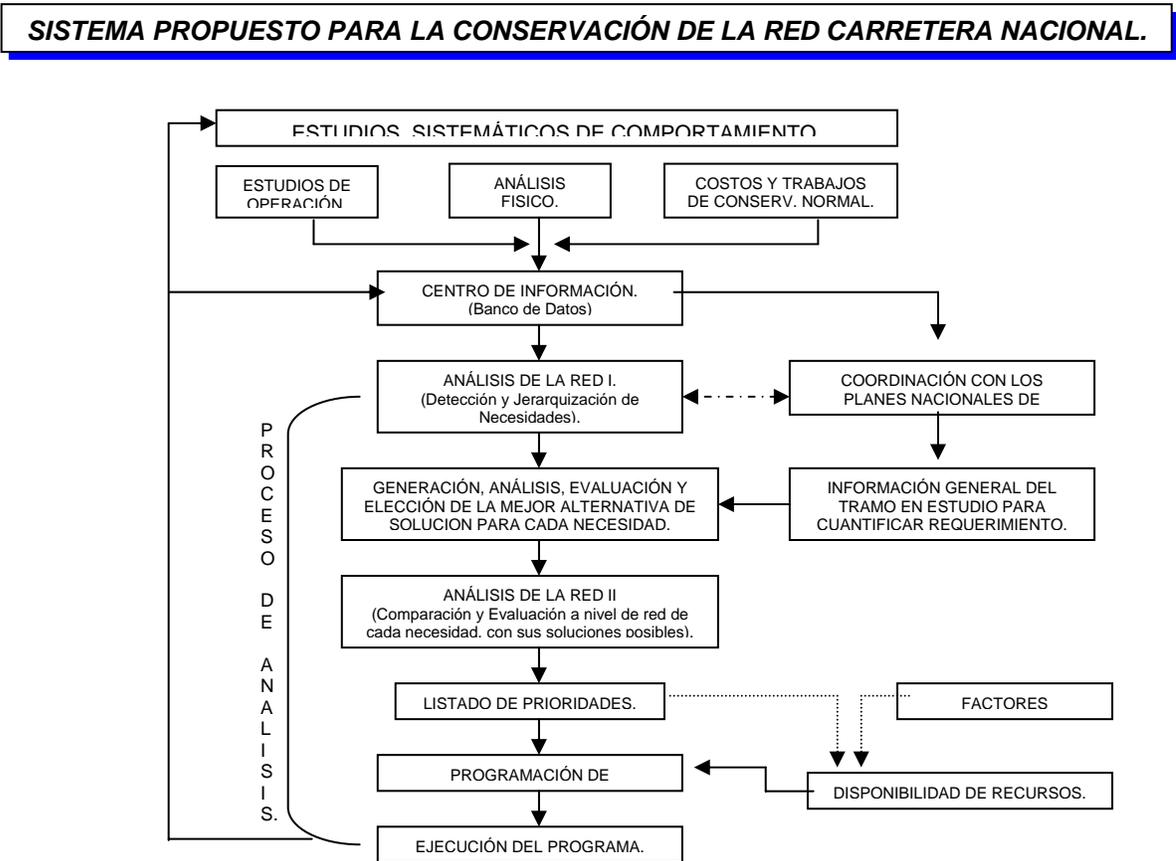
En consecuencia, los responsables de atender la conservación de una red carretera deben ser capaces de prever la evolución de la red, teniendo en cuenta las obras programadas y medir las consecuencias futuras de sus elecciones presentes.

Se tienen dos objetivos fundamentales:

- Consiste en concebir a la conservación no únicamente como la preservación de las características físicas de las carreteras existente, sino como la realización de todas las acciones necesarias para mantener un nivel de servicio satisfactorio: modernizaciones, acotamientos, libramientos, etc.
- El otro aspecto fundamental consiste en el análisis de cada tramo, concibiéndolo como parte integrante de la red de flujos carreteros del país y no como una unidad aparte, en la que no se pueden apreciar las consecuencias totales en la red de una decisión tomada respecto a un determinado tramo.

Por lo tanto, se propone un sistema para la conservación de la red carretera nacional, el cual se puede sintetizar en el diagrama de flujo que a continuación se ilustra (Fig. II.1)

Fig. II.1



II.2.- SEMBLANZA DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE CONSERVACIÓN DE CARRETERAS.

A partir de 1574 los cambios que se abrieron en el territorio nacional fueron auspiciados por el sistema de “Consulados”, por lo que al finalizar la época colonial el país contaba ya con una pequeña red carretera y caminos de herradura. Durante la época independiente entre 1821 y 1861, las funciones correspondientes a la obra pública se encontraban diseminadas en diversas instancias, hasta que el presidente Juárez las integró en la Secretaría de Fomento, Comunicaciones y Obras, para su atención.

Fue en 1891 cuando se crea la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas (S. E. C. O. P.), la cual tenía a su cargo la planeación, construcción y conservación de los caminos del país. Posteriormente, en 1917 y dentro de la Secretaría, fue constituida la Dirección de Caminos y Puentes a cargo de las funciones de su especialidad.

En el año de 1925, se integra como organismo público descentralizado la Comisión Nacional de Caminos, constituida por los Departamentos de Proyectos, Construcción, Cooperación, Puentes, Conservación y Contabilidad. En 1958, el congreso de la Unión aprobó las modificaciones a la Ley de las Secretarías y Departamentos de Estado presentadas por el ejecutivo, y que establecían la separación funcional de la Obra Pública de la entonces Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

Posteriormente en 1960, dependiendo de la Secretaría de Obras Públicas, se crean las Direcciones Generales de Construcción de Carreteras Federales, esta última integrada por los Departamentos de Obra, Técnico y Administrativo, dedicándose a la construcción y conservación de red estatal y federal de carreteras, en coordinación con las autoridades locales responsables.

Para 1970, la Dirección General de Conservación de Carreteras Federales cambió su denominación a la Dirección General de Conservación de Obras Públicas, teniendo a su cargo el mantenimiento de la red nacional de caminos tanto federales como estatales y vecinales. Esta Dirección General estaba integrada por los Departamentos de Obras, Técnico, de Proyectos, de Programación y Presupuesto y de una Oficina Administrativa.

Conforme a las modificaciones aprobadas a la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal en 1982, desaparece la Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas y se transfieren a la Secretaría de Comunicaciones y Transportes las funciones de infraestructura y con ellas las de construcción y mantenimiento de la red nacional de caminos, a cargo de la Dirección General de Conservación de Obras Públicas.

En 1987, de acuerdo al Programa de Modernización Administrativa, la Estructura Orgánica de la Dirección General de Obras Públicas se fortalece al elevar el nivel jerárquico de los Departamentos de Obras, Precios Unitarios, Normas Técnicas y Concursos de Proyectos al de Subdirección, a fin de dar cumplimiento a los programas encomendados.

Esta estructura quedó registrada ante la Secretaría de Programación y Presupuesto el 16 de junio del mismo año con un total de 21 órganos.

El 17 de noviembre de 1989, como resultado de los ajustes efectuados en el Sector Público, esta Unidad Administrativa cambió su denominación a la de Dirección General de Construcción y Conservación de Obra Pública.

Según el Diario Oficial de fecha 19 de marzo de 1994, se publicó el reglamento Interior de la Secretaría, en el que se modificó el nombre de esta Unidad Administrativa a la de Dirección General de conservación de Carreteras con iguales funciones.

Finalmente en noviembre de 1995, la Coordinación Sectorial de Energía e Industria de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (S. H. C. P.), autorizó la estructura orgánica y ocupacional no básica con vigencia a partir de agosto del mismo año.

La DGCC ha venido cambiando sus funciones de coordinadora de la ejecución de obras a la de rectora (normar, inspeccionar y apoyar). Anteriormente era la unidad central que coordinaba la ejecución de la conservación de la Red Federal de Carreteras en cada uno de los Centros SCT, además de tener bajo su responsabilidad la construcción de obra pública.

En la actualidad, la DGCC es una dependencia normativa que realiza la plantación de las obras por efectuar, supervisa su ejecución, evalúa desviaciones, propone medidas correctivas y asesora técnicamente a las áreas involucradas.

Una de las atribuciones que el Reglamento Interior de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes asigna a esta Dirección General, es la de supervisar que las obras se ejecuten conforme a las características, especificaciones, proyectos, precios unitarios y programas aprobados de acuerdo con lo estipulado en los contratos de obra, cumpliendo con las leyes y tratados vigentes en la materia.

Otra más, es la de supervisar los trabajos de conservación de carreteras, puentes y caminos que realicen las unidades administrativas de la SCT. A partir de 1995, al desconcentrarse la realización de los estudios y proyectos hacia los Centros SCT, comenzó a efectuarse también por contrato la revisión de tales trabajos, asegurándose de que las empresas contratistas cumplan cabalmente

con la normatividad de la Secretaría y así lograr que las obras de reconstrucción y rehabilitación de tramos carreteros y de puentes sean de la mejor calidad.

En cuanto a los resultados de las acciones emprendidas en materia de conservación, la DGCC evalúa de manera mensual los avances físicos y financieros de las obras incluidas en su programa anual, detectando anomalías para instruir líneas de acción que permitan la realización de este programa en tiempo y calidad.

La Dirección General de Conservación de Carreteras utiliza para la definición de los programas de obra, un modelo de planeación que determina los efectos de la aplicación de una política establecida de mantenimiento carretero, y predice las consecuencias técnicas y económicas sobre un horizonte determinado de planeación.

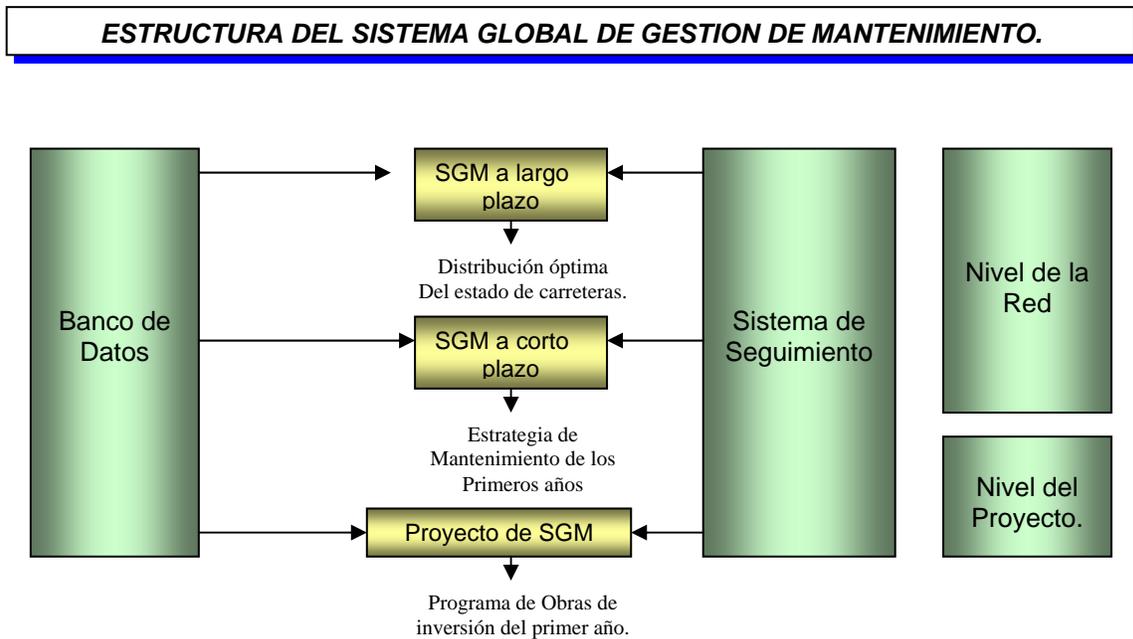
Este modelo puede prever a corto, mediano o largo plazo la evolución de la red mediante la aplicación de una estrategia de mantenimiento vial, en la cual se definen los trabajos necesarios para alcanzar las metas físicas considerando la disponibilidad de recursos.

II.3.- ESTRUCTURA DEL SISTEMA GLOBAL DE GESTION DE MANTENIMIENTO.

Los principales objetivos de un sistema de ayuda a la gestión de mantenimiento de pavimentos son los siguientes:

- a) Establecer un marco económico para decidir los niveles óptimos de financiación del mantenimiento y del estado de las carreteras en el conjunto del país, tanto a largo como a corto plazo.
- b) Ofrecer métodos de preparación de los programas anuales de trabajo y definir los requisitos en materia de recursos y presupuestos.
- c) Permitir la racionalización y la optimización del reparto de fondos entre las diferentes labores de mantenimiento y las diferentes administraciones, en especial en condiciones de restricción presupuestaria.
- d) Facilitar la programación y la realización de los trabajos.
- e) Permitir el control de la realización de los trabajos y la verificación de su eficiencia.

Fig. II.2 SGM = SISTEMA GLOBAL DE MANTENIMIENTO.



II.4.- ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO VIAL.

La originalidad de las Estrategias de Mantenimiento Vial radica en el hecho de que describe simultáneamente la degradación de la carretera y las operaciones de mantenimiento consideradas, lo que permite a los escenarios asegurar una coherencia permanente.

Por convención se llama "estrategia" al conjunto de los escenarios que se aplican a los tramos de características diferentes. Existen tantos escenarios como combinaciones de valores para los parámetros característicos. Por ejemplo, si se definen tres zonas climáticas y cinco clases de tráfico, se construirán 15 escenarios que, en conjunto, formarán una estrategia.

Por otra parte, es necesario diferenciar las carreteras según el nivel de tránsito que soportan, o si es necesario realizar los trabajos de reforzamiento antes de comprometerse con una política de mantenimiento "normal". Se puede entonces describir dos escenarios completos para las rutas cuyas características generales son semejantes (zona climática, tráfico, etc.) antes y después del reforzamiento.

Una estrategia de "referencia" se identifica como tal por permitir comparaciones. Los cálculos económicos permiten comparar rápidamente las estrategias: costos de trabajo y COV actualizados, el ratio beneficios/costos (para llamar a la estrategia de referencia).

El programa permite igualmente listar los trabajos considerados por orden de urgencia, con el fin de preparar una programación plurianual. Sin embargo, es recomendable analizar con cuidado este tipo de resultados, pues el programa, como todos los sistemas de gestión vial, utiliza las nociones estadísticas que impiden concluir con una muestra pequeña como uno o varios tramos aislados.

II.4.1.- MODELO SISTER PARA LA CONSERVACIÓN DE CARRETERAS.

Los responsables de la gestión de una red vial están siempre confrontados a apremios presupuestarios que no permiten realizar todas las operaciones de mantenimiento deseadas ni todas las alternativas técnicas para resolver los problemas de degradación. Están todos los años confrontados a una selección cuando las prioridades se deben establecer.

Las decisiones tomadas durante un año dado, tienen consecuencias sobre los niveles de servicio en los años siguientes, ya que los programas de obras a mediano plazo, y las decisiones tomadas tienen influencia sobre el futuro. Por ejemplo, un mantenimiento mínimo a muy corto plazo, conducirá a la degradación de la carretera en pocos años y exigirá una rehabilitación costosa; la economía realizada será ficticia puesto que genera gastos más elevados a mediano plazo.

Los responsables deben ser capaces de prever, sobre un periodo largo, la evolución de la red, teniendo en cuenta las obras previstas, y medir las consecuencias futuras de sus elecciones presentes. Dos tipos de problemas se plantean:

- Programar las obras anualmente teniendo en cuenta los apremios presupuestarios.
- Prever a mediano plazo la evolución de la red en función de las asignaciones financieras y simétricamente, prever los recursos presupuestarios que permitan una conservación o un mejoramiento de la red.

En nuestro país, a partir de 1993, se viene aplicando el Modelo de simulación de estrategias de mantenimiento carretero (Sister) con buenos resultados.

Esencialmente, el modelo Sister, como cualquier otro modelo de gestión, concibe a la red vial por administrar con base en un banco de datos y define una estrategia óptima de mantenimiento a partir de simulaciones de las consecuencias de varias alternativas de acción, lo que hace posible evaluar técnica y económicamente cada una de estas alternativas.

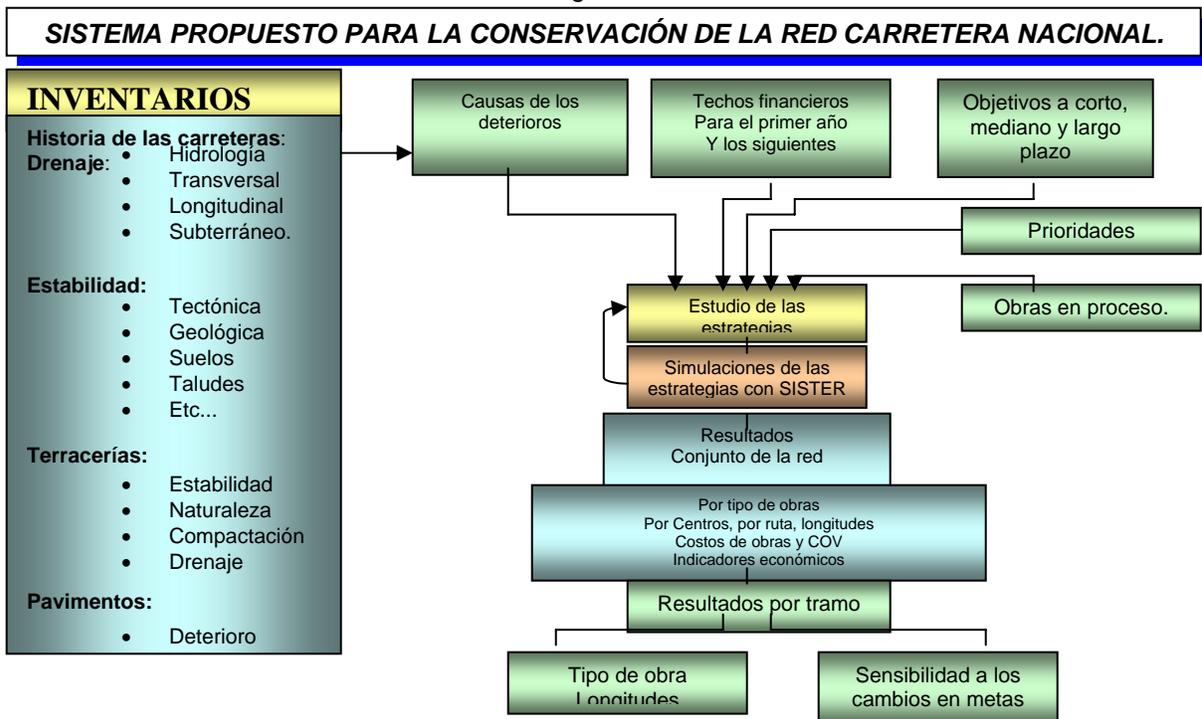
La originalidad del Sister radica en el hecho de que define simultáneamente los trabajos de mantenimiento ligados a una estrategia dada y sus efectos sobre la degradación de las carreteras tanto en la estructura como en la superficie, estableciéndose así la crónica de los trabajos y la degradación.

Este proceso está sustentado en tres premisas básicas:

- a) Considerar el conjunto de la red por administrar a partir de un banco de datos viales.
- b) Estudiar una estrategia óptima de mantenimiento de la red, simulando las consecuencias de varias alternativas.
- c) Adoptar un método racional de programación plurianual de las obras de mantenimiento periódico, de rehabilitación y de reconstrucción.

De ahí el punto de partida para su implementación sea la creación de un banco de datos viales que permita conocer la red carretera a cargo de la oficina respectiva, lo que se logra a través de un inventario preferentemente a pie de las características geométricas y del drenaje de las carreteras, con el que se obtengan, entre otros datos, su sección, número de carriles, señalamiento, obras de drenaje, etc., y que los agrupe por tramos con ciertas condiciones de homogeneidad, como pueden ser las características geométricas y topográficas, los niveles del tránsito, el estado de la carretera y la zona climática en que se encuentran. Una vez creado el banco de datos viales, que deben actualizarse año con año, el interés estratégico principal consiste en la simulación informática de la degradación de las carreteras según sus naturalezas, las obras de mantenimiento ejecutadas, las condiciones meteorológicas, etc., a partir de una asignación presupuestal dada, que permita prever el horizonte de degradación total de la red si dicha asignación es insuficiente o bien, en su caso, el estado futuro de la misma o de un tramo dado si se mantienen los mismos niveles de inversión insuficiente para efectuar los diversos trabajos de mantenimiento periódico y rutinario.

Fig. II.3



II.4.2.- SISTEMA MEXICANO DE ADMINISTRACIÓN DE PAVIMENTOS, SIMAP.

Concebido y desarrollado por el Instituto Mexicano del Transporte, órgano desconcentrado de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, en el marco de una estrategia para la conservación de la red carretera, el Sistema Mexicano de Administración de Pavimentos (SIMAP) es un sistema de gestión de la sección estructural de carreteras, y se denomina así el conjunto de operaciones que tienen por objeto conocer el estado actual del tramo carretero por conservar, estimando las acciones y costos necesarios para llevarlo a una determinada condición considerada aceptable con una indicación del costo necesario para ella.

El SIMAP surgió ante la necesidad de una nueva estrategia para la conservación de carreteras de la red mexicana, que permitiera manejar la información con recursos computacionales y establecer mecanismos de selección y evaluación solo dependiente de los datos de la información misma, dejando atrás la pretensión de administrar con métodos tradicionales fundamentados en la información por comunicación personal, por sentido común o por experiencia derivada del conocimiento local o regional.

El SIMAP se entiende como el conjunto de actividades relacionadas con los procesos de organización, coordinación y control que afectan la funcionalidad, economía y vida útil de la sección estructural de las carreteras, y que permiten una adecuada utilización de los recursos humanos y presupuestales disponibles. Se considera como una herramienta necesaria para ejecutar los trabajos de conservación adecuados a las necesidades existentes en el lugar y momentos precisos.

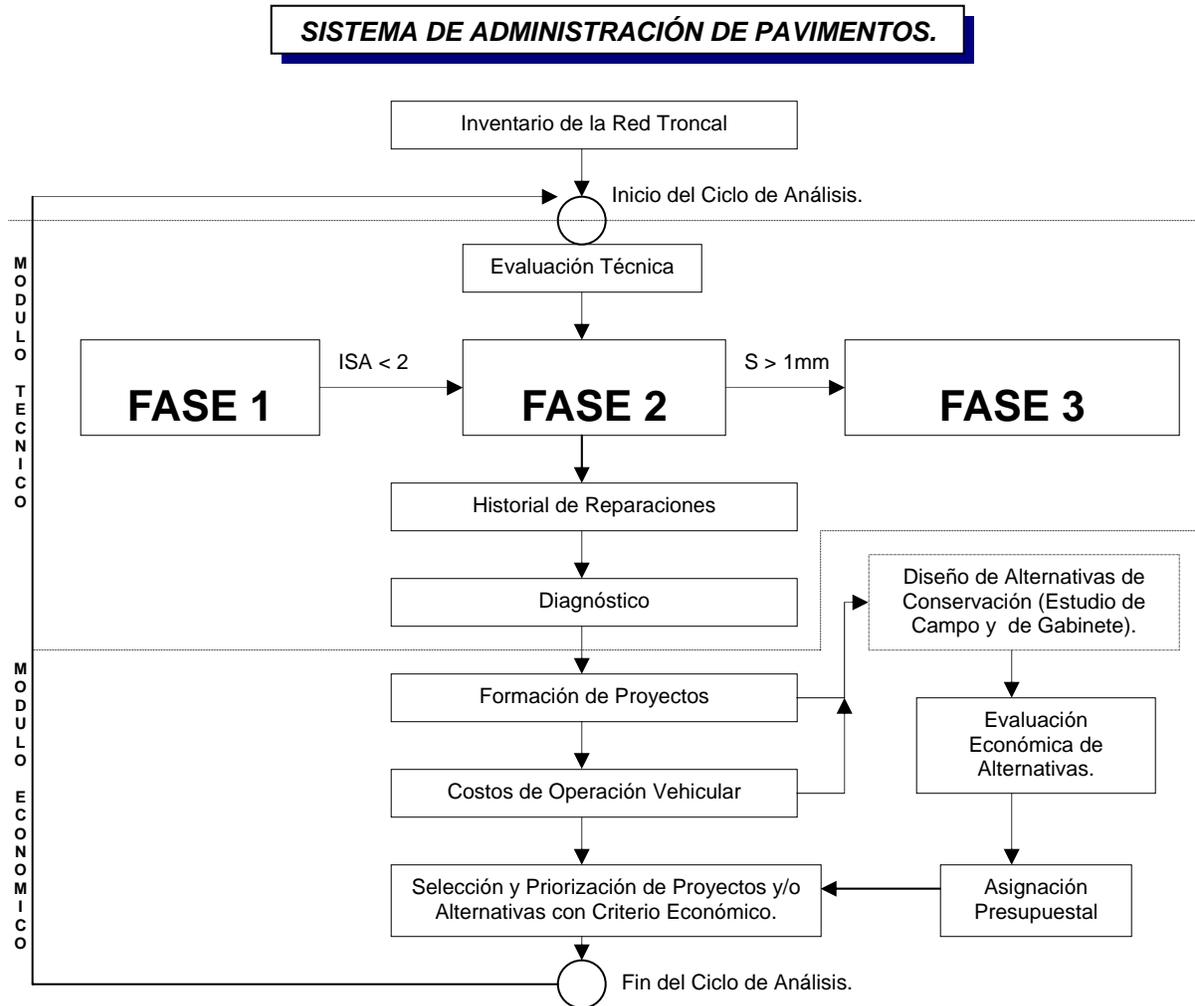
Permite apoyar la toma de decisiones en torno al mantenimiento carretero (conservación, refuerzo y en su caso reconstrucción), según la condición física, estructural y de servicio de la red federal.

Aquellos tramos que resulten merecedores de una acción especial de conservación por efecto del estado de la superficie de rodamiento, únicamente podrán ser resueltos con acciones de simple refuerzo en carpeta; pero aquellos otros que muestren además deficiencia estructural según el criterio de deflexiones, habrán de ser objeto de estudios especiales, que incluyan no solo detallados reconocimientos de campo, que siempre serán necesarios, sino también trabajos de exploración, de laboratorio, de necesidad de subdrenaje y, en general, de todos los aspectos que permitan conocer la deficiencia estructural que se padezca y elaborar los proyectos de recuperación correspondiente. Toda esta información deberá figurar en el banco de datos del tramo, como importante contribución al conocimiento de su evolución histórica.

Un criterio fundamental a mantener en todos estos aspectos es que arreglos someros sobre secciones estructurales falladas en lo profundo constituyen siempre un dispendio.

Es posible visualizar la operación del sistema de gestión en un diagrama de flujo (Fig. II.3.2.1) como el que se muestra a continuación.

Fig. II.4



CAPITULO III.

**LA CONTRATACIÓN DE LA
CONSERVACIÓN DE
CARRETERAS.**

III.- LA CONTRATACIÓN DE LA CONSERVACIÓN DE CARRETERAS.

III.1.- GENERALIDADES.

Es común que el hombre cuando llega a la vejez, padezca arteriosclerosis. A alguien se le ocurrió hacer un símil al pensar que ocurre lo mismo con los países, que también tienen vida y esa vida, como en el hombre, se mantiene gracias a la sangre que circula por sus arterias, venas y vasos capilares. Estos son las carreteras principales, los caminos vecinales y los caminos rurales.

Y para que nuestro país no padezca de arteriosclerosis, es un menester, un trabajo arduo que pasa prácticamente inadvertido para la mayoría de sus habitantes, excepto cuando causa molestias a los usuarios. Se trata de la conservación de la red vial, constituida por las arterias o carreteras pavimentadas las cuales se ramifican en miles de caminos vecinales y rurales.

Ese trabajo es una de las tareas de más alta prioridad en la Secretaría de Comunicaciones y Transportes. El preservar la parte del patrimonio de la Nación que constituye las Obras Públicas y mantenerlas en condiciones adecuadas de servicio, requieren de la cuidadosa aplicación de los recursos destinados a esas actividades y la realización de tareas específicas que atiendan a las deficiencias o daños que pudieran presentar por la acción de los elementos naturales y por el uso de las carreteras y caminos.

El razonamiento es claro. No tendría ningún sentido construir nuevas obras si se descuidan las existentes.

Pero, qué significado puede tener la política de conservación de caminos? Ni aún los usuarios lo saben. Para ellos el camino debe estar en buenas condiciones y nada más; pero cómo lograrlo?

Por eso, los expertos afirman que la conservación de un camino se inicia desde el momento en que se planifica su construcción, pues ante varias alternativas de ruta es preciso elegir la que ofrezca menores probabilidades de elevar el costo de mantenimiento.

La importancia del camino y su conservación es irrefutable. Es conveniente ahora conocer a sus enemigos.

Cuando se construye un camino, su capacidad se planifica para ofrecer resistencia a los elementos que suelen excederse y causar daños mayores a los previstos.

Muchas veces, aún antes de que la construcción del camino termine, queda expuesto el ataque permanente de los elementos naturales (lluvias, vegetación, vientos) y a otros agentes destructores como lo son aquellos usuarios que utilizan en forma irracional la vía carretera.

Otras contingencias que afectan el estado físico de los caminos son los derrumbes que se desprenden de los taludes y bloquean el paso, y las inundaciones que cubren largos tramos y los destruyen.

Todos estos agentes destructores tienen que ser atacados cuando su incipiente acción perjudicial no es nociva para el camino. De ahí que se deba tener una vigilancia constante por parte de las Residencias de Conservación, en toda la longitud de las vías carreteras en operación.

Nuestras carreteras deben estar siempre en las mejores condiciones; esto será si se emplean adecuadamente los recursos económicos, materiales y humanos de que se disponga.

El Residente, el Sobrestante y el Cabo, deben procurar que con esos recursos obtengan el máximo rendimiento en las obras a ellos encomendadas.

Las carreteras están expuestas constantemente también a las cargas cada vez más pesadas en todas las partes que constituyen su estructura. Por tal motivo es indispensable vigilarlas

constantemente y darles una atención especial a fin de mantenerlas en las mejores condiciones de seguridad y servicio.

Los trabajos deberán realizarse con el menor costo y en el menor tiempo posible, procurando por todos los medios que la CALIDAD se óptima a fin de no repetir ese trabajo una y otra vez.

Deberá siempre procurarse que el camino presente un buen aspecto, que ostente una imagen atractiva, que el usuario considere que hay interés para así tenerlo.

Por lo que podemos concluir en que la conservación es el conjunto de acciones necesarias para conservar una carretera en las mismas condiciones en que fue construida, incluyendo todas las partes que la componen: estructura del pavimento, superficie de rodamiento, acotamientos, drenaje, puentes, taludes y cortes, derecho de vía, señalamiento vertical y horizontal.

El mantenimiento permite que la carretera conserve una capacidad de servicio determinada que incluye costos de transporte (consumo de combustible y desgaste de vehículos), rapidez, seguridad y confort.

III.2.- ALCANCES DE LA CONSERVACIÓN.

A lo largo de la vida útil de un pavimento se van presentando distintos grados de deterioro debidos a múltiples causas, principalmente a la acción del tránsito y a las condiciones climáticas y calidad de materiales, entre otros, lo que hace necesario el llevar a cabo trabajos de conservación, con el fin de mantener en buen estado tanto la superficie de rodamiento como la capacidad estructural para la que fue diseñado, minimizando los sobrecostos de operación en los que incurriría el transporte al transitar por carreteras en mal estado.

Los trabajos de conservación están divididos en cuatro partes: conservación rutinaria, conservación periódica, reconstrucción de tramos, modernización y corrección de puntos de conflicto y tratamientos superficiales.

La conservación rutinaria se refiere a los trabajos que se deben de realizar de manera continua durante todo el año y deben ser realizados con objetivos meramente preventivos y para protección de la carretera. Algunos ejemplos son el bacheo, la limpieza y desazolve de cunetas, chapeo, limpieza y reposición de señales, repintado de marcas de pavimento y limpieza de alcantarillas, entre otros.

La conservación periódica se entiende como las acciones que deben implantarse cada determinado tiempo con el objetivo de proteger la estructura del pavimento y mejorar la superficie de rodamiento.

Se denomina CONSERVACIÓN PERIÓDICA a todas las obras de rehabilitación que en forma periódica o eventual son necesarias para que un camino ofrezca las condiciones adecuadas de servicio mencionadas.

Las actividades principales que constituyen la conservación periódica son: recuperación de pavimentos, renivelación, bacheo, reconstrucción de carpetas, riegos de sello.

Estos trabajos resultan necesarios debido al desgaste causado a través del tiempo por el tráfico vehicular y la erosión natural de las carreteras. Generalmente son obras de volúmenes considerables a cargo de contratistas privados, razón por la cual resulta necesario efectuar la mejor planeación posible que coordine, controle y programe la ejecución de los trabajos de acuerdo con los niveles de inversión, la disponibilidad de fondos y la prioridades establecidas por la estrategia para conservar y reconstruir la red.

La reconstrucción, es el volver a construir parcial o totalmente la sección estructural del pavimento, a fin de que cuente con la capacidad estructural adecuada para soportar el tránsito presente y futuro, sin que existan modificaciones geométricas a las iniciales.

Esta actividad es la más completa y costosa, ya que se rehabilita parcial o totalmente la estructura de los pavimentos, comprendiendo la recuperación de una parte de la estructura, previo tratamiento de estabilización con adición de pétreos, productos asfálticos, cemento Pórtland u otros aditivos, tratamiento de la capa descubierta, tendido de la parte recuperada y de la carpeta asfáltica, restitución o reparación de obras menores de drenaje dañadas, instalación de sistemas de subdrenaje y otros. En general, se considera para estos trabajos una vida útil de 15 años.

La modernización o atención y corrección de puntos de conflicto es el mejoramiento de las condiciones operacionales de una carretera, tomando en cuenta tanto el flujo vehicular como la seguridad que ofrece. Existen distintos tipos de modernizaciones que van desde la modificación de curvas (peralte y grados de curvatura), reducción de pendientes, construcción del tercer carril de ascenso, construcción de un nuevo cuerpo y hasta construir nuevamente una carretera con un trazo diferente.

Tratamientos Superficiales.

Los tratamientos superficiales son aquellos cuyo objetivo es lograr una superficie antiderrapante. Sus componentes son las carpetas delgadas de graduación cerrada y las de graduación abierta (open graded).

Carpeta delgada de graduación cerrada.- Este tipo de carpeta tiene como función principal proporcionar una superficie de desgaste; no evita el acuaplaneo de los vehículos ni tiene función estructural.

Carpeta delgada de graduación abierta (Open Graded).- Es una carpeta de 2.5 a 4 cms. De espesor de concreto asfáltico con granulometría abierta, cuya función principal es evitar el derrapamiento o acuaplaneo de las llantas de los vehículos. Se utiliza con fines de seguridad y no de protección de superficies existentes. Debe construirse de preferencia sobre una superficie con baja permeabilidad como una carpeta de concreto asfáltico en buen estado.

III.3.- LA CONTRATACIÓN DE LA CONSERVACIÓN.

Durante muchos años se llevó a cabo la ejecución de los trabajos de conservación utilizando los recursos humanos y materiales propios de la oficina del gobierno federal responsable de estas tareas; sin embargo, en los últimos años estas acciones se complicaron en virtud de que la maquinaria y equipo destinados a tales fines habían alcanzado un grado elevado de deterioro y no se habían podido reemplazar por restricciones presupuestales.

Por otra parte, el personal asignado para estos trabajos, debido a la política gubernamental de adelgazamiento de la administración pública, se había jubilado o acogido a algún programa de retiro voluntario y por las disposiciones normativas no se había sustituido con la consecuente baja de eficiencia de la ejecución de los trabajos.

Es así, como se da inicio en el pasado reciente a las primeras contrataciones aisladas de las obras de reconstrucción de tramos carreteros y de rehabilitación de puentes, dando inicio en el año de 1989 a los primeros intentos de contratar la ejecución de los trabajos de conservación rutinaria.

La contratación de la conservación rutinaria, como parte de una estrategia efectiva de administración de las carreteras, ha logrado una gran importancia en los últimos años. La Asociación Internacional Permanente de los Congresos de Carreteras (AIPCR/PIARC), ha formulado sobre Gestión de las Carreteras, las siguientes recomendaciones:

- a) En la mayoría de los países se impulsa a las empresas privadas a realizar una parte de las tareas de conservación de carreteras. La empresa privada es una posible solución para llevar a acabo todas las tareas de conservación, pero a veces necesitan orientación y capacitación.
- b) Debe asegurarse la existencia de un mercado real y de una competencia adecuada entre las empresas. Las modalidades y duración de los contratos influyen sobre la competencia, el rendimiento y la recuperación de inversiones.

En adición a lo anterior, el Consejo de Directores de Iberia e Iberoamérica elaboró ya en 1996 un documento síntesis, relacionado con temas de conservación de carreteras. En dicho documento se detectan una serie de situaciones, tendencias y problemas comunes a casi todos los países participantes.

Entre ellos destacan dos relacionados con el tema motivo de este capítulo a saber:

“Se está produciendo una disminución de la conservación por medios propios, sustituidos por una participación cada vez mayor de la empresa privada”.

“Esta intervención de la empresa privada en el mantenimiento de carreteras se realiza en la mayoría de los casos a través de contratos multianuales, tendientes a globalizar los servicios de mantenimiento, o a través de concesiones de mantenimiento de peaje”.

Los objetivos que se pretenden alcanzar bajo este esquema de contratación son:

- a) Lograr una mayor eficiencia en los trabajos de conservación.
- b) Racionalizar las estructuras administrativas responsables de la conservación en los centros SCT.
- c) Tener mayor certidumbre en la disponibilidad de insumos para la conservación.
- d) Disponer de equipo y maquinaria adecuados y disponibles en cualquier momento.
- e) Reducir los costos asociados a los trabajos de conservación.

Desde mediados de 1995, la oficina de conservación de carreteras se propuso estudiar diversos aspectos técnicos, administrativos financieros y legales, tarea concluida en 1997, para poder implementar un programa de contratación de la conservación con carácter multianual. Entre los aspectos mencionados destacan:

Aspectos Técnicos.

I. Se definió la red susceptible de conservarse, siendo las siguientes sus características condicionadas:

- a) Preferentemente los tramos de la red básica.
- b) Longitud máxima de cada tramo del orden de 100 km, sin discontinuidad.
- c) Calificación mínima de 300 puntos en la escala de 0 a 500.

II. Se integró el catálogo de conceptos, con 33 de éstos como mínimo, para la atención de la superficie de rodamiento, derecho de vía, obras de drenaje y señalamiento.

III. Se definieron la forma de pago y las especificaciones particulares. En cuanto al pago, éste se hará por precio unitario por unidad de obra terminada, mediante estimaciones quincenales inicialmente; en la actualidad se formulan en periodos mensuales. También fueron elaboradas las especificaciones particulares.

IV. Fue definida la siguiente plantilla mínima de equipo requerida para cada tramo de 100 kilómetros.

Tabla III.1 Plantilla mínima de equipo.

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN Y CAPACIDAD MINIMA
1	Tractor sobre orugas de 140 a 215 H.P., con hoja empujadora y riper o equivalente.
1	Equipo de compactación de 75 a 110 H.P., con rodillo metálico o equivalente.
1	Motoconformadora de 120 a 148 H.P., con barra niveladora y rasgadoras o equivalente.
1	Cargador-retro de 100 H.P., con cucharón de 1 yd ³ o equivalente.
1	Camioneta pick-up o equivalente
1	Camión volteo de 7m ³ , o equivalente.
2	Camión redilas de 3 toneladas o equivalente.
1	Petrolizadora de 155 H.P., bomba de 756 lt/min, capacidad de 4,300 lts. Y barra de 3.66 m, o equivalente.
1	Pintaraya de 12 a 35 H.P., o equivalente
1	Equipo para desyerbe de 77 H.P., o equivalente.

La plantilla mínima de personal se definió así:

Para el campo un Residente de Conservación, un Sobrestante y una cuadrilla de 6 elementos por cada 70 kilómetros. Para oficinas, de 2 a 3 trabajadores para llevar los asuntos administrativos.

V. El procedimiento de supervisión que se definió para evaluar los trabajos realizados por las empresas contratadas consiste en recorridos que efectúa personal de los Centros SCT a través de la Residencia General de Conservación de Carreteras, teniendo como función dar seguimiento al avance físico de los trabajos y a realizar alguna prueba de calidad en forma aleatoria.

En el primer año de la puesta en marcha del nuevo esquema, 1996, se contrató la conservación rutinaria en 29 centros SCT, ante la exitosa experiencia de la contratación de la conservación rutinaria, en 1996, se lanzó una convocatoria nacional para llevar a cabo la contratación de los trabajos de conservación rutinaria en la modalidad de "multianual", con una duración de cuatro años, esto es, de 1997 a 2000. A partir de este año se han venido realizando las conservaciones rutinarias por periodos de dos años.

Es importante recalcar que ello ha permitido la integración de pequeñas empresas que se han ido especializando en los trabajos de conservación, ya que en el país, sólo había empresas constructoras que contrataban personal por un cierto periodo del año, siendo que ahora las pequeñas empresas de conservación dan empleo a sus trabajadores por mayores periodos y más certidumbre.

Se ha podido constatar que los trabajos contratados tuvieron inicialmente tanta calidad como los que se habían realizado por administración directa, actualmente los trabajos han superado esa calidad gracias a las diversas actualizaciones de la normatividad y sobre todo a la supervisión de que se esté ejecutando bajo los lineamientos establecidos por la propia Secretaría y que los costos de aquellos resultan mucho menores que los de éstos. Se ha logrado mejorar así mismo la imagen de la Secretaría, haciendo que el personal de las empresas siempre porte chalecos de seguridad y demás vestimenta que los identifique, y se ha erradicado la costumbre que los trabajadores tomen sus alimentos a orillas de las carreteras, a la vista de los usuarios, ya que cuentan con instalaciones especiales para ello.

III.3.1.- LA CONSERVACIÓN RUTINARIA MULTIANUAL.

La conservación rutinaria corrige fallas o deterioros en los pavimentos que son originados por la repetición continua de cargas y por agentes climáticos y que al manifestarse en la superficie de rodamiento disminuyen el nivel óptimo de operación de la carretera. Considerando que de todos los elementos que componen un camino, la superficie de rodamiento es la que brinda la posibilidad de un tránsito económico, rápido, seguro y cómodo, es muy importante, en beneficio del usuario, corregir rápidamente los daños con acciones de mantenimiento menor y con ello evitar además que progresen y obliguen a acciones de reconstrucción muy costosas.

Los trabajos de conservación rutinaria pueden clasificarse según la parte de la carretera en que se efectúan:

Superficie de rodamiento y acotamiento. Incluye el calafateo de grietas, renivelación de carpeta, bacheo, barrido, reparación de terraplenes y remoción de derrumbes.

Obras de drenaje. Limpieza y desazolve de cunetas y contracunetas, limpieza y desazolve de alcantarillas, reparación de cunetas, contracunetas y lavaderos, reparación de losas y tubos y reparación de guarniciones y zampeados.

Taludes. Afinamientos, recargue, protección y extracción de derrumbes.

Zonas laterales de derecho de vía. Deshierbe, desenraíce y limpieza, reparación y/o reposición de cerca, reparación y/o reposición de barrera central, y reparación y/o reposición de defensa metálica.

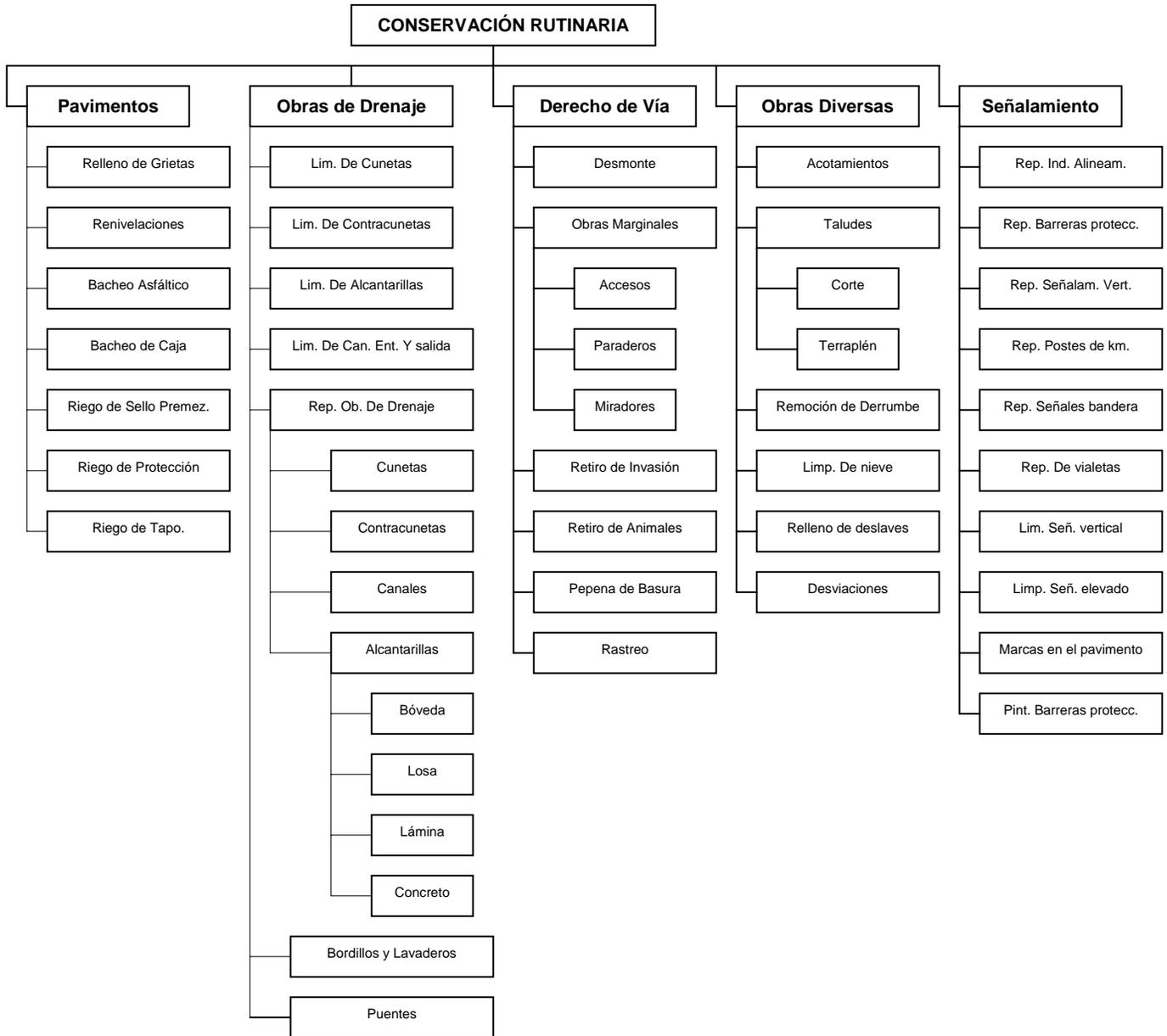
Señalamiento vertical. Limpieza, reparación y/o reposición y repintado.

Señalamiento horizontal. Repintado de rayas, limpieza y/o reposición de vialetas, limpieza y/o reposición de fantasmas.

Estructuras. Limpieza y/o reparación menor de puentes, limpieza y/o reparación menor de pasos peatonales.

Actualmente la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, por conducto de la Dirección General de Conservación de Carreteras, realiza el mantenimiento de la red federal de carreteras. Asimismo, Caminos y Puentes Federales de Ingresos y Servicios Conexos lleva a cabo el mantenimiento de la autopistas y puentes de cuota a su cargo. Los caminos estatales son mantenidos por los correspondientes organismos estatales de caminos y el mantenimiento en las autopistas de cuota concesionadas generalmente está a cargo de la empresa que la opera.

Fig. III.1 ESTRUCTURA DE LA CONSERVACIÓN RUTINARIA MULTIANUAL



III.4.- ADMINISTRACIÓN DE LA CONSERVACIÓN.

La Dependencia de una manera más eficiente se hace cargo de las funciones de PLANIFICACIÓN Y ELCONTROL, al eliminar las presiones inherentes a la Administración y ejecución de un programa de trabajo.

Los contratistas trabajan con el incentivo natural de la competencia , con posibilidades importantes de crear una capacidad ejecutora eficiente de la conservación de caminos, haciendo a la vez a la Dependencia con mayor capacidad institucional.

La experiencia parece demostrar que las Empresas competitivas son más eficientes que la Dependencia en lo que respecta al uso y mantenimiento de su maquinaria y que hacen trabajos a menor costo.

Se ha visto la tendencia de Reemplazar la mano de obra no calificada del peón caminero por maquinaria, lo que constituye una solución eficiente en función de los costos.

Tabla III.2. ADMINISTRACIÓN DE LA CONSERVACIÓN.

ESTABLECER OBJETIVOS	DESARROLLAR PLANES	DETERMINAR PROGRAMAS	EVALUAR PROGRESO	DECIDIR Y ACTUAR
Los contratos de conservación rutinaria deberán cumplir con éxito los trabajos encomendados.	El contratista deberá conocer el estado físico de su tramo para familiarizarse de sus problemas y deficiencias a través de un levantamiento de las condiciones de la Red.	El contratista elaborará inicialmente un inventario físico de la red, mismo que deberá ser actualizado por periodos semestrales.	El contratista deberá ser capaz de ubicar los subtramos con problemas, conociendo su origen y las soluciones.	Si el contratista aún no se ha familiarizado con el tramo a su cargo, hacerle ver la importancia de que lo haga. Si ya identifica los problemas de conservación de su tramo mantener periódicamente una supervisión.
	El contratista y la residencia elaborarán programas con periodicidad quincenal o mensual, que sean acordes a las necesidades del tramo y a una estrategia preestablecida.	El contratista y la residencia recorrerán físicamente el tramo para detectar y programar las actividades del periodo.	El contratista y la residencia al finalizar el periodo establecido (quincenal o mensual), supervisarán el avance de calidad de los trabajos ejecutados.	Si los trabajos se efectuaron conforme al programa, mantener este ritmo.
		El contratista determinará la cantidad necesaria de insumos, personal y equipo para cumplir con el programa.		Si no fueron efectuados, determinar las causas que no hicieron posible su cumplimiento, si son imputables al contratista exigirle su cumplimiento y seriedad al programa.

III.4.1.- ADMINISTRACIÓN EN LA PRÁCTICA.

Administrar las necesidades, recursos y el tiempo serán apoyo para la planificación y organización de las actividades de conservación.

I. Evaluación de Necesidades.

- a) Recopilación de un inventario de carreteras.
- b) Inspecciones regulares de cada carretera.
- c) Conocer el tráfico que hace uso de las carreteras.
- d) Conocimiento de los terrenos, suelos y climas.

II. Asignar recursos.

Una vez evaluadas las prioridades y determinadas las cantidades de trabajo a ejecutar, requerimos ahora calcular las necesidades de recursos para cada operación.

- a) Mano de obra y equipo.
- b) Materiales.
- c) Recursos económicos.

III. Programación del trabajo.

Una vez determinado las cantidades de trabajo por ejecutar, el siguiente paso es elaborar programas de obra detallados para cada cuadrilla de conservación y que deberán ser elaborados en conjunto por el residente y el contratista.

IV. Supervisión y Control.

El objeto de esta supervisión y control es asegurar que los recursos sean utilizados en la forma indicada.

- Comprobar que en realidad se haya realizado el trabajo indicado en los programas.
- Comprobar que la calidad de los trabajos realizados sea satisfactoria.
- Visualizar los rendimientos obtenidos durante la ejecución de los trabajos.

III.4.2.- OBJETIVOS DE LA ADMINISTRACIÓN DE LA CONSERVACIÓN.

Hacer más con menos...

Hacerlo bien a la primera...

Se logra... administrando:

- Recursos humanos
- Recursos materiales
- Recursos económicos.

Es necesario pues, no solo mantener un control sobre lo que se está haciendo, sino establecer de antemano lo que se va a hacer.

Cómo se logra?

- Planeando
- Programando
- Controlando.

La administración de la Conservación consiste en organizar los siguientes factores:

- a) Qué meta se requiere alcanzar?
 - Lograr una conservación a contrato eficiente y moderna.
 - b) Con qué elementos se cuenta para poder alcanzar esta meta?
-

- Recursos humanos.
 - i. Contratista
 - ii. Personal técnico
 - iii. Personal administrativo
 - iv. Personal de campo
 - Recursos materiales.
 - i. Equipo y maquinaria
 - ii. Materiales pétreos y asfálticos
 - iii. Combustibles y refacciones
 - iv. Etc.
 - Recursos económicos.
 - i. Asignación disponible.
- c) Qué limitaciones existen para poder alcanzar esta meta?
- i. Disposición inoportuna de insumos
 - ii. Asignación insuficiente
 - iii. Personal no capacitado
 - iv. Temporadas de lluvias
 - v. Etc.

III.4.3.- EL CICLO ADMINISTRATIVO DE LA CONSERVACIÓN.

CONSTA DE 5 ELEMENTOS.

1. Establecer las metas deseadas
2. Desarrollar planes de acción para lograrlas
3. Elaborar un programa
4. Controlar y evaluar el progreso
5. Tomar una decisión y actuar de manera apropiada para poder implementarla.



INCORPORAR NUEVAS DECISIONES Y ACCIONES

CAPITULO IV.

DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCIÓN Y CONSERVACIÓN DE SUPERFICIES DE RODAMIENTO CON PAVIMENTOS FLEXIBLES.

IV.- DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCIÓN Y CONSERVACIÓN DE SUPERFICIES DE RODAMIENTO CON PAVIMENTOS FLEXIBLES.

IV.1.- GENERALIDADES.

El sistema de caminos y calles en México está compuesto predominantemente por pavimentos flexibles con carpeta asfáltica, los cuales requieren de mantenimiento preventivo y correctivo para garantizar su buen comportamiento a lo largo de su vida útil. La acción combinada del tránsito y los escurrimientos pluviales producen daños que pueden variar desde la destrucción parcial o total de la superficie de rodamiento, hasta el deterioro de las capas subyacentes con la consecuente pérdida de la capacidad estructural del pavimento.

Algunas acciones tradicionales en México para la rehabilitación de pavimentos flexibles, han consistido desde el bacheo y riegos de sello hasta la reconstrucción de la carpeta asfáltica.

El mantenimiento y rehabilitación de pavimentos es, en este momento, uno de los temas que mayor interés y preocupación han alcanzado, debido a que en México las carreteras son el principal modo de transporte, convirtiéndose en pilares de la actividad económica del país y a los costos de conservación asignados anualmente, que siempre han sido y serán insuficientes.

Los procedimientos de rehabilitación más frecuentes son:

Renivelar pavimentos deformados con capas de mezclas asfálticas.

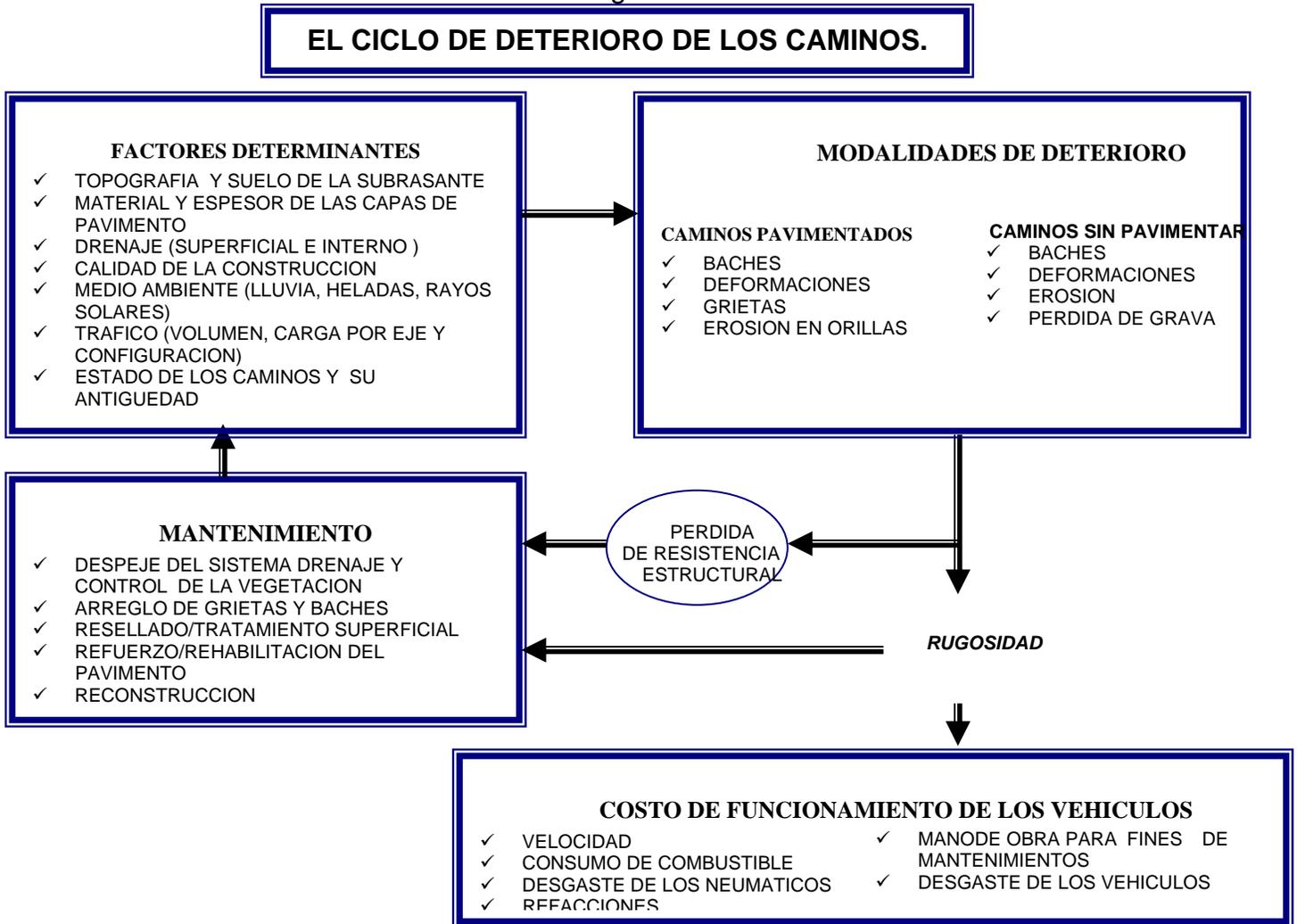
Riego de sello: que son útiles y eficaces para proteger la superficie de rodamiento de la entrada del agua y mejorar la adherencia o fricción entre llantas y pavimento.

Sobrecarpetas: con las cuales se trata de adecuar y reforzar el pavimento en cuanto a capacidad estructural para soportar el tránsito actual y futuro.

IV.2.- EVALUACIÓN DEL ESTADO FÍSICO DE UN CAMINO PAVIMENTADO.

Desde el año de 1986 la Dirección General de Servicios Técnicos de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes ha venido calificando en forma sistemática el estado físico de la red federal de carreteras, considerando cinco elementos, tres del cuerpo de la carretera como son la corona, el drenaje y el derecho de vía, y dos del señalamiento, el vertical y el horizontal.

Fig. IV.1



El camino que se va a calificar se divide en secciones de 10 km en las que se evalúa cada uno de los cinco elementos antes mencionado, desde un vehículo en movimiento a una velocidad no mayor de 60 km/hr para poder observar el estado físico de cada elemento, realizando el número de paradas necesarias para inspeccionar con mayor detalle cada uno de ellos.

La escala de calificación para cada elemento varía de 0 (pésimo) a 5 (excelente), con los siguientes valores intermedios:

CALIFICACIÓN

0-1
1.1-2
2.1-3
3.1-4
4.1-5

ESTADO DEL ELEMENTO

PESIMO
MALO
REGULAR
BUENO
EXCELENTE.

SISTEMA DE CALIFICACIÓN.

Recientemente, la oficina de conservación de carreteras propuso a la de servicios técnicos efectuar conjuntamente una revisión del sistema de calificación, a fin de que se obtuviera una evaluación que reflejase con mayor realismo las condiciones de las carreteras desde el punto de vista del usuario. Enseguida se muestra el sistema que se utilizaba antes y el modificado que se utiliza a partir de 1996, de acuerdo con la revisión efectuada.

SISTEMA ANTERIOR.**Cuerpo**

(Valor de influencia = 0.8)

Elemento	Valor relativo
Corona	50
Drenaje	30
Derecho de vía	20
Suma =	100

Señalamiento

(Valor de influencia = 0.2)

Elemento	Valor Relativo
Señ. Vertical	60
Señ. Horizontal	40
Suma =	100

De acuerdo con lo anterior, los valores de ponderación de los cinco elementos serían los siguientes:

Elemento

Corona
Drenaje
Derecho de Vía
Señalamiento Vertical
Señalamiento Horizontal

Valor de ponderación.

$50 \times 0.8 =$	40
$30 \times 0.8 =$	24
$20 \times 0.8 =$	16
$60 \times 0.2 =$	12
$40 \times 0.2 =$	8
Suma =	100

SISTEMA MODIFICADO.**CUERPO**

(Valor de influencia = 0.65)

Elemento	Valor relativo
Corona	75
Drenaje	10
Derecho de vía	15
Suma =	100

SEÑALAMIENTO

(Valor de influencia = 0.35)

Elemento	Valor relativo
Señalam. Vertical	50
Señalam. Horizontal	50
Señalam. Horizontal	50
Suma =	100

Así, se tiene lo siguiente:

Elemento	Valor de ponderación
Corona	48.75
Drenaje	6.50
Derecho de Vía	9.75
Señalamiento Vertical	17.50
Señalamiento Horizontal	17.50
Suma =	100.00

CALIFICACIÓN PONDERADA.

Con el producto de la calificación en la escala de 0 a 5 y el valor de ponderación se obtiene la calificación ponderada de cada elemento. Por ejemplo, si la calificación de la corona es de 3.5, la calificación ponderada de acuerdo al sistema modificado será de $3.5 \times 48.75 = 170.6$

Sumando las calificaciones ponderadas de los cinco elementos se obtiene la calificación del camino. Puede notarse que la máxima calificación de un camino es de 500.

Para clasificar el estado físico del camino, que se divide en malo, regular y bueno, se consideraban los siguientes rangos con el sistema anterior, sin tomar en cuenta el tipo de camino:

Estado Físico	Calificación del camino
Malo	de 0 a 250
Regular	Mayor de 250 hasta 350
Bueno	Mayor de 350

Con el sistema modificado, la clasificación se realiza como sigue:

Estado Físico	Calificación del camino tipo:		
	A	B	C Y D
Malo	de 0 a 350	de 0 a 300	de 0 a 200
Regular >	de 350 hasta 450 >	de 300 hasta 400 >	de 200 hasta 300
Bueno	Mayor de 450	Mayor de 400	Mayor de 300

Ejemplo:

Un camino tiene las siguientes calificaciones de sus elementos:

Corona	1.0	Señalamiento Vertical =	3.0
Drenaje	4.0	Señalamiento Horizontal =	2.5
Derecho de vía	4.0		

De acuerdo con el sistema anterior la calificación ponderada del camino sería de

$$1.0 \times 40 + 4.0 \times 24 + 4 \times 16 + 3.0 \times 12 + 2.5 \times 8 = 256 \text{ y su estado físico sería "REGULAR".}$$

Con el nuevo sistema anterior la calificación ponderada sería de $1.0 \times 48.75 + 4.0 \times 6.5 + 4.0 \times 9.75 + 3.0 \times 17.5 + 2.5 \times 17.5 = 210$ y su clasificación sería, dependiendo de su tipo:

TIPO

A	MALO
B	MALO
C y D	REGULAR

IV.2.1.- NIVELES DE SERVICIO EN CARRETERAS DE DOS CARRILES.

En la etapa de planeación, proyecto y operación de una carretera, el conocimiento de su capacidad de alojar un determinado volumen de tránsito permite calificar su eficiencia y proporciona las bases para conocer el nivel de servicio de una carretera, en función de sus características geométricas y del tránsito; asimismo sirve para determinar el volumen diario promedio anual susceptible de ser atendido en distintos tipos de terreno y a diferentes niveles de servicio.

La capacidad de un camino o de un carril se define como el número máximo de vehículos que pueden circular por él durante una hora, bajo condiciones prevalecientes del camino y de la operación del tránsito. En cambio, el nivel de servicio se usa para describir las condiciones de operación del tránsito; es una medida cualitativa del efecto de una serie de factores, como son la velocidad, el tiempo de recorrido, las interrupciones del tránsito, la libertad de manejo, la seguridad, la comodidad y los costos de operación. El volumen de servicio se define como el máximo número de vehículos que pueden circular por un camino en un tiempo determinado bajo las condiciones de operación correspondientes a un nivel de servicio seleccionado; el volumen de servicio máximo equivale a la capacidad, e indica la condición de operación que puede ocurrir en función del volumen, composición del tránsito y la velocidad.

Para efectuar el cálculo de la capacidad y del volumen de servicio se parte de una capacidad máxima de 2,800 vehículos por hora en ambos sentidos, que corresponde a condiciones ideales, que son las siguientes:

- 1) velocidad de proyecto = 95 km/hr
- 2) ancho de carril = 3.65 m
- 3) distancia a obstáculos laterales = 1.8 m
- 4) inexistencia de zonas de no rebase
- 5) sólo circulan vehículos ligeros
- 6) distribución direccional del tránsito: 50% y 50%
- 7) no hay interferencias en la circulación del tránsito
- 8) el terreno es plano
- 9) la superficie de rodamiento está en buen estado

Obviamente, la capacidad disminuye conforme las condiciones particulares se apartan de las ideales.

La calidad de operación del flujo vehicular de una carretera de dos carriles puede evaluarse conforme a seis diferentes niveles de servicio:

NIVEL DE SERVICIO A. El tránsito circula a la velocidad que los conductores desean; el máximo flujo vehicular es de 420 vehículos ligeros por hora, en ambas direcciones.

NIVEL DE SERVICIO B. La circulación es de 90 km/hr en promedio; los conductores sufren ligeras demoras durante su recorrido y el flujo máximo es de 750 vehículo ligeros por hora, en ambas direcciones.

NIVEL DE SERVICIO C. Hay formación de pequeñas "colas" y se tienen dificultades para rebasar, aún cuando los conductores sufren mayores demoras que en el caso del nivel B, pueden circular a una velocidad entre 83 y 90 km/hr y el flujo máximo puede ser hasta de 1,200 vehículos ligeros por hora.

NIVEL DE SERVICIO D. Las condiciones de circulación del tránsito se acercan a inestables por la dificultad para efectuar rebases. Se forman filas de hasta diez vehículos, la velocidad no rebasa los 80 km/hr, y los flujos máximos alcanzados son del orden de 1,800 vehículos ligeros por hora.

NIVEL DE SERVICIO E. La velocidad es menor de 80 km/hr. El mayor volumen de circulación a este nivel representa la capacidad que es de 2,800 vehículos ligeros por hora (en condiciones ideales).

NIVEL DE SERVICIO F. La circulación es inestable y en condiciones de congestión, debido a que el volumen de demanda es mayor que la capacidad.

Utilizando como referencia una capacidad máxima de 2,800 vehículos ligeros por hora en ambas direcciones, puede obtenerse el volumen de servicio de un tramo carretero, haciendo ajustes mediante factores de penalización, que son de acuerdo a las características geométricas y del tránsito, a partir de la ecuación siguiente:

$$VS = 2800 (V/C) f_d f_a f_{vp}$$

Donde:

VS = volumen de servicio en vehículos equivalentes por hora.

V/C = relación de volumen/capacidad

f_d = ajuste por distribución del tránsito

f_a = ajuste por ancho de carril y distancia de obstáculos laterales

$$f_{vp} = \text{ajuste por vehículos pesados} = \frac{1}{1 + P_c(E_c - 1) + P_b(E_b - 1)}$$

P_c = proporción de camiones

P_b = proporción de autobuses

E_c y E_b = automóviles equivalentes por camiones y autobuses, respectivamente.

Ejemplo:

Carretera de dos carriles, uno por sentido

Camiones: 22%

Autobuses: 5%

Ancho de calzada: 6.70 m

Acotamiento de 0.50 m en ambos lados

TDPA: 2,300 vehículos

Terreno en lomerío

Volumen de demanda actual: 230 vhp

Porcentaje de tramo de no rebase: 60%

Distribución direccional del tránsito: 60/40

Determinar su nivel de servicio:

Como primer tanteo, supongamos que se tiene un Nivel de Servicio C.

De acuerdo con los datos,

$$V/C = 0.32$$

$$f_d = 0.94$$

$$f_a = 0.73$$

$$P_c = 0.22$$

$$P_b = 0.05$$

$$E_c = 5$$

$$E_b = 3.4$$

$$f_{vp} = 0.5$$

$$\text{Entonces } VS = 2,800 \times 0.32 \times 0.94 \times 0.73 \times 0.5 = 307 \text{ vph}$$

Comparando este valor con el volumen de demanda de 230 vhp se obtiene una diferencia relativamente pequeña, y posiblemente el nivel de servicio sea el supuesto C, ya que VS es mayor que el de demanda.

Segunda aproximación, nivel de servicio B:
 $V/C = 0.17$; $fd = 0.94$; $fa = 0.73$; $fv = 0.5$

Entonces $VS = 163$ vph, que es menor que el volumen de demanda, por lo que se concluye que la carretera, como se supuso en la primera aproximación, tiene un nivel de servicio C.

Cuando el nivel de servicio oscila entre A y C, puede decirse que la carretera tiene capacidad suficiente para manejar los volúmenes de tránsito que mueve, por lo que no requiere modificación. Si su nivel de servicio es D, podría considerarse entre las soluciones posibles una modificación del ancho de corona sin variar el número de carriles. Cuando el nivel es E o F, conviene hacerle una modernización para que se convierta en una carretera multicarril.

IV.3.- PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCIÓN Y CONSERVACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES.

Los pavimentos con el transcurso del tiempo, sufren una serie de fallas o deterioros que al manifestarse en la superficie de rodamiento disminuyen su capacidad para proporcionar un tránsito cómodo y expedito al usuario. Estas fallas y deterioros son producidos por la repetición continua de cargas, debido a condiciones propias de la estructura del pavimento y de la acción de los agentes climáticos. Considerando que, de todos los elementos que constituyen un camino, la superficie de rodamiento es lo que más determina la posibilidad de un tránsito rápido, cómodo y seguro, será por demás importante el corregir oportunamente sus deterioros para evitar que progresen y obliguen a una reconstrucción para su arreglo. Por ello, es lógico que una gran parte del esfuerzo en la conservación de carreteras se dedique a estas labores.

Para el diseño de mezcla asfáltica normalmente se consideran las propiedades de comportamiento, condiciones y calidad, que dificultan, en definitiva, al proyecto de una mezcla. Algunas de las propiedades son por ejemplo: estabilidad, cohesión y vacíos en la mezcla, así como vacíos en el agregado mineral, flujo de la mezcla a determinadas temperaturas y peso volumétrico.

A continuación se describen los procedimientos a que deberán sujetarse, en términos generales, las labores que son más usuales para conservar en buenas condiciones un camino pavimentado, cuando está constituido por un pavimento flexible.

Una carpeta de mezcla asfáltica, debe contribuir en la reducción de los esfuerzos verticales que inciden en las capas inferiores, siendo esta contribución mayor conforme se incrementa el espesor de la carpeta.

IV.3.1.- MEZCLAS IN SITU EN FRÍO

Las carpetas asfálticas por el sistema de mezcla en el lugar, son las que se construyen en la carretera mediante el mezclado, tendido y compactación de materiales pétreos y un material asfáltico.

Los materiales asfálticos que deben emplearse en la construcción de carpetas asfálticas por el sistema de mezcla en el lugar, son rebajados de fraguado rápido o medio, o bien, emulsiones de rompimiento medio o lento; para los riegos de liga, deben emplearse cementos asfálticos, rebajados o emulsiones de rompimiento rápido, del tipo fijado en el proyecto, incluyendo la necesidad de utilizar un aditivo.

Antes de proceder a la construcción de la carpeta por el sistema de mezcla en el lugar, la base debe estar debidamente preparada e impregnada. El proyecto normalmente especifica, en cada caso, el lapso que debe transcurrir entre la impregnación de la base y la iniciación de la construcción de la carpeta.

Salvo que se ordene lo contrario, se da un riego de liga con petrolizadora en toda la superficie que quedará cubierta con la carpeta, utilizando un material asfáltico del tipo y en la cantidad que fije el proyecto. Este riego debe darse antes de iniciar el tendido de la mezcla asfáltica, dejando transcurrir entre ambas operaciones el tiempo necesario para que el material asfáltico regado adquiera la viscosidad adecuada.

Antes de aplicar el riego de liga sobre la base impregnada, ésta debe estar barrida para dejarla exenta de materias extrañas y polvo; además, no tiene que haber material asfáltico encharcado.

En los casos en que el material pétreo no satisfaga los requisitos granulométricos señalados, se le debe agregar uno o más materiales en las cantidades que se indiquen, procedentes del mismo o de otros bancos, que se mezclarán en seco, de acuerdo con lo fijado en el proyecto. La verificación de la calidad de los materiales y la mezcla asfáltica se realizan con las pruebas indicadas en la normatividad.

Cuando se emplean motoconformadoras para efectuar la mezcla de los materiales pétreos y asfálticos, debe aplicarse este último por medio de petrolizadora y en el número de riegos que se requiera sobre el material pétreo parcialmente extendido. Después de cada riego se procede a revolverlos, con objeto de facilitar la incorporación material asfáltico al pétreo. Una vez que se haya aplicado toda la cantidad de material asfáltico fijada, se efectúa un mezclado final hasta obtener un producto homogéneo.

Es importante señalar que no debe regarse material asfáltico si el pétreo contiene una humedad superior a la de absorción, o tiene agua superficial, aún cuando se usen aditivos, excepto cuando se empleen en emulsiones, en cuyo caso tiene que fijarse mediante pruebas físicas una humedad aceptable. Cuando el material pétreo contenga una humedad excesiva se procederá a orearlo, extendiéndolo por medio de una motoconformadora u otro equipo adecuado para esta operación, hasta lograr que el material tenga una humedad que no perjudique su adherencia con el asfalto.

La mezcla asfáltica elaborada con asfaltos rebajados se curará oreándola, para lo cual se revolverá con motoconformadora u otro equipo, el tiempo suficiente para que se volatilice una parte del disolvente y se obtenga así la relación disolvente-cemento asfáltico de la mezcla, fijada en el proyecto.

Cuando se elaboren las mezclas asfálticas con emulsiones de rompimiento medio o lento, se recomienda aplicar un riego previo de agua para dar la humedad fijada.

Una vez curada la mezcla asfáltica a satisfacción, se tiende en el ancho y espesor fijado en el proyecto. Esta operación se hace normalmente con motoconformadora o con otra clase de equipo adecuado.

Después de tendida la mezcla asfáltica y antes de iniciar la compactación, se verifica que la relación disolvente-cemento asfáltico de la mezcla, sea la fijada en el proyecto; de encontrarse correcta se iniciará la compactación utilizando un rodillo liso tipo tándem, adecuado para dar un acomodo inicial a la mezcla, a continuación se compacta la mezcla utilizando compactadores de llantas neumáticas adecuados para alcanzar el grado mínimo que fije el proyecto; inmediatamente después se emplea una plancha de rodillo liso para borrar las huellas que dejan los compactadores de llantas neumáticas. Para obtener un mejor acomodo de las partículas que forman la carpeta, se realiza el planchado a las horas en que la temperatura ambiente o la acción de los rayos solares propicien esta operación.

Cuando se realiza la compactación, el planchado generalmente se hace observando lo siguiente: el rodillo liso tipo tándem o el compactador neumático se mueve paralelamente al eje, realizando el recorrido de las orillas de la carpeta hacia el centro, en las tangentes; y del lado interior hacia el exterior, en las curvas.

En carreteras sobre la carpeta terminada, se da un riego de sello cuando ésta resulte con mayor permeabilidad del 10% permitido en la normatividad.

Para terminar la construcción de la carpeta, se verifica el alineamiento, el perfil y la sección en su forma, espesor, anchura y acabado de acuerdo con lo fijado en el proyecto.

Un ejemplo de mezclas asfálticas en frío son los morteros asfálticos, también conocidos como Slurry Seal y como las Microcarpetas en frío, que son mezclas asfálticas que se aplican en estado fluido a temperatura ambiente.

Estas mezclas contienen agregados menores de 10 mm y generalmente no requieren de compactación. En 1975 aparecieron las microcarpetas en frío. Las diferencias consistían en la mejora que se lograba en las características reológicas del asfalto al adicionar un polímero emulsionado. El uso de agregados hasta 10 mm, permitió conseguir espesores de alrededor de 1 cm y lograr una adherencia satisfactoria y durable.

Las microcarpetas en Frío son aquellas mezclas asfálticas en frío que tienen las siguientes características:

- ❖ La mezcla se hace con agregados que contienen elevadas proporciones de material triturado, con partículas cuya dimensión mayor es igual o mayor a 4 mm.
- ❖ En el momento del tendido de la mezcla, ésta fluye a temperatura ambiente.
- ❖ Una vez tendidas estas mezclas no son compactadas.
- ❖ Son aplicadas en capas muy delgadas de 8 a 15 mm. Para rehabilitar superficies de rodamiento.
- ❖ Presentan una impermeabilidad durable.
- ❖ Proporcionan una superficie antiderrapante durable. Su adherencia es una de sus cualidades importantes.
- ❖ Pueden ser aplicadas en una o dos capas.

IV.3.2.- MEZCLAS EN PLANTA, EN CALIENTE (CEMENTO ASFÁLTICO)

Las carpetas de concreto asfáltico son las que se construyen mediante el tendido y compactación de mezclas elaboradas en caliente, en una planta estacionaria, utilizando cementos asfálticos.

En la elaboración de los concretos asfálticos se emplean exclusivamente cementos asfálticos; para el riego de liga se usan cementos asfálticos, asfaltos rebajados o emulsiones de rompimiento rápido. Cuando se requiera de un aditivo, se especificará dentro del proyecto.

Antes de proceder a la construcción de la carpeta por el sistema de mezcla en el lugar, la base debe estar debidamente preparada e impregnada. El proyecto fija, en cada caso, el lapso que tiene que transcurrir entre la impregnación de la base y la iniciación de la construcción de la carpeta.

Se da un riego de liga, con petrolizadora en toda la superficie que quedará cubierta con la carpeta, utilizando un material asfáltico del tipo y en la cantidad que fije el proyecto. Este riego se da antes de iniciar el tendido de la mezcla asfáltica, dejando transcurrir, entre ambas operaciones, el tiempo necesario para que el material asfáltico regado adquiera la viscosidad adecuada.

Antes de aplicar el riego de la liga sobre la base impregnada, ésta debe estar barrida para dejarla exenta de materias extrañas y polvo; además, no tiene que haber material asfáltico encharcado.

El Concreto asfáltico se elaborará en plantas estacionarias que deberán constar de:

- Secador con inclinación ajustable colocado antes de las cribas clasificadoras y con capacidad suficiente para secar una cantidad de material pétreo igual o mayor que la capacidad de producción de concreto asfáltico de la planta.
- A la salida del secador debe haber un pirógrafo para registrar automáticamente la temperatura del material pétreo.
- Cribas para clasificar el material pétreo cuando menos entres tamaños, con capacidad suficiente para mantener siempre en las tolvas material pétreo disponible para la mezcla.
- Tolvas de almacenamiento de material pétreo, que deben protegerlo de la lluvia y del polvo, con una capacidad tal que asegure la operación de la planta cuando menos durante quince minutos, sin ser alimentadas; deberán estar divididas en compartimentos para almacenar, por tamaños, los materiales pétreos.
- Dispositivos que permiten dosificar los materiales pétreos, de preferencia por peso y sólo en casos excepcionales por volumen. Los dispositivos deberán permitir un fácil ajuste de la mezcla en cualquier momento, para poder obtener la curva granulométrica de proyecto, tomando en cuenta la discrepancia tolerada.
- Equipo para calentar, en forma controlada, el cemento asfáltico, que garantice que este no será contaminado, provisto de un termómetro con graduación de 20 °C a 210 °C.
- Dispositivos que permitan dosificar el cemento asfáltico, con una aproximación de 2 por ciento, en más o menos, de la cantidad fijada.
- Mezcladora, equipada con un dispositivo para el control del tiempo de mezclado.
- Recolector de polvo y dispositivo para agregar finos.

El material pétreo debe calentar y secar para que la humedad que contenga sea inferior a 1%, antes de introducirlo a la mezcladora. La temperatura del material pétreo debe estar de 120 °C a 160 °C en el momento de agregarle el cemento y la temperatura de la mezcla, entre 120 °C y 150 °C al salir de la planta de elaboración.

El concreto asfáltico se transporta en vehículos con caja metálica, cubierto con una lona que lo preserve del polvo, materias extrañas y de la pérdida de calor durante el trayecto. La superficie inferior de la caja debe estar siempre libre de residuos de concreto asfáltico, para evitar que la mezcla se adhiera a la misma. El concreto asfáltico se tiende con máquina especial para este trabajo, de propulsión propia, con dispositivos para ajustar el espesor y el ancho de la mezcla sin que se presente segregación por tamaños en la misma. Está generalmente dotada de un calefactor en la zona de acabado superficial.

La mezcla se vacía dentro de la caja receptora de la máquina e inmediatamente se tiende, en el espesor y ancho fijados en el proyecto. La velocidad de la máquina debe regularse de manera que el tendido siempre sea uniforme en espesor y acabado. Las juntas de construcción longitudinales, en caso de que el tendido se haga en dos o más fajas, con un intervalo de más de un día entre faja y faja, deben ligarse de preferencia con cemento asfáltico o con un material asfáltico de fraguado rápido, antes de proceder al tendido de la siguiente faja. Las juntas transversales se recortan aproximadamente a cuarenta y cinco grados antes de iniciar el siguiente tendido y también se ligan con cemento asfáltico o con un material asfáltico de fraguado rápido, antes de proceder al tendido del siguiente tramo. Con la frecuencia necesaria deben limpiarse perfectamente todas aquellas partes de la máquina en que hayan podido quedar residuos de mezcla. Debe fijarse la longitud máxima de los tramos en que podrá tenderse el concreto asfáltico, de acuerdo con el equipo de compactación de que se disponga y de la temperatura ambiente durante las horas laborables.

El concreto asfáltico normalmente se tiende a una temperatura mínima de 110 °C e inmediatamente después se plancha por medio de una aplanadora de rodillo liso tipo tándem,

adecuada para dar un acomodo inicial a la mezcla; este planchado debe efectuarse longitudinalmente a media rueda. A continuación se compacta el concreto asfáltico utilizando compactadores de llantas neumáticas adecuadas para alcanzar el grado mínimo que fije el proyecto y a continuación, se emplea una plancha de rodillo liso para borrar las huellas que dejen los compactadores de llantas neumáticas.

Para la compactación, el planchado se hace de la siguiente manera: en carreteras, el rodillo liso tipo tándem o el compactador neumático debe moverse paralelamente al eje, realizando el recorrido de las orillas de la carpeta hacia el centro, en las tangentes; y del lado interior hacia el exterior, en las curvas.

La temperatura del concreto asfáltico, al iniciarse el acomodo, deberá ser el 100 °C a 110 °C; en general, la compactación de la carpeta deberá terminarse a una temperatura mínima de 60 °C.

En las orillas de la carpeta se formará un chaflán cuya base será igual uno y medio veces el espesor de la carpeta; para ello se utilizará concreto asfáltico adicional colocado inmediatamente después del tendido, o bien, haciendo los ajustes necesarios en los extendedores.

No se debe tender el concreto asfáltico sobre una base húmeda, encharcada o cuando esté lloviendo. Cuando la carpeta terminada resulte con mayor permeabilidad del 10% permitido, se dará un riego de sello sobre la misma. Para dar por terminada la construcción de la carpeta, se verificará el alineamiento, el perfil, la sección, la compactación, el acabado y el espesor, de acuerdo con lo fijado en el proyecto.

IV.3.3.- RIEGO DE LIGA

Esta capa está constituida de emulsión de asfalto mejorado con elastómero. La dosificación por metro cuadrado es adaptada al tránsito y a la condición de la capa inferior pavimento. El objetivo de esta capa es llenar los vacíos y ligar sobre la totalidad de la superficie.

Como resultado de la experiencia práctica la dosificación varía de 0.5 a 1.0 l/m² de emulsión a 60% de asfalto más elastómero. La construcción de la capa ligante debe ser realizada muy cuidadosamente, la elección de la cantidad de asfalto es importante a fin de asegurar una liga en todo punto, pero no debe ser excesiva para evitar el afloramiento del asfalto a través de la mezcla. La aplicación se hace con una petrolizadora convencional y se debe lograr una buena dosificación, por lo que se requiere verificar y medir al principio o al final del riego.

IV.3.4.- EXTENDIDO

El equipo utilizado es una extendedora común que debe tener una plancha pesada y debe ser arreglada especialmente para aplicar una carpeta con un espesor entre 1.5 y 2.5 cm.

La velocidad de tendido de la extendedora depende del modelo de la máquina utilizada y también de la manejabilidad de la mezcla. Generalmente se puede realizar entre 5,000 y 10,000 m²/día. Cuando se trata de una obra de volumen considerable y si las condiciones de tránsito lo permiten es aconsejable utilizar dos tendedoras en paralelo.

IV.3.5.- COMPACTACIÓN

En la compactación únicamente se utiliza una aplanadora tipo tándem de rueda metálica que va directamente atrás, muy cerca de la extendedora. Cuando la capa inmediata inferior a la asfáltica esté muy deformada, es necesario una nivelación previa. El límite de la deformación admisible sin tener que nivelar, es del orden de 2 cm, debajo de la regla de 3m.

Una vez que se ha probado en el laboratorio la calidad del pavimento tendido, es posible su apertura al tránsito, esperando únicamente que se enfríe hasta la temperatura ambiente o que endurezca lo suficiente para evitar deformaciones.

IV.4.- CONSERVACION (PROTECCIÓN Y MEJORAMIENTO)

El sistema de caminos y calles en México está compuesto predominantemente por pavimentos flexibles con carpeta asfáltica, los cuales requieren de mantenimiento preventivo y correctivo para garantizar su buen comportamiento a lo largo de su vida útil. La acción combinada del tránsito y los escurrimientos pluviales producen daños que pueden variar desde la destrucción parcial o total de la superficie de rodamiento, hasta el deterioro de las capas subyacentes con la consecuente pérdida de la capacidad estructural del pavimento.

Algunas acciones tradicionales en México para la rehabilitación de pavimentos flexibles, han consistido desde el bacheo y riegos de sello hasta la reconstrucción de la carpeta asfáltica.

El mantenimiento y rehabilitación de pavimentos es, en esta momento, uno de los temas que mayor interés y preocupación han alcanzado, debido a que en México las carreteras son el principal modo de transporte, convirtiéndose en pilare de la actividad económica del país y a los costos de conservación asignados anualmente, que siempre han sido y serán insuficientes.

Los procedimientos de rehabilitación más frecuentes son:

- Renivelar pavimentos deformados con capas de mezclas asfálticas.
- Riego de sello: que son útiles y eficaces para proteger la superficie de rodamiento de la entrada del agua y mejorar la adherencia o fricción entre llantas y pavimento.
- Sobrecarpetas: con las cuales se trata de adecuar y reforzar el pavimento en cuanto a capacidad estructural para soportar el tránsito actual y futuro.

IV.4.1.- RENIVELAR

A partir de la carpeta, cuando se requieran una o varias capas de asfalto para renivelar hundimientos o depresiones, se debe colocar con su superficie paralela a la rasante del proyecto para asegurar la uniformidad de la superficie de rodamiento.

La mezcla asfáltica ya colocada debe ser nivelada con la mínima cantidad de rastrilleo ya que su exceso ocasiona que los materiales pequeños bajen dejando el material grueso arriba. (El rastrilleo fuerte es necesario y deseable solamente en parches biselados en donde el material grueso es empujado hacia el centro con la parte trasera del rastrillo).

El tendido y compactación del concreto asfáltico deberá efectuarse en capas cuyo espesor varía dependiendo del equipo de compactación de que se disponga. La compactación debe llevarse al mismo grado que la del pavimento que la rodea. La superficie terminada debe quedar al mismo nivel que la superficie del pavimento adyacente.

IV.4.2.- CARPETAS POR EL SISTEMA DE RIEGOS.

Los riegos de sello se pueden clasificar dentro de los tratamientos superficiales y sus objetivos son:

- Proporcionar una capa delgada de rodamiento
- Rehabilitar un pavimento usado
- Restituir la rugosidad
- Sellado de grietas

Los riegos de sellos son utilizados como recubrimientos impermeabilizantes teponando y protegiendo el material sobre el que actúan las inclemencias climatológicas. Al renovar esta capa,

se devuelve al pavimento sus características originales en el caso de que no haya daños estructurales o fatiga y como superficie de rodamiento, mejora la rugosidad que confiere propiedades antiderrapantes, buena drenabilidad del agua superficial, reducción del acuplano y resistencia a la formación de hielo entre otros.

Además, los riegos de sello son tratamientos altamente competitivos desde el punto de vista económico, comparados con otras alternativas de capas de rodamiento. La materia prima requerida es principalmente alquitranes de hulla, productos derivados de petróleo y emulsiones aniónicas.

IV.4.2.1.- LIGANTE EN RIEGOS DE SELLO.

El propósito del ligante en riego de sello, es pegar el agregado grueso a la base y sellar el pavimento. El tipo de ligante a emplear viene determinado por el tipo de sello, el perfil del pavimento, el tipo de base, el medio ambiente, el clima, el tiempo de vida estimado y el tiempo de apertura al tránsito requerido. Actualmente se emplean emulsiones asfálticas catiónicas para los riegos de sello debido a las grandes ventajas que presentan, como son:

- Fabricación y aplicación a bajas temperatura, por lo que consumen menos energía.
- No requieren de instalaciones de almacenamiento ni equipos de aplicación sofisticados.
- No presentan problemas de explosión ni de toxicidad durante la aplicación.
- Permiten trabajar en condiciones de temperatura y humedad adversa por lo que amplían los períodos de trabajo.
- Adquieren sus características finales mediante el rompimiento de la emulsión y no por evaporación de los solventes, lo que proporciona una mejor comportamiento en los períodos fríos y húmedos. No se solidifican en contacto con el suelo.
- Presentan mejor adhesión a los agregados, debido a la humectación de los agregados por la fase acuosa, además de que los emulsificantes son promotores de esta adherencia.
- No requieren de solventes que reblandecen las bases asfálticas, provocan el llorado del asfalto y el embebido de los agregados.

Existen varios tipos de riegos de sello, de los cuales los más frecuentes son:

- Riego monocapa. Es el más versátil y el más comúnmente empleado para tránsito ligero o caminos con bajos volúmenes de tránsito.
- Riego bicapa. Recomendado para tránsito mediano y con bases heterogénea. Mejora la impermeabilidad del pavimento original. Este procedimiento puede atenuar pequeñas deformaciones del pavimento.
- Doble engavillado. Ampliamente empleado en la actualidad y especialmente adaptado para condiciones de tránsito pesado, cuando es aplicado sobre bases resistentes y bien diseñadas.
- Riego sándwich. Da una estructura final semejante al doble engavillado. Es utilizado principalmente en carreteras secundarias.

IV.4.3.- SOBRECARPETA

Uno de los procedimientos de rehabilitación de pavimentos para reforzar su estructura mediante la adición de una sobrecarpeta de concreto asfáltico, consiste en barrer la superficie a tratar y calentar la parte superior de la carpeta mediante sopletes acoplados a una plataforma móvil. Los sopletes se regulan a temperatura variable, dependiendo de la profundidad a la que se requiera efectuar la escarificación, de las condiciones de envejecimiento del asfalto y de sus propiedades termoplásticas; por consiguiente el avance de la plataforma móvil varía de 1.5 a 15 m/min. Debe evitarse calcinar el asfalto, lo que se advierte al producirse espesas nubes de humo.

Se realiza una escarificación de la superficie a una profundidad mayor de 1 cm (de preferencia 2 cm), mediante varillas y/o tornillos montados al chases de la plataforma móvil y evitando fracturar los agregados. Se distribuye el material escarificado y se compacta con tándem de 8 a 10 toneladas. Esta fase puede suprimirse, pero sin la ventaja de permitir la circulación del tránsito inmediatamente.

Se aplica el producto asfáltico, si se llevó a cabo el paso anterior se puede permitir la circulación del tránsito inmediatamente después de la penetración del mismo. Existe un producto denominado "Reclamite" que es una emulsión especial de aceite de petróleo y resinas, es decir, es una emulsión catiónica de maltenos, que devuelve las cualidades originales del asfalto, rejuveneciéndolo y proporcionando al concreto asfáltico flexibilidad, ductilidad y una apariencia de nuevo. Este producto se aplica fácilmente con cualquier tipo de pipa equipada con barra esparciadora; la proporción en que se recomienda aplicarlo es de dos partes del producto por una parte de agua fría mezcladas perfectamente. El producto es de baja viscosidad, por lo que se puede emplear a cualquier temperatura superior a los 0 °C; sin embargo, la temperatura ideal de aplicación es la de un clima templado y con pavimento seco. En pavimentos viejos se recomienda aplicar el producto, ya diluido, a razón de 0.45 a 0.95 l/m². La necesidad de esta aplicación se hace patente cuando se observa la superficie del pavimento árida, oxidada, con desintegraciones y/o con grietas de contracción. Estos síntomas de envejecimiento pueden aparecer entre los 2 y los 10 años de su construcción.

Finalmente, se coloca una sobrecarpeta con el espesor y características de materiales apropiados, según sea el diseño para proceder a la compactación especificada.

IV.4.4.- CARPETAS ASFÁLTICAS DE ESPESOR DELGADO.

Esta capa de rodamiento está constituida de concreto asfáltico en caliente, de espesor muy delgado, con una granulometría de 0/10 mm, muy rugosa y discontinua, con alto porcentaje de 6/10 mm. El aglutinante es rico en asfalto y filler, estructurado con fibras seleccionadas de asbesto.

IV.4.5.- TRATAMIENTOS SUPERFICIALES.

Se ha definido a los tratamientos superficiales como un término muy general, que abarca varios tipos de aplicaciones de riegos asfálticos solos, o riegos asfálticos seguidos de riegos de agregado, de tal manera que sus espesores totales son generalmente inferiores a 2.5 cm, los cuales fungen como superficie de rodamiento en diversos tipos de pavimentos. Los tratamientos superficiales pueden ser simples (un solo riego de producto asfáltico, seguido de otro riego de agregado), identificando en todo momento que el segundo riego de agregados se hace utilizando pétreos substancialmente menores que los del primero, para que ocupen los huecos que quedaron el primer riego; a su vez, el tercer riego de agregado ocupará oquedades que dejaron el primer y segundo riego. En general el orden de la mitad de los de la capa anterior. La contribución de un tratamiento superficial a la distribución de los esfuerzos verticales es muy baja o nula.

Los tratamientos superficiales colaboran para producir confinamiento en los agregados de la base lo que ayuda a que las deflexiones se reduzcan y por ende, colaboren a disminuir los efectos de fatiga en los pavimentos; sin embargo, se reduciría a medida que se agrietase el tratamiento superficial.

Otras técnicas intermedias entre los riegos superficiales y los concretos asfálticos, se están usando con mucha efectividad, tales como:

- Los riegos superficiales espesos que son una mezcla de asfalto con polvo de hule u otro producto. Los microconcretos asfálticos en frío (0.5 a 1.5 cm) a base principalmente de emulsiones con elastómeros.
-

- Los concretos asfálticos en caliente en capas delgada (3 cm) en las cuales también se usan asfaltos modificados y pueden incorporarse fibras cortas de asbesto.

IV.4.6.- RECICLADO

Esta actividad tiene consecuencias benéficas tanto ambientales como económicas, dado que el material retirado por no cumplir con los requisitos de calidad establecidos, se tritura hasta obtener el tamaño adecuado según lo establezca el análisis del laboratorio y se mezcla con materia prima nueva para obtener una mezcla asfáltica de buena calidad que se utilizará nuevamente en la pavimentación.

Con el reciclado de los pavimentos se han encontrado las siguientes ventajas:

- Los bancos de materiales cada vez están más retirados de las obras o los materiales de bancos cercanos con de más difícil extracción, lo que incrementa los costos de construcción y conservación del pavimento.
- Cuando el reciclado se realiza con procedimientos y proyecto adecuados, la calidad del pavimento reciclado es similar a la de un pavimento nuevo.
- Ventajas ecológicas. En el mundo contemporáneo es un grave problema los tiraderos de desperdicios, por lo que la reutilización de los materiales de un pavimento viejo, reciclándolos, evita el problema de buscarles un lugar adecuado para colocar dichos materiales que serían de desecho y que por tanto podrían ocasionar daños a la ecología del lugar.
- En el caso de los pavimentos flexibles se obtiene ahorro de energéticos al reaprovechar el aglutinante asfáltico por medio del reciclado.

Para el caso específico de reciclado en frío se emplean actualmente los siguientes tipos de reciclado:

Tipo I: Es aquel que recicla los materiales que no están tratados con ligantes bituminosos, permite obtener una capa grava- emulsión y que se terminan con un tratamiento superficial empleando un aglomerado en la capa de rodadura. Actúa en pavimentos flexibles con un tránsito bajo y su espesor de reciclaje varía de los 8 a los 15 cm y se emplea principalmente en pavimentos que no presentan problemas estructurales serios.

Tipo II: Son aquellos tratamientos para pavimentos que contienen 1 o 2 capas de mezclas bituminosas con espesores entre 5 y 12 cm que se apoyan sobre una base granular tratada con ligantes hidráulicos.

Tipo III: Son aquellos en donde únicamente se reciclan materiales tratados con ligantes bituminosos ya sea porque el pavimento está constituido con mezclas bituminosas, o bien cuando los problemas sólo afectan a estas capas. En general su estructura es homogénea y permite encontrar una fórmula de reciclado del pavimento existente mediante una emulsión en proporciones del 2 a 3 5 y con espesores que varían de 6 a 15 cm.

El proceso de reciclado está basado en la recuperación de los materiales existentes, agregándoles materiales nuevos y modificadores de asfalto, que ayuden a producir una mezcla de calidad a un costo menor que el de una mezcla nueva.

Actualmente se cuenta con equipos móviles de muy alta eficiencia, que alcanzan a reciclar en una sola pasada, profundidades de hasta 30 cm de pavimento, fresándolo, produciendo buena granulometría, alta homogeneidad y controlando la adición de productos estabilizantes. El reciclado de una asfáltica sola, o con inclusión de material de la base existente, plantea problemas de dosificación de aditivos y de asfalto, por lo que en todos los casos, se requerirá de un buen diseño de la nueva mezcla de concreto asfáltica renovado.

IV.5.- RECOMENDACIONES PARA EL MANTENIMIENTO

De manera general, los tratamientos de conservación, rehabilitación y reconstrucción se realizan bajo tránsito, lo que reduce la capacidad del camino y origina pérdidas de tiempo para los usuarios, congestionamientos y aumento en las emisiones a la atmósfera, por lo cual es necesario que se minimicen estos inconvenientes, a través de una correcta información y coordinación de los trabajos y que se haga la adecuada selección de las técnicas de ejecución, buscando rendimientos elevados y técnicas bien dominadas que además, eviten los imprevistos.

La carpeta puede ser abierta al tránsito tan pronto como la temperatura de la mezcla sea la misma que la del ambiente. Es importante sacar provecho de nuevas técnicas como las emulsiones asfálticas, el reciclado y carpetas asfálticas delgadas, que permiten reparar los daños que puede presentar una carpeta asfáltica, en un tiempo menor que el empleado cuando se aplican procedimientos tradicionales que muchas veces resultan poco efectivos.

Es importante considerar los horarios y días en los que se realizan las operaciones de mantenimiento, procurando que sean en los que se registra el menor tránsito vehicular, minimizando los congestionamientos y accidentes viales.

CAPITULO V.

**CONSIDERACIONES SOBRE EL
MEDIO AMBIENTE EN LA
PLANEACIÓN DE CARRETERAS.**

V.- CONSIDERACIONES SOBRE LOS IMPACTOS AMBIENTALES QUE OCASIONAN LAS INFRAESTRUCTURAS CARRETERAS DURANTE SU PLANEACIÓN.

V.1.- GENERALIDADES.

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.

De este modo, se describen las líneas establecidas en el Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes, 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.

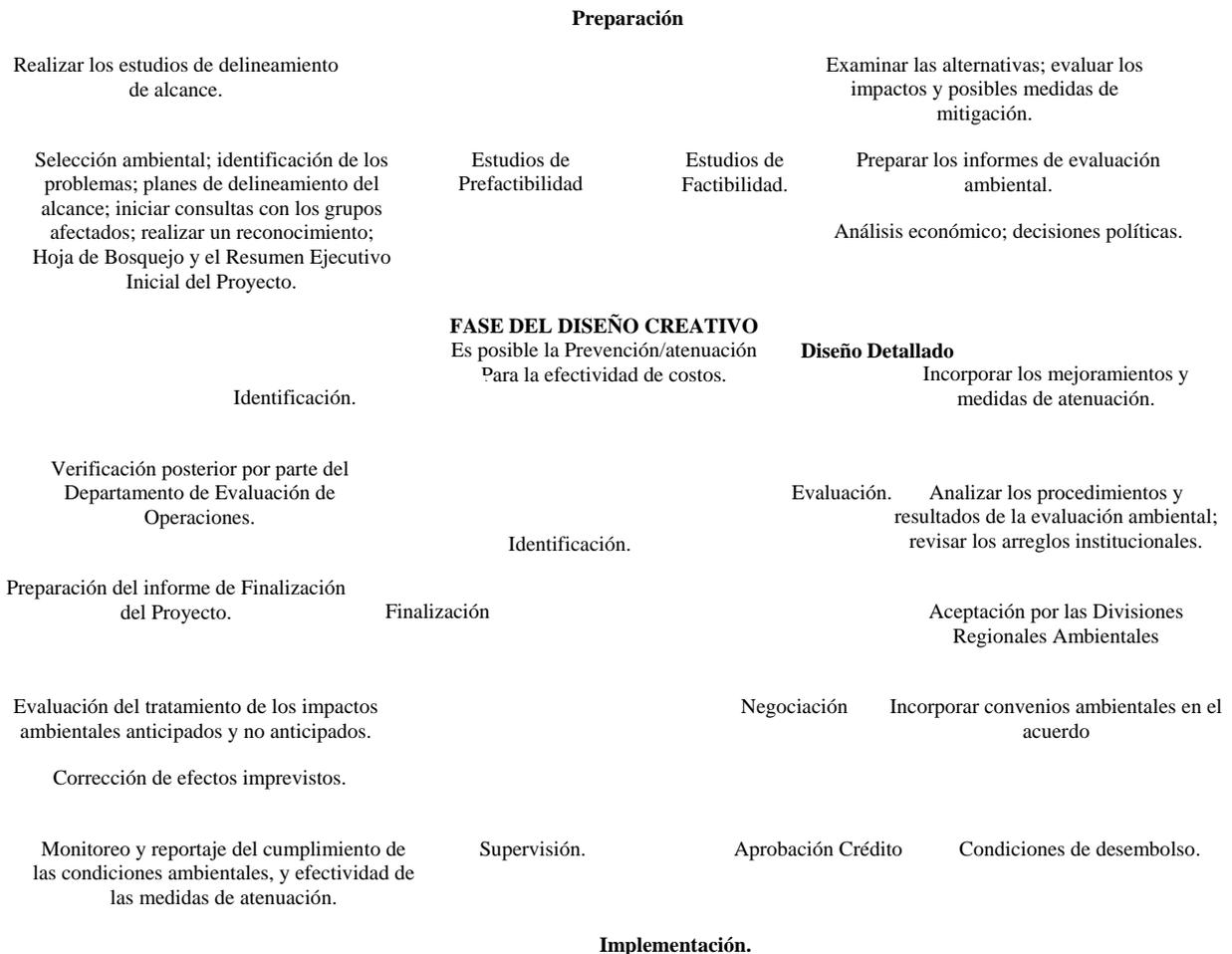
El panorama descrito es muy general y breve, sólo se pretende dar una idea inicial de la magnitud del campo de acción en materia de impacto ambiental.

La evaluación ambiental es un proceso flexible, diseñado para adecuarse a toda la gama de proyectos y las diversas circunstancias. No existe un inventario fijo de problemas a ser examinados en cada evaluación ambiental en particular. Más bien, el procedimiento depende de la selección, el reconocimiento ambiental y las discusiones entre Dependencia y ejecutora del proyecto, construcción o conservación, a fin de identificar los problemas críticos y establecer el alcance de la evaluación ambiental.

En la mayoría de los casos, una evaluación ambiental debe formar parte del estudio de factibilidad global.

El análisis ambiental se vincula íntimamente con el ciclo del proyecto. Como se puede ver en la Figura V-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.

Fig. V.1
ANÁLISIS AMBIENTAL Y EL CICLO DEL PROYECTO



La evaluación ambiental puede ser apropiada para los fines de la evaluación, pero es posible que el análisis revele la necesidad de mayor análisis antes de poder dar su aprobación e iniciar negociaciones. 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.

V.2.- 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, 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.

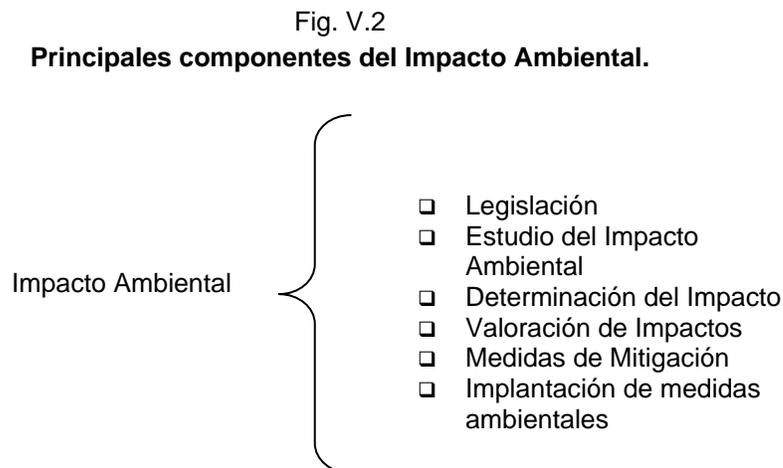
Se mencionan estas definiciones, debido a que se hace referencia a estos conceptos, por lo que resulta apropiado establecer un marco previo.

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 V.1-1 se muestran los principales componentes que se consideran dentro 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.

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, 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.

V.3.- 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.

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 una 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
- Cambio de Cultivos

V.4.- PROCESOS 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.

V.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.

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 aquélla 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.

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.

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.

V.4.2.- PLANEACIÓN INTEGRAL DEL DESARROLLO REGIONAL.

Se 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.

V.4.2.1.- 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.

V.4.2.2.- 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.

V.4.2.3.- 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.

V.4.2.4.- 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.

V.4.2.5.- 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".

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.

V.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.

A continuación se presentan consideraciones complementarias que deben tomarse en cuenta dentro del proceso de planeación, y están divididas en:

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

V.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.

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.

V.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.

V.5.3.- ECOLÓGICAS

Uno de los objetivos primordiales, 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 él.

V.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.

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.

V.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.

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.

CAPITULO VI.

EFFECTOS E IMPACTOS CAUSADOS EN EL MEDIO AMBIENTE DURANTE LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES.

VI.- EFECTOS E IMPACTOS CAUSADOS EN EL MEDIO AMBIENTE DURANTE LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES.

VI.1.- GENERALIDADES.

Para prevenir el deterioro del medio ambiente y fomentar el bienestar del hombre se cuenta con una serie de técnicas entre las que se encuentra la manifestación del impacto ambiental, que tiene por objeto evaluar los efectos a corto y largo plazo, de cualquier obra o acción propuesta por el sector público, privado y social que modifique las condiciones originales prevalecientes.

Para elaborar un estudio de impacto ambiental de un proyecto determinado, es necesario conocer los antecedentes del proyecto, sus características y efectos a través de:

- Inventarios de fuentes y emisiones.
- Monitoreo ambiental.
- Aplicación de leyes y reglamentos.

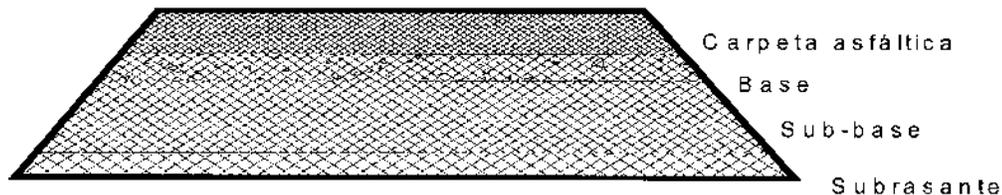
Los objetivos son identificar y evaluar detalladamente los impactos ambientales generados durante las etapas de construcción y mantenimiento de la superficie de rodamiento de las carreteras de pavimentos flexibles y proponer medidas de mitigación para minimizar o evitar las afectaciones de tipo adverso.

Para ello, se llevaron a cabo las siguientes actividades específicas:

- ✓ Identificación y descripción de las propiedades físicas y químicas de los materiales y sustancias involucradas en la construcción y conservación de la superficie de rodamiento de las carreteras de pavimentos flexibles.
- ✓ Análisis y descripción del procedimiento de construcción y conservación de superficies de rodamiento con pavimentos flexibles ya descrito.
- ✓ Investigación y análisis de la normatividad existente a nivel nacional tanto de la SCT como de la SEMARNAT.
- ✓ Determinación de los impactos ambientales que se generan durante la construcción y conservación de la superficie de rodamiento de las carreteras de pavimentos flexibles.
- ✓ Propuesta de las medidas de mitigación para prevenir, minimizar, mitigar o compensar los efectos adversos de cada uno de los impactos identificados.

Para estos fines se define al pavimento como una sección estructural formada por un conjunto de capas que soportarán la acción de las cargas producto del tránsito vehicular, las cuales son: subrasante, subbase, base y carpeta (ver Figura VI-1), de éstos, únicamente la carpeta asfáltica, es decir la capa superficial, será la que sea analizada.

Fig. VI. 1 Sección Estructural Típica de un Pavimento Asfáltico.



VI.2.- NORMATIVIDAD

El conocimiento de leyes, reglamentos y elementos normativos aplicables a los estudios de Impacto Ambiental, es fundamental cuando se descubre que la situación del deterioro ambiental ha sido causada en buena medida por deficiencia en la aplicación de los controles normativos, por ser incompletos y en ocasiones inoperante, dadas las condiciones reales prevaleciente en el país.

A continuación se presenta un marco general de dicha normatividad, es conveniente mencionar que únicamente se consideran los artículos e incisos relacionados con las actividades involucradas en la construcción y mantenimiento de superficies de rodamiento, específicamente para los pavimentos flexibles.

Con base en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (Gaceta Ecológica, otoño, 1996), en el Título Primero. Disposiciones Generales Capítulo IV Instrumentos de la Política ambiental, Sección V. Evaluación del Impacto Ambiental, se establece en el Artículo 28, que la evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría del medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras o actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el ambiente, menciona las obras que están obligadas a realizar este procedimiento, entre las que se encuentran las vía generales de comunicación.

En el Artículo 34 de la misma Ley se plantea como requisito para obtener la autorización para la realización de una obra, presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental y el contenido mínimo de la misma. Asimismo se establece que deben presentarse informes sobre cualquier modificación al proyecto original.

El Artículo 35, establece que una vez presentada la manifestación de impacto ambiental, la SEMARNAT iniciará el procedimiento de evaluación, para lo cual revisará que la solicitud se ajuste a las formalidades previstas en esta Ley, su Reglamento y las normas oficiales mexicanas aplicables, e integrará el expediente respectivo en un plazo no mayor de 10 días.

En el Artículo 35 Bis se marca que la Secretaría, dentro del plazo de 60 días contados a partir de la recepción de la manifestación de impacto ambiental, deberá emitir la resolución correspondiente.

La SEMARNAT podrá solicitar aclaraciones, rectificaciones o ampliaciones al contenido de la manifestación de impacto ambiental que le sea presentada, suspendiéndose el término que restare por concluir el procedimiento. En ningún caso la suspensión podrá exceder el plazo de 60 días, contados a partir de que ésta sea declarada por la secretaría, siempre y cuando le sea entregada la información requerida.

Excepcionalmente, cuando por la complejidad y las dimensiones de una obra o actividad la SEMARNAT requiera de un plazo mayor para su evaluación, éste se podrá ampliar hasta por 60 días adicionales, siempre que se justifique conforme a los dispuesto en el reglamento de la presente Ley.

En el Título Segundo, biodiversidad, Título Tercero. Aprovechamiento Sustentable de los Elementos Naturales, Capítulo II. Preservación y Aprovechamiento Sustentable del Suelo y sus Recursos. Según el Artículo 98, inciso VI, se considerarán, entre otros criterios, que la realización de las obras públicas o privadas que por sí mismas puedan provocar deterioro severo de los suelos, debe incluir acciones equivalentes de regeneración, recuperación y restablecimiento de su vocación natural.

En el Artículo 99, fracción XI, se establece que los criterios ecológicos para la preservación y aprovechamiento sustentable del suelo deberán aplicarse durante las actividades de extracción de materiales de subsuelo,; la exploración, explotación, beneficios y aprovechamiento de sustancias minerales; las excavaciones y todas aquellas acciones que alteren la cubierta y suelos forestales.

En el Capítulo III. De la Exploración y Explotación de los Recursos no Renovables en el Equilibrio Ecológico, Artículo 108, fracciones I, II y III, se establece que la SEMARNAT expedirá las normas oficiales mexicanas que permitan proteger los elementos naturales como suelos, flora, fauna silvestre, y agua, para prevenir y controlar los efectos adversos generados por la exploración y explotación de los recursos no renovables en el equilibrio ecológico e integridad de los ecosistemas.

En el Título Cuarto. Protección al Ambiente, Capítulo II. Prevención y Control de la Contaminación de la atmósfera, artículos 110 y 111 se establece que la SEMARNAT, en coordinación con otras instituciones como la Secretaría de Salud y la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, tiene la facultad de emitir las normas oficiales correspondientes para que establezcan la calidad ambiental de las distintas áreas, zonas o regiones del territorio nacional, con en los valores de concentración máxima permisible para la salud pública de contaminantes en el ambiente, asimismo se establezcan por contaminante y por fuente de contaminación, los niveles máximos permisibles de emisión de olores, gases así como de partículas sólidas y líquidas a la atmósfera provenientes de fuentes fijas y móviles.

En el Título Cuarto. Protección al Ambiente, Capítulo VI. Materiales y Residuos Peligrosos, Artículo 150, se establece que en la presente Ley, Su Reglamento y Normas Oficiales que expida la Secretaría, previa opinión de las Secretarías de Comercio y Fomento Industrial, de Salud, de Energía, de Comunicaciones y Transportes, de marina y de Gobernación, se emitirá un listado de materiales y residuos peligrosos que contenga los criterios y listados que clasifiquen los materiales y residuos peligrosos que identificándolos por su grado de peligrosidad y considerando sus características y volúmenes, así como la regulación del manejo de esos materiales y residuos según corresponda, su uso, recolección, almacenamiento, transporte, re-uso, reciclaje, tratamiento y disposición final.

El Artículo 152. Bis establece que cuando la generación, manejo o disposición final de materiales o residuos peligrosos, produzca contaminación del suelo, los responsables de dichas operaciones deberán llevar a cabo las acciones necesarias para recuperar y restablecer las condiciones del mismo, con el propósito de que éste pueda ser destinado a alguna de las actividades previstas en el programa de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que resulte aplicable para el precio o zona respectiva.

En el Capítulo VIII. Ruido, Vibraciones, Energía Térmica y Lumínica, Olores y Contaminación Visual, Artículo 155, se menciona que están prohibidas las emisiones de ruido, vibraciones, energía térmica y lumínica y la generación de contaminación visual, en cuanto rebasen los límites máximos establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas que para ese efecto expida la SEMARNAT, considerando los valores de concentración máxima permisible para el ser humano de contaminantes en el ambiente que determine la Secretaría de Salud. Las autoridades federales o locales, según su esfera de competencia, adoptarán las medidas para impedir que se transgredan dichos límites y en su caso, aplicarán las sanciones correspondientes. Para evitar tal situación en la construcción de obras o instalaciones que generen energía térmica o lumínica, ruido o vibraciones, así como en la operación o funcionamiento de las existentes deberán llevarse a cabo acciones preventivas y correctivas para evitar los efectos nocivos de tales contaminantes en el equilibrio ecológico y el ambiente.

Aún cuando las Normas Oficiales Mexicanas emitidas por la Secretaría de Trabajo y Previsión Social, aplican para centros de trabajo limitados a un área de trabajo en instalaciones como fábricas, talleres, entre otros, es útil considerar algunas muy específicas para mejorar las condiciones de seguridad de los trabajadores durante la construcción de carreteras, una de esas normas es la NORMA OFICIAL MEXICANA: NOM-005-STPS-1993. RELATIVA A LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD EN LOS CENTROS DE TRABAJO PARA EL ALMACENAMIENTO, TRANSPORTE Y MANEJO DE SUSTANCIAS INFLAMABLES Y COMBUSTIBLES, en la cual se pide:

- Elaborar por escrito los procedimientos de seguridad para el almacenamiento, transporte y manejo de sustancias inflamables y combustibles del centro de trabajo.
- Capacitar y adiestrar a los trabajadores en el almacenamiento, transporte y manejo de sustancias inflamables y combustibles del centro de trabajo.
- Dotar a los trabajadores del equipo de protección personal de acuerdo al riesgo específico.

Identificar las zonas de riesgo de incendio, tomando en consideración lo siguiente:

- a) Las características físicas y químicas de las sustancias.
- b) Los procesos y procedimientos de trabajo.
- c) Las instalaciones, maquinaria y equipo.
- d) Las temperaturas del medio ambiente laboral.
- e) Cantidad de sustancias inflamables y combustibles que se almacenen, transporten y manejen.

En los edificios o locales para el almacenamiento de sustancias inflamables o combustibles, se debe evitar que estas sustancias puedan calentarse por exposición o fuentes naturales o artificiales de calor, así como la presencia de fuentes de ignición.

Otra norma a considerarse es la NORMA OFICIAL MEXICANA: NOM-017-STPS-1994. RELATIVA AL EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL PARA LOS TRABAJADORES EN LOS CENTROS DE TRABAJO, en la cual se establece que es necesario elaborar por escrito y conservar los estudios y análisis del riesgo para determinar el uso del equipo de protección personal.

Para la selección del equipo de protección personal deben considerarse las siguientes actividades:

- a) Establecer las características de acuerdo a los requerimientos del equipo de protección personal.
- b) Proporcionar a los trabajadores la capacitación y el adiestramiento necesario para el uso, limpieza, mantenimiento, limitaciones y almacenamiento del equipo de protección personal.

La Secretaría de Comunicaciones y Transportes ha emitido una serie de normas en las cuales describe de manera detallada los procedimientos para evaluar tanto la calidad de los materiales empleados en la construcción y mantenimiento como los procedimientos de construcción mismos, los documentos son muy extensos y para fines prácticos, el presente trabajo se limita a mencionarlas, aún cuando han sido empleadas para obtener información sobre algunos aspectos incluidos en éste, como por ejemplo, las condiciones normativas para elaboración de asfalto en planta y elaboración in situ.

Secretaría de Comunicaciones y Transporte 1991. normas para Muestreo y Pruebas de Materiales, Equipos y Sistemas, Carreteras y Aeropistas. Subsecretaría de Infraestructura. Pavimentos I. México, D. F.

Secretaría de Comunicaciones y Transportes, 1992. Normas para Muestreo y Pruebas de Materiales, Equipos y Sistemas, Carreteras y Aeropistas. Subsecretaría de Infraestructura. Pavimentos II, Tomo II. México, D.F.

Secretaría de Comunicaciones y Transportes, 1990. Normas para Muestreo y Pruebas de Materiales, Equipos y Sistemas, Carreteras y Aeropistas. Subsecretaría de Infraestructura. Pavimentos II, Tomo I. México

Secretaría de Comunicaciones y Transporte, 1991. Normas para Muestreo y Pruebas de Materiales, Equipos y Sistemas, Carreteras y Aeropista. Subsecretaría de Infraestructura. Pavimento II, Tomo I. México, D.F.

Secretaría de Comunicaciones y Transportes, 1994. Normas y Procedimientos de Conservación y Reconstrucción de Carreteras. Subsecretaría de Infraestructura. México, D.F.

Servicio de Obras Públicas, 1971. Normas y Procedimientos de Conservación y Reconstrucción de Carreteras Mexicanas. SCT. México, D.F.

VI.3.- DESCRIPCIÓN DE PROPIEDADES QUÍMICAS, FÍSICAS Y TOXICOLÓGICAS DE LOS MATERIALES EMPLEADOS EN LA CONSTRUCCIÓN Y CONSERVACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES.

La época actual se caracteriza por el uso intenso de sustancias químicas, sea en las áreas agrícolas o en la actividad industrial, como puede ser la construcción de carreteras y por la preocupación de la población acerca de los efectos nocivos producidos por esos agentes químicos.

Las propiedades químicas, físicas y toxicológicas de los materiales empleados en la construcción de pavimentos flexibles, son fundamentales para detectar los impactos negativos en los organismos y en la salud humana.

El desarrollo de la industria petrolera, permitió el uso del bitumen asfáltico (obtenido como un residuo de la destilación del petróleo) con agregados de granulometría controlada. Al residuo se le empezó a reprocesar, obteniendo con ello los cementos asfálticos de diferentes tipos, los cuales, remezclados con diferentes tipos de solventes, daban lugar a los asfaltos rebajados para su aplicación "en frío", en mezclas con agregados pétreos.

Otra forma que se impuso más recientemente para la utilización de los cementos asfálticos, para su aplicación en pavimentos, fue dispersándolos en agua, premezclada con emulsificantes, a lo que se ha llamado emulsiones asfálticas.

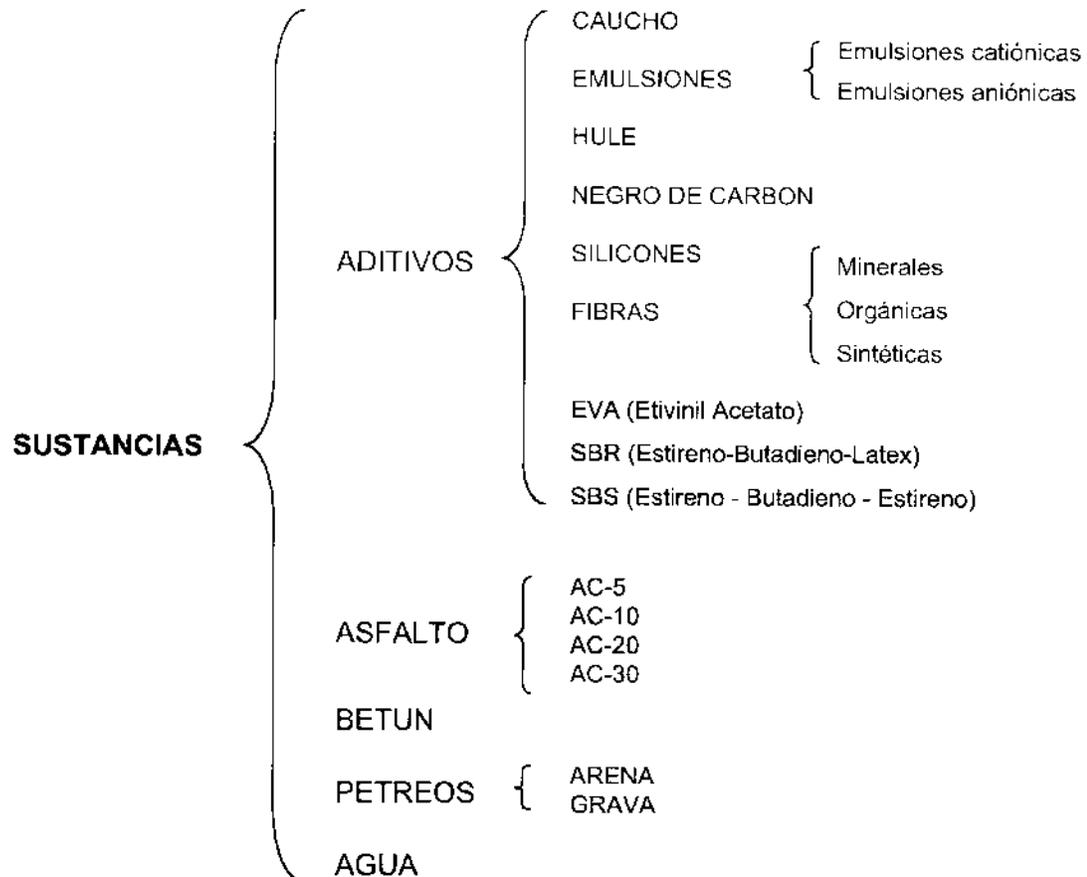
En los últimos años, la tecnología del empleo de los productos asfálticos ha evolucionado considerablemente, siendo ya, un tanto común, el empleo de diferentes tipos para obtener diferentes características de comportamiento, tales como: el asfalto ahulado, emulsiones con látex, cementos asfálticos con azufre, asfaltos con polímeros, asfaltos oxidados, adición de geotextiles, entre otros; lo que ha ido aparejando al desarrollo de equipos para la elaboración de mezclas, más completos, efectivos y sofisticados. En la Figura 3.1 se relacionan las sustancias empleada con mayor frecuencia en la construcción y conservación de la superficie de rodamiento de pavimentos flexibles, posteriormente se describe un resumen de cada una de esas sustancias.

Para el manejo más práctico de información sobre las propiedades físicas, químicas y toxicológicas de las sustancias químicas se elaboran las "hojas de seguridad", que generalmente son elaboradas por empresas que fabrican comercializan productos químicos y en algunos casos por instituciones educativas o empresas que manejan sustancias químicas en sus procesos y necesitan esa información como parte de sus programas de control de calidad y salud e higiene laboral. En relación con las sustancias que se manejan en la industria del asfalto y de la construcción en general, prioridad las sustancias que han sido identificadas como causantes de algún padecimiento o enfermedad en los trabajadores y dado que la industria de la construcción es tan amplia y los trabajadores realizan sus labores generalmente en áreas no confinadas y en condiciones muy variables es difícil señalar a una sustancia como causante de un padecimiento. La forma de confirmar estas causas-efectos serían con la realización de estudios epidemiológicos relacionados con la sustancia en cuestión, por lo tanto se incluye un anexo en el presente documento con las hojas de seguridad disponibles y que corresponden a las sustancias que se mencionan en este capítulo.

VI.3.1.- Aditivos

Una de las alternativas constructivas que se presentan hoy en día es la fabricación de aditivos que permiten elaborar emulsiones de rompimiento controlado, asfaltos dotados de baja susceptibilidad térmica y elevada cohesión cuyas condiciones son necesarias para resistir altos volúmenes de tránsito, (ver Fig. VI.2).

Fig. VI.2 Materias primas empleadas en la construcción y conservación de superficies de rodamiento de pavimentos flexibles.



VI.3.2.- Caucho

Es utilizado en la construcción de carreteras, adicionándolo en cantidades relativamente pequeñas en las mezclas asfálticas para pavimento.

La molécula de caucho natural se compone de una cadena muy larga de muchas unidades tipo isopreno $(-\text{CH}-\text{CH}=\text{C}(\text{CH}_3)-\text{CH}_2-\text{n})$, retorcida en forma helicoidal, lo que produce la elasticidad del caucho. Esta

cadena larga puede dividirse en varias más pequeñas por diversos procesos, en cuyo caso se dice que el caucho se degrada. El peso molecular puede reducirse desde un millón hasta unos pocos millares según la intensidad de degradación. El calentamiento y el molido son dos de los procesos que conducen a la degradación. La velocidad de degradación depende de la temperatura y del material en que se dispersa el caucho.

VI.3.3.- Emulsiones

Las emulsiones asfálticas constituyen otro de los procedimientos que se usan para fluidificar el cemento asfáltico y hacer aplicaciones en frío. Son emulsiones generalmente del tipo de aceite en agua, en que la

fase dispersa o interna es el asfalto, en forma de pequeños glóbulos, y la fase continua o externa es el agua.

Para la elaboración de las emulsiones tienen que emplearse pequeñas proporciones de ciertos productos químicos conocidos como emulsificantes, tanto para facilitar la formación de las dispersiones, como para mantener en suspensión los glóbulos del asfalto disperso. Si no existiese el emulsificante, una dispersión de pequeñas gotas de asfalto en agua formada mediante agitación, se separaría rápidamente en 2 capas. Con la presencia del emulsificante se forma una película de él adsorbida alrededor de cada glóbulo, la que al modificar las propiedades de la interfase, impide la floculación de las partículas de asfalto y hace estable la emulsión.

Para las emulsiones asfálticas normales que se usan en carreteras los porcentajes de emulsificante varían de 0.5 a 1.0% en peso, con respecto a la emulsión. Esta cantidad proporciona una protección razonable contra la coagulación de las partículas de asfalto, pero en ciertos casos es necesario dar una protección adicional y se requiere una cantidad mayor de emulsificante, que actúa como estabilizante de la emulsión. De acuerdo con su resistencia a la coagulación, las emulsiones se clasifican en los 3 grupos siguientes.

- Emulsiones inestables o de rompimiento rápido, que contienen una cantidad mínima de emulsificante.
- Emulsiones semiestables o de rompimiento lento, que son las que contienen la mayor proporción de emulsificante.
- Emulsiones altamente estabilizadas o de rompimiento lento, que son las que contienen la mayor proporción de emulsificante.

Los estabilizantes pueden ser adicionados bien sea durante la fabricación de la emulsión o durante una etapa posterior. Los más comúnmente empleados son la caseína y los jabones de potasio o resina o de vinzol. La práctica ha demostrado que las emulsiones en que intervienen 2 ó más estabilizantes a la vez, son más estables.

Las emulsiones asfálticas se clasifican principalmente de aniónicas y catiónicas dependiendo de la naturaleza del emulsificante.

VI.3.3.1.- Emulsiones aniónicas

Inicialmente se utilizaron emulsiones aniónicas superestables y posteriormente las catiónicas, las primeras derivan su nombre del hecho de que cuando se sumergen dos electrodos en ellas y se hace pasar una corriente eléctrica, los glóbulos de asfalto se dirigen hacia al ánodo, lo que significa que poseen cargas eléctricas negativas y tienen, por este hecho, afinidad con los materiales pétreos electropositivos como las calizas y basaltos.

El emulsificante de estas emulsiones aniónicas es un electrólito, es decir, un cuerpo ionizable que se disocia en el agua en 2 fracciones eléctricas: el anión (carga negativa) y el catión (carga positiva). Generalmente este emulsificante es un jabón alcalino de ácido graso, como una sal de sodio o de potasio o de un ácido orgánica. La fórmula general de estos jabones, en el caso de sal de sodio, es:



En que R representa la cadena del ácido graso y constituye la parte no polar de la molécula, que tiene afinidad por la fase asfáltica. La otra parte de la molécula, COONa, es la parte polar. Cuando dicho jabón se pone en solución en el agua, se ioniza; el sodio (Na) constituye los iones positivos o cationes y el resto de la molécula (RCOO) constituye los iones negativos o aniones. Cuando se dispersa el asfalto en esta solución jabonosa, los aniones (RCOO) son adsorbidos por los glóbulos de asfalto y vienen a constituir una envoltura alrededor de ellos, en tanto que los cationes (Na) adsorbidos por el agua, constituyen una segunda envoltura alrededor de la primera. Los iones que envuelven los glóbulos de asfalto se repelen,

puesto que llevan cargas del mismo signo (negativas), impidiendo la coagulación y asegurando la estabilidad de la emulsión.

VI.3.3.2.-Emulsiones catiónicas

Actualmente se producen emulsiones catiónicas de rompimiento controlado fabricadas con asfalto puro o modificadas con polímeros. Esto se puede hacer añadiendo un polímero emulsionado a la emulsión fabricada o en su fase de fabricación, emulsiones bifase, o utilizando un asfalto modificado con polímero, emulsiones monofase.

Se denominan así porque, a la inversa de lo que sucede con las emulsiones aniónicas, los glóbulos de asfalto se dirigen hacia el cátodo cuando se sumergen 2 electrodos en ellas y se hace pasar una corriente eléctrica positiva y tienen buena afinidad con los materiales pétreos electronegativos, como los de naturaleza silicosa (cuarzo).

El emulsificante en este caso es también un electrolito, constituido generalmente por una sal de amina o amonio cuaternario, que resulta de la acción de un ácido mineral (clorhídrico, nítrico, acético, etc.), sobre la amina grasa. La fórmula general de este tipo de jabones es, por ejemplo, donde la R' representa la cadena orgánica característica de la amina y constituye la parte no polar de la molécula, la cual tiene afinidad con el asfalto. La otra parte de dicha molécula (NH₃ Cl) es la parte polar, con afinidad por el agua.

Al ponerse en solución en el agua, este emulsificante se ioniza: el átomo de cloro (Cl) constituye el anión (-) y el resto de la molécula (R'N H₃), el catión (+). Cuando se dispersa el asfalto en esta solución, los cationes (R'N H₃) son adsorbidos por los glóbulos de asfalto, debido a la afinidad de R' por el ligante hidrocarbonado. Estos cationes vienen a constituir una envoltura alrededor de cada glóbulo de asfalto, envoltura consecuentemente cargada en forma positiva, a al inversa de lo que sucede en el caso de la emulsión aniónica. Los aniones (Cl), adsorbidos por el agua, constituyen una segunda envoltura alrededor de la primera.

La estabilidad de a las emulsiones catiónicas queda asegurada por la repulsión electrostática de los glóbulos de asfalto, los cuales están rodeados de iones del mismo signo (positivo).

Además de la diferencia fundamental entre ambos tipos de emulsiones, debida a su carga eléctrica, se encuentra que las emulsiones aniónicas son de carácter básico (pH) entre 11 y 12 por la presencia de los iones OH⁻ de la sosa cáustica (hidróxido de sodio Na⁺ OH⁻) que se les agrega para darles más estabilidad, mientras que las emulsiones catiónicas generalmente tienen un carácter ácido (pH entre 6 y 7) debido a la presencia del ión H⁺ del ácido clorhídrico (H⁺Cl⁻) que se utiliza en su fabricación.

VI.3.4.- Hule

Entre los materiales incorporados al asfalto que le imparten mejores características de resistencia, flexibilidad y adhesividad, existen compuestos tales como negro de carbón, hule, silicones y fillers.

El concepto de pavimentos con hule en el asfalto se originó en Inglaterra y Holanda por por los años de 1930 y 1940. A la fecha se han construido numerosas carpetas de pavimento conteniendo hule natural o sintético en muchos países. Sin embargo, no se ha reunido mucha evidencia para mostrar comparaciones cuantitativas entre el comportamiento de los materiales asfálticos con hule y sin hule. En algunas ocasiones las carpetas con hule han sido de mucho éxito, pero en otras los resultados no han sido tal alentadores. Esto refleja cierta insuficiencia de conocimiento sobre las funciones que el hule desarrolla en la carpeta del pavimento.

Se ha visto que pequeñas cantidades de hule producen grandes cambios en las propiedades del asfalto; la viscosidad aumenta mucho, se reduce la susceptibilidad a la temperatura, el punto de rablandecimiento

del asfalto aumenta y la fragilidad a bajas temperaturas se reduce. Se aumenta la resistencia de la carpeta al impacto y el asfalto muestra notable recuperación elástica al ser deformado.

El asfalto ahulado se ha empleado en riegos de sello y carpetas de textura cerrada o abierta. En riegos de sello se han utilizado cantidades de 1.5% de hule en el asfalto. El hule se agrega al asfalto en forma de látex a la mayor temperatura posible, dispersándolo para producir un gel.

VI.3.5.- Negro de carbón

Es un polvo fino derivado de la combustión, como el hollín producido por el humo de las velas y lámparas de kerosina o el de chimeneas. Sin embargo, lo que no se conoce bien es que este material finamente pulverizado e intensamente negro se produce en grandes cantidades como materia prima para el hule de las llantas, la tinta para impresión y otras industrial. Los productos comerciales de carbón en forma esencialmente pura, varían en propiedades desde el diamante, muy duro, denso y brillante, hasta productos de densidad y cristalinidad menor como el grafito, el negro de carbón, el coke y el carbón vegetal. El negro de carbón es único entre estos materiales, pues sólo él se forma de la descomposición de hidrocarburos vaporizados. La pirólisis (descomposición química por el calor) en fase de vapor produce un humo que contiene partículas de negro de carbón de tamaño increíblemente pequeño, alta superficie específica y un contenido de carbón de más de 97%.

Las investigaciones y estudios que se han realizado con este producto han sido encaminadas a que el material no sólo sirva para reforzar al hule de las llantas de los vehículos, sino también al cemento asfáltico de los pavimentos por donde transitan. El uso del negro de carbón en el hule de las llantas ha permitido triplicar la duración de éstas. El negro de carbón se dispersa en el asfalto mediante el auxilio de un aceite disolvente y se usan porcentajes de 10 y 15% de este material, con relación al asfalto. Desde el año de 1973 se han construido una serie de tramos de prueba en los Estados Unidos, habiendo tenido hasta la fecha muy buen comportamiento. Las observaciones del laboratorio y campo permiten concluir lo siguiente.

- La adición del negro de carbón al asfalto en las proporciones señaladas, mejora la resistencia de las mezclas asfálticas al impacto de las ruedas de los vehículos, así como a la abrasión.
- Se disminuye la susceptibilidad del asfalto a la temperatura con la adición del producto y se retarda el endurecimiento del asfalto durante el mezclado.
- El uso del negro del carbón no interfiere con las operaciones normales de fabricación, tendido y compactación de las mezclas asfálticas en caliente. Las partículas de negro de carbón-aceite se envasan en bolsas de polietileno como un medio práctico para manejarlas y agregarlas durante la elaboración de mezcla en caliente.
- El costo del concreto asfáltico usando negro de carbón puede subir hasta un 30 ó 35 %, pero puede estar justificado, tomando en cuenta las mejores características de resistencia y duración de la mezcla.

VI.3.6.- Silicones

La adición de pequeñas cantidades (1 a 2 ppm) de cierto tipo de silicones al cemento asfáltico, se ha encontrado que mejora de manera importante la facilidad de manejo y la colocación de capas de pavimentos asfálticos de mezclas en caliente, así como la uniformidad de la textura superficial. También se consigue prolongar considerablemente el tiempo en que una mezcla puede ser almacenada en silos antes de su utilización. La adición del silicón al cemento asfáltico se efectúa en la planta de fabricación de concreto asfáltico.

Estudios realizados en los Estados Unidos demostraron que las pequeñas cantidades de silicón agregadas, no dieron lugar a cambios importantes en la consistencia de los asfaltos, medidas por pruebas de penetración o viscosidad, ni afectaron sensiblemente la susceptibilidad al endurecimiento por calos. Mejora las características de adhesividad asfalto-agregado.

VI.3.7.- Fibras

El empleo de fibras en la elaboración de mezclas asfálticas data de los años 70 y la adición de los diferentes tipos de éstas ha venido evolucionando en la misma medida en que la industria de las fibras lo ha hecho. La adición de fibras ha jugado un papel muy importante en la modificación de las propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas, obteniéndose Mezclas Asfálticas Armadas, (MAA), las cuales pueden considerarse como mezclas asfálticas especiales. Dentro del amplio mundo de las fibras existen muchos tipos con características morfológicas y mecánicas diferentes que en función de su origen químico se pueden clasificar en tres grupos principales:

Fibras Minerales: Son rígidas y frágiles a corte, tiene alto módulo y baja flexibilidad, son hidrófobas y entre ellas se encuentran la de amianto, fibra de vidrio y lana de roca.

Fibras Orgánicas: Son semirrígidas en seco, tienen una baja recuperación a las sollicitaciones a tensión, tienen un bajo módulo y flexibilidad media, son biodegradables y absorben mucho agua como las fibras celulósicas.

Fibras Sintéticas: poseen una buena recuperación a sollicitaciones a tensión, un módulo medio y una alta flexibilidad, son hidrófobas, en este grupo están las fibras acrílicas y las de polipropileno. Las adiciones de fibras sintéticas acrílicas utilizadas están entre un 0.3% y un 0.6% sobre peso del agregado.

VI.3.8.- EVA, SBR Y SBS

Actualmente los cementos asfálticos son modificados con elastómeros, SBR Y SBS, así como los cementos asfálticos con platómeros (EVA), los nombres completos para estos compuestos son los siguientes: Acetato de Etil-vinilo (EVA), Estireno-Butadieno-Latex (SBR) y Estireno-Butadieno-Estireno (SBS).

A continuación se presenta un resumen de las propiedades de cada componente de estas sustancias y las hojas de seguridad se incluyen en el Anexo 1, que se localiza al final de documento.

VI.3.8.1.- Acetato de etilo

Líquido inflamable, incoloro con olor característico a frutas, su punto de ebullición es de 171 °F. Es incompatible y reacciona con los oxidantes, catalizadores para polímeros de vinil, peróxidos, ácidos fuertes, cloruro de aluminio. Puede polimerizarse si es contaminado o sujeto a calentamiento. Usualmente contiene un inhibidor como el terbutilcatecol.

Los efectos por la exposición de corta duración son la irritación aguda en mucosas, piel y ojos, que pueden requerir atención médica de emergencia por su gravedad. Para los efectos de exposición prolongada o repetida no se tienen evidencias concretas acerca de la influencia que pudiera tener esta sustancia sobre el desarrollo de cáncer en humanos.

VI.3.8.2.- Acetato de vinilo

Líquido incoloro con olor característico a fruta, inflamable. Es incompatible y reacciona con los oxidantes, ácidos, bases, sílica gel, alumina, azocompuestos, ozono. Su punto de ebullición es de 162 °F y su punto de inflamación es de 919.01 °F. Puede polimerizarse si es contaminado. Usualmente contiene un estabilizante como la hidroquinona o difenilamina para prevenir la polimerización.

El efecto por la exposición de corta duración es irritación aguda en mucosas, piel y ojos, que pueden requerir atención médica de emergencia por su gravedad. Los efectos de exposición prolongada o repetida no se han asociado efectos adversos con la exposición ocupacional por largo tiempo con esta sustancia.

VI.3.8.3.- Estireno

Líquido incoloro a amarillo, aceitoso, con olor característico. Puede formar peróxidos en circunstancias específicas, iniciando una polimerización explosiva. La sustancia se puede polimerizar debido al calentamiento suave bajo la influencia de la luz, con peligro de incendio o explosión. Reacciona fácilmente con oxidantes fuertes; arriba de 31 °C puede formar mezclas explosivas vapor / aire. Tiene un punto de ebullición de 145 °C, su densidad relativa es de 0.9 mg/ml, su temperatura de auto ignición es de 490 °C.

Los efectos provocados por la exposición a esta sustancia van a variar dependiendo de su vía de acceso al organismo, las principales vías y efectos son:

- *Inhalación.* vértigo, somnolencia, dolor de cabeza, náusea, pérdida de conocimiento, debilidad.
- *Piel:* Enrojecimiento.
- *Ojos:* Enrojecimiento, dolor conjuntivitis
- *Ingestión:* Dolor abdominal, vértigo, somnolencia, dolor de cabeza, náuseas, pérdida de conocimiento, debilidad.

Los efectos de la exposición de corta duración a esta sustancia, provoca irritación a los ojos, la piel y las vías respiratorias. La ingestión de líquido puede originar aspiración dentro de los pulmones con riesgo de neumonitis química. La exposición podría causar disminución de la conciencia. La exposición puede producir náusea, cansancio y embriaguez.

El contacto prolongado o repetido con la piel puede producir dermatitis. La sustancia puede tener efectos sobre los pulmones y el sistema nervioso central dando lugar a somnolencia y vértigo. Esta sustancia es posiblemente de carácter hereditario.

VI.3.8.4.- Butadieno

Aspecto gas licuado comprimido, incoloro, con olor característico, su punto de ebullición es de -4 °C, su punto de fusión es de -109 °C. Extremadamente inflamable. Durante la exposición a esta sustancia sus vías de acceso y efectos al organismo son:

- *Inhalación.* Sequedad de boca, garganta y nariz, tos, somnolencia, visión borrosa, náusea, pérdida de conocimiento, parálisis respiratoria.
- Ojos Enrojecimiento, dolor visión borrosa.

La sustancia puede formar peróxidos en circunstancias específicas, iniciando una polimerizar explosiva. La sustancia se puede polimerizar debido al calentamiento suave bajo la influencia de la luz, con peligro de incendio o explosión. La sustancia se descompone con explosión por calentamiento rápido a presión. Reacciona vigorosamente con oxidantes y otras muchas sustancias, originando peligro de incendio y explosión. Ataca al cobre y sus aleaciones, formando compuestos sensibles al choque.

Efectos de exposición prolongada o repetida: La sustancia puede tener efectos sobre la médula ósea y el hígado. Esta sustancia es posiblemente carcinógena para los seres humanos. Puede originar lesión genética de carácter hereditario. Puede producir disfunciones en la fertilidad masculina (sólo existen datos sobre animales). Puede originar defectos congénitos.

VI.3.9.- Asfalto

Los materiales asfálticos son materiales bituminosos con propiedades aglutinantes, sólidos, semisólidos o líquidos, que se utilizan en estabilizaciones, en riegos de impregnación, de liga y de sello, en construcción de carpetas y en elaboración de mezclas y morteros, usados en pavimentación. Los tipos de materiales asfálticos que pueden emplearse son los siguientes:

- Cementos asfálticos

- Asfaltos rebajados
- Emulsiones asfálticas

El residuo que queda después de extraer al petróleo los solventes y aceites ligeros, se somete en la planta a alguno de los tratamientos que se describen en la Figura 3.2, es decir, al método de destilación o de extracción de solventes, con lo que se llega al cemento asfáltico, material sólido o semi-sólido a temperatura ambiente.

Los asfaltos líquidos (asfaltos rebajados y emulsiones asfálticas), se fabrican fluidicando el cemento asfáltico, bien sea mediante la adición de solvente, con lo que se obtienen los asfaltos rebajados, o emulsionándolo en agua, produciéndose las emulsiones asfálticas.

Dado lo complejo de la química de los asfaltos, las especificaciones para su utilización en pavimentos han sido desarrolladas hasta ahora tomando como base pruebas para la determinación de propiedades físicas únicamente (pruebas de penetración, viscosidad y ductilidad), aún cuando estas propiedades pueden clasificar diferentes productos en una misma categoría teniendo distintas características de comportamiento en lo referente a deformación permanente y fracturamiento por fatiga. Casi todo el asfalto utilizado hoy en día proviene de la refinación de crudos de petróleo. Las propiedades físicas del asfalto en la pavimentación son: durabilidad, adhesión y cohesión, susceptibilidad a la temperatura, resistencia al envejecimiento y endurecimiento, ductilidad y solubilidad en compuestos polares.

En la industria del asfalto los HPA (hidrocarburos poliaromáticos) provienen del alquitrán de hulla mezclado con el asfalto del petróleo, aunque éste se considera más bien pobre en HPA. Los trabajadores del asfalto pueden exponerse a los HPA cuando los residuos de los aceites del petróleo crudo se mezclan con alquitrán de hulla, el cual aumenta la posibilidad de exposición a los HPA cuando se trabaja con asfalto caliente. Dado que la única forma de tener la certeza sobre la toxicidad de un compuesto químico en la salud humana son los estudios epidemiológicos que demuestren la asociación causa efecto, según datos de algunas industrias en cuyos trabajadores se han encontrado un exceso en los tipos de cáncer de que se tiene registro, reportan que los trabajadores de la Industria del asfalto son propensos a presentar cáncer en la piel, leucemia y cáncer del sistema genitourinario, cuando existe una exposición crónica a los HPA.

VI.3.9.1.- Cementos asfálticos

En México se tiene la posibilidad de utilizar 4 tipos o grados de cementos asfálticos, designados con los números 3, 6, 7 y 8 que se manejan como la equivalencia de los cementos AC-5, AC-10, AC-20 Y AC-30 respectivamente, estos son numerados de mayor a menor grado de dureza, definida ésta por la prueba de penetración (100 g, 25 °C, 5 seg). Las propiedades de estos cementos asfálticos se determinan mediante las pruebas de penetración, viscosidad Saybolt-Furol, punto de inflamación, punto de reblandecimiento (anillo y esfera), ductilidad, solubilidad y prueba de la película delgada (Tabla VI.1).

Tabla VI.1 Normas de calidad para cementos asfálticos.

CARACTERÍSTICAS	GRADO DEL CEMENTO ASFALTICO			
	AC-5	AC-10	AC-20	AC-30
Del cemento asfáltico original				
Viscosidad dinámica a 60°C, Pa s (poises)	50±10 (500±100)	100±20 (1000±200)	200±40 (2000±400)	300±60 (3000±600)
Viscosidad Saybolt-Furol a 135°C, (segundo mínimo)	80	110	120	150
Viscosidad cinemática a 135°C, mm ² /s, mínimo (1 mm ² /s = 1 Centistoke)	175	250	300	350
Penetración, 100 g, 5 seg, 25°C, 10 ⁻¹ mm mínimo	140	80	60	50
Punto de inflamación Cleveland, (°C mínimo)	177	219	232	232
Solubilidad (% , mínimo)	99	99	99	99
Punto de reblandecimiento, °C	37-43	45-52	48-56	52-60
Del residuo de la prueba de la película delgada				
Pérdida por calentamiento, (% máximo).	1	0.5	0.5	0.5
Viscosidad dinámica a 60°C, Pa s (poises) máximo	200 (2000)	400 (4000)	800 (8000)	1200 (12000)
Ductilidad, 5 cm/min, 25°C, cm mínimo	100	751500400	100	100
Penetración retenida a 25°C, %, mínimo	46	50	54	58

Los asfaltos rebajados se preparan agregando al cemento asfáltico solventes ligeros del petróleo y se clasifican en 3 grupos.

VI.3.9.2.- Asfaltos rebajados de fraguado rápido (FR)

Los asfaltos rebajados de fraguado rápido son aquellos en que se emplea como solvente del cemento asfáltico un material del tipo de la gasolina. Existen varios tipos o grados de estos asfaltos, dependiendo de la proporción de cemento asfáltico y de solvente presente en el producto. Se designan con los símbolos FR-0, FR-1, FR-3 Y FR-4, en que el índice creciente indica una proporción cada vez mayor de cemento asfáltico.

Los asfaltos rebajados de fraguado rápido se emplean en nuestro medio para la construcción de carpetas, sub-bases y bases estabilizadas, riego de liga, carpetas de riego y riegos de sello. Se utilizan casi exclusivamente de tipo FR-2, FR-3 Y FR4, y en forma preferente del FR-3. Cabe mencionar que estos asfaltos han sido retirados en los últimos años del mercado.

VI.3.9.3.- Asfaltos rebajados de fraguado medio (FM)

Los asfaltos rebajados de fraguado medio se elaboran agregando al cemento asfáltico solventes del tipo kerosina, que son menos volátiles que las gasolinas. Por lo tanto el fraguado de estos rebajados es un poco más tardado que el de los de fraguado rápido. El fraguado se refiere a la eliminación de solventes en los rebajados y es el mismo concepto que aplica el proceso de curado cuando se han aplicado estos productos a los materiales pétreos. Los asfaltos rebajados de fraguado medio pueden ser también de 5 tipos, dependiendo de la proporción de cemento asfáltico y de solventes, designándoseles como FM-0, FM1, FM-2, FM-3 Y FM-4, en que los índices tienen el mismo significado que el caso de los rebajados de fraguado rápido.

Los rebajados de fraguado medio se emplean en riegos de impregnación de bases de pavimentos flexibles y de sub-bases de pavimentos rígidos. Excepcionalmente se usan para la construcción de mezclas asfálticas. Los de tipo FM-0 y FM-1, con preferencia del último, son los que principalmente se utilizan en México para riegos de impregnación.

VI.3.9.4.- Asfaltos rebajados de fraguado lento (FL)

Los asfaltos rebajados de fraguado lento son cementos asfálticos con solventes del tipo de aceites ligeros. Generalmente no se preparan adicionando en la planta dichos aceites al cemento asfáltico, sino que se obtiene directamente el residuo de la destilación del petróleo. Por ser los solventes de estos rebajados mucho menos volátiles que la gasolina y las kerosinas, su fraguado es bastante más tardado que el de los FR Y FM. De acuerdo con la producción de cementos asfálticos que contienen pueden ser de los tipos o grados FL-0, FL-1, FL3 y FL-2, FL-3 y FL-4. Los asfaltos rebajados de fraguado lento ya prácticamente no se usan en nuestro país. Se usaron mucho en épocas pasadas, como paliativos del polvo en los caminos revestidos.

VI.3.10.- Transporte, manejo y almacenamiento de los productos asfálticos

Con objeto de contar con productos asfálticos de características adecuadas para los trabajos de construcción y conservación de carreteras y pistas de aeropuertos es necesario, en primer lugar, que dichos productos sean surtidos dentro de especificaciones y en segundo lugar, que no sufran alteraciones durante su transporte, manejo y almacenamiento.

El transporte de los productos asfálticos de los lugares de abastecimiento a los de utilización puede hacerse por ferrocarril, empleando carros-tanque. Deben tomarse las precauciones necesarias para que durante el trayecto los productos no sufran alteraciones. Se procurará que los tanques de los transportes sean herméticos, para evitar contaminaciones con agua o materias extrañas, y que al llenarlos no contengan residuos de otros productos en cantidades perjudiciales. Convendrá también supervisar que durante el trayecto no se alteren los sellos colocados en las válvulas o compuertas de carga y descarga.

En el caso de las emulsiones, es conveniente que se criben a través de una malla No. 100 al momento de llenarse los recipientes que se utilicen para su transportación, con el fin de eliminar posibles natas que podrían dificultar la operación de aplicación de la emulsión. Es necesario también que los vehículos de transporte estén dotados de divisiones interiores para impedir que el contenido sufra movimientos exagerados, que pueden provocar el rompimiento de la emulsión.

Es necesario que los lugares en que se almacenen los materiales asfálticos antes de su utilización se inspeccionen frecuentemente y reúnan las condiciones necesarias para evitar pérdidas excesivas de solventes (tratándose de rebajados), contaminaciones con agua, basura y otras materias extrañas, mezclas de productos asfálticos de diferentes tipos, repetidos calentamientos innecesarios o a temperaturas mayores a las recomendadas.

Existen dos tipos de almacenamiento de acuerdo con su función: permanentes y transitorios. Los primeros generalmente están constituidos por fosas de mampostería o de concreto hidráulico; el techo, en muchas ocasiones es de carácter provisional, por lo regular de armadura de madera y lámina de cartón, aunque existe la tendencia a hacerlo también de concreto.

La descarga a la fosa siempre se hace por gravedad, pudiendo también hacerse por gravedad la carga de la fosa al equipo de distribución, cuando las condiciones topográficas lo permiten, aunque lo más común es que se haga por bombeo, con el equipo de la propia petrolizadora. Por lo general las fosas permanentes se construyen durante la ejecución de la carretera y posteriormente pasan a servir en la conservación, lo que da lugar en muchas ocasiones a que en esta etapa su ubicación resulte inadecuada, desde el punto de vista de los acarreo. Estas fosas quedan casi siempre cerca de una espuela o ladero de ferrocarril.

Las fosas permanentes están comúnmente divididas en cuando menos dos compartimientos, con una capacidad aproximada de 120 m³ cada uno. Posee cárcamos de calentamiento con serpentines de vapor o con quemadores directos de petróleo situados en la parte inferior del cárcamo.

Los almacenamientos transitorios son aquellas fosas pequeñas de 20 a 40 m³ de capacidad, que son las que utilizan en las sobre estanterías de conservación.

Durante la ejecución de las obras también se emplea este tipo de fosas por parte de las dependencias que construyen carreteras. Por lo general son de mamposterías revestidas y techos de cartón; casi nunca tienen sistema de calentamiento, por lo que los productos que lo requieren, se calientan con el equipo de la petrolizadora. Debido a que los materiales asfálticos se contaminan con relativa facilidad en esta clase de fosas, es preferible usar siempre, como almacenamientos transitorios, tanque metálicos, los cuales ya se utilizan con bastante frecuencia.

La solución definitiva de los almacenamientos debe estudiarse tomando como base el empleo de tanques metálicos, ya que así se aseguraría en forma efectiva el correcto almacenamiento y además, la movilidad de este equipo permitiría cambiarlo cuando las necesidades así lo requieran, lo que redundaría en una considerable economía en los acarrees de los productos. Por otra parte, el uso de tanques metálicos haría factible, en la mayoría de los casos, que la descarga de los productos se efectuó por gravedad, lo que además de facilitar las maniobras propias del manejo, es altamente deseable en el caso particular de las emulsiones, en las que se recomienda reducir al mínimo las operaciones de bombeo.

En cuanto a los cementos asfálticos de las fosas permanentes a las de trabajo o transitorias, se efectúa por medio de serpentines de vapor dentro del propio tanque.

La distribución de los productos asfálticos de las fosas permanentes a las de trabajo o transitoria, se efectúa por medio de nodrizas. La aplicación de los productos líquidos se hace con petrolizadoras y banchadoras. Estas últimas son de pequeña capacidad para ser remolcadas por camiones de voltero o de redilas. Las banchadoras traen también bomba y sistema de calentamiento con quemadores de petróleo o de diesel. Las petrolizadoras deben ser herméticas para evitar la penetración del agua de lluvia, sobre todo por los domos, que deben ir siempre bien sellados.

VI.3.11.- Disminución en los consumos de asfaltos, solventes ligeros, combustibles derivados del petróleo.

Debido al problema mundial originado por las dificultades en el abastecimiento y las variaciones en los precios de los hidrocarburos naturales, las naciones se verán en la necesidad de utilizar mayores proporciones de cementos asfálticos y de emulsiones asfálticas para ahorrarse en ambos casos el empleo de solventes ligeros que se requieren para la fabricación de rebajados.

En las emulsiones asfálticas, además de no consumirse prácticamente solventes del petróleo, se evita también el uso de combustibles para su manejo y aplicación en la obra, ya que no requieren de operaciones de calentamiento, situación que a la vez favorece la protección del medio ambiente. Los costos actuales de estos productos en los trabajos de pavimentación, pueden disminuirse en nuestro país mediante el uso de tecnología propia y empleo de emulsificantes de fabricación nacional, y mediante el establecimiento de plantas portátiles para la elaboración de la emulsión, cercanas a los frentes de trabajo.

En relación a los cementos asfálticos, se tiene también el ahorro de los solventes, si bien en este caso son necesarias las operaciones de calentamiento para poder emplearlos. No obstante, los trabajos en que se utilizan cementos asfálticos son de mejor calidad y mayor duración, por cuyo motivo existe una compensación favorable con los costos que representan los combustibles requeridos para el calentamiento de los ingredientes, la fabricación y colocación del concreto asfáltico. Las plantas modernas para la elaboración de estos concretos asfálticos poseen ya aditamentos especiales para evitar contaminaciones indeseables del medio ambiente por la emisión de polvos, gases y humos.

Sin embargo, es importante insistir que en la utilización de los productos asfálticos deben tomarse en cuenta las condiciones especiales de la obra, para elegir en cada caso el producto que en todos sentidos sea el más conveniente.

VI.3.11.1.- Betún

Los betunes asfálticos son materiales termoplásticos que presentan un comportamiento reológico muy complejo, que depende de la temperatura, de la carga y del tiempo de aplicación de la misma. A bajas temperaturas el betún tiene un carácter elástico, mientras que a temperaturas moderadamente elevadas la elasticidad prácticamente desaparece, y el betún se deforma permanentemente y fluye. El mayor o menor grado de elasticidad depende de la composición química y de la estructura coloidal, siendo los betunes tipo gel los que presentan mayor grado de elasticidad.

En general, los betunes de carreteras a bajas temperaturas (inferiores a 0 °C) se comportan como materiales elastofrágiles, por encima de esta temperatura y hasta 50- 60 °C el comportamiento es viscoelástico y finalmente por encima de esta temperatura su comportamiento es puramente viscoso.

Su utilización en firmes para carreteras se debe fundamentalmente a sus buenas propiedades adhesivas y mecánicas, a su elevada inercia química y a su impermeabilidad al agua. Por otro lado, al ser materiales termoplásticos, por la acción del calor se reblandecen y se hacen suficientemente fluidos para mojar y envolver los áridos, y permitir la posterior compactación de la mezcla. Una vez frío el betún, aumenta considerablemente su viscosidad y proporciona a las mezclas bituminosas la cohesión y resistencia necesarias para resistir la acción del tránsito y de los agentes atmosféricos.

Se ha demostrado en estudios efectuados en la unión Americana que la adición de 1% de cal hidratada a las mezclas bituminosas (Fillers) es benéfico porque reduce la velocidad al endurecimiento de los asfaltos. Se considera que esto se debe a que la cal absorbe ciertos componentes del asfalto que contribuyen a aumentar la viscosidad con la edad o que dicha cal actúa desactivando los catalizadores de la oxidación, normalmente presentes en los asfaltos. La cal puede adicionarse directamente al asfalto, aunque desde el punto de vista práctico es conveniente hacerlo tratando al material pétreo con ella, previo a la ejecución de la mezcla.

La cal hidratada y el cemento Pórtland agregados a los materiales pétreos mediante tratamientos a base de soluciones en agua, modifican las condiciones de superficie de dichos agregados, mejorando las características de adhesividad con el asfalto. En cierta forma trabajan como algunos aditivos tensoactivos.

VI.3.11.2.- Pétreos

De los elementos minerales conocidos comúnmente como rocas de tipo o composición particular, son de interés para el presente trabajo aquellos que reúnen características como resistencia, flexibilidad, dureza, entre otras dependiendo de la capa estructural del pavimento que van a constituir y de su tamaño para clasificarlas como gravas y arenas.

De manera general es posible reportar que la exposición a estos materiales no tiene efectos en la salud humana, sin embargo el proceso de trituración es donde se genera una cantidad considerable de partículas suspendidas o polvos respirables que en exposiciones prolongadas (años) sí pueden ocasionar enfermedades pulmonares.

A).- Grava

Son acumulaciones sueltas de fragmentos de roca y que tienen más de 2 mm de diámetro, procedentes de la trituración artificial de la roca. En la Tabla VI.2 se muestran sus principales características.

B).- Arena

Arena es el nombre que se da a los materiales de grano fino, procedentes de la denudación o de la trituración artificial de la roca, cuyas partículas varían entre 0.05 y 2 mm de diámetro. Las características físicas y sus criterios de calidad se presentan en la Tabla VI.3.

Tabla VI.2 Características físicas de la grava y criterios de calidad.

GRANULOMETRIA		
CLASIFICACION	TAMAÑO	% QUE PASA
2"	5.08 cm	100
1 1/2"	3.81 cm	95-100
3/4"	1.90 cm	35-70
3/8"	0.95 cm	10-30
Núm. 4	4,760 um	0-5
SUSTANCIAS PERJUDICIALES		
Partículas Deleznables		0.25 %
Partículas suaves		5 %
Pedernal como impureza		1 %
Carbón mineral y/o lignito		1 %
REQUISITOS DE CALIDAD		
Desgaste "Los Angeles"		40%
Intemperismo Aceferado		12%

Tabla VI.3 Características físicas de la arena v criterios de calidad.

GRANULOMETRIA		
CLASIFICACION	TAMAÑO	% QUE PASA
3/8"	0.95 cm	100
Núm. 4	4,760 um	95-100
Núm. 8	2,380 um	80-100
Núm. 16	1,189 um	50-85
Núm. 30	600 um	25-60
Núm. 50	300 um	10-30
Núm. 100	150 um	2-10
Núm. 200	75 um	4 máximo
SUSTANCIAS PERJUDICIALES		
Partículas Deleznables		0.01 %
Carbón mineral y/o lignito		0.01 %
REQUISITOS DE CALIDAD		
Equivalente de arena		80 % mínimo
Modo de finura		2.30 mínimo - 3.10 máximo

VI.3.11.3.- Agua

Líquido incoloro casi inodoro e insípido, esencial para la vida y considerado como el disolvente universal. Punto de fusión de 0 °C (32 °F), punto de ebullición de 100°C (212 °F), gravedad específica (4°C) 1.0, peso por galón 8.337 libras (a 15 °C). Las principales sustancias perjudiciales y concentraciones en el agua utilizada en la fabricación de concreto se muestran en la Tabla VI.4

Tabla VI.4 Sustancias perjudiciales y concentraciones en el agua utilizada en la fabricación de concreto.

Sulfatos (convertidos a Na ₂ SO ₄)	1000 ppm
Cloruros (convertidos a NaCl)	1000 ppm
Materia Orgánica (óxido consumido en medio ácido)	50 ppm
Turbiedad y/o lignito	1500 ppm

VI.4.- IDENTIFICACION DE IMPACTOS

La identificación de los impactos ambientales es fundamental para incorporar cualquier proyecto a su entorno. Para lograr una adecuada identificación de los mismos existe una amplia gama de técnicas, que van desde las más simples, en las que se evalúa cualitativamente el grado de afectación generado, determinando los principales impactos (frecuente y/o importantes), hasta las de mayor complejidad, donde se evalúan los impactos cuantitativamente en función de factores como antecedentes de otros estudios, investigaciones específicas y principalmente la experiencia de los evaluadores del impacto. Cualquier técnica que se emplee debe considerar básicamente el entorno ambiental donde se pretende insertar el proyecto y las características del mismo. La finalidad ideal que se persigue al aplicar las técnicas de análisis es cubrir las tres etapas del estudio: identificación, predicción y evaluación. En la Tabla VI.3-1 se describe cada una de estas etapas y su función analítica.

Tabla VI.5 Etapas de un estudio de impacto ambiental

ETAPA	FUNCION ANALÍTICA	DESCRIPCION
Identificación	Descripción del sistema ambiental existente. Determinación de los componentes del proyecto. Definición de las alteraciones del medio causadas por el proyecto (incluyendo todos los componentes).	Consiste en identificar separadamente las actividades del proyecto que podrían provocar impactos sobre el ambiente en las etapas de selección y preparación del sitio; construcción, operación y mantenimiento; y abandono al término de la vida útil. Asimismo se identifican los factores ambientales y sus atributos que se verían afectados.
Predicción	Estimación de las alteraciones ambientales significativas. Evaluación del cambio de la probabilidad de que ocurra el impacto.	Consiste en predecir la naturaleza y extensión de los impactos ambientales de las actividades identificadas. En esta fase se requiere cuantificar con indicadores efectivos el significado de los impactos.
Evaluación	Determinación de costos de beneficios en los grupos de usuarios y en la población afectada por el proyecto. Especificación y comparación de relaciones costo/beneficio entre varias alternativas.	Consiste en evaluar los impactos ambientales cuantitativa y cualitativamente. De hecho, la política de estudiar los efectos en el ambiente carecería de utilidad si no se contara con una determinación cualitativa y cuantitativa de los impactos.

VI.4.1.- TÉCNICAS DE IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

En la Tabla VI.3-2 se describen las técnicas de impactos más frecuentemente utilizadas en proyectos carreteros, así como algunas otras que pueden apoyar de manera importante en el establecimiento de nuevos factores a considerar en dichas evaluaciones.

Tabla VI.6 Técnicas para identificar, predecir y evaluar impactos ambientales

Artículo I.	TÉCNICA	DESCRIPCIÓN
	Procedimientos pragmáticos	Comité interdisciplinario de especialistas
	Listados	Lista estandarizada de impactos asociados con el tipo de proyecto y de los factores ambientales afectados por más de una acción.
	Matrices	Listas generalizadas de las posibles actividades de un proyecto y de los factores ambientales afectados por más de una acción.
	Redes	Trazado de ligas causales.
	Modelos	Conceptuales.- Describe relaciones entre las partes del sistema. Matemático.- Modelo conceptual cuantitativo. Simulación en computadora.- Representación dinámica del sistema.
	Sobreposiciones	Evaluación visual de la capacidad ecológica anterior y posterior al proyecto.
	Procedimiento adaptativo	Combinación de varias técnicas.

A continuación se describen brevemente las técnicas de identificación de impactos utilizadas más frecuentemente de acuerdo con la literatura sobre el tema y con base en la revisión de la Manifestaciones de Impacto Ambiental para proyectos carreteros consultados para la realización del presente trabajo.

VI.4.1.1.- Procedimiento pragmático o método Ad hoc

Consiste en integrar un grupo de especialistas en diferentes disciplinas para identificar impactos en sus áreas de especialidad (por ejemplo: flora, fauna, contaminación, aspectos económicos), buscando satisfacer los requerimientos de la legislación ambiental vigente en el sitio del estudio, referentes a la evaluación de impactos. En esta metodología no se definen parámetros específicos que deben ser investigados ni se realiza una evaluación formal de la magnitud de los impactos, parten del conocimiento y experiencia del equipo realizador del estudio, que le permite identificar las distintas alteraciones analizando el efecto que cada acción del proyecto ocasiona sobre cada elemento del medio.

VI.4.1.2.- LISTAS DE CHEQUEO.

En esta técnica se parte de una lista maestra de factores ambientales y/o impactos, seleccionándose y evaluándose aquellos esperados para el proyecto y sus acciones específicas. Este tipo de listas se elabora con un criterio interdisciplinario para identificar las acciones del proyecto que puedan causar impactos significativos, no relevantes o sin interés. Los listados pueden complementarse con instrucciones de la forma de presentar y usar los datos además de inclusión de criterios explícitos para cuantificar estos impactos o identificar interacciones secundarias o terciarias.

Son listas en las que se recogen los posibles impactos que de forma general pueden derivarse de una acción concreta. La ventaja principal de estas listas es que ayudan a contemplar todo el conjunto de efectos de forma sintética. En cuanto a los problemas que presentan derivan de que pueden ser muy generales o estar incompleta; no muestran interacciones entre los impactos; puede ocurrir que en algunos casos el mismo impacto se recoja bajo varios encabezamientos; la identificación de los efectos es cualitativa y no recogen la probabilidad de que ocurra el impacto señalado.

VI.4.1.3.- MATRICES CAUSA- EFECTO.

Las listas de posibles impactos de una acción se convirtieron en listas o matrices de doble entrada, en las que en el segundo de los ejes se compone considerando las acciones parciales que la realización del

proyecto exige. Las matrices pueden ser utilizadas, al igual que las listas de chequeo, únicamente para identificar los impactos, o también para evaluar los impactos.

Para paliar algunos de los problemas que se presentan en las matrices causa-efecto, como el de no mostrar las relaciones existentes entre los diferentes impactos, diversos autores han indicado variaciones a estas matrices, en las que ponen de manifiesto las interacciones, llamando a éstas matrices de interacción. En estas matrices se enfrenta una lista de aspectos del medio que resultarán alterados resaltando los casos de interacciones.

VI.4.1.4.- Redes de Interconexión.

Identifican los impactos poniendo de manifiesto no sólo los efectos directos sino también los indirectos y las relaciones de unos efectos con otros. Se suelen presentar estas relaciones de una forma gráfica mediante líneas de interconexión entre unos efectos y otros, componiendo de esta forma una red o malla de la que deriva su denominación genérica.

VI.4.1.5.- TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS

Entre las diversas metodologías para la evaluación del impacto ambiental desarrolladas en los últimos años, se distinguen las siguientes cinco que se aplican de acuerdo con la información disponible y las necesidades de cada caso: 1) gráfica, 2) mapas digitales, 3) modelos, 4) matrices y 5) contabilidad social.

Debe aclararse que cualquiera de estas metodologías solamente ayuda a tomar decisiones planteando, jerarquizando y estructurando las opciones disponibles y las consecuencias de cada acción, y que la solución depende fundamentalmente de la sensibilidad, intuición y criterio de los evaluadores. Por esta razón, el perfil profesional y la experiencia del evaluador debe estar de acuerdo con el tipo de proyecto a analizar, así como la conformación de sus evaluaciones con expertos en otras disciplinas; es decir, mesas de trabajo interdisciplinarias.

VI.4.1.6.- MÉTODO GRÁFICO

Uno de los métodos usuales para superar las limitaciones de los análisis tradicionales de evaluación es el gráfico, que permite introducir nuevos elementos en el proceso de selección de la ruta, como son: la conservación de los recursos naturales, la preservación del paisaje, la protección de los diversos tipos de uso del suelo, la cohesión de las comunidades y la prevención contra diversas formas de contaminación, entre otros.

El método es simple, directo, totalmente gráfico y requiere solamente análisis visual. Se basa en el manejo de información distribuida en dos columnas: en una se consignan las diversas clases de beneficios y ahorros derivados de proyecto, tanto monetarios como no monetarios y en la otra, coincidiendo con cada una de dichas clases, se encuentran los costos, que complementan la estructura de la relación beneficio-costos.

Cada variable afectada por la construcción del camino, como la cohesión de la comunidad o de la calidad del paisaje, y cada variable que afecta la construcción del camino, como la topografía desfavorable o la falta de materiales de construcción, se presenta por separado en un mapa básico, dibujando en color gris y con el tono más oscuro, las áreas en donde se registran los valores más altos o los costos más elevados, reduciendo progresivamente el tono, conforme los valores o los costos decrecen, hasta llegar al color blanco en las áreas en donde los valores son mínimos o se incurre en los menores costos. La graduación y los sistemas de medida cambian de una variable a otra a juicio del evaluador. Desde luego, el sistema de medida de cada variable debe determinarse con toda claridad a fin de que sea significativa para otras personas que consulten los mapas.

En general, el análisis debe realizarse considerando sólo tres categorías: alta, intermedia y baja. Por ejemplo, en el mapa de áreas de pendientes del terreno, las categorías pueden ser: 1) mayores de 10 por ciento, 2) entre 10 y 2.5 por ciento y 3) menores de 2.5 por ciento. En el caso de drenaje natural, las

categorías de las áreas pueden ser: a) ríos, arroyos, lagos, lagunas, etc. b) cauces y zonas de drenaje natural y c) libre de aguas superficiales y rasgos pronunciados de drenaje. En cuanto al mapa de calidad de paisaje podrían mostrarse las zonas: 1) gran valor escénico, 2) ciertos elementos escénicos y 3) urbanizados con reducido valor escénico.

Después de preparados los mapas se sobreponen formando un mapa compuesto que tiene áreas sombreadas en diferentes tonos, dependiendo de los tonos de todos los componentes, correspondiendo las áreas con tonos más claros a las de menor costo social. Este mapa compuesto permite analizar las diferentes opciones de ruta previamente consideradas o generar una nueva ruta a través de las áreas más claras del mapa. Las ventajas del método radican en su simplicidad, que facilita el análisis del mapa. Las ventajas del método radican en su simplicidad, que facilita el análisis preliminar del problema y permite comparar opciones en forma cualitativa y aproximada.

VI.4.1.7.- MÉTODO DE MAPAS DIGITALES

Este método, también es de aplicación corriente en problemas de evaluación ambiental, no es más que una versión mecanizada del método gráfico destinada a superar algunas de las limitaciones de éste por medio del cómputo. Además de representarse en mapas y exponerse en forma desplegada, la información recabada por este método se codifica en formas continuas para alimentar a la computadora. De esta manera es posible formar mapas digitales de cada uno de los factores que se están analizando y producir automáticamente, por medio de la computadora, un plano compuesto que sustituye con ventaja al resultante de las sobreposiciones manuales del método gráfico.

VI.4.1.8.- MÉTODO DE MODELOS DE USO DEL TERRENO

Una de las respuestas a las limitaciones que presentan las técnicas de investigación del impacto ambiental por medio de mapas, es el avance que se ha logrado aplicando el método de modelos de uso del terreno.

En los modelos de evaluación del uso del terreno se investigan y estructuran las interacciones entre los propios usos del terreno, los aspectos biótico, las actividades económicas, la infraestructura existente, las políticas de desarrollo y los proyectos, para tratar de reproducir las condiciones reales. En un modelo correctamente complementado pueden hacerse simulaciones para probar los cambios que ocurren en el sistema y detectar los impactos que producirían las opciones en estudio. Si se introduce en el modelo el factor tiempo, es posible observar la dinámica de los cambios. Para la asignación de los valores alternativos del impacto, se han desarrollado algunos métodos específicos de las mismas suposiciones y los agregados que aparecen en el caso de los análisis costo – beneficio.

Este método tiene como principal propósito producir un índice agregado de impacto ambiental único para cada alternativa a fin de poder compararlas.

En todos los casos, resulta dudoso que un solo índice proporcione mejor percepción de la naturaleza interna de un proyecto que la relación costo- beneficio. Por otra parte, este índice tiende claramente a ocultar los impactos que pueden ser especialmente significativos dentro del medio ambiente en que se propone el proyecto. En esta forma, ningún método proporcionará suficiente información ala personal que toma decisiones, para determinar los impactos ambientales característicos que debe considerar para cada alternativa del proyecto.

VI.4.1.9.- MÉTODOS DE PRONÓSTICO

Los métodos de pronóstico aplicables en la determinación de los valores de impacto en el medio, están sujetos a las limitaciones de los avances tecnológicos de la materia. Por esta razón, es práctica frecuente el recurrir a la experiencia, al criterio profesional o al razonamiento intuitivo para prever y pronosticar los impactos de los proyectos en el ambiente.

Los modelos matemáticos de simulación, que se usan en forma sistemática en otra clase de problemas, son incipiente en la valoración del impacto en el ambiente, debido principalmente a la escasez de

información confiable y de expertos en la materia, problema generalizado en prácticamente todos los países. Por lo que se refiere a los análisis cuantitativos, se reducen en la mayoría de los casos a simples presentaciones de listas estadísticas. En cuando al uso de datos cuantitativos, se aplica con mayor frecuencia a las explotaciones de situaciones supuestamente análogas, basadas en condiciones que se presumen similares. El análisis basado en las relaciones funcionales de causa-efecto, que se establecen entre los factores ambientales en situaciones análogas, teniendo como requisito una similitud de condiciones y complementado con investigaciones suplementarias en el terreno, puede ser el medio más adecuado para pronosticar el impacto en muchas zonas del país.

Por lo que se refiere a medir y poner a escala los impactos ambientales, aunque probablemente es una de las operaciones fundamentales de su valorización, no se le ha concedido la importancia que merece. Las listas de confrontación de factores ambientales, que se han venido mencionando, solamente sirven de ayuda para definir el alcance de la consideraciones que se hacen con el objeto de asignar un valor numérico al probable daño. El problema fundamental de medir y poner a escala los impactos ambientales, es el de definir los métodos que se aplicarán para comparar el medio ambiental con y sin el proyecto. En la mayor parte de los análisis se supone equivocadamente que las condiciones ambientales existentes constituyen el origen de medida de los impactos del proyecto, sin tomar en cuenta que las condiciones del medio son eminentemente dinámicas. Del examen de juegos de fotografías o del análisis de series históricas de datos, es posible deducir que las condiciones ambientales están cambiando continuamente y que en la mayoría de las regiones el ambiente seguirá sufriendo alteraciones aún sin el proyecto.

VI.5.- CRITERIOS DE SELECCIÓN DE MÉTODOS.

En principio, todos los métodos han sido elaborados para aplicarse en sociedades con niveles de desarrollo distintos al de México, y por consiguiente con diferentes lineamientos que norman la selección de planes, proyectos y programas de desarrollo. Lo anterior implica, el adaptar los métodos elaborados en otros países, para seleccionar una técnica propia que permita un análisis objetivo del impacto ambiental de los proyectos, enmarcada dentro de los objetivos de desarrollo del país. El uso de un método para el análisis de los impactos ambientales, depende del criterio del responsable de dicho análisis y de las necesidades específicas del proyecto en cuestión. Para realizar la selección de métodos se han desarrollado criterios que pueden servir de base para la elaboración de la evaluación de impacto ambiental, como son:

Integridad. El método seleccionado debe comprender todas las alternativas, y puntos de vista significativos. Sin un enfoque integral es casi seguro que las decisiones no sean óptimas.

Aplicabilidad. El método debe de ser simple para ser aprendido y aplicado por un grupo pequeño con conocimientos limitados, con un presupuesto reducido y en un corto tiempo, si así se requiere.

Describibilidad. Los resultados y conclusiones obtenidas deben permitir la visualización del problema y sus soluciones de tal manera que permitan el entendimiento y confianza del público y aseguren su participación.

Ampliabilidad. Debe permitir la evaluación preliminar de alternativas y ser fácilmente ampliable para proporcionar mayor detalle en aspectos clave.

Aspectos relevantes. La técnica debe incluir un informe explícito de todos los aspectos relevantes, sistemáticamente ordenados y ponderados para reflejar su importancia relativa.

Sistema único. El método debe reflejar un entendimiento del sistema ambiental socioeconómico como un todo y las principales interrelaciones entre los diversos factores.

Discriminación de efectos. El método debe reflejar cambios que ocurrirían en el futuro "sin el proyecto" y "con el proyecto", además debe permitir la cuantificación de la diferencia entre conjuntos de alternativas.

Uniformidad. Diversos factores son medidos convencionalmente con una amplia variedad de unidades objetivas y subjetivas (pesos, biomasa, días de recreación, bueno –malo, empleos, etc.). Es recomendable emplear medios para transformar estas mediciones en unidades uniformes como un elemento para facilitar la comparación.

Sistematización de información. La factibilidad para recabar y alimentar la información requerida por un método es un criterio clave para la implantación exitosa de cualquier modelo.

VI.6.- SELECCIÓN DE TÉCNICAS.

A continuación se presentan las técnicas utilizadas para la determinación de los impactos ambientales para este trabajo, así como los impactos detectados y sus medidas de mitigación.

VI.6.1.- Selección de las Técnicas más Apropriadas

De las técnicas revisadas anteriormente se determinó que las más apropiadas para la evaluación del impacto ambiental en proyectos carreteros son:

- Métodos de matrices
- Sobreposición de mapas

Ambas técnicas son apropiadas pero debido a que para este trabajo no se considera un proyecto en particular no es posible aplicar la técnica de sobreposición de mapas por tanto se consideró para evaluar los impactos que no estaban incluidos en los estudios de impacto ambiental que se analizaron el método de Matrices de Interacción.

Para realizar la evaluación de impactos mediante el método de matrices se utilizó la técnica de lista de comprobación, de la que se partió para elaborar la matriz, ya que es un método sencillo que permite identificar y delimitar los aspectos a analizar en el proyecto y el entorno, facilitando la evaluación de los impactos, aunque por sí misma no es suficiente, por lo que se utiliza combinada con la técnica de matrices.

Los factores que se consideraron en las listas son básicamente de dos tipos:

- Lista de los factores del medio ambiente que pueden ser la base para un inventario o recopilación de información de un proyecto.
- Lista de actividades del proyecto que generarán un impacto en el ambiente.

A continuación se presentan las listas de chequeo elaboradas para la evaluación de impactos producidos por la construcción y conservación de superficies de rodamiento en pavimentos flexibles.

VI.6.2.- Lista de Chequeo de los factores del medio ambiente

Medio biótico

- Degradación de la vegetación en el medio circundante
- Modificación del Hábitat
- Disminución de la abundancia de la fauna
- Alteración del patrón de distribución de la fauna
- Afectación de las especies acuáticas.

Medio Físico

- Erosión

- Arrastre
- Sedimentación
- Alteración de drenaje natural
- Contaminación del aire con gases y polvo
- Contaminación de las corrientes con acarreo
- Contaminación del suelo
- Vibraciones y choques

Medio humano

- Modificación de la estructura urbana de los centros de población
- Aislamiento vial de subcentros urbanos
- Fraccionamiento de las comunidades
- Conflictos sociales
- Accidentes

Calidad del paisaje

- Perturbación del paisaje natural
- Deterioro de sitios de interés histórico
- Obstrucción de ángulos visuales
- Ruido
- Basura

VI.6.3.- Lista de actividades del proyecto que generan impactos al ambiente

- Bancos de Material
- Preparación de la Mezcla
- Barrido
- Riego de liga
- Extensión de material pétreo
- Riego de material asfáltico
- Compactación
- Corte
- Riego de Sello
- Apertura al público
- Señalización
- Mantenimiento

Es importante aclarar que aún cuando los bancos de material no son parte propiamente de la construcción y conservación de las superficies de rodamiento, se involucraron en la evaluación debido a que proveen del material básico para el desarrollo de las actividades.

Con base en los factores definidos en la lista de verificación se elaboró la matriz de interacción que se presenta como la Tabla 8.1. Cabe señalar de manera particular, que el método de matrices se aplica comúnmente para identificar los impactos que intensidad a fin de seleccionar la opción más adecuada para mitigar dicho impacto de ser posible la mitigación.

Las matrices pueden considerarse como listas de confrontación de dos dimensiones y constituyen el primer paso para definir sistemáticamente las interrelaciones entre los elementos. Estas interrelaciones, que pueden no ser obvias durante los procesos iniciales de valoración del camino o del ambiente en que se alojará, comprenden relaciones de 3 tipos.

- Relaciones causa-efecto, por ejemplo, sistemas de drenaje-modificación de hábitat.
- Relaciones entre los factores de deterioro del medio, por ejemplo, modificación del flujo del agua-degradación de la vegetación.

- Relaciones entre las obras que componen el proyecto, por ejemplo, terracerías-sistemas de drenaje.

Una matriz puede ayudar muy eficazmente a identificar los tipos de interacciones, así como a establecer el posible rango de los resultados de cualquier acción específica. Del mismo modo, también puede ser útil para predecir con un mejor conocimiento del medio, aún sin ninguna acción a realizar (Imagen VI.1).

Imagen VI.1 Matriz de interacción.

MATRIZ DE INTERACCIÓN DE IMPACTOS				CONSTRUCCIÓN Y CONSERVACIÓN DE SUPERFICIES DE RODAMIENTO DE PAVIMENTO FLEXIBLE.																								
SIMBOLOGÍA				CONSTRUCCIÓN							OPERACIÓN			MANTENIMIENTO														
				BANCOS DE MATERIAL	ELABORACIÓN DE CEMENTO ASFÁLTICO	BAARRIDO	RIEGO DE LIGA	EXTENDIDO DE MATERIAL PÉTRICO	RIEGO DE MATERIAL ASFÁLTICO	MEZCLADO	FENDIDO DEL CEMENTO ASFÁLTICO	COMPACTACIÓN	ORTE	RIEGO DE SELLO	AFETURA AL PÚBLICO	SEÑALIZACIÓN	BACHIO Y RENOVACIÓN	JAMPEZA	SEÑALIZACIÓN									
FACTORES AMBIENTALES	FÍSICOS	CLIMA	MICROCLIMA	S																								
		AIRE	CALIDAD	S	S	PS	PS		PS	PS																PS		
			FERTILIDAD	S																								
		SUELO	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	S																								
			ERODABILIDAD	S																								
		AGUA	PATRÓN DE DRENAJE	S						PS	PS																	
		SUPERFICIAL	CALIDAD DEL AGUA	S																							NS	
		AGUA	RECARGA DE ACUÍFEROS	S							PS	PS																
		SUBTERRÁNEA	CALIDAD DEL AGUA	S																								
		DINÁMICA	PROCESOS GEOMÓRFICOS	S																								
	GEOMORFOLÓGICA	RELIEVE	S																									
	BIOLÓGICOS	VEGETACIÓN	DENSIDAD	S																								
			ABUNDANCIA	S																								
			DISTRIBUCIÓN	S																								
		FAUNA	HABITAT	S																								
			DIVERSIDAD	PS							PS	PS																
			ABUNDANCIA	PS							PS	PS																
	SOCIOMORFOLÓGICA	INTERRELACIÓN DE LAS POBLACIONES	PS							S	S																	
		HABITAT	PS																									
		EMPLEO	PS	PS	NS	NS	NS	NS	NS																		PS	
	SOCIOMORFOLÓGICA	CALIDAD DE VIDA	PS							S	S																PS	NS
		ASPECTO VISUAL	S							S	S																S	NS
		INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS	S							S	S																S	NS
		ACTIVIDADES ECONÓMICAS	PS							S	S																PS	NS
EFFECTOS A LA SALUD		PS	NS	NS	NS				NS	NS	NS															NS	NS	

Para determinar la importancia relativa de cada uno de los impactos ambientales, puede usarse un procedimiento de comparación, valorizando estos factores en una graduación de 1 a 10, en términos de magnitud (escala del efecto ambiental) e importancia (estimada a juicio del evaluador), aunque este procedimiento presenta problemas para la unificación de criterios y las estimaciones tienen cierto carácter subjetivo, permite identificar los factores de deterioro más significativos, que corresponden a los valores más altos en la escala. En realidad, esta es la aplicación más importante que puede hacerse del análisis de los impactos ambientales por medio de matrices.

Para el presente estudio se establecieron en la Tabla VI.6 los criterios de magnitud, importancia y duración para realizar una evaluación jerarquizando los impactos generados durante la construcción y conservación de la superficie de rodamiento.

Artículo II. Tabla VI.7 Criterios para evaluación de impactos

Significancia	Descripción
No significativo	Los impactos al ambiente y las poblaciones no alteran las funciones normales de ningún sistema ambiental de manera que tenga consecuencias visibles o permanentes.
Poco significativo	Los impactos al ambiente y poblaciones pueden ser temporales (durante el tiempo que duren las actividades involucradas en el proyecto). Local, si sólo abarca el área del proyecto y es reversible; es decir, que se pueden recuperar las condiciones iniciales en el área en un periodo de tiempo menor a un año.
Significativo	Los impactos al ambiente y las poblaciones son permanentes o mayores de un año, el efecto es local o regional; es decir, pudiera abarcar el área de proyecto, la región fisiográfica o cuenca. Además es irreversible (no es posible recuperar las condiciones iniciales prevaleciente).
Artículo III. TIPO	DESCRIPCION
Adverso	El impacto va en detrimento de la calidad ambiental o en perjuicio de la población.
Benéfico	El impacto favorece la calidad del ambiente o la calidad de vida de la población-

El uso del método de matrices simples de dos dimensiones ofrece algunos inconvenientes, especialmente que el formato no permite representar las interacciones sinérgicas que ocurren en el ambiente, ni tomar en cuenta los efectos indirectos o secundarios que se presentan con frecuencia en los proyectos. Una modificación de este método resuelve el problema de mostrar las diferentes clases de información, incluyendo varios elementos en un solo formato; por ejemplo, uso de recursos, acción generada (corte), cambios iniciales y subsecuentes en las condiciones del medio (erosión, incremento de la carga de sólidos en las corrientes) y efectos probables (variaciones poblacionales de la fauna).

En realidad, ninguna técnica o metodología para la identificación de impactos es completamente adecuada, ya que su utilidad depende de las condiciones ambientales del sitio y de las particularidades del proyecto a evaluar. Aunado a esto, siempre se requiere de la opinión de los integrantes del equipo evaluador que tendrá que ser multidisciplinario. Por ello es recomendable la aplicación de dos o más metodologías que realicen una combinación de técnicas, lo cual es lo más apropiado.

VI.7.- IMPACTOS GENERADOS Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN

La mayoría de los impactos, y los más adversos, son generados durante las etapas previas a la construcción y conservación de la superficie de rodamiento de la carretera, en las cuales se abre y limpia el trazo correspondiente al derecho de vía y se construye el cuerpo de la carretera, por tanto cuando se realiza un estudio de impacto ambiental de carreteras las etapas de construcción y conservación de la superficie de rodamiento no son consideradas dentro de las actividades impactantes y los impactos detectados son generalmente muy escasos y poco significativos. En el presente trabajo, el cual se ha centrado en analizar los impactos generados en estas etapas finales de la construcción de carreteras, se han identificado pocos impactos, algunos de los cuales tienen su origen desde la construcción del cuerpo de la carretera y se ven reafirmados cuando se tiene la superficie de rodamiento y se pone en operación. A continuación se describe cada impacto identificado con base en la lista de chequeo y la matriz de impactos de acuerdo a la etapa en que se presentan, la actividad que los genera y las medidas de mitigación correspondientes, en los casos que los impactos no sean mitigables se plantea la medida compensatoria que puede implementarse.

Etapas: CONSTRUCCIÓN

Actividad: Aprovechamiento de bancos de material.

Impacto: Disminución de la calidad del aire.

Descripción: Durante el aprovechamiento de las bancos de material se realizan actividades tales como: excavaciones, selección de agregados dependiendo del tipo de material, carga de los camiones con el material y transporte a la planta u obra. Todas esas actividades generan partículas sólidas suspendidas que se incorporan al aire formando nubes de polvo y tolvaneras, que pueden tener un radio de afectación muy variable dependiendo de las condiciones climatológicas. Asimismo, los vehículos que transportan el material, emiten gases producto de una combustión incompleta como CO₂, Sox, Nox, principalmente, los cuales se precipitan al suelo con la lluvia (afectando sus propiedades químicas) o son absorbidos directamente por los organismos ocasionando enfermedades. Las zonas más afectadas son aquellas donde la cubierta vegetal es escasa o muy dispersa como zonas áridas o semiáridas donde es fácilmente arrastrado el suelo por la acción del viento. Es un impacto adverso ya que disminuye la calidad del aire y es poco significativo porque son efectos temporales que duran el mismo tiempo que el aprovechamiento del banco de material.

Mitigación: Localizar los bancos de materiales cercanos al proyecto carretero y evaluar la conveniencia (técnica – económica) de obtener los agregados que se necesitan para la construcción de la carpeta asfáltica. En caso que la evaluación no sea favorable para abastecerse de bancos comerciales, los bancos de materiales requeridos para la carpeta asfáltica, se deberán ubicar involucrando otros criterios además de los técnicos para su explotación. Estudios precisos sobre geología, climas, factores bióticos y socioeconómicos, que permitan plantear acciones para disminuir la erosión, minimizar la alteración del medio a través del transporte de partículas por viento, afectaciones a comunidades animales o vegetales frágiles o bajo protección, así como considerar las distancia con respecto a las poblaciones evitando afectaciones a la misma y minimizar gastos de transporte.

Por otra parte, es recomendable mantener el material cubierto con lonas húmedas durante el transporte para evitar que sea arrastrado por el viento. Al ubicar cerca los bancos de material de las obras o plantas de producción se disminuye el tiempo de transporte y en consecuencia las emisiones contaminantes producidas por combustión incompleta, en donde también es necesario contar con un programa de mantenimiento de todos los vehículos.

Impacto: Incremento de ruido laboral y ambiental.

Descripción: Las actividades desarrolladas en el banco de materiales involucran un movimiento constante de maquinaria pesada, camiones de carga, personal y la operación de trituradoras, lo que genera niveles de ruido altos y variables. Este ruido ahuyenta a la fauna y en algunos casos ocasiona problemas de salud como sordera temporal o permanente si existe exposición prolongada a esos niveles de ruido. Asimismo, si una población cercana se encuentra expuesta a niveles de ruido altos, puede sufrir estrés u otras alteraciones sicosomáticas relacionadas con el ruido. A este impacto se le identificó como adverso poco significativo porque es un impacto temporal e intermitente.

Por otra parte, al construir la carpeta asfáltica se inicia el tránsito por la vía carretera, situación que genera, entre otras cosas, niveles de ruido cuya intensidad tendrá aproximadamente un máximo de 88 decibeles a una distancia de 15 metros. El impacto es adverso poco significativo, debido a que deteriora la calidad del ambiente en un radio de afectación únicamente local e intermitente, pero su permanencia es indefinida ya que tiene una relación directa con la vida útil de la carretera.

Mitigación: Disminución en la calidad del suelo e incremento en la erodabilidad.

Descripción: En muchos casos la superficie agrícola del suelo es retirada en su totalidad durante el aprovechamiento de los bancos de material, por tanto sus características físicas como estructura, espacio poroso, densidad, entre otras, se pierden. Al mismo tiempo al separarlo de su cubierta vegetal y acumularlo en montículo o dispuesto en otras áreas es lavado por la lluvia y viento erosionándose rápidamente. Por otro lado, la superficie que ha sido despojada de la cubierta vegetal y de la capa

superficial del suelo, deja al descubierto el material litológico profundo convirtiéndolo en material fácilmente erosionable por la acción del viento y el agua. Este impacto es adverso significativo debido a que la recuperación total del sitio llevará varios años para el establecimiento de las primeras etapas de la sucesión ecológica de la vegetación, y varios cientos de años para el desarrollo de un horizonte orgánico de suelo.

Mitigación: El suelo agrícola que se elimina de los bancos de materiales se puede utilizar para establecer áreas verdes alrededor del banco de material, en los camellones de la carretera o asignarse a un lugar específico donde se favorezca el desarrollo de la vegetación temporalmente para reutilizarlo en la recuperación del área del banco de material una vez que se ha terminado su aprovechamiento, y evitar que esta área se erosione o se produzca un cambio de uso de suelo.

Impacto: Modificación de la calidad del agua de los acuíferos.

Descripción: Durante el aprovechamiento del banco de material se favorece la lixiviación de sustancias como hidrocarburos, aceites, residuos orgánicos generados por los trabajadores, entre otros, hacia el manto freático contaminado el acuífero, por otro lado la ausencia de vegetación en esa zona provocará cambios en el microclima, si el área es muy extensa y cubierta por una comunidad arbórea bien establecida, los cambios pueden ser mesoclimáticos provocando variaciones en la recarga de los acuíferos por alteración de los ciclos hidrológicos, por tanto el impacto generado es adverso significativo, con base en que para recuperar el ecosistema original se requerirán varios años y un gran esfuerzo perfectamente planeado.

Mitigación: Programar la rehabilitación de la zona inmediatamente después de que se termine el aprovechamiento del banco de material, procurando la utilización de suelo y vegetación de la región y evitando derrames de sustancias como combustibles, aceites o aditivos necesarios para maquinarias y equipos empleados, por lo que es necesario destinar sitios específicos para el almacenamiento de estas sustancias en donde se cuente con materiales impermeables en el suelo que eviten su infiltración.

Impacto: Afectación a la salud.

Descripción: Las partículas sólidas suspendidas en el aire por la actividad de aprovechamiento de bancos de material quedan disponibles para ser ingeridas a través del sistema respiratorio y digestivo, provocando generalmente enfermedades respiratorias que pueden ser desde un flujo continuo de mucosidad hasta llegar a favorecer la aparición de asma, debido a la acumulación de partículas de polvo en las vías respiratorias y membranas pulmonares, de esto pueden derivar gastos médicos y pensiones por enfermedad. El impacto generado es adverso poco significativo, debido a que la población expuesta es en su mayoría personal que labora en la obra y cuenta con equipo de seguridad.

Mitigación: Ubicar los bancos de materiales alejados de centros de población y suministrar al personal el equipo de protección, por ejemplo googles, mascarilla, casco y guantes, necesario para realizar su trabajo minimizando riesgos de enfermedades.

Impacto: Modificación de microclima.

Descripción: Las alteraciones sobre el microclima son de dos tipos, el primero es el cambio climático en los alrededores del banco de material debidos a la eliminación de la cubierta vegetal en el sitio de aprovechamiento y el aplastamiento de las plantas de los alrededores por el paso del personal e instalación y operación de maquinaria y equipo. Este efecto es más grave en zonas con cubierta vegetal especial como los bosques y selvas, donde la vegetación es homogénea y abundante. El impacto es adverso significativo, debido a que se genera un deterioro del ambiente en la zona del banco y por otro lado puede ser irreversible; es decir, que no es posible recuperar las condiciones iniciales del sitio.

Mitigación: Elaborar programas de restauración donde se incluyan actividades como preservar la capa agrícola del suelo y la vegetación nativa que sea posible para utilizarla al terminar el aprovechamiento en

la recuperación de la cubierta vegetal en el sitio, favoreciendo así el amortiguamiento de cambios extremos de temperatura tanto a nivel local como regional.

Impacto: modificación de la topografía.

Descripción: Para la extracción de material se eligen generalmente cerros, resultando que la extracción puede ser tan severa que desaparezcan parcial o completamente, convirtiendo la zona en una serie de depresiones en el terreno con roca desnuda en la cual la cubierta vegetal tardará algunos años en establecer los primeros estadios de la sucesión ecológica y algunos cientos de años en volver a formar una capa de suelo orgánico (horizontes con estructura, textura, porosidad y materia orgánica), por lo tanto, es imposible recuperar las condiciones iniciales, generando un impacto adverso significativo.

Mitigación: Este impacto no es mitigable, sin embargo es posible realizar acciones compensatorias como, favorecer el establecimiento de la cubierta vegetal en la zona y la inmigración de las especies faunísticas.

Impacto: modificación del patrón de drenaje superficial.

Descripción: La extracción de materiales creará depresiones en el terreno por la extracción del material y elevaciones por la acumulación de material seleccionado, lo cual modificará el drenaje superficial porque se crearán barreras físicas, pero además se aumentarán los sólidos suspendidos arrastrados por escorrentías y van a desembocar en los arroyos y cuerpos de agua cercanos, este efecto será más grave en proporción directa a la pendiente de la zona donde se encuentra ubicado el proyecto. El impacto resultante es adverso significativo, porque deteriora las condiciones ambientales y su influencia se puede prolongar hasta la región completa por la acción de los nuevos escurrimientos que formarán un sistema de drenaje superficial nuevo.

Mitigación: Este impacto no es mitigable, pero pueden aplicarse medidas compensatorias como evitar invadir zonas fuera del área definida para el banco de materiales con residuos de la actividad misma o generados por los trabajadores.

Impacto: Deterioro de la calidad del agua superficial.

Descripción: El material suelto generado por la excavación puede ser arrastrado fácilmente por las escorrentías de las épocas de lluvia para depositarse en los arroyos y lagos alrededor del proyecto. La presencia de sólidos en los cuerpos de agua evita la penetración de la luz y los procesos de fotosíntesis de algunos organismos acuáticos, también altera los ciclos de equilibrio químico generando entre otras cosas una mayor demanda de O₂ y en consecuencia la eutroficación del cuerpo de agua y la muerte de los organismos.

Mitigación: Es recomendable determinar un sitio para almacenar el material de manera que no pueda ser arrastrado por el agua, así como implementar trampas de sedimentación para disminuir la cantidad de sólidos sedimentables que se incorporan a las corrientes de los ríos y a los embalses, presas y lagos.

Impacto: Eliminación de la cubierta vegetal.

Descripción: Durante la explotación de bancos de material, es necesario eliminar la cubierta vegetal para poder realizar el aprovechamiento del material. Se realiza primero una limpieza y deshierbe del sitio y después se retira el suelo superficial u horizonte agrícola para finalmente extraer los materiales litológicos que reúnen las características apropiadas para ser utilizados como materiales pétreos en la construcción de superficies de rodamiento. El impacto generado es adverso significativo porque propicia el deterioro del medio ambiente y el impacto, aún cuando es local, es grave, ya que la vegetación sobre todo si son comunidades como bosques o selvas no es fácil volverla a introducir en el sitio en menos de 10 años aún y cuando se consiga lograr condiciones de sitio apropiadas para su desarrollo sobre todo en lo referente a propiedades físicas y químicas del suelo.

Mitigación: Dentro del programa de recuperación de sitio debe considerarse la conservación, en la medida de lo posible, del material removido tanto vegetal como del horizonte superficial del suelo (horizonte agrícola), para reutilizarse posteriormente en la recuperación del sitio sirviendo como medio de sostén y material biológico mínimo necesario para el establecimiento de una cubierta vegetal en la zona respetando la composición florística original del sitio.

Actividad: OPERACIÓN DE LA PLANTA DE ASFALTO

Impacto: Disminución de la calidad del aire.

Descripción: La operación de las plantas de asfalto generan emisiones de gases producto de la combustión incompleta de derivados de petróleo utilizados para el calentamiento de la mezcla asfáltica y vapores de sustancias volátiles utilizadas como aditivos en la mezcla que escapan de los equipos de control de vapores. Estas sustancias se incorporan a la atmósfera y se convierten en elementos disponibles para la asimilación por parte de los seres vivos. Por otro lado, la preparación de mezcla asfáltica involucra la utilización de materiales pétreos, por lo que existe un aumento de los niveles de emisión de partículas sólidas suspendidas, debido a los movimientos de esos materiales. El impacto generado es adverso significativo, debido a que los gases de combustión, compuestos orgánicos volátiles y partículas sólidas suspendidas son tóxicas y pueden tener una afectación directa en la salud de la población.

Mitigación: La emisión de gases de combustión a la atmósfera en plantas de asfalto es controlable si se manejan dos etapas en su control; la primera es un monitoreo periódico al que están obligadas todas las industrias, en relación a gases de combustión e isocinéticos. Con base en estos datos es posible establecer el sistema de captura de gases más apropiado para la planta de asfalto en particular, de tal manera que la eficiencia sea el máximo necesario para no solamente cumplir con una normatividad sino ofrecer una mayor seguridad, tanto en el ambiente laboral como en calidad de aire ambiental. Además es necesario dotar a los trabajadores del equipo de protección personal mínimo necesario para trabajar con estos materiales, como son guantes, mascarilla para solventes, ropa de algodón, botas, entre otros.

Actividad: Mezclado

Impacto: Disminución de la calidad del aire.

Descripción: En el proceso de mezclado aun cuando ya estén dosificados los materiales al adicionar el agua y mezclar se generan pequeñas cantidades de polvo que son liberadas al aire deteriorando su calidad, esta cantidad de polvo aumenta considerablemente en los procesos de trituración del material durante su preparación para obtener el tamaño de agregado adecuado, por tanto el impacto generado es adverso no significativo, debido a que la emisión es temporal, no rebasa el área de trabajo y los volúmenes emitidos son relativamente bajos en comparación con otras industrias.

Mitigación: Afectaciones a la salud.

Descripción: Durante el mezclado se llegan a emitir compuestos orgánicos volátiles por el calentamiento de la mezcla, los cuales se evaporan incorporándose al ambiente. La exposición a concentraciones altas o prolongadas a estos solventes puede ocasionar problemas teratogénicos, cancerígenos, entre otros (ver capítulo 4 y hojas de seguridad de sustancias riesgosas en el anexo de este documento). Además, las temperaturas elevadas de los materiales pueden ocasionar quemaduras y artritis a los trabajadores cuando no se manejan con el equipo de protección personal necesario. El impacto generado es adverso no significativo, debido a que el material caliente lo esparce la pavimentadora y posteriormente es compactado con la compactadora de rodillos por tanto el contacto que tienen los trabajadores con ese material es mínimo.

Mitigación: En la medida de lo posible es recomendable que se sustituyan las mezclas asfálticas que utilizan compuestos orgánicos volátiles con emulsiones, las cuales se preparan a base de agua y que además tienen la ventaja de ser más económicas. Por otro lado, siempre que se trabaje con mezclas

asfálticas debe emplearse el equipo de seguridad necesario para evitar enfermedades y accidentes laborales.

Actividad: TENDIDO DEL CEMENTO ASFALTICO

Impacto: Elevación de la temperatura local.

Descripción: El tendido del asfalto genera dos tipos de alteraciones climáticas, el primero es el cambio microclimático en el derecho de vía debidos a la distinta refractancia del asfalto respecto a al superficie original (suelo), así como modificaciones mesoclimáticas generadas por la creación de pasillos entre valles, los cambios son más drásticos cuando se divide una zona con cubierta vegetal homogénea, ya que se crea un desequilibrio en el ecosistema deteriorándolo favoreciendo la formación de manchones aislados. El asfalto absorbe mucho mayor cantidad de calor que el suelo mismo, por tanto al liberar este calor durante la tarde y noche genera un aumento en la temperatura local y su permanencia por un mayor número de horas. Los cambios microclimáticos y, en especial, los mesoclimáticos pueden ocasionar efectos secundarios sobre los ecosistemas como cambios en los regímenes de lluvia local, ocasionando problemas de inundaciones o sequías. Una de las características más importantes de estos proyectos es que abarcan más de un ecosistema y esto genera una diversidad de impactos que dependen de los recursos que se encuentran en cada uno. El impacto se considera, en general, poco significativo debido a que es local pero permanente. Sin embargo, de manera local pudieran existir características ambientales frágiles que vuelvan a este impacto como significativo.

Mitigación: Este es un impacto no mitigable, pero se puede emplear como medida compensatoria el establecimiento y mantenimiento de una cubierta vegetal a ambos lados del derecho de vía de las carreteras y en los camellones, lo cual favorecerá el control de los cambios de temperatura y la humedad local.

Impacto: Modificación del patrón de drenaje del agua superficial.

Descripción: La construcción de la superficie de rodamiento creará una barrera para las escorrentías naturales y modificará su dirección, ocasionando el cambio de curso de los pequeños riachuelos, modificando la alimentación de cuerpos de agua, tanto lóticos como lénticos. Este efecto permanente y tiene efecto a distancias considerables del proyecto tan lejos como lleguen las escorrentías y ríos intermitentes definidos por el patrón modificado de drenaje, por tanto el impacto resultante es adverso significativo, salvo en sitios donde el patrón de drenaje sea incipiente o nulo, como en algunas zonas planas, donde prevalecen los escurrimientos de tipo laminar.

Mitigación: La modificación del patrón de drenaje es un impacto no mitigable debido a que es inevitable el efecto barrera de la carpeta asfáltica, pero es posible elaborar un programa de restauración de las áreas colindantes con el derecho de vía de la carretera para favorecer el desarrollo de la vegetación y la inmigración de algunas especies faunísticas. Por otro lado, es importante que el drenaje de la carretera tenga un diseño adecuado al patrón de drenaje que cruzará y un mantenimiento preventivo permanente.

Impacto: Disminución en la recarga de acuíferos.

Descripción: Al cubrir con asfalto el derecho de vía para construir la superficie de rodamiento, se disminuye la superficie de infiltración del agua al manto freático, además al obstaculizar los escurrimientos del agua se modifica su curso y en consecuencia se modifica también la tasa de infiltración. El impacto generado es adverso significativo, debido a que es permanente y su influencia va más allá del área definida para el proyecto.

Mitigación: Para evitar la disminución de las poblaciones faunísticas en la zona, se deberá impulsar campañas de concientización dirigidas al personal que labora en la construcción al público en general (durante la operación de la carretera) para evitar el maltrato o caza de cualquier animal con el que se encuentre, a menos que represente una amenaza directa.

Impacto: Contaminación de suelo.

Descripción: Cuando se coloca la carpeta asfáltica pero el pavimento no cumple con alguna de las especificaciones establecidas por la normatividad, se retira, por lo que se vuelve un residuo (escombro del pavimento retirado). Muchas veces este residuo se transporta y se dispone en sitios que no están acondicionados ni autorizados para la disposición final de este tipo de residuos. Esta actividad genera un impacto adverso al suelo que se esté afectando. La evaluación del impacto dependerá del volumen y características del residuo en particular, así como del uso del sitio de disposición.

Mitigación: Establecer un procedimiento de reciclado de la carpeta asfáltica, para que se aplique en caso de que no cumpla con alguna de las especificaciones establecidas por la normatividad. Con esta actividad se evitará el daño al suelo al evitar su contacto con los residuos.

Impacto: Dotación de Infraestructura y servicios.

Descripción: A partir del tendido de la superficie de rodamiento y una vez que se ha endurecido totalmente, se contará con vías de comunicación que permiten disminuir los tiempos de traslado y el acceso rápido a centros de atención primaria, esto producirá un incremento en la demanda de infraestructura local, lo cual dará lugar a la instalación de más servicio. Se mejorará considerablemente el nivel de vida de las comunidades, también se favorece el comercio entre las poblaciones y la comunicación en general teniendo como resultado intercambios comerciales constantes. Este impacto se considera siempre como beneficio significativo.

Mitigación: Debido a que se trata de un impacto positivo no aplica este punto.

Impacto: Crecimiento de la mancha urbana.

Descripción: El trazo de la carretera favorece el asentamiento irregular de personas a lo largo de ella, aumentando el detrimento del ecosistema y de las posibilidades de atropellamientos, mutilaciones y traumatismos, por un crecimiento acelerado de la mancha urbana fuera de cualquier plan o programa de desarrollo urbano. Lo anterior propicia un impacto adverso significativo, debido a que es un impacto permanente y creciente.

Mitigación: todo asentamiento humano que se establezca a ambos lados de las carreteras, deberá contemplarse y regularse pro programas y/o planes de desarrollo municipal. De tal manera que sea un crecimiento controlado. Por otra parte, se deberán impulsar campañas de concientización para la población, en relación al cuidado de los recursos naturales existentes.

Actividad: MANEJO Y ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLES PARA MAQUINARIA Y EQUIPOS.**Impacto: Contaminación de suelo.**

Descripción: Durante la construcción de la superficie de rodamiento se requiere de la utilización de combustibles para los que se destinan sitios de almacenamiento y con esto evitar recorrer grandes distancias para abastecerse. El almacenamiento inadecuado puede provocar fugas de combustible que ocasionen cambios severos a las características químicas del suelo, afectando su fertilidad. El combustible derramado impregna las partículas de suelo, al infiltrarse al subsuelo lixiviado por agua de lluvia o por gravedad, ocasionando trastornos en la oxigenación, favoreciendo una atmósfera anaerobia, afectando la fauna edáfica y la flora presentes en el sitio; además si llegara a tener contacto la población con el suelo contaminado, podría ocasionar problemas de salud. El impacto resultante es adverso y puede variar en valores de poco a significativo, lo cual depende del tipo y volumen de contaminante.

Mitigación: Instalar un sitio específico para el almacenamiento de combustibles, el cual debe tener una cubierta impermeable en el piso para evitar contaminar el suelo, un techo que evite la intemperización por lluvia y sol del tanque de almacenamiento que pudieran provocar su deterioro y ocasionar fugas y derrames. Además, se deberá prohibir el paso a personal no autorizado a estas instalaciones, por lo que

se deberá designar a personal capacitado como responsable del almacenamiento, manejo y suministro de combustibles, y en caso de que se requiera, de otras sustancias identificadas como peligrosas.

Impacto: Generación de empleos.

Descripción: Durante la construcción y conservación de la superficie de rodamiento se generarán nuevas fuentes de trabajo, aunque la mayoría de ellas son temporales y, en general, son menos que durante las etapas anteriores correspondientes a la apertura del derecho de vía y la construcción del cuerpo de la carretera. Este impacto se identifica como benéfico poco significativo, debido a la temporalidad del mismo.

Mitigación: Debido a que es un impacto positivo no hay mitigación que proponer.

Etapas: CONSERVACIÓN.

Actividad: Durante todas las actividades de conservación como son Renivelación, Riego de Sello, Sobrecarpetas, Bacheo y reciclado.

Impacto: Deterioro de la calidad del aire.

Descripción: Debido a que es necesario emplear nuevamente mezcla asfáltica para renivelar hundimientos en la carpeta se requiere todo el proceso de elaboración en planta o in situ, el cual genera problemas de emisiones a la atmósfera de gases de combustión y vapores de solventes utilizados en la preparación de algunas mezclas asfálticas. El impacto generado es adverso poco significativo, debido a que es temporal y las cantidades de vapores emitidas son mínimas, además existe un proceso de dilución en el ambiente favorecido por la presencia de vientos en algunas zonas.

Mitigación: Realizar un programa de mantenimiento de todos los equipos fijos como móviles, así como vehículos y maquinaria necesarios para la elaboración y tendido de las capas de carpeta asfáltica suficientes para la renivelación. Asimismo, es conveniente sustituir las mezclas que utilizan solventes orgánicos por emulsiones asfálticas que emplean agua como disolvente, lo cual es mucho más conveniente para conservar el ambiente.

Impacto: Aumento de los niveles de ruido.

Descripción: La actividad de preparación y tendido de las capas para la nivelación, genera un nivel de ruido de 88 decibeles a 15 metros de distancia, lo cual puede ocasionar trastornos auditivos y nerviosos si se está expuesto de manera constante a ellos, pero debido a que la exposición es temporal e intermitente, el riesgo es menor, por lo que el impacto que se identifica es adverso poco significativo.

Mitigación: Es recomendable para minimizar los efectos producidos por el ruido, respetar los horarios de trabajo diurnos y no trabajar por la noche. Es necesario también que el personal que labora en las actividades de conservación, utilice tapones para los oídos.

Impacto: Alteración de las actividades de la comunidad.

Descripción: Este impacto se aplica de manera general a todos los métodos empleados para dar mantenimiento a una carpeta asfáltica. La realización de estos trabajos en horario y días inapropiados puede ocasionar problemas viales graves, como congestionamientos y accidentes. Este impacto se identifica como adverso poco significativo porque es temporal e intermitente.

Mitigación: Deben programarse los horarios y días en los cuales se realizará la renivelación dependiendo de la afluencia vehicular que registra la vialidad a reparar y debe proporcionarse al personal el equipo adecuado que le permita trabajar con seguridad en la zona de trabajo. Es importante igualmente señalar correctamente la zona de trabajo y, asegurarse que para el personal que labora en la renivelación sea perfectamente visible a cualquier hora.

Impacto: Daños a la salud.

Descripción: Durante la rehabilitación de pavimentos, como la colocación de una sobrecarpeta, se requiere efectuar escarificación, pero muchas veces durante estas operaciones se calcina el asfalto, lo que produce espesas nubes de humo. Esta actividad puede provocar daños en la salud de los trabajadores al aspirar el humo. Este impacto adverso puede llegar a identificarse como significativo, dependiendo de los tiempos de exposición de los trabajadores.

Mitigación: **Se deberá dotar a los trabajadores con equipo de seguridad que contemple el uso de mascarillas, particularmente las personas que realizan la escarificación. Asimismo, se deberá realizar y aplicar un procedimiento adecuado para las actividades de escarificación, con el objetivo de evitar la calcinación del asfalto.**

VI.8.- MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DEL CAMINO OSTULA-E.C. (COSTERA) DEL KM. 0+000 AL KM 6+000, ESTADO DE MICHOACAN”



**DIRECCIÓN GENERAL DE ORDENAMIENTO
ECOLÓGICO E IMPACTO AMBIENTAL**

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL
MODALIDAD REGIONAL DE PROYECTOS DE
VIAS GENERALES DE COMUNICACIÓN**

VI.8.1.- DATOS GENERALES DEL PROYECTO.

Datos Generales del Proyecto

Clave del Proyecto: XXXXXXXX

Nombre del proyecto:

“Manifestación de impacto ambiental para la modernización del camino: Ostula-E.C. (Costera) del Km. 0+000 al km 6+000, estado de Michoacán”

Datos del Sector y Tipo de Proyecto:

Sector:	Infraestructura Carretera
Subsector:	Vialidades
Tipo de Proyecto:	Camino tipo “ D ” pavimentado

Estudio de Riesgo

Debido a que el área de proyecto y las modificaciones al estado actual del camino son mínimas no se considera necesaria la elaboración del estudio de riesgo, los residuos generados no serán peligrosos y su cantidad y manejo de los mismos no representan un alto riesgo para la zona.

Ubicación del Proyecto:

Artículo IV.

Artículo V.

El camino Ostula-E.C.(Costera) tiene como origen en el entronque con la carretera federal Playa Azul-Colima km. 189+100, el tramo relativo a este proyecto es: del km 0+000 al km 6+000.

Este tramos de camino se ligan con la carretera federal Playa Azul-Colima, es decir pertenecen al municipio de Aquila, en el estado de Michoacán.

Las coordenadas correspondientes a la cabecera municipal (Aquila) son las siguientes:

Latitud Norte: 18 ° 36 ‘
Longitud Oeste: 103 ° 30 ‘
Altitud: 200 msnm

A continuación se presenta el croquis de ubicación de la zona de proyecto:

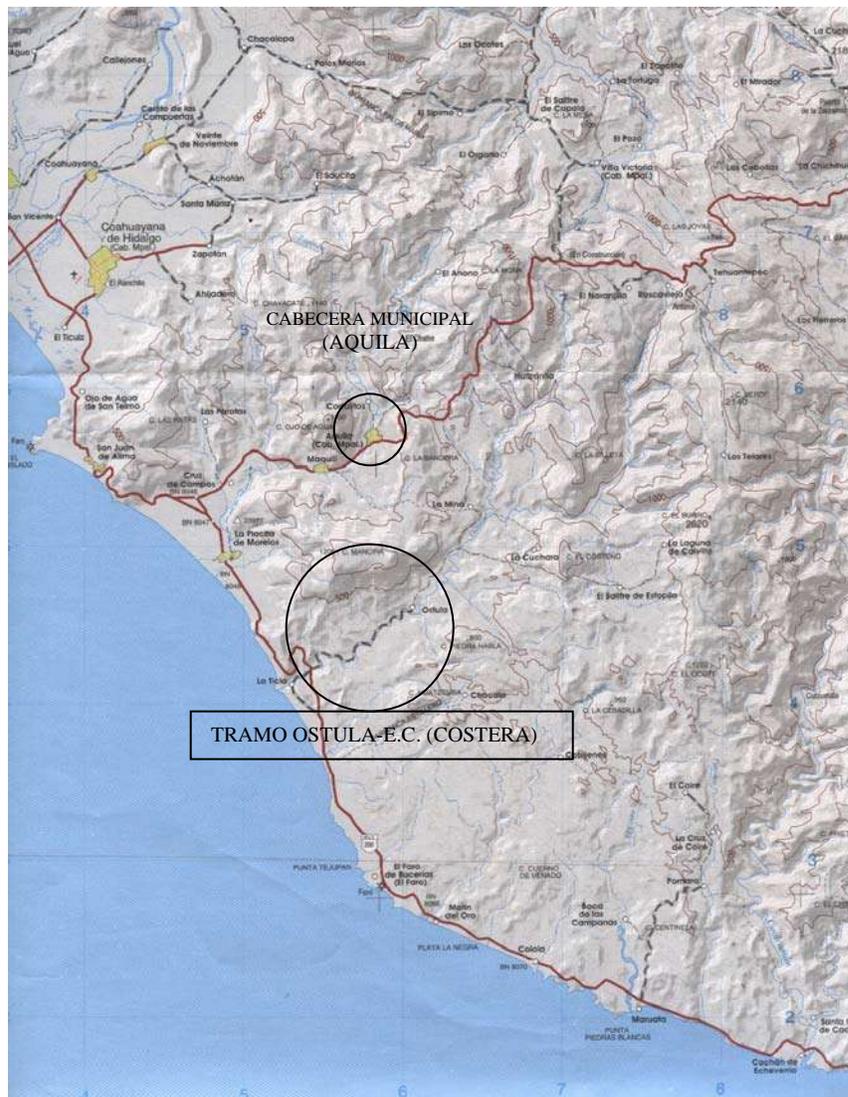


Imagen VI.2

VI.8.1.1.- INFORMACIÓN ADICIONAL DEL PROYECTO:

El camino Ostula-E.C.(Costera) tiene una longitud de 18.0 km, actualmente como camino rural, con origen en el entronque con la carretera federal Playa Azul-Colima km. 189+100, el tramo relativo a este contrato es del km 0+000 al km 6+000, el cual se realizará conforme a las normas y especificaciones de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes para construir un camino tipo "D" pavimentado con un ancho de corona de 7.0 m en tangente.



Imagen VI.3 MACROLOCALIZACIÓN DEL PROYECTO.

Dimensiones del Proyecto:

Longitud Total: 6+000 Km.
 Ancho de derecho de Vía: 20 m.
 Ancho de Proyecto: 7 m.
 Área Total de Proyecto: 42, 000 m²
 Área Total a afectar: 42,000 m²

Se presenta la sección tipo y la planta de proyecto para ilustrar las dimensiones del proyecto, así como las vistas generales del camino actual:

SECCION TIPO
PLANTA DE PROYECTO

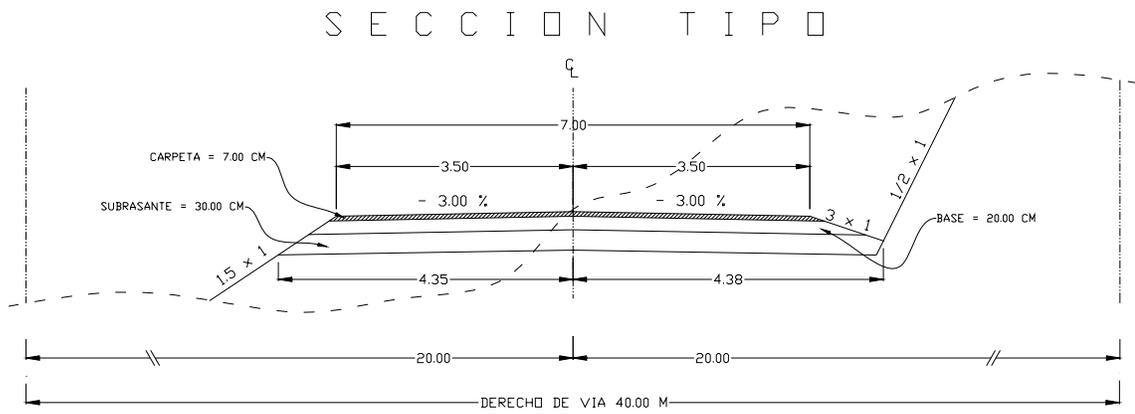


Imagen VI.4

PLANTA DEL PROYECTO.

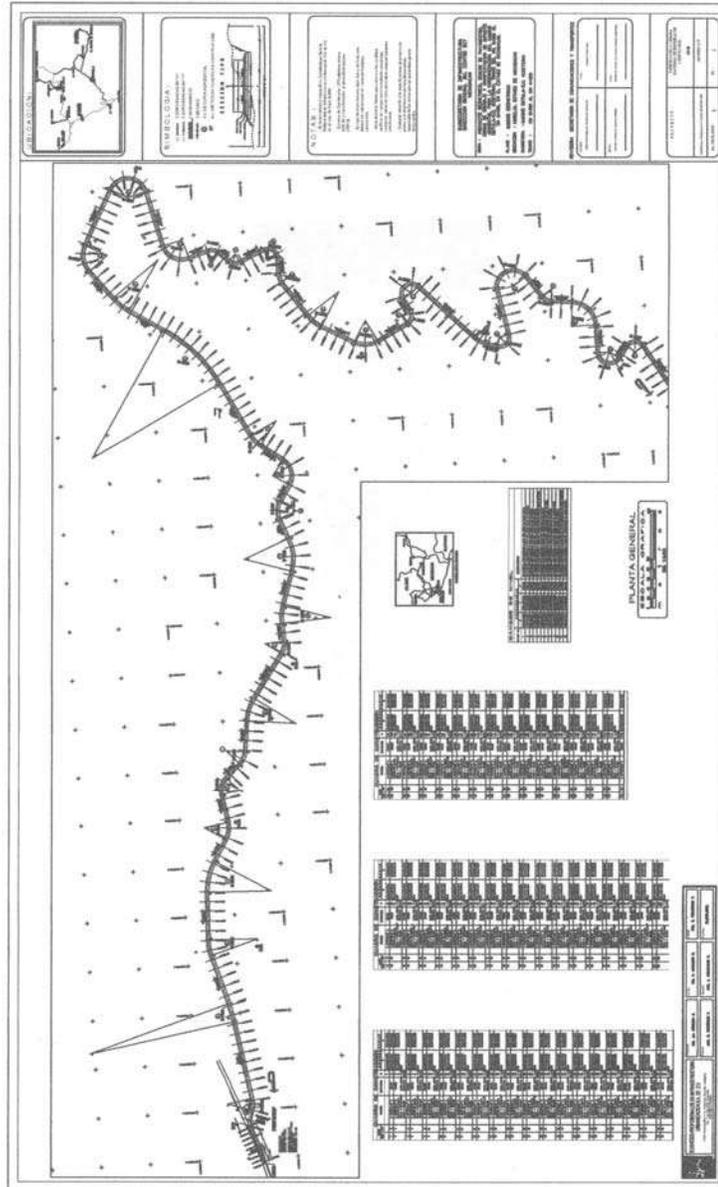


Imagen VI.5

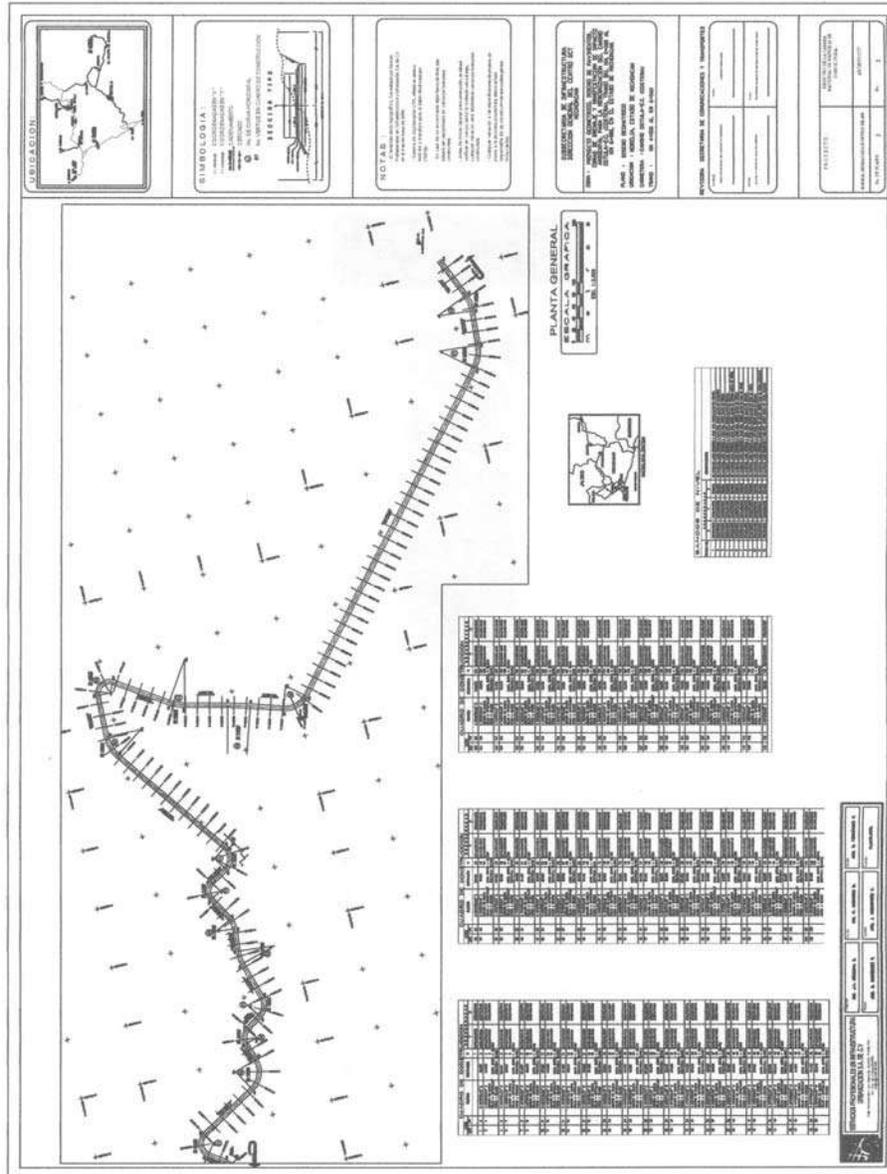


Imagen VI.6

VISTAS GENERALES DEL CAMINO ANTES DE SU MODERNIZACIÓN:
(Imagen VI.7)



3+800



4+800



5+000



5+250

Datos generales del promovente

Razón Social:

R.F.C. :

Nombre del Representante Legal:

Cargo del Representante Legal:

R.F.C. del Representante Legal:

Dirección del promovente para recibir u oír notificaciones:

Datos generales del responsable de la elaboración del Impacto Ambiental

Razón Social:

R.F.C. :

Nombre del responsable técnico de la elaboración del estudio:

R.F.C. del responsable técnico de la elaboración del estudio

CURP del responsable técnico de la elaboración del estudio

Cedula Profesional del responsable técnico de la elaboración del estudio

Dirección del responsable técnico de la elaboración del estudio

VI.8.2.- DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y, EN SU CASO, DE LOS PROGRAMAS O PLANES PARCIALES DE DESARROLLO

La Secretaría de Comunicaciones y Transportes por medio de la Subsecretaría de Infraestructura y la Unidad de Infraestructura Carretera para el Desarrollo Regional contrata a la empresa XXXXXXXXXXXXXXXX, S.A. de C.V. para la realización de: "Manifestación de impacto ambiental para la modernización del camino: Ostula-E.C. (Costera), tramo del km 0+000 al km 6+000, estado de Michoacán."

Según el Artículo 31 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente se requerirá de la presentación de un informe preventivo cuando:

- I. Existan Normas Oficiales Mexicanas u otras disposiciones que regulen las emisiones, las descargas, el aprovechamiento de recursos naturales y, en general, todos los impactos ambientales relevantes que puedan producir las obras o actividades;
- II. Las obras o actividades de que se trate estén expresamente previstas por un plan parcial de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que haya sido evaluado por la Secretaría en los términos del Artículo siguiente, o.
- III. Se trata de instalaciones públicas en parques industriales debidamente autorizados en los términos de la presente sección.

Además, el artículo 41 de la Ley para la Protección del Ambiente Natural y el Desarrollo Sustentable del Estado de Puebla, establece que se presentará el Informe Preventivo cuando:

- I. Existan Normas Oficiales Mexicanas u otras disposiciones que regulen las emisiones, las descargas, el aprovechamiento de recursos naturales y, en general, todos los impactos ambientales relevantes.
- II. Se trate de obras o actividades que por su ubicación, dimensiones o características no ocasionen un impacto ambiental significativo.
- III. Las obras o actividades de que se trate están expresamente previstas en algún programa de ordenamiento ecológico o desarrollo urbano, que se encuentren debidamente autorizados.
- IV. Se trata de instalaciones públicas en parques industriales debidamente autorizados.

Tomando en cuenta lo anterior, al proyecto le aplican en sus diferentes etapas y niveles de competencia, las siguientes Normas Oficiales Mexicanas.

Emisiones a la atmósfera:

NOM-041-SEMARNAT-1999, Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.

NOM-045-SEMARNAT-1996, Que establece los niveles máximos permisibles de opacidad de humo provenientes del escape de vehículos automotores en circulación que usan diesel como combustible.

NOM-048-SEMARNAT-1993, Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono y humo, provenientes del escape de motocicletas en circulación que utilizan gasolina o mezcla de gasolina-aceite como combustible.

Ruido:

NOM-080-SEMARNAT-1994, Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de vehículos automotores, motores y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.

NOM-081-SEMARNAT-1994, Que establece los límites máximos permisibles de ruido proveniente de fuentes fijas y sus métodos de medición.

Residuos sólidos municipales:

NOM-083-SEMARNAT-1996, Que establece las condiciones que deben reunir los sitios destinados a la disposición final de los residuos sólidos municipales.

Medidas de seguridad:

NOM-001-STPS-1999. Edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo - Condiciones de seguridad e higiene.

NOM-002-STPS-2000. Condiciones de seguridad – Prevención, protección y combate de incendios en los centros de trabajo.

NOM-004-STPS-1999. Sistemas de protección y dispositivos de seguridad en la maquinaria y equipo que se utilice en los centros de trabajo.

NOM-005-STPS-1998. Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas.

NOM-006-STPS-1993. Relativa a las condiciones de seguridad e higiene para la estiba y desestiba de los materiales en los centros de trabajo.

NOM-011-STPS-1994. Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo en donde se genere ruido.

NOM-017-STPS-1994. Relativa al equipo de protección personal para los trabajadores en los centros de trabajo.

NOM-018-STPS-2000. Sistema de identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo.

NOM-022-STPS-1999. Electricidad estática en los centros de trabajo – Condiciones de seguridad e higiene.

NOM-024-STPS-1993. Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo en donde se generen vibraciones.

NOM-025-STPS-1999. Condiciones de iluminación en los centros de trabajo.

NOM-026-STPS-1999. Condiciones y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías.

NOM-080-STPS-1993. Higiene industrial medio ambiente laboral, determinación del nivel sonoro continuo equivalente, al que se exponen los trabajadores en los centros de trabajo.

VI.8.2.1.- INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

El camino Ostula-E.C.(Costera), con origen en el entronque con la carretera federal Playa Azul-Colima km. 189+100, el tramo relativo a este proyecto es del km 0+000 al km 6+000.

Dicho camino se ubica dentro del municipio de Aquila, al suroeste del Estado de Michoacán.

El tramos en base a Normas y especificaciones de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, corresponde a un camino tipo “D” pavimentado con un ancho de corona de 7.0 m en tangente.

El propósito general para la modernización del camino antes mencionado es: el mejoramiento de la vía de comunicación para las localidades que son unidas por dicha vialidad, esto debido al crecimiento poblacional y a su vez, al aumento vehicular derivado de las actividades socio-económicas de la población.

Del recorrido de sensibilización se determinó el ámbito geográfico en el que se desarrolla el estudio de tránsito, que asegura una relación significativa con las diversas poblaciones, en términos: Políticos, Económicos, Administrativos, Culturales, de Servicio y Actividades que se traducen en intercambios y movimientos, de personas y mercancías.

VI.8.2.3.- NATURALEZA DEL PROYECTO:

Por el tipo de Proyecto a realizar entra en la clasificación de “Modernización de vialidad”; ya que como se mencionó anteriormente consiste en modernizar los caminos ya existentes, con la finalidad de mejorar el funcionamiento de la vialidad para tener mejor vías de comunicación.

VI.8.2.4.- JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

El aumento poblacional constante, el deterioro de la infraestructura actual, así como la demanda de unas mejores vías de comunicación que brinden seguridad y a su vez menores tiempos de recorrido, son los objetivos principales que justifican la realización del proyecto y más adelante la construcción de vialidades que tienen como objetivo cubrir dichas necesidades de la sociedad, esto considerando siempre brindar un buen servicio que incluya: menores tiempos de recorrido, seguridad tanto para automovilistas como para peatones; así como calidad en el servicio, dentro de los cuales se incluye: Proyecto de señalamiento y dispositivos de seguridad vial, así como Proyecto de Drenaje (transversal y longitudinal) y Subdrenaje.

Los objetivos principales del proyecto son:

Mejorar la calidad del camino logrando que este cumpla con los requerimientos de este tipo de vialidades. para evitar así problemas a los usuarios de la vialidad.

Evitar y reducir accidentes, disminuyendo los costos de operación y bajar los tiempos de recorrido.

Recolectar las aguas pluviales que se presentan dentro de la vialidad que conforman el área de proyecto, evitar inundaciones en los puntos bajos, así como cualquier escurrimiento superficial que llegue a ellas proveniente de las calles aledañas consideradas dentro del proyecto o fuera de él según sea la conformación de la topografía de la zona que es la que gobierna el escurrimiento superficial.

Mediante el proyecto de señalamiento, mejorar la seguridad y optimizar la operación del tránsito, racionalizar la vialidad, y guiar al usuario.

Evitar las afectaciones en áreas naturales, así como prevenir impactos ambientales generados por las obras y actividades que forman parte del proyecto.

VI.8.2.5.- CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO

- *Categoría o clasificación del proyecto: Modernización de vialidad*
- *Dimensiones:*
 - Longitud del tramo:
Ostula-E.C.(costera) 6+000 Km.
 - Ancho de calzada: promedio: 7.00 mts.
 - Ancho de corona: promedio: 7 mts
 - Km inicial 0+000 al Km 6+000
 - Trazo: 7.00 mts
 - Secciones: Transversales a cada 20 mts
 - Ubicación: km 0+000 al 6+000 Km. del camino a Ostula.
 - Dimensiones del derecho de vía: 20 mts hacia ambos lados
- Flujos o tránsito promedio y máximo diarios: TPDA: 100 a 500 vehículos.
 - Tipo de vehículos: A, A2, B2, C2, C3, T3-S2, T3-S3.

Superficie total requerida

- *Superficie total: 42,000.00 m²*
- *Superficie de construcción: 42,000.00 m²*

- Superficie de área arbolada: _____ m²
- Superficie de área a desmontar: _____ m²
- Superficie de área no arbolada: 42,000.00 m²

Descripción de las Obras y Actividades

De acuerdo al tipo de Proyecto que se desarrollara y conforme a la fracción IV del artículo 11 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación de Impacto Ambiental, la cual indica que se desarrollara una manifestación de impacto ambiental en aquellos proyectos que:

“...pretendan desarrollarse en sitios en los que por su interacción con los diferentes componentes ambientales regionales, se prevean impactos acumulativos, sinérgicos o residuales que pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.”

Conforme a esto y por tratarse de un **Proyecto Único**, se desarrollara el apartado de descripción de obras y actividades de acuerdo a la información solicitada.

Tabla VI.8.- Caracterización de las obras y actividades por tipo de vía de comunicación

TIPO DE VÍA DE COMUNICACIÓN	INFORMACIÓN
Carreteras y autopistas	<p>1. Características generales</p> <p>a) Categoría o clasificación del tipo de proyecto: Camino Tipo "D" Pavimentado</p> <p>b) Dimensiones:</p> <p>b.1) Longitud total: 6 km.</p> <p>b.2) Ancho de la calzada: 7 m.</p> <p>b.3) Ancho de la corona: 7 m.</p> <p>a) Recorrido, trazo y secciones. El camino Ostula-E.C.(Costera), Tramo del km 0+000 al km 6+000.</p> <p>b) Ubicación y distribución de la Infraestructura carretera. Estado de Michoacán Municipio de Aquila</p> <p>c) Dimensiones del derecho de vía. 20 m. a cada lado del eje del camino.</p> <p>d) Camino.</p> <p>f.1) Corona: ancho 7 m.</p> <p>f.2) Calzada: ancho 7 m.</p> <p>f.3) Cunetas y contracunetas.</p> <p>f.4) Taludes.</p> <p>f.5) Partes complementarias..</p> <p>f.6) Velocidad máxima permitida. 30 Km./hr</p> <p>f.7) Pendientes máximas y mínimas. 6% al 12%</p> <p>f.8) Grado de curvatura: para una velocidad máxima de 60</p>

TIPO DE VÍA DE COMUNICACIÓN	INFORMACIÓN
	<p style="text-align: center;">km/h . es de 11</p> <p>2. Parámetros de operación</p> <p>a) Flujos o tránsito promedio y máximo diarios: de 100 a 500 b) Tipo de vehículos: carga, particular, pasajeros.</p> <p>3. Infraestructura adicional <i>Se describirá en términos generales las características de la infraestructura involucra el proyecto y la ubicación y particularidades de cada una de ellas.</i></p> <p>3.3 Obras especiales</p> <p>a) Obras de drenaje menor y mayor.</p>

Descripción de obras y actividades provisionales y asociadas

Debido a que el tramo de proyecto se encuentra aproximadamente en un área semi-urbana, no se requiere de ningún tipo de obra provisional.

Conforme al proyecto y a las actividades a realizarse se desarrolla a continuación el apartado de descripción de obras y actividades provisionales y asociadas de acuerdo a la información solicitada.

Tabla VI.9.- Obras y actividades provisionales y asociadas

Tipo de infraestructura	Información específica
Construcción de caminos de acceso	Longitud: 6+000 km., ancho del camino (corona): 7.00 mts, el camino será permanente y será de asfalto.
Almacenes, bodegas y talleres, plantas de asfalto, patios de maquinaria, plantas trituradoras	<i>Solamente se utilizaran bodegas para almacenar materias primas para la construcción de la vialidad, las cuales no tendrán derrames ya que estas serán usados al momento.</i>
Campamentos, dormitorios, comedores	<i>Estos variaran de acuerdo al avance de obra de cada tramo y las longitudes variaran de acuerdo al numero de gente que alberguen.</i>
Instalaciones sanitarias	Estas serán provisionales letrinas móviles.
Bancos de material	Indicar el número y ubicación de los bancos de materiales seleccionados para obtener material para el relleno, la nivelación y la construcción en el predio. Presentar un anexo fotográfico del(os) banco(s) seleccionado(s), los volúmenes y el tipo de material a extraer. Describir el método de extracción.
Planta de tratamiento de aguas residuales.	Describir detalladamente las características del diseño y la construcción de la planta, de los sistemas de tratamiento, flujos, capacidad y eficiencia. Describir el programa de mantenimiento y la forma de manejo y disposición de los lodos residuales.
Sitios para la disposición de residuos.	Tipos de residuos a confinar, peligrosos o no; características de la infraestructura, su capacidad de diseño, características de los sitios seleccionados, señalar en la <i>carta 2</i> su ubicación en coordenadas. Presentar en el capítulo IV los resultados de los estudios geológicos, geohidrológicos, hidrológicos Y edafológicos, entre otros necesarios para establecer la aptitud del sitio para la disposición de los residuos. Incluir los estudios a detalle en el

Tipo de infraestructura	Información específica
	capítulo VIII.

Ubicación del Proyecto

El municipio donde se desarrollara el proyecto es Aquila el cual se localiza en el suroeste del Estado, en las coordenadas 18°36' de latitud norte y en los 103°30' de longitud oeste, a una altura de 200 metros sobre el nivel del mar.

Limita al norte con Coahuayana, Chinicuila y Coalcomán, al este con Lázaro Cárdenas y Arteaga, al sur con el Océano Pacífico y al oeste con Coahuayana y el Océano Pacífico. Su distancia a la capital del Estado es de 430 km.

El proyecto esta conformado por dos caminos los cuales se realizaran conforme a las especificaciones de la S.C.T. para un camino tipo "D" pavimentado.

El camino va del km. 0+000 al 6+000 del camino Ostula-E.C.(Costera), cuyo origen es el entronque con la carretera federal Playa Azul-Colima km. 189+000, Municipio de Aquila Estado de Morelia.

La cuenca a la que pertenecen dichos caminos es : Cuenca del Río Cachan o Coalcoman, Región Hidrológica RH17, de la Costa de Michoacán.

Coordenadas geográficas y/o UTM :

CUADRO DE CONSTRUCCION

LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	C O O R D E N A D A S	
EST	PV				Y	X
				1	2,042,461.0000	653,698.0000
1	2	N 19°23'46.42" E	38.507	2	2,042,497.3216	653,710.7882
2	4	N 05°02'05.94" E CENTRO DE CURVA DELTA = 28°43'20.96" RADIO = 50.000	24.803	4 3	2,042,522.0294 2,042,513.9266	653,712.9650 653,663.6260
					LONG. CURVA = 25.065 SUB.TAN.= 12.802	
4	5	N 09°19'34.54" W	162.061	5	2,042,681.9486	653,686.7020
5	7	N 13°02'42.40" W CENTRO DE CURVA DELTA = 07°26'15.72" RADIO = 300.000	38.916	7 6	2,042,719.8607 2,042,633.3318	653,677.9179 653,390.6675
					LONG. CURVA = 38.944 SUB.TAN.= 19.499	
7	8	N 16°45'50.26" W	104.077	8	2,042,819.5148	653,647.8989
8	10	N 07°16'40.30" W CENTRO DE CURVA DELTA = 18°58'19.91" RADIO = 100.000	32.962	10 9	2,042,852.2109 2,042,848.3578	653,643.7233 653,743.6490
					LONG. CURVA = 33.113 SUB.TAN.= 16.709	
10	11	N 02°12'29.65" E	97.804	11	2,042,949.9423	653,647.4918
11	13	N 16°36'29.86" E CENTRO DE CURVA DELTA = 28°48'0.41" RADIO = 130.000	64.660	13 12	2,043,011.9044 2,042,944.9332	653,665.9733 653,777.3952
					LONG. CURVA = 65.345 SUB.TAN.= 33.378	
13	14	N 31°00'30.06" E	51.285	14	2,043,055.8600	653,692.3931
14	16	N 10°27'49.17" E CENTRO DE CURVA DELTA = 41°5'21.78" RADIO = 50.000	35.094	16 15	2,043,090.3702 2,043,081.6181	653,698.7666 653,649.5385
					LONG. CURVA = 35.857 SUB.TAN.= 18.739	
16	17	N 10°04'51.71" W	59.003	17	2,043,148.4623	653,688.4387
17	19	N 18°26'50.36" E CENTRO DE CURVA DELTA = 57°3'24.15" RADIO = 39.000	37.252	19 18	2,043,183.8003 2,043,155.2888	653,700.2265 653,726.8365
					LONG. CURVA = 38.837 SUB.TAN.= 21.200	
19	20	N 46°58'32.43" E	39.516	20	2,043,210.7627	653,729.1155
20	22	N 26°52'17.26" E CENTRO DE CURVA DELTA = 40°12'30.34" RADIO = 39.000	26.811	22 21	2,043,234.6786 2,043,239.2742	653,741.2337 653,702.5054
					LONG. CURVA = 27.369 SUB.TAN.= 14.275	
22	23	N 06°46'02.09" E	64.183	23	2,043,298.4146	653,748.7968
23	25	N 20°43'08.92" E CENTRO DE CURVA DELTA = 27°54'13.66" RADIO = 100.000	48.221	25 24	2,043,343.5174 2,043,286.6310	653,765.8570 653,848.1001
					LONG. CURVA = 48.701 SUB.TAN.= 24.844	
25	26	N 34°40'15.74" E	107.296	26	2,043,431.7613	653,826.8940
26	28	N 15°30'17.13" E CENTRO DE CURVA DELTA = 38°19'57.23" RADIO = 39.000	25.608	28 27	2,043,456.4376 2,043,453.9470	653,833.7396 653,794.8192
					LONG. CURVA = 26.092 SUB.TAN.= 13.556	
28	29	N 03°39'41.48" W	36.447	29	2,043,492.8100	653,831.4120
29	31	N 07°00'00.37" E CENTRO DE CURVA DELTA = 21°19'23.71" RADIO = 100.000	37.002	31 30	2,043,529.5359 2,043,499.1962	653,835.9215 653,931.2079
					LONG. CURVA = 37.216 SUB.TAN.= 18.826	
31	32	N 17°39'42.23" E	72.355	32	2,043,598.4800	653,857.8736
32	34	N 02°11'58.08" W CENTRO DE CURVA DELTA = 39°43'20.62" RADIO = 100.000	67.949	34 33	2,043,666.3785 2,043,628.8197	653,855.2658 653,762.5872
					LONG. CURVA = 69.329 SUB.TAN.= 36.123	
34	35	N 22°03'38.39" W	43.926	35	2,043,707.0886	653,838.7678
35	37	N 05°28'31.58" E CENTRO DE CURVA DELTA = 55°4'19.92" RADIO = 39.000	36.060	37 36	2,043,742.9840 2,043,721.7365	653,842.2086 653,874.9124
					LONG. CURVA = 37.486 SUB.TAN.= 20.333	
37	38	N 33°00'41.54" E	38.867	38	2,043,775.5762	653,863.3835
38	40	N 10°28'52.23" W CENTRO DE CURVA DELTA = 86°59'7.53" RADIO = 39.000	53.684	40 39	2,043,828.3649 2,043,796.8237	653,853.6176 653,830.6796
					LONG. CURVA = 59.209 SUB.TAN.= 37.000	

40	41	N 53°58'25.99" W	54.686	41	2,043,860.5290	653,809.3900
41	43	N 40°34'22.66" W CENTRO DE CURVA DELTA = 26°48'6.66" RADIO = 60.000	27.812	43 42	2,043,881.6541 2,043,909.0539	653,791.3009 653,844.6792
					LONG. CURVA = 28.067 SUB.TAN.= 14.295	
43	44	N 27°10'19.34" W	123.518	44	2,043,991.5403	653,734.8948
44	46	N 42°26'40.02" W CENTRO DE CURVA DELTA = 30°32'41.37" RADIO = 300.000	158.045	46 45	2,044,108.1669 2,043,854.5411	653,628.2341 653,468.0030
					LONG. CURVA = 159.932 SUB.TAN.= 81.915	
46	47	N 57°43'00.70" W	80.604	47	2,044,151.2179	653,560.0898
47	49	N 47°45'29.64" W CENTRO DE CURVA DELTA = 19°55'2.13" RADIO = 120.000	41.505	49 48	2,044,179.1199 2,044,252.6681	653,529.3631 653,624.1822
					LONG. CURVA = 41.715 SUB.TAN.= 21.070	
49	50	N 37°47'58.58" W	74.446	50	2,044,237.9439	653,483.7352
50	52	N 05°13'14.37" W CENTRO DE CURVA DELTA = 65°9'28.40" RADIO = 50.000	53.846	52 51	2,044,291.5667 2,044,268.5890	653,478.8356 653,523.2431
					LONG. CURVA = 56.861 SUB.TAN.= 31.950	
52	53	N 27°21'29.83" E	125.131	53	2,044,402.7017	653,536.3399
53	55	S 83°09'43.40" E CENTRO DE CURVA DELTA = 138°57'33.53" RADIO = 39.000	73.051	55 54	2,044,394.0041 2,044,384.7791	653,608.8710 653,570.9778
					LONG. CURVA = 94.587 SUB.TAN.= 104.197	
55	56	S 13°40'56.64" E	116.203	56	2,044,281.0989	653,636.3576
56	58	S 61°09'37.17" E CENTRO DE CURVA DELTA = 94°57'21.05" RADIO = 40.000	58.961	58 57	2,044,252.6582 2,044,290.5605	653,688.0062 653,675.2225
					LONG. CURVA = 66.292 SUB.TAN.= 43.619	
58	59	N 71°21'42.31" E	40.669	59	2,044,265.6558	653,726.5426
59	61	S 77°56'52.80" E CENTRO DE CURVA DELTA = 61°22'49.78" RADIO = 21.000	21.437	61 60	2,044,261.1799 2,044,245.7572	653,747.5068 653,733.2540
					LONG. CURVA = 22.497 SUB.TAN.= 12.464	
61	62	S 47°15'27.91" E	28.268	62	2,044,241.9944	653,768.2671
62	64	S 80°59'24.38" E CENTRO DE CURVA DELTA = 67°27'52.94" RADIO = 20.000	22.213	64 63	2,044,238.5158 2,044,256.6827	653,790.2056 653,781.8412
					LONG. CURVA = 23.550 SUB.TAN.= 13.355	
64	65	N 65°16'39.14" E	53.694	65	2,044,260.9717	653,838.9779
65	67	S 57°42'51.90" E CENTRO DE CURVA DELTA = 114°0'57.92" RADIO = 20.000	33.550	67 66	2,044,243.0514 2,044,242.8048	653,867.3408 653,847.3423
					LONG. CURVA = 39.799 SUB.TAN.= 30.807	
67	68	S 00°42'22.94" E	36.276	68	2,044,206.7778	653,867.7880
68	70	S 17°36'20.75" E CENTRO DE CURVA DELTA = 33°47'55.63" RADIO = 30.000	17.442	70 69	2,044,190.1533 2,044,207.1477	653,873.0635 653,897.7857
					LONG. CURVA = 17.697 SUB.TAN.= 9.114	
70	71	S 34°30'18.57" E	84.468	71	2,044,120.5450	653,920.9132
71	73	S 47°32'36.18" E CENTRO DE CURVA DELTA = 26°4'35.21" RADIO = 80.000	36.096	73 72	2,044,096.1789 2,044,165.8634	653,947.5445 653,986.8392
					LONG. CURVA = 36.410 SUB.TAN.= 18.526	
73	74	S 60°34'53.79" E	73.819	74	2,044,059.9202	654,011.8451
74	76	S 89°19'48.90" E CENTRO DE CURVA DELTA = 57°29'50.24" RADIO = 50.000	48.097	76 75	2,044,059.3580 2,044,103.4730	654,059.9387 654,036.4043
					LONG. CURVA = 50.176 SUB.TAN.= 27.429	
76	77	N 61°55'15.98" E	68.328	77	2,044,091.5191	654,120.2245
77	79	N 17°06'44.60" E CENTRO DE CURVA DELTA = 89°37'2.75" RADIO = 20.000	28.190	79 78	2,044,118.4608 2,044,109.1651	654,128.5192 654,110.8107
					LONG. CURVA = 31.282 SUB.TAN.= 19.867	
79	80	N 27°41'46.77" W	29.087	80	2,044,144.2154	654,114.9998
80	82	N 54°11'14.17" E CENTRO DE CURVA DELTA = 163°46'1.89" RADIO = 20.000	39.599	82 81	2,044,167.3865 2,044,153.5111	654,147.1123 654,132.7083
					LONG. CURVA = 57.166 SUB.TAN.= 140.239	
82	83	S 43°55'44.88" E	157.433	83	2,044,054.0032	654,256.3346

Imagen VI.9

83	85	S 57°23'23.65" E CENTRO DE CURVA DELTA = 26°55'17.55" RADIO = 45.000	20.950	85 84	2,044,042.7127 2,044,085.2227	654,273.9821 654,288.7435
					LONG. CURVA = 21.144 SUB.TAN.= 10.771	
85	86	S 70°51'02.43" E	26.169	86	2,044,034.1284	654,298.7032
86	88	N 48°57'45.93" E CENTRO DE CURVA DELTA = 120°22'23.28" RADIO = 20.000	34.706	88 87	2,044,056.9146 2,044,053.0218	654,324.8813 654,305.2638
					LONG. CURVA = 42.018 SUB.TAN.= 34.903	
88	89	N 11°13'25.71" W	94.687	89	2,044,149.7911	654,306.4512
89	91	N 67°12'36.87" E CENTRO DE CURVA DELTA = 156°52'5.15" RADIO = 33.000	64.660	91 90	2,044,174.8371 2,044,156.2142	654,366.0632 654,338.8200
					LONG. CURVA = 90.350 SUB.TAN.= 161.250	
91	92	S 34°21'20.56" E	52.625	92	2,044,131.3922	654,395.7612
92	94	S 59°08'27.85" E CENTRO DE CURVA DELTA = 49°34'14.59" RADIO = 25.000	20.961	94 93	2,044,120.6407 2,044,145.5004	654,413.7548 654,416.4000
					LONG. CURVA = 21.629 SUB.TAN.= 11.544	
94	95	S 83°55'35.15" E	42.926	95	2,044,116.0990	654,456.4396
95	97	S 42°10'50.68" E CENTRO DE CURVA DELTA = 83°29'28.94" RADIO = 50.000	66.583	97 96	2,044,066.7593 2,044,066.3796	654,501.1479 654,451.1493
					LONG. CURVA = 72.860 SUB.TAN.= 44.620	
97	98	S 00°26'06.21" E	58.157	98	2,044,008.6038	654,501.5894
98	100	S 72°14'49.36" E CENTRO DE CURVA DELTA = 143°37'26.31" RADIO = 23.000	43.702	100 99	2,043,995.2786 2,044,008.7784	654,543.2101 654,524.5888
					LONG. CURVA = 57.654 SUB.TAN.= 70.004	
100	101	N 35°56'27.48" E	28.953	101	2,044,018.7192	654,560.2038
101	103	S 87°16'29.06" E CENTRO DE CURVA DELTA = 113°34'6.92" RADIO = 20.000	33.465	103 102	2,044,017.1280 2,044,006.9802	654,593.6305 654,576.3963
					LONG. CURVA = 39.643 SUB.TAN.= 30.545	
103	104	S 30°29'25.60" E	108.852	104	2,043,923.3292	654,648.8612
104	106	S 69°06'00.75" E CENTRO DE CURVA DELTA = 77°13'10.29" RADIO = 39.000	48.673	106 105	2,043,905.9659 2,043,943.1176	654,694.3318 654,682.4681
					LONG. CURVA = 52.562 SUB.TAN.= 31.144	
106	107	N 72°17'24.11" E	31.210	107	2,043,915.4600	654,724.0630
107	109	S 70°34'32.88" E CENTRO DE CURVA DELTA = 74°16'6.01" RADIO = 20.000	24.147	109 108	2,043,907.4296 2,043,896.4078	654,746.8360 654,730.1470
					LONG. CURVA = 25.925 SUB.TAN.= 15.145	
109	110	S 33°26'29.88" E	29.763	110	2,043,882.5936	654,763.2382
110	112	S 69°52'01.90" E CENTRO DE CURVA DELTA = 72°51'4.04" RADIO = 27.000	32.064	112 111	2,043,871.5572 2,043,897.4729	654,793.3430 654,785.7683
					LONG. CURVA = 34.330 SUB.TAN.= 19.925	
112	113	N 73°42'26.08" E	64.189	113	2,043,889.5652	654,854.9544
113	115	N 84°37'18.39" E CENTRO DE CURVA DELTA = 21°49'44.63" RADIO = 60.000	22.721	115 114	2,043,891.6949 2,043,831.9748	654,877.5757 654,871.7871
					LONG. CURVA = 22.859 SUB.TAN.= 11.570	
115	116	S 84°27'49.29" E	37.448	116	2,043,888.0821	654,914.8487
116	118	N 78°09'54.22" E CENTRO DE CURVA DELTA = 34°44'32.96" RADIO = 30.000	17.914	118 117	2,043,891.7560 2,043,917.9421	654,932.3817 654,917.7430
					LONG. CURVA = 18.191 SUB.TAN.= 9.385	
118	119	N 60°47'37.74" E	44.662	119	2,043,913.5488	654,971.3653
119	121	S 75°34'07.10" E CENTRO DE CURVA DELTA = 87°16'30.31" RADIO = 20.000	27.604	121 120	2,043,906.6694 2,043,896.0914	654,998.0981 654,981.1244
					LONG. CURVA = 30.465 SUB.TAN.= 19.071	
121	122	S 31°55'51.95" E	32.786	122	2,043,878.8445	655,015.4385
122	124	S 78°47'07.74" E CENTRO DE CURVA DELTA = 93°42'31.58" RADIO = 25.000	36.481	124 123	2,043,871.7496 2,043,892.0670	655,051.2229 655,036.6557
					LONG. CURVA = 40.888 SUB.TAN.= 26.673	
124	125	N 54°21'36.47" E	82.272	125	2,043,919.6884	655,118.0847

Superficie Total Requerida (datos en hectáreas).

- a) Total del predio o trazo: 42.00 Ha.
- b) Total de construcción: 42.00 Ha.
- c) *Total a desmontar y su porcentaje con respecto al área arbolada:*
- d) *Total que ocuparan las obras y servicios de apoyo:*
- e) *Total de áreas libres o verdes:*
- f) *Total de superficies arboladas y no arboladas:*
- g) *Total de superficie requerida para caminos de acceso y otras obras asociadas:*

Tabla VI.10.- Distribución de la superficie del proyecto por tipo de uso de suelo general.

Tramo	Longitud	Superficie Total *	En áreas naturales		En áreas urbanas, agropecuarias y ejidales	
			Superficie	Porcentaje	Superficie	Porcentaje
Camino Ostula – E.C. (Costera)	6 km.	240,000 m ²	42,000 m ²	17.5%	0.00	0%

*La superficie total es la suma de la superficie ocupacional (longitud del tramo por el ancho del derecho de vía) mas la superficie de maniobras.

Vías de acceso al área donde se desarrollarán las obras o actividades

El camino existente es de tipo rural y, debido a que se trata de una modernización del camino, no existe ningún tipo de problema en cuanto a vías de acceso, es decir, el mismo camino sirve para llegar a él.

Al municipio lo comunica la carretera costera pavimentada Colima-Lázaro Cárdenas y Aquila-Coalcomán, con brechas temporales: Aquila-Cofradía de Ostula, Maruata-Pomaro-Salitre-Ostula-Cofradía de Ostula, Maruata-Pomaro-Coire, carretera costera San Pedro Naranjestil.

Descripción de los Servicios Requeridos

Los trabajos a realizar corresponden a una modernización de camino, por lo que los servicios necesarios para este camino ya existen, lo cual nos lleva a la revisión de éstos para de esta forma verificar su funcionamiento y/o la falta de alguno de ellos; en tal caso se revisarán los correspondientes a drenaje longitudinal, transversal y subdrenaje. Es decir, se verificará la infraestructura existente y se mejorará o ampliará la misma.

VI.8.2.6.- DESCRIPCIÓN DE OBRAS Y ACTIVIDADES

La modernización del camino Ostula-EC (Costera) se pavimentara además de que será un camino de tipo D con un ancho de corona de 7 mts, se rehabilitaran 6 km.

Selección del sitio o trayectorias

Sin duda alguna, la iniciativa de la realización del proyecto en estudio, se debe a la necesidad de modernizar el camino existente, ya que el nivel de usuarios de ésta, se ha incrementado en los últimos años y por lo tanto la demanda y necesidad de contar con vialidades que proporcionen un buen nivel no solo de servicio, sino también de seguridad para los usuarios de la misma. Y considerando la falta de infraestructura y el deterioro del camino existente, se requiere de la urgente la modernización de dicha vía de comunicación.

Preparación del sitio y construcción

*** Preparación del Sitio**

Tal como se indica en la Guía para la elaboración del Informe de Impacto Ambiental Modalidad Regional, se verificaron las actividades y que se llevaran a cabo durante la ejecución del proyecto que nos compete.

Cada actividad a desarrollar será descrita y presentada conforme a lo que se solicita.

A) Desmante y despalme:

Artículo VI. DESMONTES

DEFINICION Y EJECUCION.- Este trabajo consiste en efectuar alguna, algunas o todas las operaciones siguientes: cortar, desenraizar, quemar y retirar de los sitios de construcción, los árboles, arbustos, hierbas o cualquier vegetación comprendida dentro del derecho de vía, las áreas de construcción y los bancos de préstamo indicados en los planos o que ordene desmontar el Residente.

Estas operaciones pueden ser efectuadas indistintamente a mano o mediante el empleo de equipos mecánicos.

Toda la materia vegetal proveniente del desmante deberá colocarse fuera de las zonas destinadas a la construcción dentro del derecho de vía, en la zona de libre colocación.

Se entenderá por zona de libre colocación la faja de terreno comprendida entre la línea límite de la zona de construcción y una línea paralela a ésta distante 60 (sesenta) metros.

El material aprovechable proveniente del desmante será propiedad de la Comisión y deberá ser estibado en los sitios que indique el Ingeniero; no pudiendo ser utilizados por el Contratista sin el previo consentimiento de aquél.

Todo el material no aprovechable deberá ser quemado, tomándose las precauciones necesarias para evitar incendios.

Los daños y perjuicios a propiedad ajena producidos por trabajos de desmante efectuados indebidamente dentro o fuera del derecho de vía o de las zonas de construcción serán de la responsabilidad del Contratista.

Las operaciones de desmante deberán efectuarse invariablemente en forma previa a los trabajos de construcción con la anticipación necesaria para no entorpecer el desarrollo de éstos.

Artículo VII.

DESPALME

DEFINICION Y EJECUCION.- Se entenderá por despalme la remoción de las capas superficiales de terreno natural cuyo material no sea aprovechable para la construcción, que se encuentren localizadas sobre los bancos de préstamo. También se entenderá por despalme la remoción de las capas de terreno natural que no sean adecuadas para la cimentación o desplante de un terraplén; y en general la remoción de las capas de terreno inadecuadas para construcciones de todo tipo.

Se denominará banco de préstamo el lugar del cual se obtengan materiales naturales que se utilicen en la construcción de las obras.

Previamente a este trabajo, la superficie se despalme deberá haber sido desmontada.

El material producto del despalme deberá ser retirado fuera de la superficie del banco de préstamo que se va a explotar y colocado en la zona de libre colocación o en aquella que señale el Ingeniero.

Se entenderá por zona de libre colocación, la faja de terreno comprendida entre el perímetro del banco de préstamo y una línea paralela a ésta distante 60 (sesenta) metros; aunque en el caso en que el material deba ser retirado fuera de la obra, se valorará con un concepto diferente.

Para ver su ubicación ver el plano anexo donde se aprecian los sitios que se verán afectados. La superficie afectada será de:320,000.00 m², el tipo de vegetación que será retirada es matorrales y arboles de menor importancia, el volumen aproximado es de 48,000.00 m³. Para la ejecución de dichos trabajos el desmonte y despalme será manual.

B) Excavaciones, compactaciones y/o nivelaciones:

EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS

DEFINICION Y EJECUCION.- Se entenderá pro excavación para estructuras las que se realicen para cimentación, para alojarlas o que formen parte de ellas, incluyendo las operaciones necesarias para amacizar o limpiar la plantilla o taludes de la misma, la remoción del material producto de las excavaciones a la zona de libre colocación disponiéndolo en tal forma que no interfiera con el desarrollo normal de los trabajos y la conservación de dichas excavaciones por el tiempo que se requiera para la construcción satisfactoria de las estructuras correspondientes.

Incluyen igualmente las operaciones que deberá efectuar el Contratista para aflojar el material previamente a su excavación.

Las excavaciones deberán efectuarse de acuerdo con los datos del proyecto y/o las órdenes del Ingeniero, afinándose en tal forma que ninguna saliente del terreno penetre más de 1 (uno) cm. dentro de las secciones de construcción de las estructuras.

Se entenderá por zona de colocación libre la comprendida entre alguna, algunas o todas las líneas de intersección de los planos de las excavaciones con la superficie del terreno, y las líneas paralelas a ellas distantes de 20 (veinte) metros.

Cuando los taludes o plantilla de las excavaciones vayan a recibir mamposterías o vaciado directo de concreto, deberán ser afinadas hasta las líneas o niveles del proyecto y/o ordenadas por el Ingeniero en tal forma que ningún punto de la sección excavada diste más de 10 (diez) cm. del correspondiente de la sección del proyecto; salvo cuando las excavaciones se efectúen en roca fija en cuyo caso dicha tolerancia se determinará de acuerdo con la naturaleza del material excavado, sin que esto implique obligación alguna para la Comisión de pagar al Contratista las excavaciones en exceso, fuera de las líneas o niveles del proyecto.

El afine de las excavaciones para recibir mamposterías o el vaciado directo de concreto en ellas, deberá hacerse con la menor anticipación posible al momento de construcción de las mamposterías o al vaciado del concreto, a fin de evitar que el terreno se debilite o altere por el intemperismo.

Cuando las excavaciones no vayan a cubrirse con concreto o mamposterías, se harán con las dimensiones mínimas requeridas para alojar o construir las estructuras; con un acabado esmerado hasta las líneas o niveles previstos en el proyecto y/o los ordenados por el Ingeniero, con una tolerancia en exceso de 25 (veinticinco) cm., al pie de los taludes que permita la colocación de formas para concreto, cuando esto sea necesario.

La pendiente que deberán tener los taludes de estas excavaciones será determinada en la obra por el Ingeniero, según la naturaleza o estabilidad del material excavado considerándose la sección resultante como sección de proyecto.

Cuando las excavaciones se realicen en roca fija se permitirá el uso de explosivos, siempre que no altere el terreno adyacente alas excavaciones y previa autorización por escrito del Ingeniero.

El material producto de las excavaciones podrá ser utilizado según el proyecto y/o las órdenes del Ingeniero en rellenos u otros conceptos de trabajo de cualquier lugar de las obras, sin compensación adicional al Contratista cuando este trabajo se efectúe dentro de la zona de libre colocación, en forma simultánea al trabajo de excavación y sin ninguna compensación adicional a las que corresponden a la colocación del material en un banco de desperdicio.

Cuando el material sea utilizado fuera de la zona libre colocación, o dentro de ella, pero en forma que no sea simultánea a las obras de excavación o de acuerdo con algún procedimiento especial o colocación o

compactación según el proyecto y/o las órdenes del Ingeniero, los trabajos serán adicionales y motivo de otros precios unitarios.

Cuando para efectuar las excavaciones se requiera la construcción de tabla-estacadas o cualquiera obra auxiliar, estos trabajos le serán compensados por separado al Contratista.

MEDICION Y PAGO.- Las excavaciones para estructuras se medirán en metros cúbicos con aproximación de un decimal. Al efecto se determinará directamente en las excavaciones el volumen de los diversos materiales excavados de acuerdo con las secciones de proyecto y/o las órdenes del Ingeniero.

No se estimarán para fines de pago las excavaciones hechas por el Contratista fuera de las líneas de proyecto y/o las indicaciones del Ingeniero, ni la remoción de derrumbes originados por causas imputables al Contratista que al igual que las excavaciones que efectúe fuera del proyecto y/o las órdenes del Ingeniero serán considerados como sobre excavaciones.

En aquéllos casos en que por condiciones del proyecto y/u órdenes del Ingeniero el material producto de la excavación se coloque en bancos de desperdicio fuera de la zona de libre colocación, se estimará y pagará por separado al Contratista este movimiento.

Cuando el material producto de las excavaciones de las estructuras sea utilizado para rellenos u otros conceptos de trabajo, fuera de la zona de libre colocación, o bien dentro de ella en forma no simultánea a la excavación habiendo sido depositado para ello en banco de almacenamiento, o utilizado de acuerdo con algún proceso de colocación o compactación que señale el proyecto y/o el Ingeniero, estas operaciones serán pagadas y estimadas al Contratista por separado.

En resumen, se ratificará que el pago se hará exclusivamente al hecho de considerar las líneas netas de proyecto; y a continuación de manera enunciativa se señalan las principales actividades:

- A).- Afloje del material y su extracción.
- B).- Amacice o limpieza de plantilla y taludes, y afines.
- C).- Remoción del material producto de las excavaciones.
- D).- Traspaleos cuando se requiere.
- E).- Conservación de las excavaciones.
- F).- Extracción de derrumbes.

REVESTIMIENTO COMPACTADO AL 95%

Capas de materiales seleccionados que se tienden sobre las terracerías de caminos, a fin de servir como superficie de rodamiento.

DEFINICION Y EJECUCION.- La construcción de los revestimientos se iniciará cuando las terracerías estén terminadas, verificándose que la descarga del material sobre las terracerías se realice a las distancias racionales y ordenadas por la Comisión, de acuerdo al medio de transporte utilizado para el acarreo, y al espesor de proyecto; cuidando que el tendido mantenga un espesor uniforme, salvo cuando el proyecto indique lo contrario. Cuando por las características de los materiales se requiera utilizar dos o más bancos para la construcción del revestimiento; la mezcla se hará con equipo, con la finalidad de obtener un material uniforme.

MEDICION Y PAGO.- La construcción de revestimientos se medirá tomando como unidad el metro cúbico del volumen colocado de acuerdo a líneas de proyecto. A continuación y de manera enunciativa se señalan las actividades fundamentales que indican este concepto:

- A) Extracción, carga y descarga del material.
- B) Acarreo primer kilómetro.
- C) Papeo o eliminación de sobretamaños.
- D) Humedad requerida (adicionar o quitar).
- E) Mezcla de materiales, previo tendido en capas.
- F) Compactar al grado requerido.
- G) Medido en función de líneas de proyecto, debiendo considerar desperdicios, abundamientos, etc., ya que estos no serán motivos de pago.

El método a emplearse es el de proctor a 95% de compactación como lo marcan los lineamientos técnicos de SCT y servirá para garantizar la estabilidad en taludes y poder evitar erosiones. Dicha técnica consiste

en: Se entenderá por "relleno sin compactar" el que se haga por el simple depósito del material para relleno, con su humedad natural, sin compactación alguna, salvo la natural que produce su propio peso.

Se entenderá por "relleno compactado" aquel que se forme colocando el material en capas sensiblemente horizontales, del espesor que señale el Ingeniero, pero en ningún caso mayor de 15(quince) cm. con la humedad que requiera el material de acuerdo con la prueba Proctor, para su máxima compactación. Cada capa será compactada uniformemente en toda su superficie mediante el empleo de pistones de mano o neumático hasta obtener la compactación requerida.

DEFINICION Y EJECUCION.- Por relleno de excavaciones de zanjas se entenderá el conjunto de operaciones que deberá ejecutar el Contratista para rellenar hasta el nivel original del terreno natural o hasta los niveles señalados por el proyecto y/o las órdenes del Ingeniero, las excavaciones que hayan realizado para alojar las tuberías de redes de agua potable, así como las correspondientes a estructuras auxiliares y a trabajos de jardinería.

No se deberá proceder a efectuar ningún relleno de excavación sin antes obtener la aprobación por escrito del Ingeniero, pues en caso contrario, éste podrá ordenar la total extracción del material utilizado en rellenos no aprobados por él, sin que el Contratista tenga derecho a ninguna retribución por ello.

La primera parte del relleno se hará invariablemente empleando en ella tierra libre de piedras y deberá ser cuidadosamente colocada y compactada a los lados de los cimientos de estructuras y abajo y a ambos lados de las tuberías. En el caso de cimientos y de estructuras, este relleno tendrá un espesor mínimo de 60 (sesenta) cm., en el caso de rellenos para trabajos de jardinería el relleno se hará en su totalidad con tierra libre de piedras y cuando se trate de tuberías, este primer relleno se continuará hasta un nivel de 30 (treinta) cm. arriba del lomo superior del tubo o según proyecto. Después se continuará el relleno empleando el producto de la propia excavación, colocándolo en capas de 20 (veinte) cm. de espesor como máximo, que serán humedecidas y apisonadas.

Cuando por la naturaleza de los trabajos no se requiera un grado de compactación especial, el material se colocará en las excavaciones apisonándolo ligeramente, hasta por capas sucesivas de 20 (veinte) cm. colmar la excavación dejando sobre de ella un montículo de material con altura de 15 (quince) cm. sobre el nivel natural del terreno, o de la altura que ordene el Ingeniero.

Cuando el proyecto y/o las órdenes del Ingeniero así lo señalen, el relleno de excavaciones deberá ser efectuado en forma tal que cumpla con las especificaciones de la técnica "Proctor" de compactación, para lo cual el Ingeniero ordenará el espesor de las capas, el Contenido de humedad del material, el grado de compactación, procedimiento, etc., para lograr la compactación óptima.

La consolidación empleando agua no se permitirá en rellenos en que se empleen materiales arcillosos o arcillo arenosos, y ajuicio del Ingeniero podrá emplearse cuando se trate de material rico en terrones o muy arenoso. En estos casos se procederá a llenar la zanja hasta un nivel de 20 (veinte) cm. abajo del nivel natural del terreno vertiendo agua sobre el relleno ya colocado hasta lograr en el mismo un encharcamiento superficial; al día siguiente, con una pala se pulverizará y alisará toda la costra superficial del relleno anterior y se rellenará totalmente la zanja, consolidando el segundo relleno en capas de 15 (quince)cm. de espesor, quedando este proceso sujeto a la aprobación del Ingeniero, quien dictará modificaciones o modalidades.

La tierra, rocas y cualquier material sobrante después de rellenar las excavaciones de zanjas, serán acarreados por el Contratista hasta el lugar de desperdicios que señale el Ingeniero.

Los rellenos que se hagan en zanjas ubicadas en terrenos de fuerte pendiente, se terminarán en la capa superficial empleando material que contenga piedras suficientemente grandes para evitar el deslave del relleno motivado por el escurrimiento de las aguas pluviales, durante el período comprendido entre la terminación del relleno de la zanja y la reposición del pavimento correspondiente. En cada caso particular el Ingeniero dictará las disposiciones pertinentes.

MEDICION Y PAGO.- El relleno de excavaciones de zanja que efectúe el Contratista, le será medido en metros cúbicos de material colocado con aproximación de un décimo. El material empleado en el relleno de sobre-excavaciones o derrumbes imputables al Contratista no será valuado para fines de estimación y pago.

De acuerdo con cada concepto, y en la medida que proceda con base en su propia definición, los Precios Unitarios deben incluir con carácter enunciativo las siguientes actividades:

- a).- Obtención, extracción, carga, acarreo primer kilómetro y descarga en el sitio de la utilización del material.
- b).- Proporcionar la humedad necesaria para compactación al grado que esté estipulado (quitar o adicionar).
- c).- Seleccionar el material y/o papear.
- d).- Compactar al porcentaje especificado.
- e).- Acarreo, movimientos y traspaleos locales.

▪ **Construcción**

Debido a que la construcción de la vialidad es de tipo "D" no se contempla la construcción de pavimento asfáltico es decir las capas superiores de la carpeta asfáltica. Por lo cual se incluye los siguientes conceptos por mencionar los pas importantes:

- Terracerías.
- Cortés.
- Formación de terraplenes.
- Compactación de acuerdo a los requerimientos de la SCT.
- Formación de base.
- Formación de subbase.
- Acarreo de materiales.

Operación y mantenimiento

▪ **Programa de mantenimiento y operación**

Se considera conveniente elaborar un calendario de las obras a ejecutar, para contar con una meta a realizar, pero sin perder de vista que por la gran cantidad de imponderables que existen, no es posible establecer un calendario fijo anual, sino que debe ser lo suficientemente flexible para que sea ajustado a las condiciones reales del momento.

Tabla VI.11.- **PROGRAMA DE MANTENIMIENTO RUTINARIO A 15 AÑOS**

ACTIVIDAD	1) <i>ÑO</i>														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<i>Bacheo</i>				X				X							
<i>Limpieza de cunetas</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Limpieza de alcantarillas</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Limpieza de derecho de vía</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Pintura en rayas y marcas en el pavimento</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Durante la vida útil del pavimento, será necesario realizar trabajos de conservación periódica, logrando con esto mantener el nivel de servicio a la altura de los requerimientos de los usuarios; independientemente de que las acciones de reconstrucción que se realizarán en esta etapa, harán que la vialidad opere con una calificación de servicio de 4.5 (de muy bueno a excelente).

TABLA VI.12.- PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PERIODICO A 15 AÑOS

ACTIVIDAD	2) ÑO															
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Rehabilitación pavimento (CSA = 4.5)	X															
<i>Riego de sello en toda la superficie de rodamiento (CSA = 4.2)</i>					X											
<i>Renivelación de 3.0 cm de concreto asfáltico</i>											X					
<i>Riego de sello en renivelación (CSA = 4.15)</i>											X					

Requerimiento de personal e insumos

En la siguiente tabla se presenta un listado de todas las actividades que se desarrollaran durante la obra, indicando el personal y los insumos necesarios para la actividad correcta de dicha actividad.

TABLA VI.13 PERSONAL E INSUMOS.

PERSONAL	ACTIVIDAD
TOPOGRAFO	NIVELACION Y TRAZO DE LA VIALIDAD
MAQUINISTAS	OPERACIONES NECESARIAS PARA REALIZAR DIFERENTES ACTIVIDADES
OFICIALES	COORDINAR Y REALIZAR ACTIVIDADES DE CAMPO
FIERREROS	ARMADO DE ESTRUCTURAS ESPECIALES
AYUDANTES	AYUDANTES GENERALES

Generación, manejo y disposición de residuos, descargas y control de emisiones

Dentro de este apartado, el único comentario corresponde al deposito de material sobrante del corte de la capa de carpeta y base negra dentro de la zona de proyecto será extraído y, se colocará en la parte donde se encuentra el banco de tiro para el material correspondiente.

Identificación de las posibles afectaciones al ambiente que son características del o los tipos de proyecto.

Como se mencionó anteriormente, la única afectación presentada para la realización del proyecto es el corte de las capas de la vialidad que serán recicladas en la misma obra así como el desmonte, modificando un mínimo al medio ambiente, ya que no se encuentran especies de flora o fauna incluidas en la NOM-059-ECOL-1994, dentro de la zona de proyecto.

VI.8.3.- VINCULACION CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACION Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES

VI.8.3.1.- INFORMACIÓN SECTORIAL

La Secretaria de Comunicaciones y Transportes por medio de la Unidad de Infraestructura Carretera para el Desarrollo Regional, ha implementado dentro de los trabajos a realizar dentro del estado de Michoacán, la modernización de las vialidades que de una u otra forma son de vital importancia para el crecimiento del estado, tomando siempre como objeto primordial, brindar al usuario un alto nivel de servicio y seguridad al utilizar dichas vialidades, es por eso, que la elaboración proyecto para la modernización del camino: Ostula-E.C. (Costera), tramo del km 0+000 al km 6+000, en estado de Michoacán. forman parte de las vialidades que comprenderán dicha modernización.

Se presenta la siguiente descripción del sector comunicaciones y transportes en la zona para tener una idea mas clara de cómo se pretende operar en la zona de proyecto.

El municipio de Aquila se encuentra comunicado principalmente por la carretera costera pavimentada Colima-Lázaro Cárdenas y Aquila-Coalcomán, las cuales a su vez se intercomunican con las comunidades de Ostula, Pomaro y San Pedro Naranjestil por medio de brechas y caminos rurales.

Además se emplean las brechas temporales que comunican las siguientes localidades: Aquila-Cofradía de Ostula, Maruata-Pomaro-Salitre-Ostula-Cofradía de Ostula, Maruata-Pomaro-Coire,

VI.8.4.- VINCULACIÓN CON LAS POLÍTICAS E INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN DEL DESARROLLO.

Con el fin de realizar el proyecto de forma paralela a la planeación de desarrollo del la entidad de la que forma parte el tramo en estudio, se recurrió a la siguiente información:

- Planes de desarrollo regional
- Programas sectoriales
- Programas de manejo de áreas naturales protegidas
- Programas parciales de desarrollo urbano
- Ordenamientos ecológicos locales y regionales decretados
- Sub-comités de planeación para el desarrollo estatal o municipal

Una vez que se analizó dicha información y se comparó con la información que conforma el proyecto ejecutivo del presente estudio, se obtuvo una concordancia de 3, como un proyecto asociado, ya que se encuentra dentro de las obras a realizar por parte de la federación.

VI.8.4.1.- ANÁLISIS DENTRO DE LOS INSTRUMENTOS NORMATIVOS

Alguno de los instrumentos normativos consultados para la correcta elaboración del proyecto y la realización de la obra, son los siguientes:

- Ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente
- Ley de vías generales de comunicación
- Ley de aguas nacionales
- Reglamento de la ley general de equilibrio ecológico y la protección al ambiente en materia de impacto ambiental
- Normas oficiales mexicanas en materia de vías generales de comunicación y ambiental
- Dictámenes previos de impacto ambiental
- Decretos de áreas naturales protegidas

VI.8.5.- DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGION

Debido a que se trata de un proyecto de vías de comunicación, cuya longitud de proyecto será de 6 km., con una derecho de vía de 20 m. Donde la distribución de las obras a ejecutar será a lo largo del tramo y cuyas actividades complementarias y/o asociadas estarán dentro del mismo derecho de vía. El área que se debiera estudiar estaría dentro del mismo municipio de Aquila, por lo que se ha tomado a dicho municipio como base para obtener los datos referentes a la descripción del Sistema Ambiental Regional.

El municipio de Aquila se localiza en el suroeste del Estado, en las coordenadas 18°36' de latitud norte y en los 103°30' de longitud oeste, a una altura de 200 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con Coahuayana, Chinicuilá y Coalcomán, al este con Lázaro Cárdenas y Arteaga, al sur con el Océano Pacífico y al oeste con Coahuayana y el Océano Pacífico.

Específicamente el camino Ostula-E.C. (Costera) de proyecto se encuentran sobre la carretera federal Playa Azul-Colima, a la altura del km. 189+100.

VI.8.5.1.- CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL

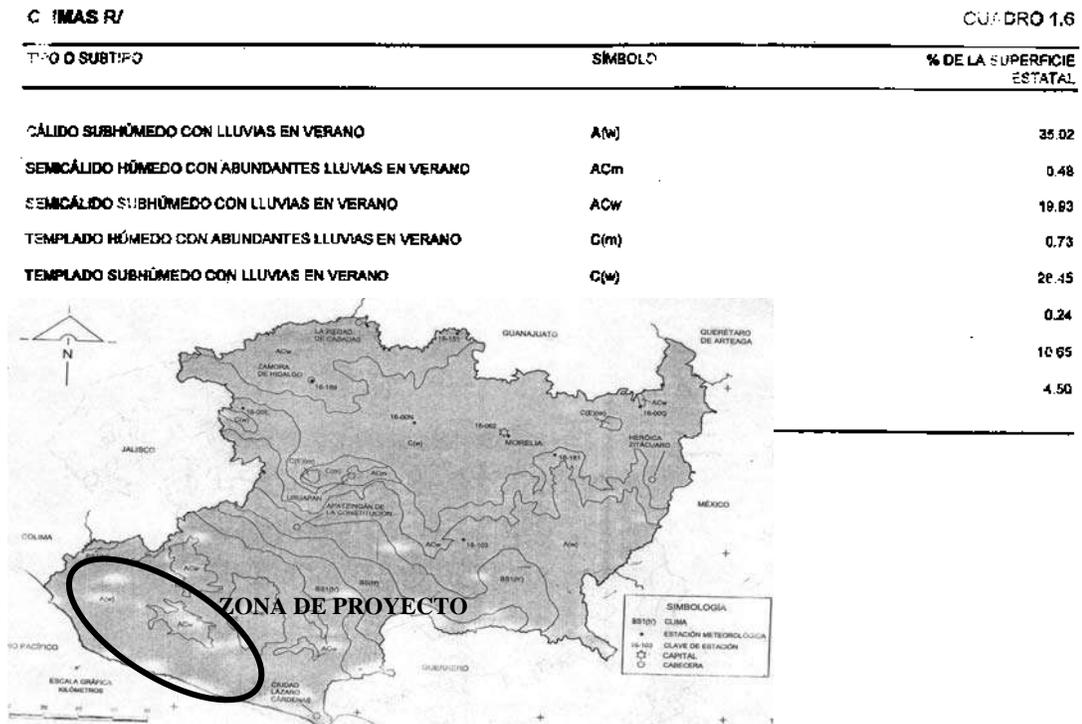
Medio Físico

- **Clima**

Por otra parte en el municipio de Aquila se presenta un clima semicalido subhúmedo con lluvias en verano. Tiene una precipitación pluvial anual de 604.8 milímetros y temperaturas que oscilan de 23.3 a 31.3 grados centígrados.

De 1968 al 1998 se detectó una precipitación pluvial media anual de 2210.5 milímetros. Dicha información fue obtenida mediante el Anuario Estadístico del Estado de Michoacán, editado por INEGI.

Imagen VI.12



▪ **Geología y Geomorfología**

A continuación se presenta la tabla y mapa referente a la geología de la zona de proyecto:
Imagen VI.13



Imagen VI.14

GEOLOGÍA				CUADRO 1.5		
ERA CLAVE	NOMBRE	PERIODO CLAVE	NOMBRE	ROCA O SUELO CLAVE	NOMBRE	% DE LA SUPERFICIE ESTATAL
C	CENOZOICO	Q	CUATERNARIO	(le)	IGNEA EXTRUSIVA	28.83
				(Su)	SUELO	5.93
		T	TERCIARIO	(le)	IGNEA EXTRUSIVA	11.08
				(S)	SEDIMENTARIA	19.54
M	MESOZOICO		ND	(B)	IGNEA INTRUSIVA	0.94
		J	JURÁSICO	(S)	SEDIMENTARIA	7.06
		K	CRETÁCICO	(S)	SEDIMENTARIA	26.18
		TR	TRIÁSICO	(S)	SEDIMENTARIA	0.74
P	PALEOZOICO		ND	(M)	METAMÓRFICA	1.00

ND: no determinado.
 FUENTE: GGSNEGI, Carta Geológica, 1:1 000 000.

▪ **Clasificación y Uso del Suelo**

Los suelos del municipio datan de los períodos mesozoico, del cretácico superior, corresponden principalmente a los tipo pradera de montaña y café gris de montaña. Su uso es primordialmente ganadero y en menor proporción forestal y agrícola.

Imagen VI.15

SUELOS DOMINANTES CUADRO 1.8

UNIDAD CLAVE	NOMBRE	SUBUNIDAD CLAVE	NOMBRE	CLASE TEXTURAL CLAVE	NOMBRE	% DE LA SUPERFICIE ESTATAL
B	CAMBISOL	u	EÚTRICO	2	MEDIA	2.37
		h	HUMICO	2	MEDIA	0.26
		k	CÁLCICO	3	FINA	1.06
E	RENDZINA			2	MEDIA	5.41
H	FEOSEM	l	LÚVICO	2,3	MEDIA, FINA	1.32
		h	HÓSTICO	1,2,3	GRUESA, MEDIA, FINA	34.47
		c	CÁLCICO	2	MEDIA	3.43
I	LITOSOL			2,3	MEDIA, FINA	4.75
J	FLUVISOL	u	CÁLCICO	1	GRUESA	0.53
K	CASTAÑOZEM	k	CÁLCICO	2	MEDIA	1.06
L	LUVISOL	o	ÓRTICO	2	MEDIA	4.49
		c	CRÓMICO	2,3	MEDIA, FINA	6.97
R	REGOSOL	u	EÚTRICO	2	GRUESA, MEDIA	3.17
		c	CÁLCICO	2,3	MEDIA, FINA	16.09
T	ANDOSOL	o	ÓRTICO	2	MEDIA	0.79
V	VERTISOL	p	PÉLICO	2,3	MEDIA, FINA	7.91
W	PLANOSOL	m	MÓLICO	2	MEDIA	0.52

FUENTE: CGSNEGI, Carta Edafológica, 1:1 000 000.

Imagen VI.16



▪ Hidrología superficial y subterránea

Las regiones y cuencas hidrológicas que se encuentran dentro del estado de Michoacán se muestran en la siguiente tabla, por lo que se determinó que el área de proyecto corresponde a la Cuenca de Cachan o Coacomán y a la Región con clave RH-17 que lleva por nombre Cuenca del Río Moctezuma, perteneciente a la Costa de Michoacán.

Imagen VI.17

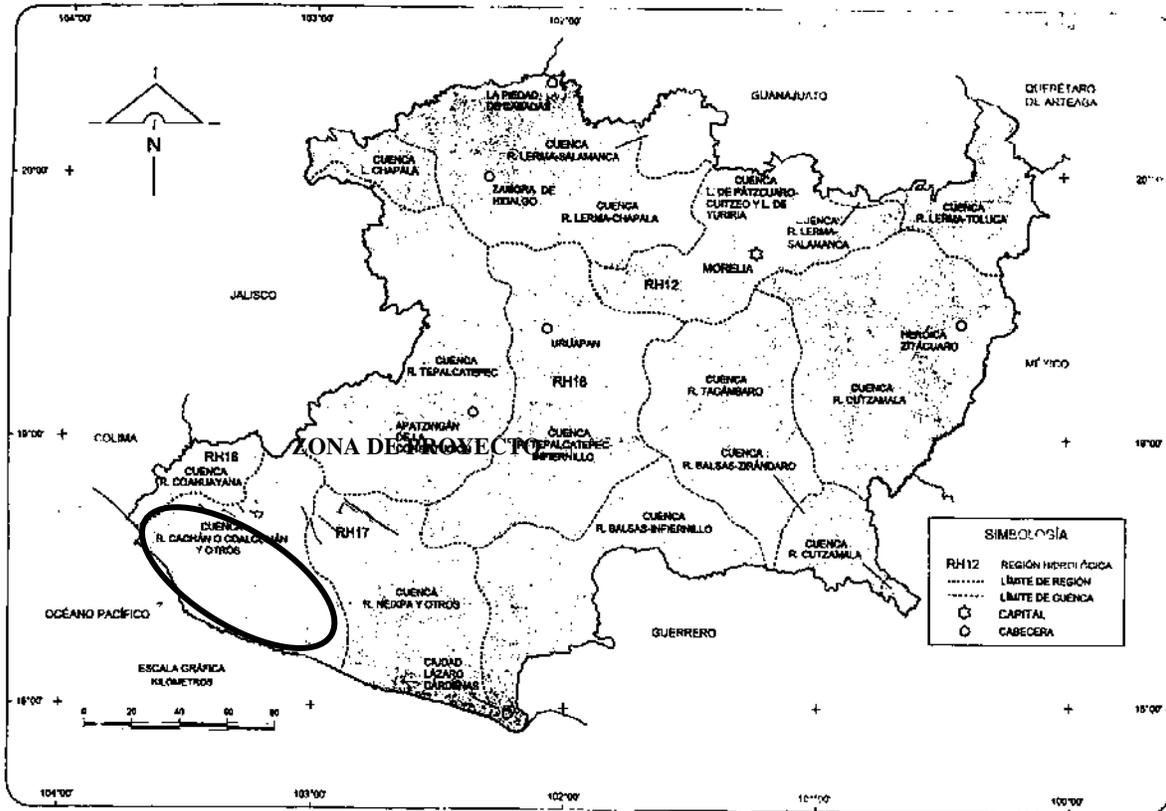
REGIONES Y CUENCAS HIDROLÓGICAS R/				CUADRO 1.7
CLAVE	REGIÓN NOMBRE	CLAVE	CUENCA NOMBRE	% DE LA SUPERFICIE ESTATAL
RH12	LERMA-SANTIAGO	A	R. LERMA-TOLUCA	3.21
		B	R. LERMA-SALAMANCA	1.91
		C	R. LERMA-CHAPALA	10.17
		D	L. CHAPALA	1.84
		G	L. DE PATZCUARO-CUITZEO Y L. DE YURIRIA	7.58
RH16	ARMERÍA-COAHUYANA	A	R. COAHUYANA	1.11
RH17	COSTA DE MICHOACÁN	A	R. NEDPA Y OTROS	8.28
		B	R. CACHÁN Ó COALCOMÁN Y OTROS	7.80
RH18	BALSAS	C	R. BALSAS-ZIRANDARO	2.38
		D	R. BALSAS-INFIERNILLO	8.25
		G	R. CUITZAMALA	12.97
		H	R. TACÁMBAR	1.93
		J	R. TEPALCATEPEC-INFIERNILLO	12.00
		J	R. TEPALCATEPEC	11.85

FUENTE: CGSNEGI. Carta Hidrológica de Aguas Superficiales, 1:1 000 000.
CGSNEGI. Carta Hidrológica de Aguas Superficiales, 1:250 000.

Imagen VI.18

24 Regiones y Cuencas Hidrológicas

Mapa 9



FUENTE: CGSNEGI. Carta Hidrológica de Aguas Superficiales, 1: 000 000.

Su hidrografía la conforman los ríos: Ostula, El Aguila, El Cachán, El Cuilalá y El Huahua.



Imagen VI. 19

CUERPOS DE AGUA

CUADRO 1.7.2

NOMBRE	UBICACIÓN	NOMBRE	UBICACIÓN
PRESA INFIERNILLO	RH18D,I	PRESA MATA DE PINOS	RH18G
PRESA TEPUXTEPEC	RH12A	PRESA ZICURÁN	RH18I
PRESA GONZALO	RH12C	LAGUNA CUITZEO	RH12G
PRESA ARISTEO MERCADO	RH12C	LAGO DE PÁTZCUARO	RH12G
PRESA EL BOSQUE	RH18G	LAGO ZIRAHUÉN	RH18I
PRESA TRES MEZQUITES	RH12B	LAGO URURUTA	RH12C
PRESA COMITZO	RH12G	LAGO SAN JUANICO	RH18J

FUENTE: CGSNEGL Carta Hidrológica de Aguas Superficiales, 1:1 000 000.
CGSNEGL Carta Topográfica, 1:250 000.

Imagen VI.20

CORRIENTES DE AGUA

CUADRO 1.7.1

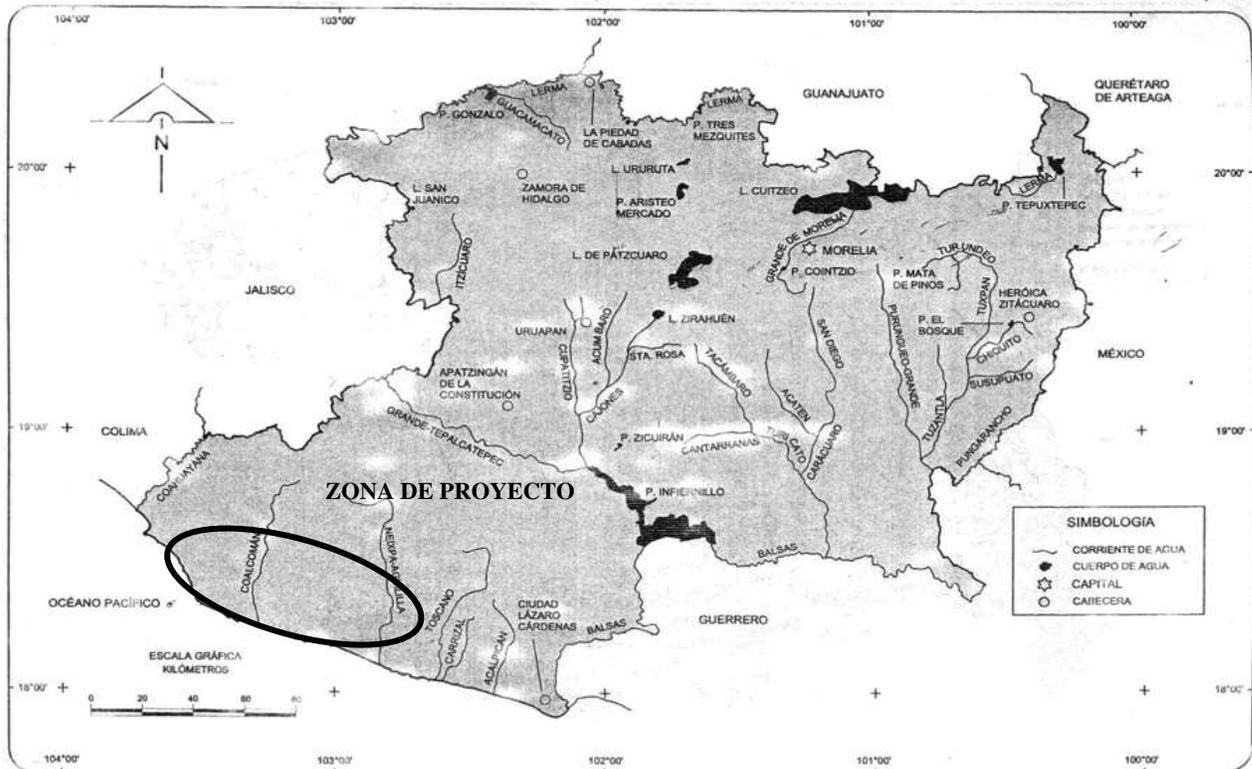
NOMBRE	UBICACIÓN	NOMBRE	UBICACIÓN
LERMA	RH12B,C	GUANAJUATO	RH12C
BALSAS	RH18C,D	ACAMBARO	RH18I
GRANDE-TEPALCATEPEC	RH18J,I	TUXPAPAN	RH18H
SAN DIEGO-CARACUARD	RK18H	TUXPAPAN	RH18G
ACAPULCO-AGUILILLA	RH17A	ACALPICHAN	RH17A
TURUNGUÉO-GRANDE	RH18G	CHICUITO	RH18G
COALCOMÁN	RH17B	CAJONES	RH18I
TOPATITZIO	RH18I	CARRIZAL	RH17A
COAHUILTEPEC	RH18A	ITZICUARO	RH18J
GRANDE DE MORELIA	RH12G	TUZANTLA	RH18G
TUSCANO (CHULA)	RH17A	SUSUPUATO	RH18G
TACAMBARO	RH18H	PUNGARANCHO	RH18G
ACATEN	RH18H	CANTARRANAS	RH18H
TURUNDEO	RH18G	SANTA ROSA	RH18I

FUENTE: CGSNEGL. Carta Hidrológica de Aguas Superficiales, 1:1 000 000.
 INEGI. Carta Topográfica, 1:1 000 000. (segunda edición).

Imagen VI.21

Corrientes y Cuerpos de Agua

Mapa 9



FUENTE: CGSNEGL. Carta Hidrológica de Aguas Superficiales, 1:1 000 000.
 INEGI. Carta Topográfica, 1:1 000 000.

Imagen VI.22

Medio biótico

▪ **Vegetación terrestre**

La vegetación dominante es el bosque tropical deciduo, con parota, cueramo, ceiba, huisache, tepemezquite, zapote, mango y palmar.

La superficie forestal de maderables es ocupada por pino y encino, la no maderable, por arbustos diversos y especies de selva baja.

▪ **Fauna**

Su fauna la conforman tejones, tigrillos, ocelotes, nutrias, mapaches, coyotes, armadillos, y aves como patos, guacamayas, loros, pericos, urraquillas y una amplia variedad de peces por sus límites con el mar.

Aspectos socioeconómicos

▪ **Contexto Regional**

El estado de Michoacán pertenece a la Región Económica III

Ostula es una población perteneciente al municipio de Aquila, las poblaciones que se encuentran a su alrededor son: El Otate, El Varal, El duin, Marealitos, La Ticla, La Placita de Morelos, El Parotal, entre otras poblaciones.

▪ **Demografía**

En el Municipio de Aquila en 1990, la población representaba el 0.57 por ciento del total del Estado. Para 1995, se tiene una población de 19,379 habitantes, su tasa de crecimiento es del -0.88 por ciento anual (la tasa de crecimiento negativa, se debe a factores como la emigración al interior y exterior del país principalmente) y la densidad de población es de 8.4 habitantes por kilómetro cuadrado. El número de hombres es relativamente mayor al de mujeres. Para el año de 1994, se registraron 1,691 nacimientos y 82 defunciones. Mientras que para el censo del 2000 se tenía una población total de 22,152 habitantes, con 11,196 hombres y 10,956 mujeres.

▪ **Vivienda**

Las características de las viviendas en las comunidades de Aquila son variadas, en un 70% las viviendas están hechas de materiales empleados en la región como son (madera, palma, adobe) mientras que el otro 30% están hechas con materiales perennes.

▪ **Urbanización**

El municipio de Aquila, el mayor en términos de área del estado de Michoacán, tenía en el año 2000 una población total de 22152 habitantes, habiendo experimentado un crecimiento poblacional del 9% con respecto a la década anterior. Debido a la falta de servicios médicos y comunicaciones modernas, las tasas de mortalidad infantil se mantuvieron altas en las comunidades indígenas hasta los años 70.

Aquila es uno de los 14 municipios de Michoacán (del total de 112 municipios que comprende este estado) cuyos indicadores de bienestar social están en los niveles más bajos (nivel 7). Entre Aquila y Colima se encuentra el pequeño municipio de Coahuayana, siendo que la ciudad de tamaño mayor más cercana es Tecomán, Colima. Coalcomán, aislada entre cerros, es el centro urbano más cercano en Michoacán, pero la carretera que une Aquila a Villa Victoria y Coalcomán, que pasa por la mina de hierro explotada por el grupo Hylsa, se encuentra en condiciones deplorables.

Los servicios públicos con los que cuenta el municipio son los que a continuación se indican:

Agua potable 80%
 Drenaje 30%
 Electrificación 60%
 Pavimentación 10%
 Alumbrado Público 60%
 Recolección de Basura 40%
 Mercado 20%
 Panteón 80%
 Cloración del Agua 50%
 Seguridad Pública 70%
 Parques y Jardines 60%
 Edificios Públicos 30%
 Medios de comunicación

Por otra parte llegan al municipio los periódicos Cronos de Morelia y La Voz de Chinicuilá; y de Villa Victoria periódicos semanales o quincenales.

- **Salud y Seguridad Social**

Cuenta el municipio con clínicas del IMSS y Centro de Salud.

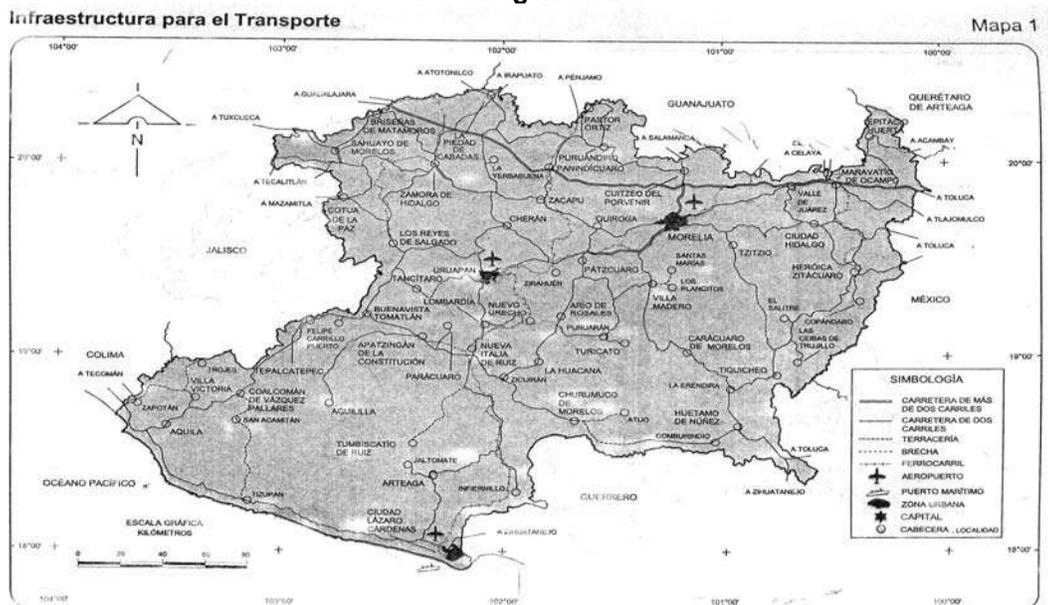
- **Educación**

Cuenta con los niveles de preescolar, primaria, secundaria y telesecundaria, además se imparte educación indígena.

- **Vías de comunicación**

Al municipio lo comunica la carretera costera pavimentada Colima-Lázaro Cárdenas y Aquila-Coalcomán, con brechas temporales: Aquila-Cofradía de Ostula, Maruata-Pomaro-Salitre-Ostula-Cofradía de Ostula, Maruata-Pomaro-Coire, carretera costera San Pedro Naranjestil. Cuenta con casetas telefónicas que funcionan con fotoceldas, pero normalmente están fuera de servicio. Tiene oficina de correos y radiocomunicación. Cuenta con sistema de radiocomunicación pública y privada.

Imagen VI. 23



- **Aspectos Culturales y Estéticos**

Predomina la religión Católica, seguida de los Testigos de Jehová y Evangélica.

El XI Censo General de Población y Vivienda indica que en 1990 habitaban 8 personas hablantes de lengua indígena; de las cuales 6 eran hombres y 2 mujeres. Las dos principales lenguas indígenas en el municipio son el náhuatl y el purépecha.

Aspectos Económicos

Principales Sectores, Productos y Servicios

- **Agricultura**

Los principales cultivos son el maíz, frijol y ajonjolí.

- **Ganadería**

Se cría ganado bovino, caprino y porcino.

- **Industria**

Actualmente se realizan trabajos para la explotación de una mina de fierro.

- **Turismo**

Cuenta con las playas de Maruata, Faro de Bucerías, Las Brisas, Nexpa y San Juan de Alima.

- **Comercio**

Cuenta con tiendas de abarrotes, ferreterías, farmacias, fruterías, materiales para construcción, venta de alimentos, etc.

- **Servicios**

Cuenta con hoteles, taxis y negocios de venta de comidas, suficientes para cubrir la demanda.

- **Caza y pesca**

Existen 6 cooperativas pesqueras las cuales trabajan a muy baja capacidad.

- **Migración**

Aunque las comunidades indígenas de la costa son vistas con frecuencia por forasteros como relativamente cerradas en si mismas, la migración temporal en busca de trabajo asalariado no es un fenómeno reciente consecuencia de la construcción de carreteras, siendo que ya había gente que salía de la comunidad para vender cosechas y ganado aun en los días en los que se tardaba una semana en regresar de Tecomán. Dos tercios de los comuneros entrevistados tenían alguna experiencia laboral fuera de la comunidad, muchos de ellos habiendo salido junto con toda su familia para trabajar durante cortos periodos de tiempo en plantaciones comerciales de Colima, Coalcomán o Jalisco.

La migración a Estados Unidos comenzó en los años 60, siendo es cada vez una opción más importante para los jóvenes, muchos de los cuales deciden permanecer por periodos más largos de tiempo en Estados Unidos dado el cada vez más alto coste y riesgo que la migración indocumentada incurre

Descripción de la estructura y función del sistema ambiental regional

De forma general puede observarse la zona donde se encuentra el área de proyecto, no presenta ningún tipo de problema, es decir, los componentes correspondientes al sistema ambiental regional, no tienen riesgo sufrir daño alguno, ya que como se ha mencionado en párrafos anteriores, el proyecto se ha realizado tomando en cuenta todas y cada una de las normas que intervienen dentro de la elaboración de proyectos nuevos o modernización de los existentes y además considerando los aspectos físicos, bióticos y socioeconómicos de la zona.

Análisis de los componentes, recursos o áreas relevantes y/o críticas

Tomando en cuenta todos los componentes que intervienen dentro de la realización del proyecto, se puede observar que debido a que el proyecto en dimensiones es pequeño y únicamente se trata de una modernización (es decir no se afectarán grandes áreas verdes), no surgen problemas que afecte el medio ambiente de la zona o región.

Identificación de las áreas críticas

No se localizan áreas críticas dentro de la zona de proyecto.

Identificación de los componentes ambientales críticos del sistema de funcionamiento regional.

Como se ha mencionado anteriormente, el proyecto solo contempla la modernización de una infraestructura existente, por lo que los aspectos a considerar en cuanto a funcionamiento regional son positivos, es decir: con la realización de la obra, se mejorará la vialidad actual, proporcionando un mayor nivel de servicio y seguridad para los usuarios, con lo cual también se mejorarán los tiempos de traslado de una población a otra y con esto mejorar las relaciones de las localidades que se comunican por medio de esta vialidad. Dentro de los aspectos de fauna y flora del lugar, cabe mencionar que con respecto al área afectada, esto no representa problema que ocasione daños graves al ambiente.

Diagnóstico Ambiental Regional

Después de haber analizado todos los conceptos antes mencionados y tomando en consideración el área proporcional a afectar durante la realización de la obra, se ha llegado a la conclusión de que la magnitud del impacto ambiental no es significativo.

Identificación y análisis de los procesos de cambio en el sistema ambiental regional

- **Medio físico**

Clima

En los datos presentados anteriormente, se observa que el clima que prevalece en el municipio es semi-cálido húmedo. Con respecto a este punto se puede mencionar que la realización de la obra no influiría en el cambio del mismo, debido a que el área natural a afectar es mínima.

Aire

Gracias a que existen un gran número de áreas verdes cerca de la zona de proyecto, se conserva una buena calidad del aire, la cual no será modificada con este proyecto. Como se menciono anteriormente durante la ejecución del proyecto se llevaran a cabo el manejo de residuos y

Agua

Dentro de la zona de proyecto no se encuentra zonas que pudieran afectar los patrones naturales de drenaje.

Suelo

Al tratarse de una modernización de la vialidad y conservarse las características principales de la vialidad, se han respetado las propiedades del suelo, por lo que no se ocasiona problemas en este aspecto.

Geología y geomorfología

La topografía de la zona de proyecto no tendrá grandes cambios, ya que el proyecto se realizará conservando las características topográficas existentes.

Flora

Este medio no será afectado, debido a la porción mínima de área a afectar (banquetas).

Fauna

Este medio no será afectado, debido a la porción mínima de área a afectar (banquetas).

Ecosistema

La proporción de la ampliación es mínima, por lo que no será afectado el ecosistema.

Paisaje

Al tratarse de una ampliación únicamente, el paisaje se conservará igual.

▪ Medio socioeconómico

Medio social

No se ocasionará cambio alguno respecto a los componentes del medio social, ya que el camino ya existe y únicamente lo que se realizará será la modernización de la vialidad, con el fin de contar con un nivel de servicio mayor y seguridad para los usuarios de esta vialidad.

Medio económico

Al tratarse de una carretera que sirve para lograr la comunicación entre poblaciones alejadas, y ser una modernización de la misma, los cambios que se realizarán serán de beneficio para estas zonas urbanas, ya que se mejorará el servicio de la vialidad y por lo tanto la mejora en tiempo de traslado de un lugar a otro, además de contar con un mayor grado de seguridad al viajar por dicha carretera.

VI.8.6.- IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.

VI.8.6.1.- CONSTRUCCIÓN DEL ESCENARIO MODIFICADO POR EL PROYECTO

Después de haber analizado todos los conceptos mencionados en los puntos anteriores, y haciendo mención sobre el área que se afectará para la construcción de este proyecto, podemos observar que realmente el impacto ambiental generado por dicha obra, no es significativo y no ocasiona problema o cambio drástico a las condiciones actuales de la zona de influencia.

VI.8.6.2.- IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LAS FUENTES DE CAMBIO, PERTURBACIONES Y EFECTOS.

Dentro de este tema, es importante mencionar que no se ocasionarán cambios importantes dentro del medio ambiente, ya que el camino actual tiene años de estar en funcionamiento y en este momento se ha proyectado únicamente su modernización, por lo que no se generarán cambios importantes al medio.

VI.8.6.3.- ESTIMACIÓN CUALITATIVA Y CUANTITATIVA DE LOS CAMBIOS GENERADOS EN EL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

Los cambios que se generarán con la construcción del proyecto, son beneficiosos en todos los aspectos, esto, debido a que al realizarse la modernización de la vialidad, los usuarios de la misma tendrán un mayor nivel de seguridad al transitarla, y por lo tanto el nivel de servicio se incrementará.

Con este proyecto el impacto negativo, será temporal, mientras se ejecuten las obras sin dejar grandes afectaciones al entorno del proyecto. Para explicar este punto con mas detalle, y en que consisten cada uno de los impactos generados se elaboro la tabla que se presenta a continuación.

TABLA VI.14

IMPACTO AMBIENTAL GEOBIOFISICO	
Atmósfera	Emisión de partículas y gases por vehículos automotores Alteraciones del microclima en la zona de proyecto. Alteración de la calidad del aire en la zona Emisión de ruido: Por el uso de maquinaria pesada
Acuático	Utilización de agua para: Servicios y aseo personal Construcción Humedad en la zona y capacidad de captación.
Suelo	Perdidas por opciones del suelo Cambio en la vocación Afectación en la capa vegetal
Residuos	Residuos peligrosos como botes vacíos de aceites lubricantes gastados, estopas con grasa, residuos sólidos municipales. Transporte y recolección por la empresa autorizada. Disposición en relleno sanitario.

TABLA VI.15
IMPACTOS AMBIENTALES

Biota	<p>Capa vegetal: a) despalme <u>b) aprovechable</u> c) agotado Afectaciones al ecosistema global Fauna: a) Especies en peligro de extinción <u>b) Modificación en los hábitat naturales</u> c) Migración de fauna silvestre y de campo</p>
Riesgo	<p>Coordinación con sectores oficiales: <u>a) Acciones y actividades in-situ.</u> b) Planes y respuesta a contingencia Labores de construcción <u>a) Transporte y circulación</u> <u>b) Manejo de materiales</u> <u>c) Manejo de maquinaria y equipos</u> <u>d) Manejo de herramientas</u> <u>e) Equipo de seguridad y protección</u> Suministro de agua potable: a) Red hidráulica b) Agua de pozo profundo c) Red municipal <u>d) Tomas de agua (empleo de pipas)</u> e) Colectores marginales Transporte y circulación: <u>a) Señalamientos</u> b) Coordinación con tránsito del municipio <u>c) Velocidad regulada</u> d) Elementos de Tránsito e) Volantes informativos Maquinaria y equipos pesados: a) Uso <u>b) Resguardo</u> c) Estacionamientos d) Ruido e) Señalización f) Visibilidad</p>
Paisaje	<p>Modificación de carácter visual y espacial del paisaje Modificación del relieve por movimientos de tierra requerida Perdida de cubierta vegetal representada por pastizales Derribo de árboles que se encuentran sobre el trazo de la envolvente de afectación. <u>La imante del paisaje se modificara temporalmente durante el proceso constructivo.</u> Modificaciones permanentes de la imagen del paisaje.</p>

TABLA VI.16

IMPACTOS SOCIOECONOMICOS	
Vialidad Urbana	Afectación de vialidades Incremento de vehículos Las actividades incrementaran los aforos de las vias inmediatas. Desviación de vehículos automotores Incorporación de nuevos señalamientos Incremento de flujo vehicular Deterioro de la capa asfáltica Costumbres Velocidad de vida
Social	Usuarios Habitantes Grupos opositores y de reacción a)A las obras, b)Al cambio, c)en apoyo a un partido político, d)Financiamiento, e)Ensuciamiento de edificación principalmente Barrio y Colonias Programas de apoyo: a)De formación y educación ambiental.
Salud	Trabajadores expuestos a: Contaminantes atmosféricos Jornadas de trabajo: Cansancio y Agotamiento Afecciones a nivel de piel, de trabajadores por: escoriaciones, quemaduras, cortaduras, quemaduras por exposición al sol, cuadros alérgicos. Sistema respiratorio: Por polvos suspendidos. Sentido auditivo: Por intensidades de ruido Sistema nervioso: Por intensidades de ruido
Económicos	Inflación Incremento en la demanda de servicios Valor del suelo Ingresos y gastos para el sector publico Empleos o trabajo que pueden generarse en la zona durante la construcción del proyecto.

VI.8.6.4.- TÉCNICAS PARA EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Con el propósito de evaluar los impactos ambientales a los que será sometida la zona de proyecto áreas de influencia durante la etapa operativa y de mantenimiento se tomaron en cuenta los factores que a continuación se describen, considerando además si estos impactos generados serán: acumulativos, inevitables, irreversibles, reversibles o simples.

- a) Naturaleza del impacto.- Considerado de beneficio para la zona.
- b) Magnitud.- Mínima en cuanto a área de ampliación
- c) Duración.- La duración de la obra es mínima en cuanto a tiempo de construcción, sin embargo los beneficios serán por años.
- d) Reversibilidad.- Algunos de los impactos que se generarán durante la obra podrán evaluarse como reversibles o irreversibles, de antemano se puede suponer que todos serán reversibles, ya que hablamos de una obra de pequeña magnitud.
- e) Importancia.- La importancia del proyecto es elevada, debido a la necesidad de contar con vialidades que proporcionen un alto nivel de servicio y seguridad para los usuarios de la misma.

VI.8.6.5.- IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS Y EVALUACIÓN DE LOS MISMOS.

Los impactos ambientales que se generaran durante la obra, se pueden clasificar de la siguiente forma:

Concepto:	Clave:	Descripción:
Acumulativos	Ac	Aquel que al prolongarse en el tiempo la acción del agente inductor, incrementa progresivamente su gravedad, al carecerse de mecanismos de eliminación con efectividad temporal similar a la del incremento del agente causante del daño.
Inevitables	In	Aquel que tiene una incidencia inevitable con el aspecto ambiental como en el medio socioeconómico como el social.
Irreversibles	Ir	Aquel que supone la imposibilidad o la dificultad extrema de retornar, a la situación anterior a la acción que produce.
Reversibles	Rv	Aquel en el que la alteración que supone puede ser asimilada por el entorno de forma medible a mediano plazo, debido al funcionamiento de los procesos naturales de la sucesión ecológica y de los mecanismos de auto deformación del medio.
Simple	Rs	Aquel que se manifiesta sobre un solo componente ambiental o cuyo modo de acción es individualizado, consecuencias en la inducción de nuevos efectos ni en la de su acumulación, ni en la de su sinergia.

**TABLA VI.17
IMPACTOS AMBIENTALES EN LA ETAPA OPERATIVA Y DE MANTENIMIENTO**

IMPACTO AMBIENTAL GEOBIOFISICO						
AMBIENTE	ETAPA OPERATIVA Y DE MANTENIMIENTO	CLAVE				
		Ac	In	Ir	Rv	Rs
1. ATMOSFERA	Emissiones contaminantes: 1. Polvos suspendidos 2. Monóxido de carbono 3. Dióxido de azufre 4. Óxidos de nitrógeno 5. Hidrocarburos * alteraciones en la calidad del aire de la zona partículas * emisión de ruido: * calle de mucho tráfico dB 6. Vehículos ligeros 7. Vehículos medianos 8. Vehículos pesados			x x x x x		
2. MEDIO ACUATICO	* Suministro de agua: a) mantenimiento					x

	b) áreas verdes * incremento en la humedad de la zona * incremento en la capacidad de captación * descargas de aguas residuales a) concentraciones b) cuerpos receptores El cumplimiento de los límites máximos permisibles por las normas oficiales mexicanas ecológicas NOM-032-ECOL/1993 estará bajo la coordinación de la Comisión Nacional del Agua		X			X
3. SUELO	* Usos del suelo * Vocación * Plusvalía * Contaminación La afectación por contaminación del suelo y de las aguas subterráneas se descartan completamente ya que las áreas verdes no requerirán de fertilizantes y plaguicidas para su cuidado.		X	X	X	
4. RESIDUOS	* Residuos peligrosos - aceites lubricantes gastados * Residuos tipo domésticos Vidrio Papel y Cartón Plástico Orgánicos * Transporte y recolección Empresa asignada * supervisión y seguimiento CENTRO S.C.T. PROFEPA					X X X X X X X

IMPACTO AMBIENTAL GEOBIOFISICO						
AMBIENTE	ETAPA OPERATIVA Y DE MATENIMIENTO	CLAVE				
		Ac	In	Ir	Rv	Rs
	* Normatividad NOM-052-ECOL-1993 NOM-053-ECOL-1993 NOM-054-ECOL-1993					X X X X
	* Disposición Relleno sanitario autorizado					X
5.BIOTA	* Capa vegetal Reutilizado					X
	* Migración					X
	De fauna ocasionada por la generación de ruido provenientes de la circulación de los vehículos automotores. La fauna esta representada por aves y pequeños animales principalmente:					

VI.8.7.- DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA

Como se ha podido observar, el área gráfica del camino es mínima en comparación con la infraestructura carretera existente; además, debemos mencionar que al tratarse únicamente de una modernización de la vialidad, los posibles cambios que se generan en materia de impacto ambiental, son mínimos y no son significativos.

VI.8.8.- ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACION DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

Con base en lo que se ha analizado anteriormente, resulta indispensable tomar en cuenta una serie de medidas importantes para mitigar los efectos negativos y recuperar los recurso naturales de las zonas en estudio y proporcionar a los habitantes una mejor calidad de vida.

Las medidas que se deben adoptar son las siguientes:

- Reforestación al paso de ductos y líneas de infraestructura
- Plantear y regular el manejo de los desechos sólidos.
- Planificar el desarrollo urbano regional sobre el derecho de vía y el entorno urbano.

Las medidas de prevención y mitigación corresponden a la parte medular de una Manifestación de Impacto Ambiental, dado que es en donde los conocimientos y la evaluación del análisis del sitio se conjugan a través de la planeación para realmente disminuir los efectos negativos del proyecto sobre le medio natural. Este proyecto también deberá contribuir a la seguridad vial y facilitar la orientación del transito vehicular.

VI.8.8.1.- AGRUPACIÓN DE LOS IMPACTOS DE ACUERDO CON LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN PROPUESTAS

Los impactos detectados y que serán aminorados mediante las medidas de mitigación se clasificaron conforme a su medio de origen de la siguiente manera:

- Atmosféricos
- Acuáticos
- Suelo
- Biota
- Paisaje
- Vialidad Urbana
- Sociales
- Salud
- Económica

VI.8.8.2.- DESCRIPCIÓN DE LA ESTRATEGIA O SISTEMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN

A continuación se describen las medidas de mitigación a emplear para los posibles impactos ambientales generados por el Proyecto para la modernización de los caminos: Pomaro-E.C. (Costera), tramo del km 4+000 al km 12+000 y; Ostula-E.C. (Costera), tramo del km 0+000 al km 6+000, estado de Michoacán.

TABLA VI.18

IMPACTO QUE SE MITIGARA	MEDIDA DE MITIGACION
ATMOSFERA	Usar combustibles de baja concentración de plomo. Uso de maquinaria y equipo bajo condiciones optimas de carburación, así como de su mantenimiento. Riego de agua 3 veces al día a los tramos y áreas afectadas por la construcción. Cumplir con lo establecido en la NOV-041-ECOL/1993 referente a los niveles máximos permisibles de ruido generado en la maquinaria. La supervisión y seguimiento se hará a cargo :
ACUATICO	Racionar el uso del agua en el aseo personal Se suministrara agua, lo que permitirá mitigar , la necesidad de agua para las obras constructivas, para servicio de sanitarios y aseo de trabajadores. Las aguas pluviales serán canalizadas debidamente a causas naturales de los arroyo y ríos existentes. La supervisión y seguimiento se hará a cargo de:
SUELO	Regeneración de la capa vegetal, a fin de evitar erosión del suelo Se prohíbe quemar y abandonar el material sobrante producto del despalme. La supervisión y seguimiento se hará a cargo de:

RESIDUOS	<p>Los materiales que no puedan incorporarse a las actividades constructivas serná dispuestos en zonas autorizadas para tal fin.</p> <p>El transporte y recolección se hará por la empresa autorizada.</p> <p>La disposición se hará en el relleno sanitario autorizado.</p>
BIOTA	<p>Las operaciones de construcción afectaran una parte minoritaria de las franjas laterales de área natural de la carretera Zihuatanejo-La Mira permitiendo a la mínima fauna menor existente (pequeños reptiles, mamíferos y aves) su desplazamiento hacia las áreas no perturbadas por la obra.</p> <p>Supervisión y seguimiento por:</p>
PAISAJE	<p>Se conservara la capa de tierra vegetal producto del despalme.</p> <p>Realizar el mantenimiento de garantía en las condiciones y tiempo indicados en el contrato de obra respectivos y de acuerdo a especificaciones.</p> <p>Supervisión y seguimiento :</p>
VIALIDAD URBANA	<p>Se deberá establecer un programa de señalamiento vial.</p> <p>Los traslados de maquinaria y equipo deberán ser en horas de menos tráfico vehicular.</p> <p>Se deberá hacer un programa de desvíos de tránsito</p> <p>Supervisión y seguimiento: La obra deberá contar con señalamiento preventivo, restrictivo e informativo.</p>
SOCIALES	<p>Se deberá señalar al público que sus actividades no sufrirán cambio alguno, sus propiedades no perderán su plusvalía y se deberá ofrecer esquemas de permanencia en el mercado para los casos de comerciantes.</p> <p>Se recomienda establecer comunicación con los trabajadores y usuarios sobre los programas ambientales a implementar para el buen funcionamiento de la vialidad destacando: El impacto ocasionado por el cambio en las costumbres de la población expuesta, es temporal en lo concerniente a la exposición de polvos, el tráfico vehicular y las incomodidades provocadas por las obras de construcción.</p>
SALUD	<p>Recomendaciones para la población directamente expuesta.</p> <p>Uso de cubre bocas para población alérgica a los contaminantes.</p> <p>Aseo personal de la piel y de las cavidades nasales y auditivas.</p> <p>El trabajo de la maquinaria pesada se hará durante el día, evitar que se trabaje durante la noche.</p>
ECONOMICA	<p>Programas federales de apoyo al abatimiento de la infracción durante toda la etapa de construcción del camino de liga.</p> <p>Se adoptara la política de contratación local del personal de construcción del camino de liga.</p> <p>El personal especializado como administrativo, de supervisión y control, una vez terminada la obra regresara a su lugar de origen con lo cual desaparecerá el impacto sobre los servicios, alojamiento, transporte, alimentación que su presencia generara.</p>

VI.8.9.- PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.

En cuanto al análisis del impacto ambiental y manejo de residuos se considera que las obras a efectuar no generaran afectaciones en materia de impacto ambiental y equilibrio ecológico. Mas se hacen las siguientes recomendaciones que la empresa constructora deberá tomar en cuenta:

Contratar un equipo de profesionales capacitados (incluyendo un especialista en le área ambiental) encargado en todo momento de la supervisión y seguimiento del cumplimiento en tiempo y forma de los términos y condicionantes a los cuales quedo sujeto el proyecto. Obtener los permisos emitidos por la autoridad competente correspondientes para los bancos de tiro en donde serán depositados los residuos sólidos, incluyendo los de construcción.

Contar para las áreas de trabajo con una adecuada señalización preventiva, restrictiva e informativa, dirigida a la población en general, en la que se haga referencia a los trabajo que realizaran en el lugar. Utilizar para las señalizaciones preventivas, pinturas o recubrimientos que estén libres de plomo, tales como esmaltes con base en agua. Instalar sanitarios portátiles de uso obligatorio para los trabajadores, en numero suficiente, los cuales serán provistos de mantenimientos periódico adecuado por parte de una empresa autorizada, que tenga los medios necesarios para dar tratamiento a las aguas residuales.

Efectuar el riego en las zonas de trabajo, con el fin de reducir la generación de polvos. Esta medida se reforzará cuando los trabajos se realicen en zonas cercanas a centros de población. Igualmente, el transporte de materiales se hará en estado húmedo, dentro de vehículos tapados adecuadamente. Evitara el desmonte de vegetación o el deposito de materiales en sitios cercano a corrientes de agua y/o cuerpos de agua superficiales. Por lo tanto, establecerá franjas de protección con vegetación natural de 10 m. De ancho en las márgenes de ríos, arroyos y cuerpos de agua estacionales y de 20 m. De ancho en aquellas corrientes de carácter permanente.

Se contratara personal altamente capacitado para operar la maquinaria y el equipo que se emplearan durante los trabajo de desmonte y despalme, con el objeto de evitar el desmonte de áreas no autorizadas. Durante la instalación de tubos de drenaje, verificar que las cotas de desplante de entrada y salida de tubos, coincidan con la elevación natural de terreno.

Al termino de los trabajos de construcción, dismantelar y retirar toda la infraestructura de apoyo empleada, procediendo a la limpieza y el sembrado de especies nativas en los terrenos afectados.

VI.8.6.1.- CONCLUSIONES DE LA MANIFESTACIÓN DEL PROYECTO.

Podemos concluir que la afectación por la construcción de las obras viales del Proyecto para la modernización del camino: Ostula-E.C. (Costera), tramo del km 0+000 al km 6+000, estado de Michoacán. serán mínimos ya que al principio de la obra serán los impactos ambientales importantes, a medida que avance la construcción se irán aminorando, con las medidas de mitigación antes mencionadas.

Por lo tanto concluimos que es una obra de beneficio social que traerá mejoras en la zona.

**VI.9.- ANEXOS.
HOJAS DE SEGURIDAD.**

Acetato de etilo			
No. CAS	141-78-6	Ester acético	
No. RTECS	AH5425000	Eter acético	
No. ICSC	03667	Etil ester de ácido acético	
No. Naciones Unidas		Etil etanoato	
No. CE		Peso Molecular: 88.1	
Límites de	Peligros/Síntomas agudos	Prevención	Primeros auxilios/ Lucha contra incendios.
Incendio.	Inflamable	No producir llama abierta, No producir chispas y No fumar.	Polvos, AFFF, espuma, dióxido de carbono.
Explosión			
Exposición			
Inhalación.	Irritación de fosas nasales y mucosas en general	Utilización de equipo de seguridad, mascarilla y en casos donde la concentración sea mayor al IDLH se requiere equipo de respiración semiautónomo.	Proporcionar algún tipo de soporte respiratorio y someterse a atención médica inmediata.
Piel	Irritación	Utilización de equipo de seguridad, mascarilla y en casos donde la concentración sea mayor al IDLH se requiere equipo de respiración semiautónomo.	Proporcionar algún tipo de soporte respiratorio y someterse a atención médica inmediata.
Ojos	Irritación	Utilización de goggles o mascarilla completa.	Lavar con abundante agua por 15 minutos y someterse a atención médica inmediata.
Ingestión	Irritación del aparato digestivo e intoxicación.	Evitar comer en el área donde se maneja este producto.	Someter a atención médica inmediata.
Derrames y fugas	Almacenamiento	Envasado y etiquetado	
Ventilación, recoger el líquido que se derrama y ya derramado en recipientes herméticos tanto como sea posible, absorber el líquido residual en arena o absorbente inerte y trasladar a lugar seguro. NO verter en el alcantarillado, NO permitir que este producto químico penetre en el ambiente (protección personal adicional: equipo autónomo de respiración).	A prueba de incendio, separado de oxidantes fuertes, frío, almacenar solamente si está estabilizado.	Clasificación de peligros Naciones Unidas: 3 Grupo de Envasado Naciones Unidas: III	

Datos importantes	Estado físico; Líquido.	Riesgo de inhalación: Iritación severa de mucosas.
	Peligros Químicos: Es incompatible y reacciona con los oxidantes, catalizadores para polimeros de vinil, peróxidos, ácidos fuertes, cloruro de aluminio. Nota: puede polimerizarse si es contaminado o sujeto a calentamiento. Usualmente contiene un inhibidor como el terbutilcatecol.	Efectos de la exposición de corta duración: Existencia de irritación aguda en mucosas, piel y ojos, que pueden requerir atención medica de emergencia por su gravedad.
	Límites de exposición laboral: NIOSH REL: TWA 400 ppm (1400 mg/m ³) OSHA PEL: TWA 400 ppm (1400mg/m ³)	Efectos de exposición prolongada o repetida: No se tienen evidencias concretas acerca de la influencia que pudiera tener esta substancia sobre el desarrollo de cáncer en humanos.
	Vías de exposición: Inhalación, ingestión, cutánea y/o contacto con los ojos.	
Propiedades físicas. Líquido incoloro con olor característico a fruta.	Punto de ebullición: 171 °F Solubilidad en agua, g/100 ml a 77°F: 10% Presión de vapor, Pa a 20°C: 73 mmHg Densidad relativa de la mezcla vapor/aire a 20°C (aire = 1): 2.0 % Punto de inflamación (v.c.): 10.01	Temperatura de autoignición Límites de explosividad, % en volumen en el aire: Coeficiente de reparto octanol/agua como log Pow:
Notas		

Acetato de vinilo			
No.CAS	108.05-4	1-Acetoxyetileno	
No. RTECS	AK0875000	Etenil acetato	
No. ICSC	0347	Etenil etanoato	
No. Naciones Unidas		Vinil acetato monomero	
No. CE		Peso Molecular: 86.1	
Límites de	Peligros/Síntomas agudos	Prevención	Primeros auxilios/ Lucha contra incendios.
Incendio	Inflamable	No producir llama abierta, No producir chispas y No fumar.	Polvos, AFFF, espuma, dióxido de carbono.
Explosión			
Exposición			
Inhalación	Irritación de fosas nasales y mucosas en general	Utilización de equipo de seguridad, mascarilla y en casos donde la concentración sea mayor al IDLH se requiere equipo de respiración semiautónomo.	Proporcionar algún tipo de soporte respiratorio y someterse a atención medica inmediata.
Piel	Irritación	Utilización de equipo de seguridad, mascarilla y en casos donde la concentración sea mayor al IDLH se requiere equipo de respiración semiautónomo.	Proporcionar algún tipo de soporte respiratorio y someterse a atención médica inmediata.
Ojos	Irritación	Utilización de goggles o mascarilla completa.	Lavar con abundante agua por 15 minutos y someterse a atención médica inmediata.
Ingestión	Irritación del aparato digestivo e intoxicación.	Evitar comer en el área donde se maneja este producto.	Someter a atención medica inmediata.
Derrames y fugas	Almacenamiento	Envasado y etiquetado	
Ventilación, recoger el líquido que se derrama y ya derramado en recipientes herméticos tanto como sea posible, absorber el líquido residual en arena o absorbente inerte y trasladar a lugar seguro. NO verter en el alcantarillado, NO permitir que este producto químico penetre en el ambiente (protección personal adicional: equipo autónomo de respiración).	A prueba de incendio, separado de oxidantes fuertes, frío, almacenar solamente si está estabilizado.	Clasificación de peligros Naciones Unidas: 3 Grupo de Envasado Naciones Unidas: III	

Datos importantes	Estado físico; Líquido.	Riesgo de inhalación: Irritación severa de mucosas.
	Peligros Químicos: Es incompatible y reacciona con los oxidantes, ácidos, bases, sílica gel, alumina, azocompuestos, ozono. Nota: puede polimerizarse si es contaminado. Usualmente contiene un estabilizante como la hidroquinona o difenilamina para prevenir la polimerización.	Efectos de la exposición de corta duración: Existencia de irritación aguda en mucosas, piel y ojos, que pueden requerir atención médica de emergencia por su gravedad.
	Límites de exposición laboral: NIOSH REL: C 4 ppm (15 mg/m ³) (15 minutos) OSHA PEL: None. Vías de exposición: Inhalación, ingestión, cutánea y/o contacto con los ojos.	Efectos de exposición prolongada o repetida: No se han asociado efectos adversos con la exposición ocupacional por largo tiempo con esta sustancia.
Propiedades físicas. Líquido incoloro con olor característico a fruta.	Punto de ebullición: 162°F Solubilidad en agua, g/100 ml a 77°F: 2% Presión de vapor, Pa a 20°C: 83 mmHg Densidad relativa de la mezcla vapor/aire a 20°C (aire = 1): 2.6 % Punto de inflamación (v.c.): 9.19.01	Temperatura de autoignición Límites de explosividad, % en volumen en el aire:
Notas		

Estireno			
No. CAS	100-42-5	Vinilbenceno	
No. RTECS	WL3675000	Feniletileno	
No. ICSC	0073	Etenilbenceno. $C_6H_5CH=CH_2$	
No. Naciones Unidas	2055	Peso Molecular: 104.2	
No. CE	601-026-00-0		
Tipos de peligro	Peligros/Síntomas agudos	Prevención	Primeros auxilios/ Lucha contra incendios.
Incendio	Inflamable	No producir llama abierta, No producir chispas y No fumar.	Polvos, AFFF, espuma, dióxido de carbono.
Explosión	Por encima de 31°C pueden formarse mezclas explosivas vapor/aire.	Por encima de 31°C, sistema cerrado, ventilación y equipo eléctrico a prueba de explosiones.	En caso de incendio, mantener fríos los bidones y demás instalaciones por pulverización con agua.
Exposición			
Inhalación	Vértigo, somnolencia, dolor de cabeza, náusea, pérdida de conocimiento, debilidad.	Ventilación, extracción localizada o protección respiratoria.	Aire limpio, reposo, respiración artificial si estuviera indicado, y someter a atención médica.
Piel	Enrojecimiento	Guantes protectores	
Ojos	Enrojecimiento, dolor conjuntivitis	Gafas ajustadas de seguridad o pantalla facial	En primer lugar enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad), después llevar a un médico.
Ingestión	Dolor abdominal, vértigo, somnolencia, dolor de cabeza, náuseas, pérdida de conocimiento, debilidad.		Enjuagar la boca.
Derrames y fugas		Almacenamiento	Envasado y etiquetado
Ventilación, recoger el líquido que se derrama y ya derramado en recipientes herméticos tanto como sea posible, absorber el líquido residual en arena o absorbente inerte y trasladar a lugar seguro. NO verter en el alcantarillado, NO permitir que este producto químico penetre en el ambiente (protección personal adicional: equipo autónomo de respiración).		A prueba de incendio, separado de oxidantes fuertes, frío, mantener en la oscuridad, almacenar solamente si está estabilizado.	Clasificación de peligros Naciones Unidas: 3 Grupo de Envasado Naciones Unidas: III

Datos importantes	Estado físico; aspecto líquido incoloro a amarillo, aceitoso, con olor característico.	Riesgo de inhalación: En la evaporación de esta sustancia a 20 °C se puede alcanzar bastante lentamente una contaminación perjudicial del aire.
	Peligros Químicos: La sustancia puede formar peróxidos en circunstancias específicas, iniciando una polimerización explosiva. La sustancia se puede polimerizar debido al calentamiento suave bajo la influencia de la luz, con peligro de incendio o explosión. Reacciona fácilmente con oxidantes fuertes.	Efectos de la exposición de corta duración: La sustancia irrita los ojos, la piel y las vías respiratorias. La ingestión de líquido puede originar aspiración dentro de los pulmones con riesgo de neumonitis química. La exposición podría causar disminución de la conciencia. La exposición puede producir náusea, cansancio y embriaguez.
	Límites de exposición laboral: TLV: 50 ppm; 213 mg/m ³ (como TWA); 100 ppm; 425 mg/m ³ (como STEL) (ACGIH 1989-1990). PDK: 5 MG/M ³ (URSS 1978)	Efectos de exposición prolongada o repetida: El contacto prolongado o repetido con la piel puede producir dermatitis. La sustancia puede tener efectos sobre los pulmones y el sistema nervioso central dando lugar a somnolencia y vértigo. Esta sustancia es posiblemente carcinógena para los seres humanos. Puede originar lesión genética de carácter hereditario. Puede originar defectos congénitos.
	Vías de exposición: La sustancia se puede absorber en el cuerpo por inhalación y a través de la piel, y por ingestión.	
Propiedades físicas	Punto de ebullición: 145 °C Densidad relativa (agua = 1): 0.9 Solubilidad en agua, g/100 ml a 25°C: 0.03 Presión de vapor, Pa a 20°C: 670 Densidad relativa de vapor (aire = 1): 3,6 Densidad relativa de la mezcla vapor/aire a 20°C (aire = 1): 1.02 Punto de inflamación (v.c.): 31°C	Temperatura de autoignición 490°C Límites de explosividad, % en volumen en el aire: 1,1-6,1 Coeficiente de reparto octanol/agua como log Pow: 3.2
Notas		
El estireno de grado técnico contiene inhibidores. Está indicado examen médico periódico dependiendo del grado de exposición. NO utilizar cerca de un fuego, una superficie caliente o mientras se trabaja en soldadura. Antes de la destilación comprobar si existen peróxidos; en caso positivo eliminarlos.		

1,3-Butadieno			
No. CAS	106-99-0	Divinilo	
No. RTECS	EI9275000	Eritreno	
No. ICSC	0017	Viniletileno, pirrolileno	
No. Naciones Unidas	1010	C ₄ H ₆	
No. CE	601-013-00-X	Peso Molecular: 54.1	
Tipos de peligro	Peligros/Síntomas agudos	Prevención	Primeros auxilios/ Lucha contra incendios.
Incendio	Extremadamente inflamable	No producir llama abierta, No producir chispas y No fumar.	Cortar el suministro; si no es posible y no existe riesgo para el entorno próximo, deje que el incendio se extinga por sí mismo.
Explosión	Las mezclas gas/aire son explosivas.	Sistema cerrado, ventilación equipo eléctrico y de alumbrado a prueba de explosiones.	En caso de incendio, mantener fría la botella por pulverización con agua. Combatir el incendio desde un lugar protegido.
Exposición			
Inhalación	Sequedad de boca, garganta y nariz, tos, somnolencia, visión borrosa, náusea, pérdida de conocimiento, parálisis respiratoria.	Ventilación, extracción localizada o protección respiratoria.	Aire limpio, reposo, y someter a atención médica.
Piel		Guantes aislantes del frío.	EN CASO DE CONGELACIÓN: aclarar con agua abundante, NO quitar la ropa, y someter a atención médica.
Ojos	Enrojecimiento, dolor visión borrosa.	Gafas ajustadas de seguridad.	En primer lugar enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad), después llevar a un médico.
Ingestión		No comer ni beber ni fumar durante el trabajo	
Derrames y fugas	Almacenamiento	Envasado y etiquetado	
Evacuar la zona de peligro, consultar a un experto, ventilación, NO verter NUNCA chorros de agua sobre el líquido (protección adicional: traje de protección completa incluyendo equipo autónomo de respiración).	A prueba de incendio, frío	Clasificación de peligros Naciones Unidas: 2.1 Riesgos Subsidiarios Naciones Unidas: III	

Datos importantes	Estado físico; aspecto Gas líquido comprimido, incoloro, con olor característico.	Vías de exposición: La sustancia se puede absorber en el cuerpo por inhalación.
	Peligros Físicos: El gas es más pesado que el aire y puede extenderse a ras del suelo; posible ignición remota. Como resultado del flujo, agitación, etc., se pueden generar cargas electrostáticas.	Riesgo de inhalación: Al producirse una pérdida de gas se alcanzará muy rápidamente una concentración perjudicial de éste en el aire.
	Peligros Químicos: La sustancia puede formar peróxidos en circunstancias específicas, iniciando una polimerización explosiva. La sustancia se puede polimerizar debido al calentamiento suave bajo la influencia de la luz, con peligro de incendio o explosión. La sustancia se descompone con explosión por calentamiento rápido a presión. Reacciona vigorosamente con oxidantes y otras muchas sustancias, originando peligro de incendio y explosión. Ataca al cobre y sus aleaciones, formando compuestos sensibles al choque.	Efectos de exposición prolongada o repetida: La sustancia puede tener efectos sobre la médula ósea y el hígado. Esta sustancia es posiblemente carcinógena para los seres humanos. Puede originar lesión genética de carácter hereditario. Puede producir disfunciones en la fertilidad masculina (sólo existen datos sobre animales). Puede originar defectos congénitos.
	Límites de exposición laboral: TLV: 10 ppm; 22 mg/m ³ (como TWA); A2 (ACGIH 1989-1990). PDK: 100 MG/M ³ (URSS 1978)	Efectos de la exposición de corta duración: La sustancia irrita los ojos, la piel y las vías respiratorias. La ingestión de líquido puede originar aspiración dentro de los pulmones con riesgo de neumonitis química. La exposición podría causar disminución de la conciencia. La exposición puede producir náusea, cansancio y embriaguez.
Propiedades físicas	Punto de ebullición: -4 °C Punto de fusión: -109°C. Densidad relativa (agua = 1): 0.6 Solubilidad en agua, g/100 ml a 25°C: 0.05 Presión de vapor, kPa a 20°C: 245 Densidad relativa de vapor (aire = 1): 1.9 Punto de inflamación: gas inflamable.	Temperatura de autoignición 414°C Límites de explosividad, % en volumen en el aire: 1,1-16,3 Coeficiente de reparto octanol/agua como log Pow: 3.2

Notas

La notación A2 de ACGIH indica sospecha de carcinogenicidad para los seres humanos. El material de conducción de este gas no debe contener más del 63% de cobre. El consumo de bebidas alcohólicas aumenta el efecto nocivo. La alerta de olor es insuficiente cuando se supera el valor límite de exposición. Con el fin de evitar la fuga de gas en estado líquido, girar la botella que tenga un escape manteniendo arriba el punto de escape.

INCENDIO: PRIMEROS AUXILIOS/LUCHA CONTRA INCENDIOS: En otros casos se apaga con polvos, dióxido de carbono.

EXPLOSIÓN: PREVENCIÓN: Evitar la generación de cargas electrostáticas (por ejemplo, mediante conexión a tierra) si aparece en estado líquido. Utilícense herramientas manuales de chispa reducida.

PIEL: PRIMEROS AUXILIOS/LUCHA CONTRA INCENDIOS: Utilizar guantes protectores cuando se administren primeros auxilios.

HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD PARA SUBSTANCIAS QUIMICAS GASOLINA	
NOMBRE COMERCIAL: Gasolina	RIESGO DE INCENDIO.
NOMBRE QUIMICO: Hidrocarburo	TEMPERATURA DE AUTOIGNICION: 853 °F
SINONIMO	PUNTO DE INFLAMACION: -36°F (C.C.)
FORMULA QUIMICA: C ₈ H ₁₂ a C ₉ H ₂ PORCENTAJE Y NOMBRE DE COMPONENTES RIESGOSOS: NUMERO CAS (CHEMICAL ABSTRACTS SERVICES): No disponible. NUMERO DE NACIONES UNIDAS: 1203. NOMBRE DEL FABRICANTE O IMPORTADOR: EN CASO DE EMERGENCIA COMUNICARSE AL TELEFONO O FAX NUMERO:	RESIDUOS PARA LA SALUD. INGESTION ACCIDENTAL: Causa irregularidades en el ritmo cardiaco. Si se ingieren grandes cantidades se recomienda no inducir al vómito y que un medico practique un lavado de estómago. CONTACTO CON LOS OJOS: Lavar abundantemente con una copa de agua. CONTACTO CON LA PIEL: Quitar frotando y lavar con agua y jabón. ABSORCION: INHALACION: Causa vértigo, dolor de cabeza y falta de coordinación o, en muchos casos severos actúa como anestésico, ocasiona estados de coma, falta de respiración.
PROPIEDADES FISICAS. PESO MOLECULAR (g/g.mol): 107 = 114 DENSIDAD A TEMPERATURA INICAL (T1) (g/ml): 0.05021 = 0.00000. PUNTO DE EBULLICION (°C): 50 = 199 CALOR LATENTE DE VAPORIZACION A T2 (cal/g): 71 =81 CALOR DE COMBUSTION (LIQUIDO) (ETU/lb): 18,720 TEMPERATURA DE LIQUIDO EN PROCESO (°C): 157.78 = 247 TEMPERATURA DE FUSION (°C): no proceda. VOLUMEN A CONDICIONES NORMALES (m3): VOLUMEN DEL PROCESO (gal): 300 = 5000 GPM. PRESION DE VAPOR (mmHg e20 °C1: 302.0g) DENSIDAD DE VAPOR (aire =1): 3 = 4. DENSIDAD RELATIVA: 0.702 20 °c (LIQUIDO). SOLUBILIDAD EN AGUA: No soluble. PORCIENTO DE VOLATILIDAD; VELOCIDAD EVAPORACION (líquido). OTROS DATOS	RIESGO DE FUEGO O EXPLOSION. MEDIOS DE EXTINCION: Niebla de agua, espuma, CO ₂ , químico seco, vapor o agua. EQUIPO ESPECIAL DE PROTECCION, (GENERAL) PARA COMBATE DE INCENDIO: Manguera, boquillas, camiones, cascos, pantallas, chaquetones, botas, llaves, martillo, hacha, palas, etc. PROCEDIMIENTO ESPECIAL DE COMBATE DE INCENDIO: Reglamento General Contraincendio. CONDICIONES QUE CONDUCEN A UN(A) PELIGRO DE FUEGO Y EXPLOSION NO USUALES: Derrames no controlados que alcancen una flama. Los vapores de gasolina no controlados que alcanzan una fuente de ignición pueden conducir a explosión. PRODUCTOS DE COMBUSTION: CO ₂ Y H ₂ O. INFLAMABILIDAD. LIMITE SUPERIOR DE INFLAMABILIDAD (%): 7.4. LIMITE INFERIOR DE INFLAMABILIDAD (%): 1.4.

<p>DATOS DE REACTIVIDAD. CLASIFICACION DE SUBSTANCIAS POR SU ACTIVIDAD QUIMICA, REACTIVIDAD CON EL AGUA Y POTENCIAL DE OXIDACION: O (No reactivo) ETABILIDAD DE LAS SUBSTANCIAS: Estable. CONDICIONES A EVITAR: No mezclar con ácido nítrico. INCOMPATIBILIDAD (SUBSTANCIAS A EVITAR): Acido Nítrico. DESCOMPOSICION DE COMPONENTES PELIGROSOS: No significativa. POLIMERIZACION PELIGROSA:</p>	<p>TOXICIDAD. IDLH (ppm o mg/m3): Dato no disponible. TLV 8 horas (ppm o mg/m3): 300 ppm. TLV 30 min (ppm o mg/m3): 500 ppm. DAÑO GENETICO: CLASIFICACION DE SUBSTANCIAS DE ACUERDO A LAS CARACTERISTICAS CARCINOGENICAS EN HUMANO, POR EJEMPLO INSTRUCTIVO No 10 DE LA SECRETARIA DEL TRABAJO Y PREVISION SOCIAL U OTROS. ESPECIFICA: No carcinogénico.</p>
<p>CARACTERISTICAS OBSERVABLES. ESTADO FISICO: Líquido COLOR: Incoloro, pálido cobrizo, rosado. OLOR: A gasolina.</p>	<p>CORROSIVIDAD. CLASIFICACION DE SUBSTANCIAS POR SU GRADO DE CORROSIVIDAD:</p>

HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD PARA SUBSTANCIAS QUIMICAS DIESEL	
NOMBRE COMERCIAL: Gasolina	RIESGO DE INCENDIO.
NOMBRE QUIMICO:	TEMPERATURA DE AUTOIGNICION: 210 °C
SINONIMO	PUNTO DE INFLAMACION: 38 – 52 °C
FORMULA QUIMICA: No procede. PORCENTAJE Y NOMBRE DE COMPONENTES RIESGOSOS: NUMERO CAS (CHEMICAL ABSTRACTS SERVICES): Dato no disponible. NUMERO DE NACIONES UNIDAS: 1203. NOMBRE DEL FABRICANTE O IMPORTADOR: EN CASO DE EMERGENCIA COMUNICARSE AL TELEFONO O FAX NUMERO:	RESIDUOS PARA LA SALUD. INGESTION ACCIDENTAL: Causa náuseas, vomito, depresión del sistema nervioso central, dolor de cabeza, coma, vibración pulmonar. No inducir el vómito y recibir atención médica. CONTACTO CON LOS OJOS: Lavar abundantemente con una copa de agua por 15 minutos aproximadamente. CONTACTO CON LA PIEL: Quitar frotando y lavar con agua y jabón. ABSORCION: INHALACION:
PROPIEDADES FISICAS. PESO MOLECULAR MEDIO (g/g.mol): 230 = 533 DENSIDAD A TEMPERATURA INICAL (T1) (g/ml): PUNTO DE EBULLICION (°C): 228 – 308 CALOR LATENTE DE VAPORIZACION A T2 (cal/g): No procede CALOR DE COMBUSTION (LIQUIDO) (ETU/lb): 10,550 TEMPERATURA DE LIQUIDO EN PROCESO (°C): 245 TEMPERATURA DE FUSION (°C): no procede. VOLUMEN A CONDICIONES NORMALES (m3): VOLUMEN DEL PROCESO (gal): 167 GPM. PRESION DE VAPOR (mmHg 20 °C1): No procede DENSIDAD DE VAPOR (aire =1): DENSIDAD RELATIVA: 0.702 20 °C (LIQUIDO). SOLUBILIDAD EN AGUA: No soluble. PORCIENTO DE VOLATILIDAD; VELOCIDAD EVAPORACION (liquido). OTROS DATOS	RIESGO DE FUEGO O EXPLOSION. MEDIOS DE EXTINCION: CO ₂ y químico seco. EQUIPO ESPECIAL DE PROTECCION, (GENERAL) PARA COMBATE DE INCENDIO: Manguera, boquillas, camiones, cascos, pantallas, chaquetones, botas, llaves, martillo, hacha, palas, etc. PROCEDIMIENTO ESPECIAL DE COMBATE DE INCENDIO: Reglamento General Contra incendio. CONDICIONES QUE CONDUCEN A UN(A) PELIGRO DE FUEGO Y EXPLOSION NO USUALES: Cuando se expone a calor, flama u oxidantes. PRODUCTOS DE COMBUSTION: CO ₂ Y H ₂ O. INFLAMABILIDAD. LIMITE SUPERIOR DE INFLAMABILIDAD (%): 6.0. LIMITE INFERIOR DE INFLAMABILIDAD (%): 1.3.

DATOS DE REACTIVIDAD. CLASIFICACION DE SUSTANCIAS POR SU ACTIVIDAD QUIMICA, REACTIVIDAD CON EL AGUA Y POTENCIAL DE OXIDACION: ESTABILIDAD DE LAS SUSTANCIAS: Estable. CONDICIONES A EVITAR: No mezclar con ácido nítrico. INCOMPATIBILIDAD (SUSTANCIAS A EVITAR): Acido Nítrico. DESCOMPOSICION DE COMPONENTES PELIGROSOS: POLIMERIZACION PELIGROSA:	TOXICIDAD. IDLH (ppm o mg/m3): Dato no disponible. TLV 8 horas (ppm o mg/m3): No aplica. TLV 30 min (ppm o mg/m3): Dato no disponible. DAÑO GENETICO: CLASIFICACION DE SUSTANCIAS DE ACUERDO A LAS CARACTERISTICAS CARCINOGENICAS EN HUMANO, POR EJEMPLO INSTRUCTIVO No 10 DE LA SECRETARIA DEL TRABAJO Y PREVISION SOCIAL U OTROS. ESPECIFICA: Carcinogénico reconocido.
CARACTERISTICAS OBSERVABLES. ESTADO FISICO: Líquido COLOR: Café claro. OLOR:	CORROSIVIDAD. CLASIFICACION DE SUSTANCIAS POR SU GRADO DE CORROSIVIDAD:

CAPITULO VII.

COMENTARIOS GENERALES

La red carretera es un elemento de importancia estratégica, ya que comunica a las principales ciudades y puertos marítimos; a través de ella se desplaza por todo el territorio la mayor parte de los flujos de personas y carga que generan las actividades que desarrollan sus habitantes.

El desarrollo de la economía, el crecimiento demográfico y el aumento de los niveles de motorización de la población, entre otros factores, generan crecientes demandas de desplazamientos que deben ser atendidas por la red carretera con economía, seguridad y respeto por el medio ambiente.

Para atender las demandas existentes y las que se producirán en los próximos años, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes realiza un esfuerzo permanente por conservar la red carretera en óptimas condiciones, por construir nuevas vías que mejoren la comunicación hacia regiones y centros de población, así como, modernizar y ampliar la capacidad de vías existentes con problemas de seguridad o congestión.

Independientemente de ello, dado los elevados montos de inversión que demanda la realización de las obras carreteras que requiere nuestro estado, las necesidades de recursos siempre superan, y a veces con mucho, los montos de recursos presupuestales disponibles para atender estos programas.

Durante años, la falta de mantenimiento y el estancamiento en la creación de la infraestructura carretera, provocó serias deficiencias tanto en los servicios públicos, como en la estructura de gasto del sector público, mediante altos subsidios a determinados sectores.

La incorporación de la participación privada, ha contribuido a mejorar la competitividad del sector productivo, facilitar la integración estatal y nacional, así como apoyar de esta forma el crecimiento económico y el desarrollo social del país.

Sin duda la participación del sector privado mediante la contratación de la Conservación Rutinaria a través de la Dirección General de Conservación de Carreteras de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, ha favorecido el flujo de recursos destinados a la creación, mantenimiento y modernización de la red carretera, hecho que finalmente repercute en la seguridad y calidad de los servicios.

Los incrementos en la productividad, la generación de empleos y la reducción en los costos, constituyen los elementos que justifican el proceso de privatización. Además, este proceso ha permitido el ahorro de recursos del gobierno federal vía eliminación de subsidios, así como la generación de recursos adicionales vía el pago de impuestos.

Los resultados obtenidos hasta la fecha constituyen el fundamento para la continuidad del proceso de contratación para incrementar la competitividad, mejorar el servicio y garantizar el desarrollo de las actividades económicas y sociales de una población en continuo crecimiento.

El entorno esperado en la construcción y conservación de las obras de este sector, propiciará el crecimiento de la competencia entre empresas, obligándolas a profesionalizarse y a administrar sus recursos de manera cada vez más eficientes.

Los desafíos tecnológicos y financieros actuales, que se agudizarán al paso de los años, implican riesgos muy serios para las empresas menos eficientes. Por ello, el propio gremio parece encontrarse en condiciones favorables para promover reformas de fondo que le permitan salir fortalecido de una etapa de intensos cambios signada por no pocos elementos de incertidumbre. Sin la menor duda, la actualización, la capacitación y la difusión de experiencias ocuparán un espacio central en los próximos años, y habrán de constituirse en recursos crecientemente necesarios.

Por parte de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, existe la mejor disposición para abordar con el gremio constructor una agenda tan amplia, ambiciosa y detallada como requieren los tiempos actuales. El esfuerzo que ha desarrollado la SCT en el ramo de la Conservación de Carreteras ha sido muy importante, aun y cuando nos parezca que el nivel de la inversión no ha sido suficiente. Quizá el problema esté en la asignación de recursos para el desarrollo de la infraestructura y un tanto por la situación que nuestra economía atraviesa.

Mientras ello ocurre, se han venido estudiando varios casos de trabajos de mantenimiento emprendidos por contratistas, que confirman que las empresas privadas pueden jugar un papel más importante, dado que, en general, cuentan con suficiente apoyo y capacitación. Una política que aliente a las pequeñas empresas podría ayudar a establecer una cultura de empleo más independiente.

El resultado obtenido al recurrir a contratistas dependerá de factores tales como las actividades especificadas en el contrato, la extensión de la zona, el plazo que abarque el contrato, etc. Los políticos y las autoridades carreteras han tenido inquietudes al respecto, pero solo recientemente se han comenzado a hacer intentos por evaluar el funcionamiento.

Existe relación entre el concepto de niveles de servicio y los indicadores de funcionamiento. El objetivo es decirle al cliente lo que puede esperar a cambio de sus contribuciones, sea a través de impuestos o de cuotas de peaje, y permitirle evaluar el funcionamiento de la carretera.

La mayoría de los indicadores de funcionamiento son numéricos (accidentes, velocidad, volumen de tránsito, etc.), pero se tiende a admitir las respuestas subjetivas de los usuarios. Los usuarios se interesan particularmente por los indicadores relativos a la regularidad de la superficie de rodamiento, a la confiabilidad de los tiempos de recorrido y a los riesgos de accidentes o retardos.

El concepto de nivel de servicio implica una descripción del comportamiento que pueda esperarse o requerirse de un producto. En el caso de carreteras, el nivel de servicio ha estado muy influenciado por lo que esperan o requieren los ingenieros o técnicos responsables de su diseño, mantenimiento y administración.

Muchas veces los niveles de servicio han sido considerados con base en criterios económicos tales como el costo de preservación de la carretera durante toda su vida útil, su rentabilidad o la optimización de recursos.

Es posible que existan diferentes requerimientos de capacitación para diferentes grupos, por ejemplo:

- *Ingenieros Administradores.*

- Formulación de políticas de estrategias de mantenimiento.
- Sistemas de administración de la conservación.
- Análisis económico.
- Financiamiento y administración de carreteras.
- Evaluación de prioridades.
- Revisión de funcionamiento.

- *Ingenieros y Técnicos.*

- Colección de datos
- Evaluación de condiciones
- Procedimientos y materiales para el mantenimiento
- Contratación y administración
- Control de costos
- Capacitación de Personal.

- *Supervisores.*
 - Planeación de trabajo
 - Evaluación de recursos y control
 - Aptitudes en la supervisión
 - Materiales para carreteras
 - Seguridad en los frentes de trabajo

- Operadores y trabajadores de campo.
 - Aptitudes en la conservación
 - Uso de herramientas y equipo
 - Capacitación sobre seguridad
 - Requerir a los contratistas programas de capacitación de su personal.

Muy pocos cursos se especializan en conservación de carreteras o mantenimiento rutinario para ingenieros; en la mayoría este tema es solo una pequeña parte de un curso más amplio.

El mantenimiento puede clasificarse en:

- Rutinario (limpieza de alcantarillas, cunetas, bacheo, acotamientos, limpieza de señales, barrido, etc.).
 - Periódico (sellado de grietas, renivelación, riego de sello, sobrecarpeta, reconstrucción, etc.).
 - Reactivo y de emergencia (derrumbes, inundaciones, colisiones de vehículos, remoción de nieve, etc.).
-
- El mantenimiento rutinario ha sido limitado muchas veces, ya que los políticos no ven resultados inmediatos. Quizá la más grave consecuencia de ello sea no poder conservar apropiadamente los sistemas de drenaje para proteger la carretera contra el agua.
 - El mantenimiento periódico ha sido también reducido o enfocado más específicamente pero esto hace que se requiera de buenos métodos de evaluación de la condición de la carretera.
 - Ha habido tendencia hacia el mantenimiento reactivo y de emergencia a corto plazo, muy diferente a un mantenimiento preventivo planificado. Esto ahorra dinero en el corto plazo pero resulta muy caro en el largo plazo.
 - Los grandes trabajos de mantenimiento o de reconstrucción son costosos y complican mucho el flujo vehicular, por lo que deben evitarse a menos que así lo demanden las condiciones de la carretera.

Debe darse énfasis al mantenimiento preventivo planificado. Deben tener alta prioridad la limpieza de alcantarillas, el sellado de grietas y los tratamientos superficiales. Un máximo aprovechamiento de las carreteras proporcionará una mayor presión para que se realice un mantenimiento adecuado y efectivo, lo que requerirá de un financiamiento y presupuesto estables.

La capacitación para las tareas del mantenimiento carretero y su administración, no ha recibido el reconocimiento ni la prioridad que requiere.

Generalmente se supone que el conocimiento y habilidades en materia de conservación de carreteras se adquieren por la experiencia, más que por la capacitación formal.

Donde existe una historia y cultura de la capacitación, generalmente el enfoque es sobre la mano de obra, más que sobre los ingenieros o técnicos. Todos aquellos implicados en el mantenimiento carretero deberían tener la oportunidad de recibir una capacitación formal.

Todos los gastos de conservación deben asociarse a necesidades y prioridades claramente definidas. Ello requiere la implementación de un sistema de gestión de mantenimiento que cuente con lo siguiente:

- Un inventario carretero
- Un levantamiento periódico de las condiciones de las carreteras
- Políticas y normas de conservación aprobadas oficialmente
- Un sistema racional de priorización de trabajos
- Un programa práctico ligado a los recursos disponibles.
- Obras de buena calidad realizadas por contratista o por administración directa
- Revisión periódica del funcionamiento y efectividad.

El ingeniero debe ser capaz de demostrar su eficiencia tanto en la organización de la oficina de carreteras como en la administración de la conservación de éstas.

Un buen sistema contable permitirá conocer y registrar todos los costos de conservación. Es imposible mejorar el valor del dinero sin un pleno conocimiento de los costos.

El papel de las autoridades para que un buen sistema de conservación sea eficiente implica:

- Alentar la implementación de un buen sistema de gestión.
- Reconocer la necesidad de contar con información de buena calidad en cuanto al funcionamiento, obtenida a intervalos regulares.
- Relacionar el costo de una buena conservación y las consecuencias de una deficiente, con las más amplias necesidades de la comunidad y de la economía local.
- Ayudar a definir las limitaciones externas (económicas, ambientales, de planeación, etc.) que pudieran reducir presupuestos o políticas de conservación.
- Tener información suficiente de los costos y beneficios de políticas alternas de conservación y responsabilizarse de las políticas adoptadas.
- Estar conscientes de la necesidad de tener flexibilidad en la implementación del presupuesto, de modo que se reconozcan los problemas prácticos de la conservación y el riesgo de eventos imprevistos y de emergencia.

Están surgiendo fricciones entre el ingeniero y el usuario. El ingeniero intenta conservar las carreteras con un presupuesto reducido que definen los políticos, mientras que el usuario está pagando más y esperando un mejor nivel de servicio.

Las fricciones aumentan cuando el usuario no está de acuerdo con las normas y técnicas de mantenimiento utilizadas por el ingeniero. Muchas autoridades carreteras están respondiendo a este nuevo reto buscando los puntos de vista del usuario como cliente. La política de buscar el menor costo sin tomar en cuenta la calidad generará obras de bajas especificaciones y conducirá a fallas imprevistas. El público y los usuarios de las carreteras están exigiendo ahora confiabilidad y previsibilidad en el funcionamiento de las mismas.

La calidad está gobernada por los sistemas de gestión y por los procesos que relacionan el producto requerido con la mejor práctica en materia de diseño y producción. El aseguramiento de la calidad significa garantizar que se alcance la calidad requerida de una manera consistente y regular.

El aseguramiento de la calidad ha ganado un reconocimiento internacional y se practica en la mayoría de los países. Sin embargo, debe recalcar que la calidad es algo más que la introducción de sistemas y que requiere de un verdadero compromiso por parte de cada uno de los que componen la organización, así como de los contratistas y proveedores.

Debe disponerse de recursos adecuados, tanto financieros como humanos, para alcanzar los niveles especificados de calidad. El ingeniero de carreteras debe notificar a las autoridades la falta de tales recursos, en su caso.

Los requerimientos de calidad deben reflejarse en todos los documentos, especificaciones y condiciones del contrato. Los sistemas de calidad deben ser revisados con auditorias periódicas tanto internas como externas.

Se identificaron dos impactos benéficos en la construcción y conservación de superficies de rodamiento en pavimentos flexibles: la generación de empleos y, debido a que con la construcción de la carpeta asfáltica como superficie de rodamiento mejora la operación de la carretera, la comunicación entre poblaciones, centros de desarrollo y sitios de interés, lo que se evalúa como significativo y es el principal objetivo de un proyecto carretero.

Debido a que los bancos de material son inherentes a los proyectos carreteros, y especialmente, como proveedor de los agregados pétreos que requiere la superficie de rodamiento de pavimentos flexibles, se involucró la explotación de ellos en la evaluación del impacto ambiental. Las actividades requeridas para la explotación de los bancos de material, son las que mayor número de impactos adversos genera y que son más significativos en mayor número de elementos ambientales.

De las actividades específicas en la construcción y conservación de la superficie de rodamiento de pavimentos flexibles, el tendido de mezclas asfálticas y la nivelación son los que generan impactos adversos significativos.

Los elementos ambientales que sufren impactos adversos significativos son el aire, el suelo y el agua. A este último se le identifica (en algunos casos) un impacto adverso significativo, más por el valor ambiental que por el daño que puede sufrir durante las actividades de construcción y conservación de la superficie de rodamiento de pavimentos flexibles.

Las materias primas empleadas para la construcción de superficies de rodamiento de pavimentos flexibles no implican un riesgo alto a la salud de los trabajadores, debido a sus bajas concentraciones, así como los tiempos de exposición reducidos y el factor de dilución al desarrollar los trabajos a la interperie. Por otro lado, el reemplazo de substancias potencialmente contaminantes como los solventes orgánicos (etilvinil acetato, estireno y butadieno) con otras menos agresivas como las emulsiones, a fin de minimizar los riesgos a la salud.

En las emulsiones asfálticas, además de no consumirse prácticamente solventes del petróleo, se evita también el uso de combustibles para su manejo y aplicación en la obra, ya que no requieren de operaciones de calentamiento, situación que a la vez favorece la protección del medio ambiente. Los costos actuales de estos productos en los trabajos de pavimentación, pueden disminuirse en nuestro país mediante el uso de tecnología propia y empleo de emulsificantes de fabricación nacional, y mediante el establecimiento de plantas portátiles para la elaboración de la emulsión, cercanas a los frentes de trabajo.

En relación a los cementos asfálticos, se tiene también el ahorro de los solventes, si bien en este caso son necesarias las operaciones de calentamiento para poder emplearlos. No obstante, los trabajos en que se utilizan cementos asfálticos son de mejor calidad y mayor duración, por cuyo motivo existe una compensación favorable con los costos que representan los combustibles requeridos para el calentamiento de los ingredientes, la fabricación y colocación del concreto asfáltico. Las plantas modernas para la elaboración de estos concretos asfálticos poseen ya aditamentos especiales para evitar contaminaciones indeseables del medio ambiente por la emisión de polvos, gases y humos.

Los materiales pétreos empleados para la construcción de superficies de rodamiento de pavimentos flexible no implican un riesgo a la salud por sus características tóxicas, únicamente una acumulación de partículas en los pulmones puede causar alguna enfermedad pero gracias al factor de dilución debido a que el trabajo se desarrolla al aire libre, y a que los materiales se mantienen húmedos, no se tienen reportes de enfermedades en esta actividad.

En comparación con otros tipos de pavimentos, la desventaja más notable de los pavimentos flexibles es la generación de solventes, residuos de asfaltos y gases generados durante el calentamiento de los cementos asfálticos, estos gases son tanto producto de la combustión como de la volatilización de algunos componentes de los cementos. Es en las plantas de asfalto donde se tienen reportes de enfermedades relacionadas a los solventes y componentes del asfalto en general, aunque no se precisa el componente con el cual están directamente relacionadas.

Durante los últimos años se han estado cumpliendo las labores de conservación y mejoramiento de las carreteras mexicanas; se ha recorrido un buen trecho hacia las metas fijadas en los programas de desarrollo del sector comunicaciones y transportes; no obstante, el camino es muy largo y queda mucho por hacer, tanto que la somera descripción de la situación actual de una parte de la infraestructura carretera y la breve exposición de algunos de los problemas que aquejan al transporte no difieren mucho del diagnóstico hecho a través de la Residencia General de Conservación de Carreteras.

Por el mal estado de los pavimentos de la red federal y de su impacto en el transporte, la tarea de conservar y reconstruir las carreteras libres para abatir los costos de transporte, aumentar la seguridad y la calidad del servicio para así prolongar la vida útil del patrimonio vial federal, sigue siendo una primera tarea.

El objetivo de modernizar y ampliar la red federal se ha cumplido en una buena parte. Sin embargo, hemos dicho antes que el 90% de la red federal carece por antigüedad de una geometría adecuada para permitir el paso seguro de los camiones más largos; ante esto no es muy difícil corroborar que se tiene mucho trabajo por delante.

CAPITULO VIII.

CONCLUSIONES

No se puede decir que se está satisfecho con lo que se ha logrado hasta ahora, falta todavía mucho por hacer, pero se puede decir en cambio, que los trabajos se han desempeñado siempre con la idea de fortalecer en nuestro país la cultura de la conservación y el respeto por el medio ambiente. Las perspectivas de futuro, en lo que al medio ambiente se refiere son poco claras. A pesar de los cambios económicos y políticos, el interés y la preocupación por el medio ambiente aún es importante. Es esta una de las razones por las que se optó por realizar este trabajo.

La cultura de la conservación forma parte de la cultura general de un pueblo; ella nos brinda la posibilidad de ser capaces de conservar el legado material de las generaciones pasadas y presentes para usarlo, disfrutarlo y entregarlo posteriormente en las mejores condiciones a las generaciones futuras. La cultura es el conjunto de las cosas de índole material y espiritual, organizada lógicamente y coherentemente; incluye los conocimientos y las obras, las creencias, el arte, la moral, el derecho, los usos y costumbres, y todos los hábitos y aptitudes adquiridos por los hombres en su condición de seres sociales.

La cultura de la conservación en nuestro país implica en primer lugar el reconocimiento de que a los mexicanos nos ha sido legado un patrimonio de valor inestimable en la infraestructura para el transporte, patrimonio que debemos cuidar y acrecentar si es necesario; esta cultura supone también la organización lógica y coherente de los programas, la aplicación de los conocimientos adquiridos, convirtiendo la experiencia en conciencia, la costumbre de hacer las cosas de una manera eficiente y la aptitud adquirida al servicio de esos programas, la integración de empresas especializadas con programas continuos de capacitación, acciones todas culturales o "cultas", si se quiere, cuyo objetivo central en este ámbito es reducir cuanto sea posible el deterioro normal de los caminos y restablecer sus características originales.

En los últimos años se ha hecho el trabajo con plena conciencia de que es imperativo mantener en las mejores condiciones posibles la red de carreteras federales libres de peaje, puesto que es parte fundamental y estratégica de nuestro patrimonio vial; se ha hecho además a sabiendas que con ello se contribuye a formar en nuestro país una verdadera cultura de la conservación.

En la planeación está una de las claves fundamentales para enfrentar exitosamente los desafíos. En términos muy simples, la planeación es un método para dar orden a las cosas, para fijarse una meta cercana o lejana, definiendo al mismo tiempo, los medios efectivos para conseguirla. Es, utilizando una metáfora carretera, trazar una ruta y elegir el vehículo más adecuado para recorrer el camino.

La planeación es también el método que nos permite unir armónicamente diversas disciplinas a la participación consciente y responsable de la sociedad de manera que el camino escogido por consenso, sea en virtud de lo posible, el mejor. Planear en comunidad ayuda no sólo a dar orden a las cosas, sino a orquestar socialmente las acciones y a prever hasta donde son posibles las consecuencias.

Respecto a los efectos e impactos ambientales causados por las actividades de la propia conservación se identificaron dos impactos benéficos en la construcción y conservación de superficies de rodamiento en pavimentos flexibles: la generación de empleos y, debido a que con la construcción de la carpeta asfáltica como superficie de rodamiento mejora la operación de la carretera, la comunicación entre poblaciones, centros de desarrollo y sitios de interés, lo que se evalúa como significativo y es el principal objetivo de un proyecto carretero.

Sabemos que los bancos de material son inherentes a los proyectos carreteros, pero en la mayoría de las obras de Conservación, se trabaja con bancos a través de proveedores de materiales pétreos que requieren la superficie de rodamiento de pavimentos flexibles y que actualmente tienen en explotación y con los cuales se ha venido trabajando constantemente, por lo que no se involucró la explotación de ellos en la evaluación del impacto ambiental. Las actividades requeridas para la explotación de los bancos de material, son las que mayor número de impactos adversos genera y que son más significativos en mayor número de elementos ambientales.

De las actividades específicas en la construcción y conservación de la superficie de rodamiento de pavimentos flexibles, el tendido de mezclas asfálticas y la nivelación son los que generan impactos adversos significativos.

Sin embargo, es importante destacar los impactos adversos que se identifican en el ambiente laboral, debido a que se generan gases con características tóxicas, ruido con niveles que pueden dañar el oído y en el manejo de sustancias identificadas como peligrosas, particularmente combustibles y solventes orgánicos. Por esta razón, es muy importante dotar de equipo de seguridad a los trabajadores de acuerdo a la normatividad que aplique (Secretaría del Trabajo y Previsión Social) y realizar y aplicar procedimientos por cada actividad que requiere la construcción y conservación de superficies de rodamiento en pavimentos flexibles.

El 75% de los impactos identificados son no significativos, el 20% son poco significativos y solamente el 5% son significativos. Por otra parte, de todos los impactos identificados, el 98% se puede mitigar, compensar o inclusive inhibir.

El 2% que no se puede mitigar, compensar o inhibir, son impactos producidos por la explotación de los bancos de material, particularmente en la modificación del relieve local.

De acuerdo con lo anterior, los impactos generados por la construcción y conservación de superficies de rodamiento en pavimentos flexibles, no representan un costo ambiental y social alto, por lo que en una evaluación beneficio-costos, son los impactos que menor número aportan y con menor valor.

Las evaluaciones ambientales, 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. Las evaluaciones ambientales pueden ayudar a fortalecer la capacidad de manejo ambiental en el país.

Los pavimentos con el transcurso del tiempo, sufren una serie de fallas y deterioros que al manifestarse en la superficie de rodamiento disminuyen su capacidad para proporcionar un tránsito cómodo y expedito al usuario. Estas fallas y deterioros se producen por:

Repetición continua de cargas.
Condiciones propias de la estructura del pavimento.
Acción de los agentes climáticos.

En general se afirma que para la elaboración de pavimentos flexibles:

- ✓ La distribución granulométrica de los agregados juega un papel determinante en el comportamiento de las carpetas asfálticas.
- ✓ La función del asfalto es estrictamente la de un ligante, y no proporciona las características de un cemento hidráulico al producto final.
- ✓ La capacidad de carga de una carpeta asfáltica es proporcionada esencialmente por los agregados.
- ✓ El envejecimiento de las carpetas asfálticas no está determinado únicamente por el envejecimiento del asfalto; un parámetro más importante, según las investigaciones de SEP, lo constituye la estructura de adherencia entre agregado y asfalto.
- ✓ La temperatura de compactación es de primordial importancia. Este es un parámetro que debe ser minuciosa y permanentemente vigilado. De la compactación a temperatura adecuada depende una eficiente adherencia entre las partículas del agregado y, por lo tanto, la estructura interpartícula.

- ✓ El empleo de agregado con tamaño máximo elevado y con una granulometría apropiada, incrementa la capacidad de carga a menores deformaciones, de las carpetas asfálticas.
- ✓ Es conveniente guiarse por la línea de máxima densidad granulométrica en el gráfico exponente 0.45
- ✓ Es muy importante llevar a cabo un permanente control en obra de la distribución granulométrica de los agregados.

El no hacer los gastos de mantenimiento necesarios crean costos ocultos muy superiores a los de mantener y restaurar los caminos teniendo como consecuencia que la falta de mantenimiento de caminos equivale a una desinversión, ya que significa desperdiciar inversiones anteriores.

Los caminos en mal estado rara vez desalientan a los usuarios o causa una reducción del tráfico, en cambio elevan el costo del transporte terrestre que es el medio principal de transporte de personas y mercancías.

Las mejores condiciones en materia de seguridad y de medio ambiente conducirán al desarrollo sustentable. Es necesario cambiar actitudes. Los ingenieros y técnicos deben ver las carreteras como un negocio comercial que proporciona un servicio al público en general y al usuario de la carretera en particular.

Los usuarios deben involucrarse en la definición de los niveles de servicio para el mantenimiento carretero. La consulta se ha extendido ahora a políticas y prioridades de mantenimiento carretero. Por ejemplo, se ha pedido a los usuarios que opinen sobre el orden de importancia de diversos conceptos de mantenimiento. Los resultados fueron muy reveladores.

Las altas prioridades para los usuarios comprendieron:

- Superficies de rodamiento uniformes.
- Señalamiento limpio y legible.
- Buena calidad de las marcas sobre el pavimento.
- Carreteras libres de nieve en invierno.

Las más bajas prioridades incluyeron:

- Desyerbe y mantenimiento de acotamientos.
- Riego de sello porque se cree que daña a los vehículos.

Un buen mantenimiento busca prevenir cualquier interrupción imprevista y permite que la reconstrucción o el reforzamiento sean programados de una manera rentable. Es necesario redescubrir las bases de un buen mantenimiento: la filosofía de dar atención justo a tiempo y la conciencia de que el medio ambiente juega un papel esencial para el confort y uso expedito del usuario de la red federal libre de peaje, la cual tiene por objetivo el de fortalecer el desarrollo y crecimiento de la sociedad a nivel político, social y económico.

Además de lo anterior, deben establecerse políticas de calidad, seguridad y capacitación. Cualquier intento de mejorar la calidad de las obras de conservación o de introducir nuevas ideas, fracasará a menos que todas las personas directamente involucradas reciban el apoyo y la capacitación necesarios.

La conservación de carreteras incluye tareas sustantivas, adjetivas y de apoyo a funciones cuya índole rebasa el ámbito de la conservación, no obstante estar intrínsecamente vinculadas a esta, por lo que, se deben programar trabajos permanentes para corregir fallas o deterioros en los pavimentos que son originados por la repetición continua de carga y por agentes climáticos y que al manifestarse en la superficie de rodamiento disminuyen el nivel óptimo de operación del camino.

Para reducir la degradación medioambiental, las sociedades deben reconocer que el medio ambiente es finito. Los especialistas creen que, al ir creciendo las poblaciones y sus demandas, la idea del crecimiento continuado debe abrir paso a un uso más racional del medio ambiente, pero que esto sólo puede lograrse con un espectacular cambio de actitud por parte de la especie humana.

El desarrollo de la economía, el crecimiento demográfico y el aumento de los niveles de motorización de la población, entre otros factores, generan crecientes demandas de desplazamientos que deben ser atendidas por la red carretera con economía, seguridad y respeto por el medio ambiente.

Para atender las demandas existentes y las que se producirán en los próximos años, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes realiza un esfuerzo permanente por conservar la red carretera en óptimas condiciones, por construir nuevas vías que mejoren la comunicación hacia regiones y centros de población, así como, modernizar y ampliar la capacidad de vías existentes con problemas de seguridad o congestión.

Independientemente de ello, dado los elevados montos de inversión que demanda la realización de las obras carreteras que requiere nuestro estado, las necesidades de recursos siempre superan, y a veces con mucho, los montos de recursos presupuestales disponibles para atender estos programas.

Durante años, la falta de mantenimiento y el estancamiento en la creación de la infraestructura carretera, provocó serias deficiencias tanto en los servicios públicos, como en la estructura de gasto del sector público, mediante altos subsidios a determinados sectores.

La incorporación de la participación privada, ha contribuido a mejorar la competitividad del sector productivo, facilitar la integración estatal y nacional, así como apoyar de esta forma el crecimiento económico y el desarrollo social del país.

Sin duda la participación del sector privado mediante la contratación de la Conservación Rutinaria a través de la Dirección General de Conservación de Carreteras de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, ha favorecido el flujo de recursos destinados a la creación, mantenimiento y modernización de la red carretera, hecho que finalmente repercute en la seguridad y calidad de los servicios.

Los incrementos en la productividad, la generación de empleos y la reducción en los costos, constituyen los elementos que justifican el proceso de privatización. Además, este proceso ha permitido el ahorro de recursos del gobierno federal vía eliminación de subsidios, así como la generación de recursos adicionales vía el pago de impuestos.

Los resultados obtenidos hasta la fecha constituyen el fundamento para la continuidad del proceso de contratación para incrementar la competitividad, mejorar el servicio y garantizar el desarrollo de las actividades económicas y sociales de una población en continuo crecimiento.

El entorno esperado en la construcción y conservación de las obras de este sector, propiciará el crecimiento de la competencia entre empresas, obligándolas a profesionalizarse y a administrar sus recursos de manera cada vez más eficientes.

Los desafíos tecnológicos y financieros actuales, que se agudizarán al paso de los años, implican riesgos muy serios para las empresas menos eficientes. Por ello, el propio gremio parece encontrarse en condiciones favorables para promover reformas de fondo que le permitan salir fortalecido de una etapa de intensos cambios signada por no pocos elementos de incertidumbre. Sin la menor duda, la actualización, la capacitación y la difusión de experiencias ocuparán un espacio central en los próximos años, y habrán de constituirse en recursos crecientemente necesarios.

Por parte de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, existe la mejor disposición para abordar con el gremio constructor una agenda tan amplia, ambiciosa y detallada como requieren los tiempos actuales. El esfuerzo que ha desarrollado la SCT en el ramo de la Conservación de Carreteras ha sido muy importante, aun y cuando nos parezca que el nivel de la inversión no ha sido suficiente. Quizá el problema esté en la asignación de recursos para el desarrollo de la infraestructura y un tanto por la situación que nuestra economía atraviesa.

BIBLIOGRAFÍA

- 1.- Escalante Sauri Cedric I. "La Conservación de Carreteras en México, la Experiencia reciente"; Asociación Mexicana de Vías Terrestres.
- 2.- Harral, Cieli, A. Faiz, et al.. "El deterioro de los caminos en los países en desarrollo".
- 3.- Publicaciones de técnicas de conservación rutinaria de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.
- 4.- Curso-Taller de actualización de Cabos y Sobrestantes para las mejoras de las prácticas de la conservación rutinaria de carreteras, de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.
- 5.- Publicación técnica N. 102 del Instituto Mexicano del Transporte.
- 6.- Saunier Richard ; "Infraestructura del Transporte y sus Impactos Ambientales"
- 7.- Anuario estadístico del Estado de Michoacan, INEGI, Edición 2003
- 8.- Cartas topográficas del Estado de Michoacan, escalas 1 a 50,000 y 1 a 250,000 con claves: E13B76, E13B75 Y E13-6-9.
- 9.- Guía para elaborar la manifestación de impacto ambiental, Modalidad Regional de la SEMARNAP
- 10.- Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-1994.
- 11.- Información Vía Internet
- 12.- Ley de Vías Generales de Comunicación