



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

A LOS ASISTENTES A LOS CURSOS

Las autoridades de la Facultad de Ingeniería, por conducto del jefe de la División de Educación Continua, otorgan una constancia de asistencia a quienes cumplan con los requisitos establecidos para cada curso.

El control de asistencia se llevará a cabo a través de la persona que le entregó las notas. Las inasistencias serán computadas por las autoridades de la División, con el fin de entregarle constancia solamente a los alumnos que tengan un mínimo de 80% de asistencias.

Pedimos a los asistentes recoger su constancia el día de la clausura. Estas se retendrán por el periodo de un año, pasado este tiempo la DECFI no se hará responsable de este documento.

Se recomienda a los asistentes participar activamente con sus ideas y experiencias, pues los cursos que ofrece la División, están planeados para que los profesores expongan una tesis, pero sobre todo, para que coordinen las opiniones de todos los interesados, constituyendo verdaderos seminarios.

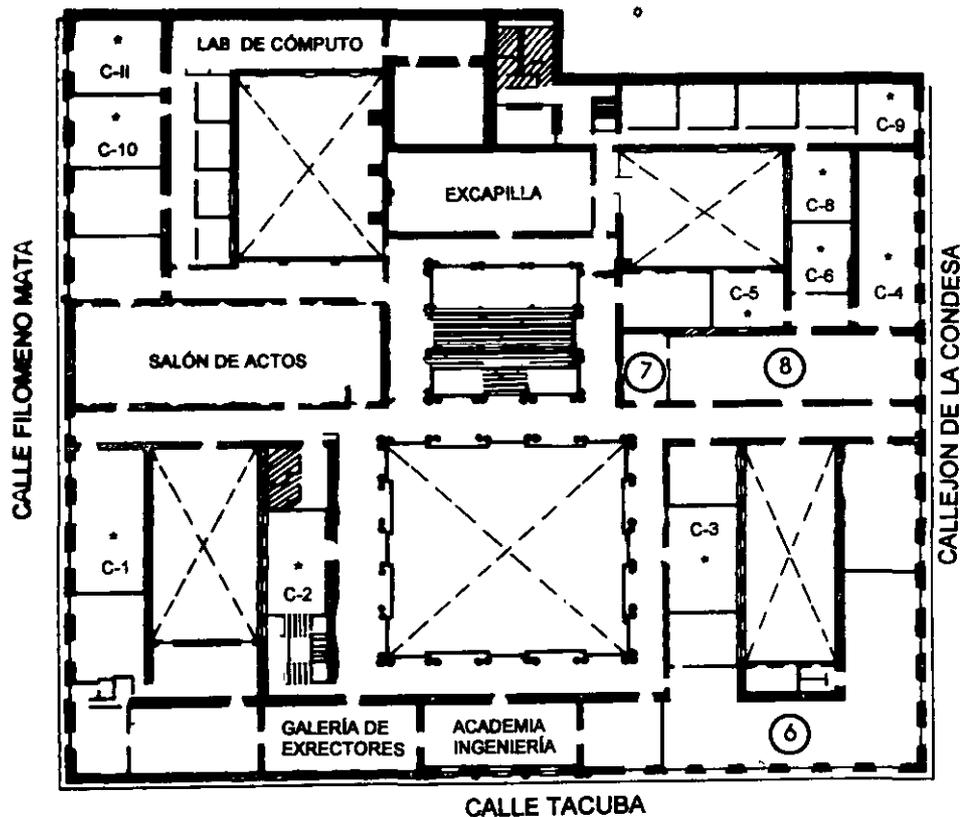
Es muy importante que todos los asistentes llenen y entreguen su hoja de inscripción al inicio del curso, información que servirá para integrar un directorio de asistentes, que se entregará oportunamente.

Con el objeto de mejorar los servicios que la División de Educación Continua ofrece, al final del curso deberán entregar la evaluación a través de un cuestionario diseñado para emitir juicios anónimos.

Se recomienda llenar dicha evaluación conforme los profesores impartan sus clases, a efecto de no llenar en la última sesión las evaluaciones y con esto sean más fehacientes sus apreciaciones.

**Atentamente
División de Educación Continua.**

PALACIO DE MINERIA



GUÍA DE LOCALIZACIÓN

1. ACCESO
 2. BIBLIOTECA HISTÓRICA
 3. LIBRERÍA UNAM
 4. CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN "ING. BRUNO MASCANZONI"
 5. PROGRAMA DE APOYO A LA TITULACIÓN
 6. OFICINAS GENERALES
 7. ENTREGA DE MATERIAL Y CONTROL DE ASISTENCIA
 8. SALA DE DESCANSO
- SANITARIOS
- * AULAS

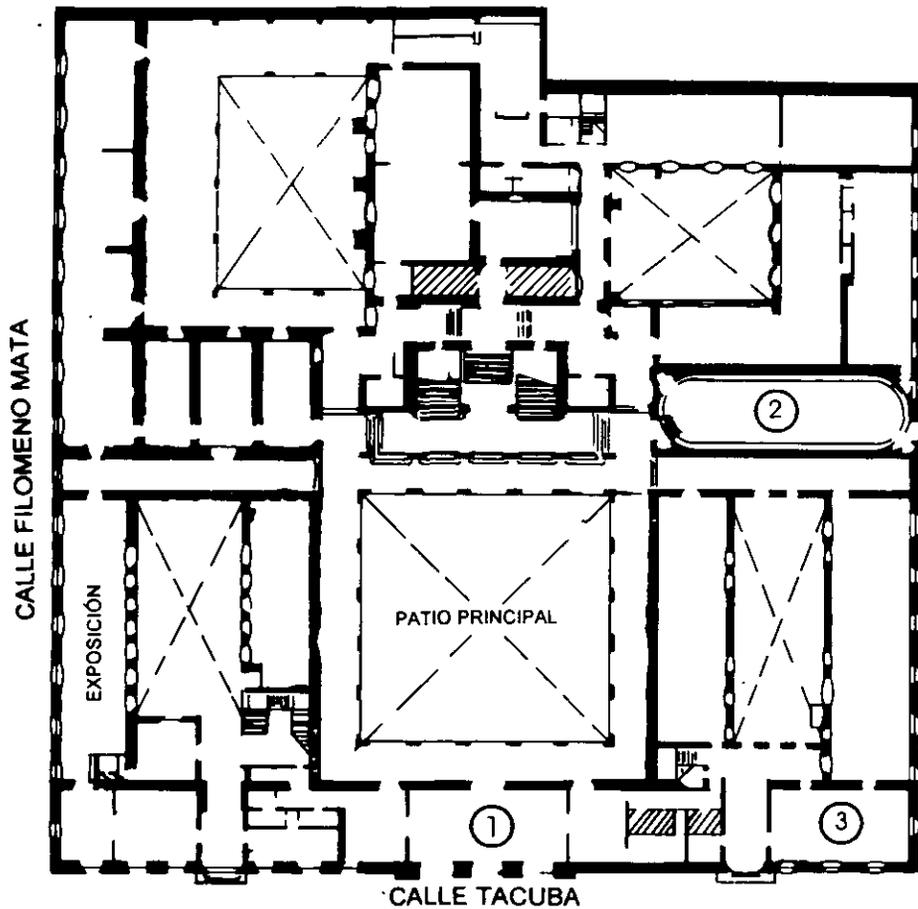
1er. PISO



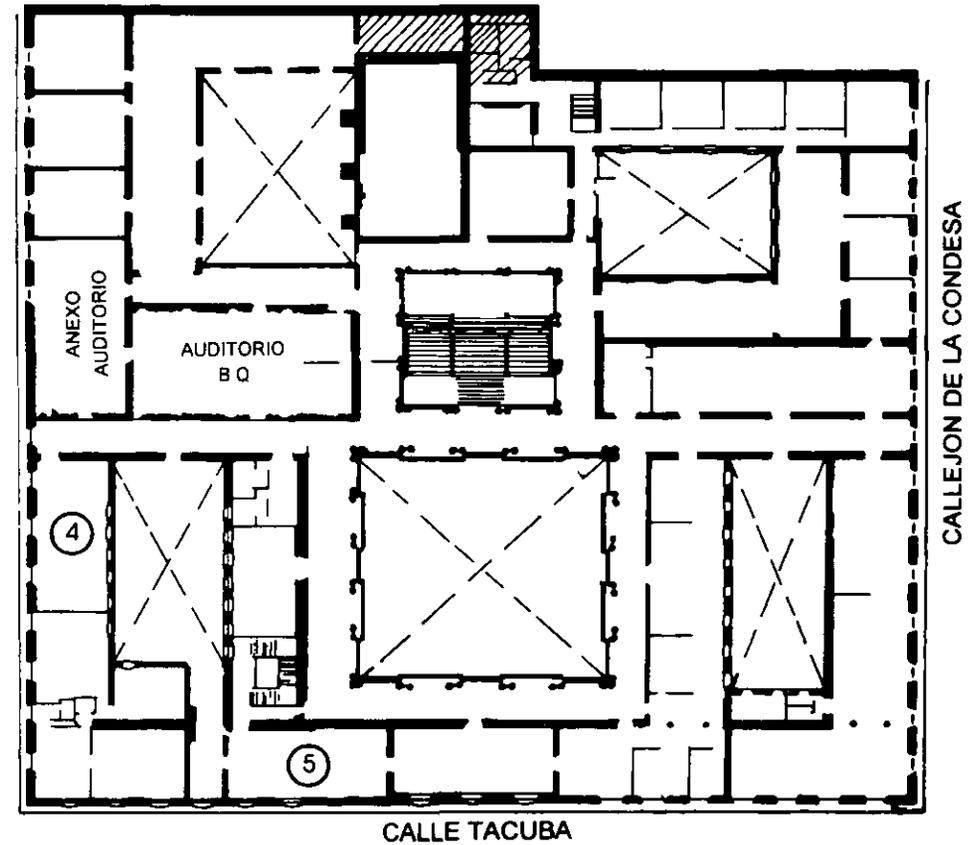
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERÍA U.N.A.M.
CURSOS ABIERTOS



PALACIO DE MINERIA



PLANTA BAJA



MEZZANINNE



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**CURSOS INSTITUCIONALES
PROGRAMA DE CAPACITACIÓN PARA CAMINOS Y PUENTES
FEDERALES 1999**

**ACTUALIZACIÓN EN BACHEO, RENIVELACIÓN Y RIEGO DE
SELLO**

Apuntes Generales

Pedro Sánchez Pulido
Palacio de Minería
1999.

**DEC**

FACULTAD DE INGENIERIA, U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
CURSOS INSTITUCIONALES



**CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESO Y SERVICIOS CONEXOS
PROGRAMA DE CURSOS 1999**

CURSO:**ACTUALIZACION EN BACHEO, RENIVELACION Y RIEGO DE SELLO**

OBJETIVO GENERAL DEL CURSO:	Al final del curso, los participantes contarán con los conocimientos y habilidades necesarios para mejorar la calidad del trabajo, sabrán aplicar experiencias prácticas sobre técnicas de bacheo, renivelación y riego de sello; así mismo, conocerán las innovaciones tecnológicas en los campos antes mencionados.	
A QUIEN VA DIRIGIDO:	Operadores técnicos, peones, sobrestantes, cabos y superintendentes	
DURACION:	12 horas	
INSTRUCTORES:	Sr. Pedro Sánchez Pulido	5 eventos

TEMARIO:

1. Introducción
2. Generalidades
 - 2.1. Definiciones y conceptos.
 - 2.2. Ventajas y desventajas de superficies de rodamiento flexible
 - 2.3. Calidad en el trabajo
3. Procesos y técnicas
 - 3.1. Procesos de bacheo y grietas
 - 3.2. Procedimientos de renivelación
 - 3.3. Tipos de técnicas de aplicación en los trabajos
4. Utilización de equipo y herramientas
 - 4.1. Equipo y formas de aplicación
 - 4.2. Herramientas y formas de aplicación
 - 4.3. Destrezas y habilidades necesarias
5. Materiales requeridos
 - 5.1. Materiales pétreos
 - 5.2. Tipos de emulsiones
6. Recomendaciones para la conservación y rehabilitación de los pavimentos
 - 6.1. Políticas de conservación
 - 6.2. Prácticas para la conservación de pavimentos
7. Seguridad en el trabajo
 - 7.1. Equipo de seguridad
 - 7.2. Normas

INTRODUCCION

El crecimiento económico de un país va acompañado por el desarrollo de sus vías de comunicación de un modo importante.

Se incrementa la cantidad de carreteras, puertos, vías férreas, aeropuertos, transporte pluvial como una necesidad de intercambio comercial entre diferentes regiones de un mismo país y entre países diferentes.

La expansión económica que experimentó México a partir de 1925 hizo que el país contara para 1930 con 1426 kilómetros de carreteras, a partir de entonces, la construcción de carreteras ha ido en aumento constante contando para 1980 con 212, 626 kilómetros.

Año con año los programas para construcción de nuevas carreteras, aumenta de manera considerable, estos programas son coordinados por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

Los motivos para tomar el criterio de construir una nueva carretera, puede ser:

1. Integrar a núcleos de población que se encuentran marginados a los beneficios de la sociedad, como educación, atención médica, etc., integrado a la vida social del país.
2. Llevar los productos producidos por las regiones agrícolas a los centros de consumo.
3. Incrementar la capacidad de transporte de personas y mercancías, de zonas que se encuentran ya comunicados pero su crecimiento obliga a la construcción de nuevas carreteras para volverse las primeras construidas obsoletas.

Considerando la importancia de las carreteras, calles y avenidas de un país, las decisiones sobre los trazos, diseños de pavimentos y conservación de los pavimentos existentes son llevados a cabo por la gente experimentada en esta área y que a lo largo de los años han podido observar como cambian las condiciones y los criterios de diseño para un pavimento.

Con el aumento del paso de los vehículos de carga, se ha hecho necesario reconstruir las carreteras que no habían diseñado para estas nuevas condiciones de intensidad de carga y número cada vez de vehículos.

Las alternativas de pavimentos en general se preparan en dos grupos: pavimentos rígidos y pavimentos flexibles, quedando a criterio del valuador el tipo de pavimento que convenga a las condiciones económicas del país

La problemática financiera a nivel mundial obliga a los países a modificar sus criterios respecto a la inversión pública. Generando de un manera peculiar el incremento en el factor de mantenimiento y conservación de las obras existentes ya que la construcción de obras nuevas obliga a hacer un estudio de rentabilidad, social cada vez más profundo

El personal técnico encargado de la construcción y conservación de obras de beneficio social tiene un compromiso muy importante con la sociedad de tal manera, debe actualizar sus conocimientos con las técnicas, procedimientos, y tecnología avanzada para el mejor-cumplimiento de sus labores.

1. GENERALIDADES

1.1 CONCEPTOS

DEFINICIONES Y FUNCIONES:

PAVIMENTO FLEXIBLE: Es aquel cuya capa de rodamiento está constituida por una carpeta asfáltica que se apoya sobre una base y una sub-base.

SUB-BASE: Capa de material seleccionados comprendida entre la sub-rasante y la base.

FUNCIONES

1. Transmitir los esfuerzos a la capa sub-rasante en forma conveniente.
2. Construir una transición entre los materiales de la base y de la capa subrasante, de modo tal que evite la contaminación y la interpenetración de dichos materiales.
3. Disminuir efectos perjudiciales en el pavimento, ocasionados por cambios volumétricos y rebote elástico del material de las terracerías o del terreno de cimentación.
4. Reducir el costo del pavimento, ya sea que es una capa que por estar bajo la base que va sujeta a menores esfuerzos y requiere de especificaciones menos rígidas, mismas que pueden satisfacer normalmente con un material más barato que el de la base.
5. Contribuir en algunos casos al drenaje de la carretera.

BASES Capa de materiales seleccionados que se construyen sobre la sub-base y ocasionalmente sobre la sub-rasante, limita en su parte superior por la carpeta.

FUNCIONES

Soportar apropiadamente las cargas transmitidas por los vehículos a través de la carpeta y distribuir los esfuerzos a la sub-base o capa sub-rasante, en tal forma que no les produzca deformaciones perjudiciales.

CARPETA ASFÁLTICA: Capa o conjunto de capas que se colocan sobre la base, constituidas por material pétreo y un producto asfáltico

FUNCIONES

Proporciona al tránsito una superficie estable prácticamente impecable, uniforme y de textura apropiada. Cuando se coloca en espesores de cinco centímetros o más, se considera que contribuye junto con la base, soportar las cargas y distribuir los esfuerzos.

SOBRECARPETA: Carpeta que se coloca sobre un pavimento deteriorado por el uso.

FUNCIONES

1. Restituir las características adecuadas de servicio que tuvo el camino cuando fue originalmente terminado
2. Aumentar la resistencia estructural del pavimento

RIEGO DE SELLO: Capa de material pétreo, ligada a la carpeta por un producto asfáltico.

FUNCIONES

1. Impermeabilizar el pavimento
2. Proporcionar una superficie de desgaste
3. Proporcionar una superficie antiderrapante
4. Proporcionar una superficie con color tal, que refleje apropiadamente la luz de los faros de las vehículos.

RENIVELACIÓN: Conjunto de operaciones requeridas para reponer al nivel original la porción de la superficie de rodamiento que ha sufrido alguna deformación y/o desplazamiento.

GENERALIDADES.

Los trabajos de re-nivelación pueden considerarse como conservación normal o como reconstrucción, según excedan o no en volumen de doscientos metros cúbicos de mezcla asfáltica por kilómetro.

1.2 VENTAJAS Y DESVENTAJAS

El hecho de que las superficies de rodamiento estén constituidas por un pavimento flexible presenta las siguientes ventajas y desventajas.

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> ⊙ Son desarrollados por personas altamente capacitadas ⊙ Al desarrollarse proporcionan un tránsito cómodo, expedito y seguro al usuario ⊙ Una gran parte del esfuerzo de conservación de las superficies de rodamiento está enfocada a las labores preventivas 	<ul style="list-style-type: none"> ✗ El clima y la carga son factores no controlables que influyen en el deterioro de la superficie de rodamiento ✗ Las vías de comunicación requieren una continua atención a las fallas, para evitar que se llegue a una reconstrucción total de las mismas ✗ Debido a que el deterioro no es controlable, los costos de reconstrucción de las superficies de rodamiento se elevan demasiado

1.3 CALIDAD EN LA TAREA

Debido a que las labores de repavimentación no son del todo controlables, es recomendable desarrollar un programa preventivo de mantenimiento previo a la temporada de lluvia, principalmente.

Es por demás importante mencionar, que tanto las labores, como el material empleado exige un alto nivel de compromiso, elevando la calidad del trabajo de las siguientes formas:

- ⊖ Los trabajadores altamente capacitados
- ⊖ Material de alto índice de calidad
- ⊖ Equipos y herramientas en excelentes condiciones de operación
- ⊖ Diseño de proyectos previamente elaborado y autorizado por la dependencia correspondiente.
- ⊖ Supervisión adecuada y continua en la obra
- ⊖ Acatar las medidas de seguridad y prevención pertinentes.

2. PROCESOS Y TÉCNICAS

2.1 PROCESOS DE BACHEO

Las grietas son una manifestación muy frecuente de falla y su causa puede tener su origen en cualquiera de sus elementos de la estructura del pavimento o de los materiales subyacentes.

No es posible, en el caso de las grietas, dar un valor numérico que indique cuando son susceptibles de corrección mediante labores de conservación y cuándo deben procederse a efectuar una reconstrucción. Sin embargo, como norma, puede establecerse que siempre que se presentan agrietamientos en un pavimento, deberá procederse de inmediato a su relleno o corrección, de la manera que se describe a continuación, para evitar que la falla progrese y pueda presentarse deterioros mayores en el pavimento, independientemente de realizar los estudios necesarios para localizar y suprimir la causa de la falla.

PROCEDIMIENTOS

Los lineamientos generales que se tomarán en cuenta para efectuar la corrección de grietas, según el tipo de las mismas, son los siguientes:

- a) Grietas aisladas cuya profundidad no sobrepase el espesor de capa de base. El procedimiento para su reparación será:
 1. Cuando el ancho de las grietas sean de tres milímetros o menor, se llenará con un producto asfáltico cuya fluidez a la temperatura de aplicación especificada garantice la penetración. De preferencia deberán usarse asfaltos rebajados de fraguado rápido.
 2. Cuando el ancho de la grieta sea mayor de tres milímetros, se rellenará ya sea con una mezcla de producto asfáltico y arena cuya fluidez garantice una adecuada penetración, o bien con capas alternadas de

arena y producto asfáltico, cuidando que la última capa sea siempre de este último material

3. Al terminar el relleno de la grieta, deberá extenderse el producto o mezcla asfáltica sobrante que hubiere quedado sobre el nivel de la carpeta.
4. En ningún caso deberá ampliarse la grieta para obtener mejor penetración del material de relleno.

b) Grietas aisladas cuya profundidad llegue a las capas de sub-base o terracerías.

En estos casos será muy importante el estudiar la causa de la falla, para poder definir la solución y procedimientos de reparación más adecuados. En términos generales, este procedimiento podrá consistir en abrir caja en el ancho mínimo necesario para trabajar, preferentemente hasta el fondo de la grieta y proceder a su relleno.

c) Grietas abundantes en carpeta firme.

Por su número no pueden rellenarse individualmente, debiendo repararse la carpeta con un tratamiento general de toda la superficie de rodamiento, de acuerdo con los siguientes lineamientos:

1. Las grietas son de ancho de hasta tres milímetros y la base se encuentra en buen estado, podrá efectuarse un tratamiento superficial, como riego de sello o mortero asfáltico.
2. En caso de que las grietas tengan un ancho promedio superior a tres milímetros y la base se encuentre en buen estado, deberá programarse la reconstrucción más adecuada, que en general podrá ser una carpeta nueva o una sobre-carpeta.

d) Agrietado abundante con porciones de carpeta suelta, sobre base en buen estado, sin deformaciones permanentes:

1. Cuando se presenta en zonas aisladas, deberá removerse la carpeta en dichas zonas y proceder a la reparación.
2. Cuando el área de la zona dañada sea superior al 50% del área total de la superficie de rodamiento, deberá removerse el total de la carpeta asfáltica y proceder a construir una nueva.

e) Grietas paralelas acompañadas de deformaciones.

Como generalmente este tipo de grietas es producido por fallas en las capas inferiores adyacentes a la carpeta, deberán efectuarse en cada caso los estudios necesarios para determinar la causa de la falla y suprimirla, aplicando el tratamiento adecuado antes de reponer la carpeta. Tomando en cuenta que la falla no es solamente de carpeta, en general no son aplicables tratamientos superficiales o sobre-carpetas; y para aquellos trabajos tales como construcción o modificación del sub-drenaje, sub-base, base u otros, deberán seguirse los procedimientos dados por estas normas, en las cláusulas respectivas.

RENIVELACIÓN

Conjunto de labores requeridas para reponer la porción de la superficie de rodamiento que ha sufrido alguna deformación y/o desplazamiento en su nivel original.

NORMAS

Se estudiará con el auxilio del laboratorio la causa de la falla, a fin de efectuar la corrección adecuada y que garantice que la deformación no vuelva a presentarse en un lapso previsible. Siempre que existan asentamientos y se programe alguna reconstrucción sobre la superficie de rodamiento, se deberán efectuar previamente los trabajos de re-nivelación necesarios, para lograr uniformidad en los espesores y en la superficie de rodamiento de las nuevas carpetas.

PROCEDIMIENTOS

La manera de efectuar las re-nivelaciones será la que a continuación se indica:

- a) En caso de deformaciones pequeñas, del orden de 1 a 3 centímetros, éstas podrán corregirse empleando el sistema de riesgos,
- b) Cuando las deformaciones sean superior a los 3 cm., se usará para su corrección mezcla asfáltica, de acuerdo con los siguientes lineamientos:
 1. La zona por re-nivelar deberá limpiarse de materia extraña tal como tierra, hierbas, desechos de animales u otros
 2. Deberá definirse y marcarse el área por re-nivelar, siguiendo aproximadamente el perímetro que abarque en su totalidad la zona fallada.
 3. Una vez definida el área por re-nivelar, se abrirá una caja perimetral, de aproximadamente 5 cm., de ancho y espesor, con objeto de evitar espesores pequeños en las orillas de la re-nivelación así como que la mezcla corra.
 4. Excepción hecha de cuando esté constituida por una base impregnada o una carpeta de un riego, deberá picarse la superficie de rodamiento en la zona por re-nivelarse, dando un espaciado aproximado entre cada golpe de zapapico de treinta cm., barriendo a continuación el material excedente.
 5. Se dará un riego de liga, con el tipo de producto asfáltico y temperatura que marquen las especificaciones, de acuerdo a lo siguiente:
 - a) El asfalto deberá cubrir uniformemente y en su totalidad el área por reparar.
 - b) La dosificación debe ser tal que logre la perfecta adhesión de la mezcla asfáltica, sin producir exceso de asfalto en la superficie.
 - c) Se dará el tiempo necesario de fraguado a fin de evitar solvente atrapado y deslizamiento
 6. La mezcla asfáltica deberá cumplir con las especificaciones de materiales para carpeta o bases asfálticas, pero variando el tamaño máximo del material pétreo, de acuerdo con el espesor de la capa por construir, en forma tal que nunca exceda del 40% de ella. Cuando la profundidad del asentamiento exceda de 7 cm., deberá llenarse en dos o más capas; la capa superficial podrá tener hasta 6cm. de espesor suelto y las inferiores un máximo de 10 cm. de espesor.
 7. Las capas deberán compactarse con rodillo o aplanadora, desde las rodillas hacia el centro. El pistón de mano sólo deberá usarse en compactación de re-nivelaciones poco profundas y cuya superficie no exceda de 4 m². En ningún caso deberá alejarse la zona re-nivelada a la acción del tránsito, sin antes proporcionarle la debida compactación.
 8. Deberá sellarse la zona renivelada en un lapso no mayor a un mes, siguiendo los lineamientos.

BACHEO: Conjunto de labores requeridas para reponer una porción de la superficie de rodamiento que ha sido destruida y removida por el tránsito. Estas porciones se dividen en calaveras y baches, según sea su dimensión mayor, respectivamente, inferior o superior a 15 cm.

NORMAS

CALAVERAS: La calavera debe atenderse oportunamente para impedir que se convierta en bache y origine mayor costo de reparación y serios perjuicios al tránsito. El procedimiento para su reparación deberá ser el siguiente:

1. La zona por reparar deberá limpiarse de materia extraña, tal como tierra, hierbas desechos de animales u otros, y removerse el material suelto de la superficie de rodamiento.
2. La zona por reparar deberá estar seca. Si las condiciones climáticas locales y la falta de equipo adecuado no lo permiten y existe la urgencia de efectuar el trabajo, deberán usarse los productos asfálticos y/o aditivos que recomiende el laboratorio.
3. Deberá darse en la zona por reparar un riego de liga con el tipo de producto asfáltico y la temperatura adecuada.
4. La calavera llenarse con mezcla asfáltica elaborada de acuerdo con las especificaciones, pero con material pétreo de un tamaño no mayor del cuarenta por ciento de la profundidad de la oquedad. Deberá ponerse la mezcla en un volumen superior aproximadamente en un 20% al de la oquedad, con objeto de que al compactarse quede al nivel de la superficie de rodamiento.
5. Deberá compactarse con el pistón o rodillo ligero, pero nunca dejarse sin la debida compactación a la acción del tránsito.

BACHES. Los baches se dividen en profundos o superficiales, siendo estos últimos los que afectan exclusivamente a la carpeta. El procedimiento para su reparación deberá ser el siguiente:

1. La zona por reparar deberá limpiarse de materia extraña, tal como tierra, hierbas desechos de animales u otros, y removerse el material suelto de la superficie de rodamiento.
2. Deberá definirse y marcarse el área por reparar, cuidando que tenga forma rectangular y que dos de sus lados sean perpendiculares al eje del camino.
3. De acuerdo con el área delimitada, se efectuará la excavación, llegando hasta la profundidad necesaria para remover todo el material alterado, ya sea por exceso de agua o de arcilla.
4. Si al efectuar la excavación se ve la necesidad de ampliar el área de la misma; para poder remover todo el material alterado, la ampliación respectiva deberá a su vez ser rectangular y de lados paralelos y perpendiculares al eje del camino.
5. Se completará la excavación hasta la profundidad prefijada, cuidando de obtener paredes verticales y de remover todo el material suelto.
6. En caso de baches profundos, la excavación deberá ser más amplia en la capa de carpeta, para reconstruirla cubra la unión o junta entre capas inferiores.

7. En el caso de baches profundos, para obtener condiciones de trabajo apropiadas que garanticen la debida colocación y compactación del material con el que se rellene la oquedad, deberán considerarse los siguientes lineamientos:
 - a) Si la profundidad es de 40 cm. o mayor, el ancho mínimo deberá ser de 60 cm.
 - b) El lado menor deberá ser cuando menos el doble del ancho del pistón o $1\frac{1}{2}$ veces el ancho del rodillo ligero.
8. El bacheo se efectuará con mezcla asfáltica, que cumpla con las especificaciones de materiales para carpeta y/o bases asfálticas. Cuando la oquedad tenga una profundidad mayor de 7 cm., deberá llenarse en varias capas. La capa superficial deberá llenarse en varias capas. La capa superficial deberá tener de 4 a 6 cm. de espesor suelto y en ella podrá usarse material pétreo hasta de 19 mm., ($\frac{3}{4}$ "). Las capas inferiores deberán tener un espesor suelto no mayor de 10 cm., y en ellas se podrá usar material pétreo con tamaño máximo de 38 mm ($1\frac{1}{2}$ ").
9. La capa superficial deberá dejarse ligeramente excedida en volumen, aproximadamente en un 20% para que al compactarse quede al mismo nivel de la superficie de rodamiento existente.
10. En caso de baches profundos, y cuando se considere económico el procedimiento, podrán construirse las capas inferiores con materiales de las usados en las construcciones de sub-base o bases, cuidando de que se cumplan los siguientes requisitos:
 - a) Para el relleno correspondiente a las capas de terracerías o sub-base, podrán usarse materiales de sub-base o base.
 - b) Para el relleno correspondiente a la capa de la base, deberá utilizarse exclusivamente materiales que cumplan con las especificaciones relativas a esta capa.
 - c) En ambos casos, los materiales deberán compactarse de acuerdo con las especificaciones.
11. Independientemente del espesor y tipo de carpeta existente, incluyendo el caso de baches aislados en bases impregnadas, la capa superficial del bacheo consistirá en mezcla asfáltica con espesor no menor de 4 cm. compactos.
12. Antes de iniciar el relleno con mezcla asfáltica, deberá darse en las paredes y piso un riego de liga con el tipo de producto asfáltico y a la temperatura que indiquen las especificaciones.
13. Las capas deberán compactarse con pistón de mano o rodillo ligero, pero nunca dejarse a la acción del tránsito sin la debida compactación.
14. Deberá sellarse la zona bacheada en un lapso no mayor de 15 días, siguiendo los lineamientos dados.

2.2 TIPOS DE TÉCNICAS DE APLICCIÓN

DEFINICIÓN: Operaciones necesarias para poner parcial o totalmente la estructura y la superficie de rodamiento del pavimento, en aquellas zonas donde se presentan las fallas o daños por intemperismo u otras causas, hasta dejarlo en las mismas condiciones que tenían originalmente

REQUISITOS DE EJECUCIÓN

Las operaciones de bacheo deberán ejecutarse en forma manual, con maquinaria o una combinación de ambas.

La reparación de un pavimento asfáltico o de concreto hidráulico se hará con bacheo y tratamiento superficial o tendido de sobrecapas asfálticas o tendido de sobre-carpeta asfáltica según indique el proyecto.

Cuando el proyecto indique reposición con bacheo de mezcla asfáltica en pavimento de concreto asfáltico, se deberá observar lo siguiente:

- a) En la zona de bacheo se colocan barreras o señales para desviar el tránsito, en las que se incluirán linternas rojas o mecheros en el caso de que los trabajos de bacheo se ejecuten en horario nocturno.
- b) Se iniciará el trabajo marcando las áreas de bacheo, de preferencia con cordón y cal, abarcando 25 cm., fuera del área afectada; el departamento podrá modificar esta distancia de acuerdo con las condiciones que presente la carpeta existente.
- c) Una vez marcada cada área de bacheo y aprobada por el departamento se procederá a ejecutar los cortes de carpeta, de preferencia con sierra, para abrir la caja y extraer el material fallado; la excavación deberá hacerse hasta que se encuentre la capa de la estructura del pavimento que no esté deteriorada. Las paredes de la caja deberán ser verticales.
- d) Terminada la excavación y extracción del material fallado, deberá limpiarse perfectamente la caja y prepararse de acuerdo a las indicaciones siguientes:
 1. Si la excavación en la caja es profunda, será necesario colocar grava cementada controlada hasta el nivel inferior de la carpeta existente, en capas con el espesor que indique el proyecto.
 2. Si la excavación llega a la base deberá afinarse la superficie mediante compactador.
- e) Inmediatamente antes de aplicar los riegos asfálticos, se procederá al barrido de la superficie del bache.
- f) Por ser mezcla asfáltica una mezcla cuyo aglutinante contiene solventes y con objeto de evitar fallas prematuras tales como: inestabilidad, deslizamiento o disgregación, será necesario tomar las siguientes precauciones:
 1. las temperaturas de la mezcla asfáltica durante su tendido y compactación, deberán ser las recomendadas según el material asfáltico
 2. Luego de que se hayan eliminado gran parte de los solventes de la mezcla asfáltica, 3 horas aproximadamente después de compactada, se podrán al tránsito las áreas reconstruidas. En zonas de tránsito intenso y con objeto de acelerar la apertura del mismo, es conveniente emplear mezclas asfálticas elaboradas con cemento asfáltico no 6, en virtud de que éstas adquieren su estabilidad con mayor celeridad.
- g) Cuando los espesores de bacheo son superiores a los 5 cm., deberá aplicarse la mezcla en dos capas, procurando que una vez compactada la primera y antes de tender la segunda, se pique la superficie (sin riego de liga) para facilitar la homogeneidad de la mezcla colocada y el amarre de la misma

- h) La compactación debe efectuarse de las orillas hacia el centro y de la parte baja hacia la parte alta traslapándose entre una y otra pasada cuando menos 15cm. Una vez compactada la mezcla (sin dejar huellas de las ruedas), debe quedar al nivel del pavimento adyacente.

Cuando el proyecto marque sobre-carpeta asfáltica, se observará lo siguiente:

- a) Antes de proceder al tendido deberá prepararse perfectamente el pavimento por recubrir, con objeto de evitar fallas prematuras o que reflejen las existentes. La preparación se hará atendiendo los siguientes pasos:
1. Se deberán efectuar los trabajos de bacheo necesarios en zonas que presenten desintegraciones, grietas "piel de cocodrilo", deslizamientos, ondulaciones y arriñonamientos.
 2. Las zonas que presenten agrietamientos sin asentamientos, se tratarán como sigue:
 - 2.1. Grietas pequeñas.- se rellenarán con asfalto FR-3 calentado a 78° C, para facilitar su escurrimiento.
 - 2.2. Grietas regulares.- se pueden llenar con el mismo asfalto anterior, espolvoreándose con arena seca o con mortero asfáltico, con el auxilio de una escoba o rastrillo, procurando que se rellene en toda su profundidad.
 - 2.3. En las zonas donde se presenten asentamientos mayores de 5 cm., deberán nivelarse con concreto asfáltico por medio de motoconformadoras y compactarse al 90% de su densidad teórica máxima con rodillos lisos.
 - 2.4. Para evitar desplazamientos, la carpeta existente será picada a razón de 20 a 25 golpes por m², con profundidad máxima de 2 cm.

Si se desplanta una sobrecapa sobre la carpeta existente, para lograr un amarre adecuado, se deberá picar la carpeta a razón de 20 a 25 piquetas por m² con una profundidad de 2cm aproximadamente y después barrer perfectamente.

Al realizar estos trabajos se deberá tener cuidado de no dañar tapas de registro, cajas de operación de válvulas, coladeras de piso u otras instalaciones.

Con objeto de conservar la luz existente en las guarniciones y no tenga la necesidad de renivelarlas o reconstruirlas cada vez que se ejecuten trabajos de reconstrucción deberán hacerse las cunetas en la forma siguiente:

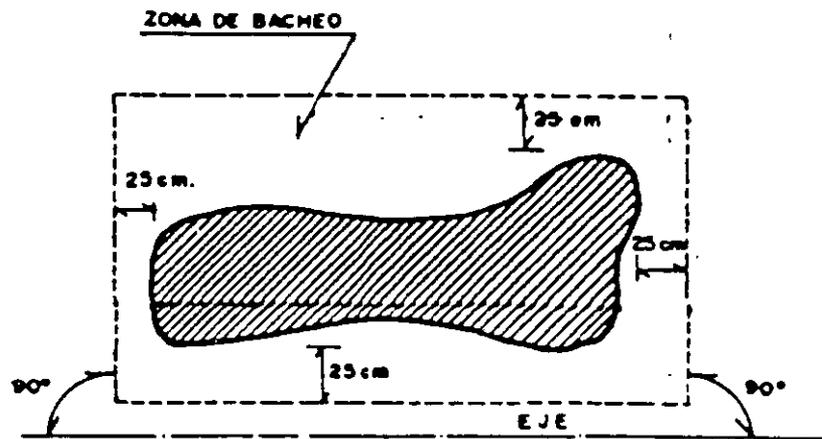
- a) Se eliminará la carpeta existente en una zona adyacente a la guarnición, verificando que la pendiente no sea mayor al 7%
- b) Una vez eliminada la carpeta en la zona de descarte, previa limpieza y riego de liga, se llenará con una cuña de concreto asfáltico debidamente compactado.
- c) Se deberá conservar en estas cunetas, la pendiente longitudinal mínima para descargar el agua pluvial a las coladeras de piso o de banqueta.

Las presentaciones en pavimento de concreto hidráulico para recibir sobre-carpetas, en términos generales son las siguientes:

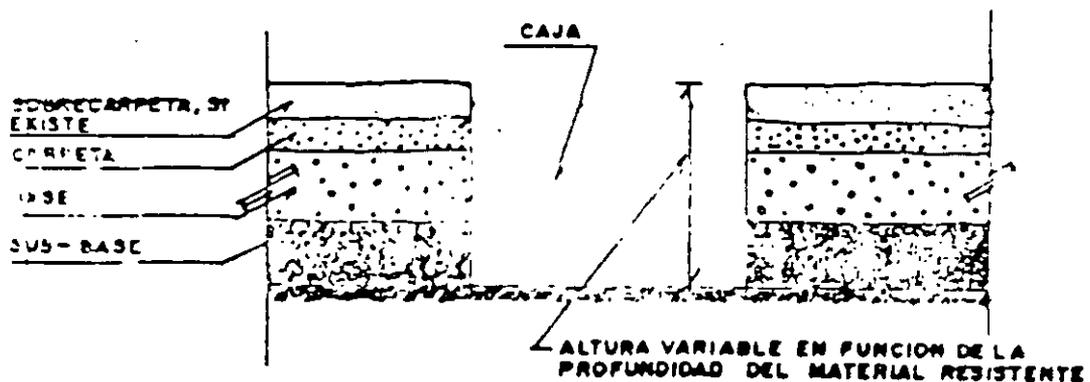
- a) Las zonas de losas agrietadas en esquinas que tengan movimiento se eliminarán y se sustituirán con concreto asfáltico.

- b) Las zonas de juntas defectuosas y agrietamiento sin movimientos de losas, se sellarán con asfalto FR-3 o cemento asfáltico no. 6 dependiendo de la abertura de las mismas.
- c) Para pavimentos de concreto hidráulico fallados, con losas muy agrietadas y con movimientos fuertes, deberán efectuarse estudios para indicar en cada caso el procedimiento seguir y la costeabilidad del mismo, ya que pueden hacerse estabilizaciones de las losas por medio de inyecciones de concreto u otro sistema.

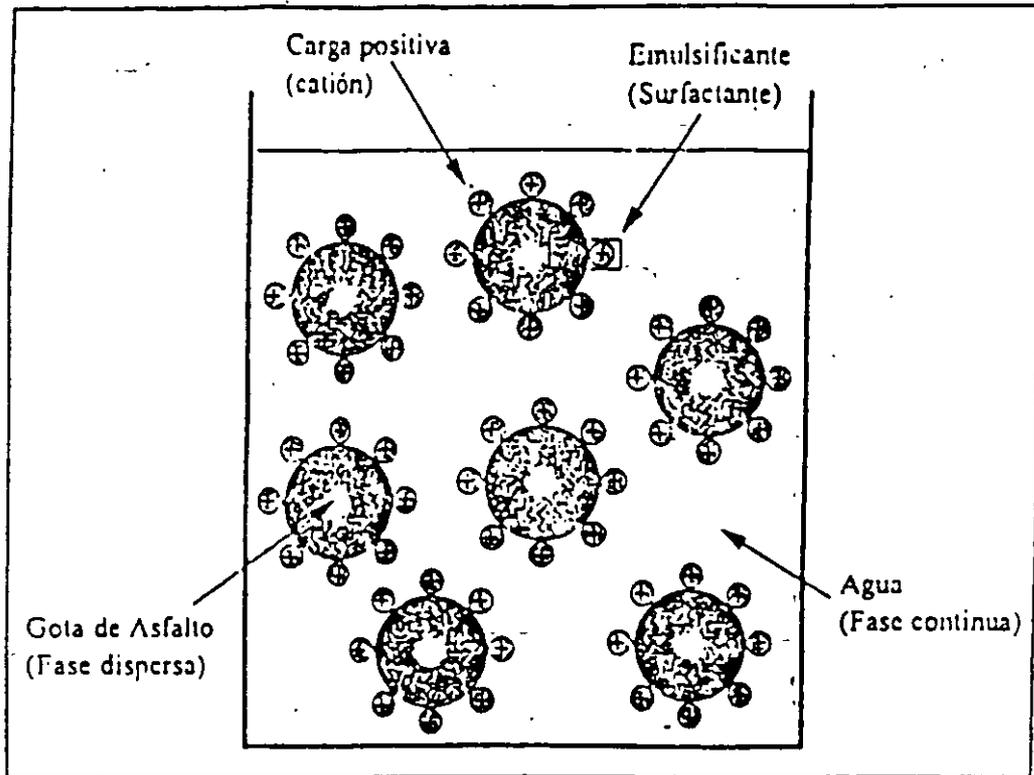
REPOSICION DE PAVIMENTO



AREA DE BACHEO



CAJA DE BACHEO



3. UTILIZACIÓN DE EQUIPO Y HERRAMIENTAS

3.1 EQUIPO Y FORMAS DE APLICACIÓN

- a) Petrolizadoras.- Para el riego de producto asfáltico se empleará una petrolizadora que reúna, entre otras cosas, las siguientes condiciones:
 1. Deberá contar con equipo de calentamiento para elevar la temperatura del producto asfáltico hasta la temperatura especificada
 2. Deberá tener una bomba que produzca la presión necesaria para obtener una dispersión uniforme en todas las espesas de la barra.
 3. Deberá tener un tacómetro para regular la velocidad y poder obtener una dosificación controlada y uniforme en todo el tramo regado
- b) Calibración del tanque de la petrolizadora.- Para medir el volumen de asfalto contenido en la petrolizadora antes y después de un riego y por diferencia determinada el volumen regado, es necesario tener bien calibrado el tanque de la petrolizadora, por lo que a continuación se indica el procedimiento para hacerlo:
 1. Se estaciona la petrolizadora en un lugar sensiblemente horizontal
 2. Se cierran las válvulas de salida del tanque y se llena con agua
 3. Se mide la altura de la lámina de agua hasta la válvula de admisión de la petrolizadora.
 4. Por la manguera de bacheo, o por un extremo de la barra, se extrae agua hasta llenar una medida de volumen prefijado, que se recomienda sea del orden de 40 litros.
 5. Se vuelve a medir la altura.
 6. Se repite esta operación hasta vaciar el tanque.

7. Con los datos anteriores se puede elaborar una tabla o gráfica en la que consten los volúmenes que corresponden a cada altura de de la lámina de agua o asfalto al borde superior de la válvula de admisión. También se puede graduar una regla en la que se tenga directamente esos volúmenes. De la tabla o gráfica que se elabore, deberá tenerse siempre un ejemplar en la petrolizadora y duplicados en las oficinas.
- c) Esparcidor mecánico.- Se requiere para obtener un tendido uniforme del material, recomendándose que se tomen las siguientes precauciones, para lograr buenos resultados al usarlo:
 1. Que no haya el material pétreo, piedras de tamaño mayor al especificado, que al quedar detenidas dejen zonas sin dicho material.
 2. Que el material pétreo no esté húmedo y pueda atascarse.
 3. Verificar el volumen del camión que surte espaciador, para que dividiendo ese volumen entre la dosificación requerida y el ancho de la franja que riega el espaciador, pueda conocerse la longitud por cubrir.
 4. Regular la abertura del espaciador y la velocidad del camión que lo empuja, para que el material se riegue en forma uniforme y en la longitud prefijada.
 - d) Camiones de volteo .- El número de camiones de volteo se calculará de acuerdo con el tiempo de llenado del camión, la distancia del almacén al tiro y el lapso requerido para engancharlo al espaciador, regar el material y desengancharlo. Todos los camiones deberán contar con un gancho apropiado para unir a ellos el espaciador y deberán llenarse con el mismo volumen de material pétreo, con objeto de que sea siempre igual la longitud por cubrir.
 - e) Compactadores.- Se requiere usar rodillos lisos tándem, con peso de 4500 kg., a 7300 kg., y compactadores de llanta neumática, con peso de 4500 kg., a 7300 kg.
 - f) Rastras .- Deberán ser ligeras. Se pueden construir con facilidad haciendo un marco de madera de 2 por 3 metros y clavado, tanto en el marco como en las diagonales, cepillos de fibra o de raíz.

3.2 HERRAMIENTAS Y FORMAS DE APLICACIÓN

De manera enunciativa se presenta una lista de las herramientas más comunes, en el espacio de la derecha escribe sus aplicaciones:

1. Rastrillo _____
2. Pala _____
3. Pizón de mano _____
4. Marro _____
5. Barretas _____
6. Pulsetas _____
7. Compresor con rompedora _____

3.3 DESTREZAS Y HABILIDADES NECESARIAS

El personal que desarrolle las labores de bacheo debe cubrir el siguiente perfil:

1. No sufrir ninguna discapacidad física
2. Fuerza suficiente para operar maquinaria pesada
3. Agudeza visual y de oído
4. Capacitación específica sobre la operación de :
 - Petrolizador
 - Espaciador mecánico
 - Camión de volteo
 - Compactador
5. Contar con experiencia en los niveles de cabo o sobrestante en obras anteriores

4. MATERIALES REQUERIDOS

4.1 CARACTERISTICAS Y DURABILIDAD

Las técnicas de pavimentación donde se utiliza el asfalto como agente ligante han estado en constante desarrollo con la finalidad de mejorar la calidad y el periodo de vida de los caminos, así como facilitar el trabajo del constructor.

Durante mucho tiempo los asfaltos obtenidos del subsuelo fueron diluidos con solventes derivados del petróleo para obtener un producto más difíciles de obtener y por consecuencia más caros, teniendo además el inconveniente de producir una considerable contaminación ecológica, así como riesgos en el trabajo.

Debido a lo anterior, actualmente se utiliza el agua como solvente, logrando una compatibilidad con el asfalto por medio de la aplicación de técnicas de emulsificación, siendo además esta opción, una buena respuesta a la crisis mundial de energía y a la preservación del medio ambiente.

TEORIA DE EMULSIONES ASFALTICAS

Las emulsiones asfálticas comenzaron a utilizarse para la construcción y mantenimiento de carreteras a principios de este siglo. Al inicio, su crecimiento fue lento debido a la falta de conocimientos sobre su aplicación, sin embargo, actualmente el uso de las emulsiones asfálticas comprenden una gran variedad de aplicaciones, desde tratamientos superficiales, mantenimiento de carreteras (bacheo), carpetas asfálticas, slurry seal y riegos de gravillas entre otros.

Para obtener excelentes resultados en la aplicación de una emulsión es necesario seleccionar la emulsión adecuada para cada agregado pétreo y el equipo de aplicación apropiado.

Las emulsiones asfálticas son versátiles, económicas y no contaminantes, además de su fabricación y aplicación se obtiene un importante ahorro de energía. Pueden ser utilizadas en frío e incluso con materiales pétreos húmedos.

ASFALTOS

El asfalto es una mezcla de hidrocarburos que incluye grupos alifáticos saturados o parafinas, grupos nafténicos o cicloparafinas, grupos compuestos de anillos aromáticos y grupos alifáticos con enlaces dobles olefinicos.

Existen además numerosos componentes en el asfalto, tales como compuestos de nitrógeno, azufre, oxígeno y varios metales.

Típicamente los constituyentes del asfalto se dividen en asfaltenos (constituyentes sólidos, de alto peso molecular) y los maltenos (aceites de bajo peso molecular).

Los asfaltenos aportan la dureza al asfalto, mientras que los maltenos aportan las propiedades de ductilidad y adhesividad. Los aceites y resinas que están presentes influyen en la viscosidad o en las propiedades de flujo de asfalto. Debido a la compleja interacción de las diferentes sustancias en el asfalto es prácticamente imposible predecir con exactitud su comportamiento, especialmente en las emulsiones asfálticas.

En las emulsiones asfálticas, un factor muy importante es la calidad del asfalto utilizado ya que comprende más de 60% del producto final. El asfalto y el emulsificante debe de visualizarse como un sistema que en conjunto funciona como agente ligante, ya que el asfalto debe de enlazarse con el agregado, es también un punto crítico la selección apropiada del agregado.

Las mezclas bituminosas usadas para la construcción de caminos están constituidas básicamente por un sistema de dos bases, el asfalto (agente ligante) y el agregado. En tal sistema, la función principal del asfalto es la formar un enlace adhesivo con el agregado, lo cual se logra mediante una interacción mecánica o química.

Una interacción mecánica es el enlace de dos componentes a través de una interfase o superficie. Este tipo de acciones es importante cuando una de las sustancias es porosa y la otra puede penetrar los poros y solidificarse. Un segundo tipo de interacción mecánica depende de la resistencia friccional debida a la presión ejercida de un componente alrededor del otro.

EMULSIFICANTES

Las propiedades de una emulsión asfáltica depende en gran medida del emulsificante a utilizar. Un emulsificante es un agente tensoactivo que modifica la tensión superficial en la interface entre las partículas de asfalto y de agua, por lo que mantiene los glóbulos de asfalto estables en suspensión y controla el tiempo de rompimiento.

La emulsión asfáltica es una dispersión de una fase orgánica o aceitosa líquida (asfalto) en otra fase líquida (agua) en forma de pequeños glóbulos.

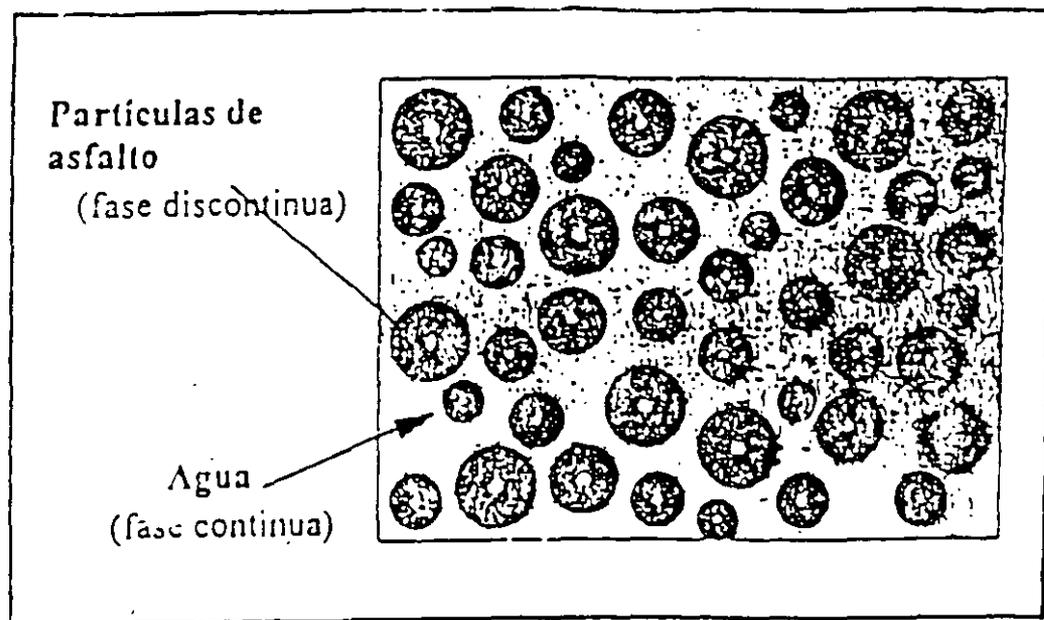
Esta dispersión se obtiene por medios mecánicos (molino coloidal) y por medios fisicoquímicos que consisten en la adición de agentes emulsificantes.

Existen muchos factores que pueden afectar la estabilidad de las emulsiones, sin embargo, en la práctica la rotura de la emulsión ocurre al contacto de ésta con las superficies minerales de los materiales pétreos y/o a la evaporación del agua de la emulsión.

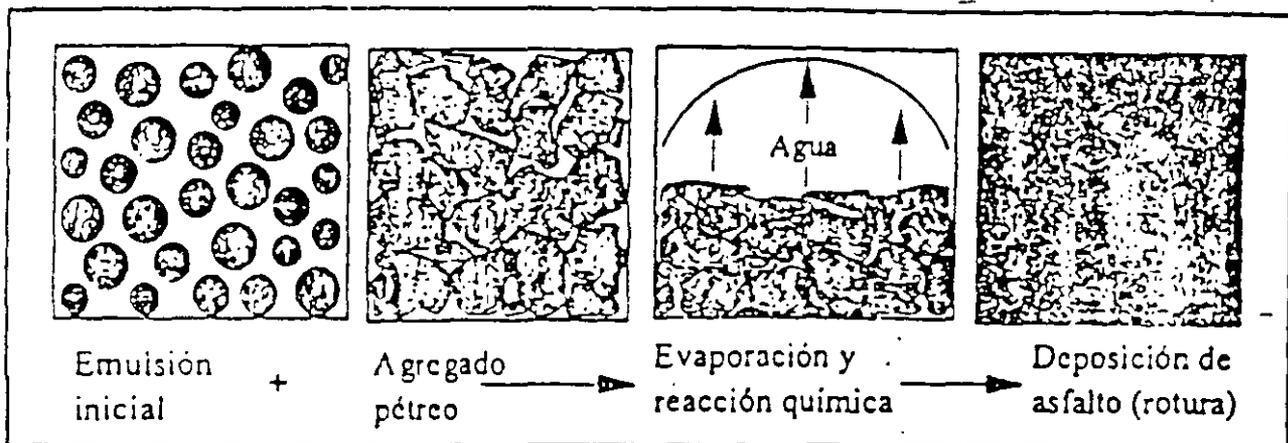
Una vez rota la emulsión, el asfalto queda firmemente adherido al material pétreo debido a la acción del agente emulsificante ya que éste forma un puente químico entre ambas superficies.

El rompimiento de una emulsión es el proceso de deposición del asfalto en la superficie del material de construcción.

Debido a que todos los materiales presentan características superficiales distintas, se requiere de una emulsión diferente en cada caso.



- Emulsión asfáltica



- Rompimiento de una Emulsión Asfáltica

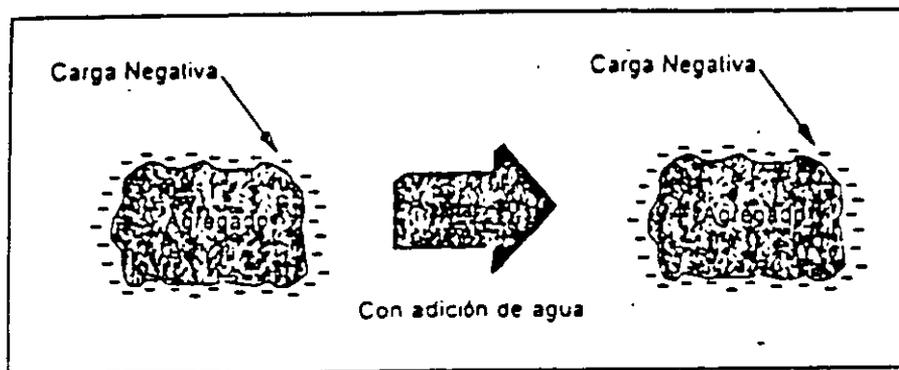
AGREGADOS PETREOS

Los materiales pétreos se combinan con asfalto para preparar mezclas con diversas aplicaciones. Como los agregados constituyen normalmente el 90% en peso o más de estas mezclas, sus propiedades tienen gran influencia sobre las del producto terminado.

Los pétreos más empleados son piedra y escoria partida, gravas, arenas y fillers. En la construcción de pavimentos asfálticos el control de las propiedades de los pétreos es tan importante como el del asfalto.

Los agregados pétreos utilizados en la construcción de carreteras, al igual que otras sustancias, poseen cargas superficiales que se encuentran en desequilibrio generando cierta energía superficial. Cuando la superficie del agregado se cubre con un líquido de polaridad opuesta se satisfacen las demandas de energía y se forma un enlace. Debido a lo anterior, los agregados pueden ser hidrofílicos o hidrofóbicos.

Se considera que los agregados con carácter ácido son hidrofílicos y los agregados básicos son hidrofóbicos. Las rocas ácidas generalmente proporcionan mejor adhesión que las rocas básicas que contienen cuarzo y otra clase de feldespatos.



Agregados pétreos ácidos o silicosos.

AGREGADOS PETREOS

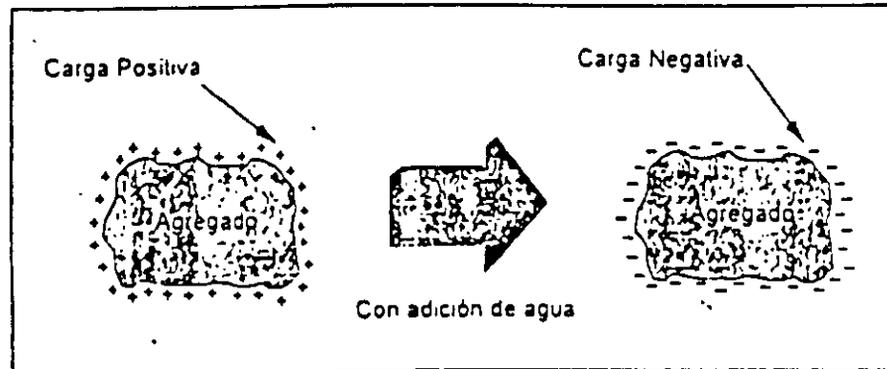
TIPO PÉTREO	% DE CUARZO	CARÁCTER ACIDO / BASE
Rocas ígneas		
Granito	30	Acido
Riolita	32	Acido
Rocas metamórficas		
Cuarcita	84	Acido
Pizarra	29	-
Micacita	37	Acido
Rocas sedimentarias		
Arenisca	79	Acido
Arenisca caliza	35	-
Horsteno	93	Acido
Piedra caliza	6	Básico
Doiomita	5	Básico

EMULSION ASFALTICA Y AGREGADO PETREO

El agua es el segundo mayor componente en la formulación de una emulsión, por lo que debe de tomarse en cuenta la calidad del agua que se utiliza, ya que puede tener un gran impacto en el funcionamiento de la emulsión. Además, el agua en general, afecta directamente la relación entre el asfalto y el agregado.

Las reacciones químicas que ocurren entre la superficie del agregado y las emulsiones determinan las propiedades de adhesión, cohesión, estabilidad, compatibilidad, asentamiento, curado, etc., de la mezcla. Anteriormente se consideraba a los agregados calizos como electropositivos y a los silicosos como electronegativos. Esto puede ser cierto siempre y cuando el agregado esté perfectamente seco. Cuando están húmedos ambos agregados tienen carga negativa.

Los materiales calizos o de naturaleza básica, que son fragmentos de roca con alto contenido de carbono de calcio, al ser humedecidos presentan una ionización en su superficie, generando cargas electrostáticas del tipo negativo y compuestos básicos. Por otra parte, los materiales ácidos o silicosos, que son fragmentos de roca ácida con alto contenido de sílice, de ser humedecidos producen una ionización en la superficie del material, formando iones de carga negativa.



Agregados pétreos calizos o de naturaleza básica.

Las características físicas del agregado pétreo, al igual que las características químicas, deben de tomarse en cuenta, ya que juegan un papel importante para el adecuado funcionamiento de las emulsiones asfálticas en la fabricación y mantenimiento de carreteras.

Cuando la superficie de un agregado pétreo presenta rugosidad, puede haber agua o aire atrapado entre las hendiduras de la superficie, ocasionando un mojado inadecuado.

La presencia de poros, hendiduras y capilares en la superficie de la roca ocasiona la penetración de asfalto dentro de los mismos, y consecuentemente, la formación de una interacción física del asfalto y del agregado.

La presencia de polvo en la superficie del agregado pétreo reduce la velocidad de difusión y de mojado del asfalto. En algunos casos puede llegar a formarse un enlace inadecuado entre el asfalto y el polvo.

2.2 CARACTERÍSTICAS Y CLASIFICACION DE LAS EMULSIONES ASFALTICAS

De acuerdo con su naturaleza iónica, las emulsiones asfálticas se clasifican en iónicas (catiónicas y aniónicas) y no iónicas. Las del tipo no iónico prácticamente no son utilizadas.

Las emulsiones aniónicas se obtienen empleando emulsificantes del tipo aniónico, tales como las sales sódicas o potásicas de ácidos grasos o resínicos, mismas que actúan como jabones ($\text{RCOO} \cdot \text{Na}$) ionizándose en el agua en Na^+ y en RCOO^- . Los aniones RCOO^- se adsorben en los glóbulos de asfalto confiriéndole a dichas partículas polaridad negativa, mientras que los cationes Na^+ son adsorbidos por el agua.

Este tipo de emulsiones tienen un carácter básico debido a que se trabajan con valores de pH mayores a 7 (normalmente entre 11 y 12).

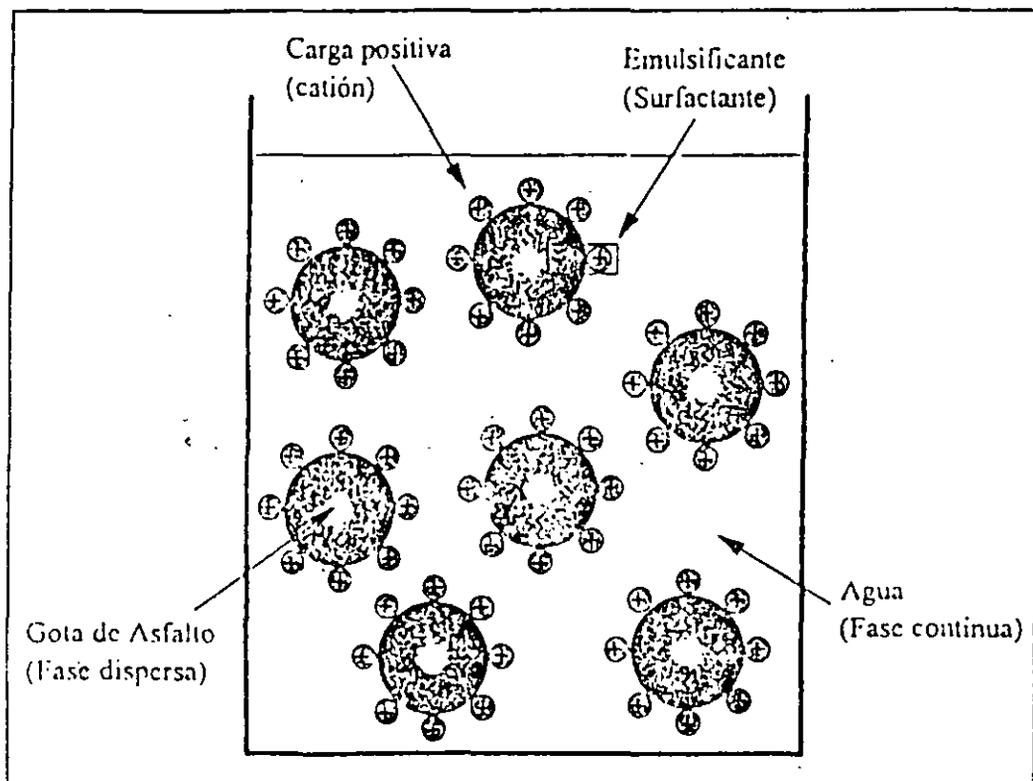


Figura 5.- Emulsión catiónica

Por su parte, las emulsiones catiónicas se obtienen empleando emulsificantes del tipo catiónico, siendo comúnmente sales de compuestos orgánicos electropositivos como sales de amonio cuaternario, clorhidratos de diaminas y poliaminas grasas, amidoaminas e imidazolininas derivadas normalmente del sebo animal o del tall oil.

Los clorhidratos de diamina ($R_1NHR_2NH_2 \cdot 2HCl$) se ionizan en el agua en cationes $R_1NH_2RR_2NH_3^+$ y en aniones $2Cl^-$. Estos últimos son adsorbidos por el agua, mientras que los cationes son adsorbidos por los glóbulos de asfalto confiriéndoles una polaridad positiva (Fig. 5).

Las emulsiones catiónicas presentan un carácter ácido ya que se trabajan con valores de pH menores a 7 (normalmente entre 1.5 y 4.0).

Las emulsiones se clasifican también dependiendo de la velocidad de separación del asfalto respecto al agua y su posterior deposición al material pétreo. Los términos de rompimiento rápido, medio, lento y rompimiento superestable se utilizan para simplificar y estandarizar esta clasificación. (Tabla 2).

Tipo de Rompimiento	Características	Tiempo de Descarga	kg emulsif. por ton emulsión	% de Cemento Asfáltico	pH Solución Jabonosa	Aplicación
Rápido	Gran carga efectiva Poca sedimentación Gran adhesividad	0-10 min.	2.0 - 3.5	63 - 65	2.0 - 3.5	Riego de gravilla Riegos de liga
Medio	Buena adhesividad Carga efectiva Poca sedimentación	15-25 min.	4.0 - 7.0 *8.0 dependiendo del pétreo	60 - 62	1.8-2.5	Mezclas asfálticas
Lento	Poca carga efectiva Buena adhesividad Sedimentación alta	30-60 min.	8.0 - 10.0	60 - 62	1.8-2.5	Mezclas asfálticas
Superestable	Asentamiento considerable	60 min. - 24 horas	10 - 18	60 - 62	1.8-2.5	Mezclas asfálticas, Lechadas asfálticas o Slurry Seal Microsuperficies

Tabla 2.- Clasificación de las emulsiones según el tipo de rompimiento.

Se ha comprobado que en las emulsiones de rompimiento medio y lento fabricadas con más de 0.6% de emulsificante tipo poliamina se presenta un asentamiento más marcados. Este fenómeno es reversible y se soluciona recirculando la emulsión cada tercer día en caso de tener que ser almacenada por algún periodo de tiempo. Otra opción para evitar el asentamiento consiste en modificar la viscosidad de la fase dispersante mediante la adición de polímeros.

Es también recomendable recircular las emulsiones de rompimiento superestable cada tercer día, ya que presentan un asentamiento considerable.

Además de la selección del agente emulsificante, otro factor importante que influye en la calidad final de la emulsión asfáltica es el trabajo efectuado por el molino coloidal. Este tipo de equipos está compuesto por un rotor y un estator cuya separación es regulable, determinándose de esta manera la abertura de dicho molino.

La abertura del molino determina el tamaños de los glóbulos (granulometría de la emulsión) y esto incide directamente en la estabilidad de la emulsión.

VENTAJAS DEL USO DE EMULSIONES ASFALTICAS SOBRE LOS REBAJADOS ASFALTICOS Y MEZCLAS EN CALIENTE.

1. La presencia del agua y el emulsificante en la emulsión favorece el mezclado del cemento asfáltico con los materiales pétreos, obteniéndose mejores cubrimientos de estos.
2. Las adhesividades pasiva y activa que se obtiene mediante el uso de una emulsión asfáltica son superiores a las obtenidas con rebajados asfálticos. La presencia del emulsificante asegura una unión química asfalto-agregado con lo que se obtiene mejor cubrimiento y adherencia.
3. Se obtiene un ahorro energético al enviarse totalmente el calentamiento de solventes ya que en la emulsión lo que se pierde es agua.
4. Se evita contaminación ambiental al no efectuarse la evaporación de solventes mencionada.
5. La emulsión asfáltica es el método más práctico para el transporte, almacenamiento y aplicación de asfalto en forma líquida.
6. El empleo de las emulsiones puede llevarse a cabo controlando el factor atmosférico, mientras que el trabajo con rebajados exige la presencia de un clima favorable.
7. En la actualidad prácticamente todos los trabajos de construcción, reparación y mantenimiento de carreteras puede efectuarse con el uso de las emulsiones, con excepción de la fabricación de concreto asfáltico.

4.3 COSTOS, CRITERIOS DE MEDICIÓN Y BASE DE PAGO.

El precio unitario incluye: carga de la mezcla asfáltica y de asfalto rebajado, los vehículos de transporte, acarreo libre de un kilómetro y descarga en los sitios de utilización, incluyendo los manejos y operaciones de calentamiento que se requiera para estos materiales, suministro en los sitios de su utilización del cemento portland para sello que sea necesario y de la grava cementada controlada, las operaciones de extracción y remoción en caso necesario, carga de los vehículos de transporte, acarreo libre de un kilómetro y descarga en los sitios de utilización; la mano de obra para el mercado y cuadro de la zona de reparación, excavación de la zona dañada, paleo, acomodo y compactación con rodillo, al 95% de su peso volumétrico seco máximo de la grava cementada controlada para reposición de la base, limpieza, aplicación de riego de impregnación y liga; paleo, rastrillado y compactación con rodillo al 95% de la densidad teórica máxima de la mezcla asfáltica para bacheo, espolvoreado del

cemento, riego de agua y cepillado para formación de sello, recolección, acarreo local, cargar los vehículos de transporte, acarreo libre de 16 km., y descarga del escombros y los señalamientos que sean necesarios; el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución del trabajo. Así como los indirectos, la utilidad del contratista y los cargos contractuales que se estipulen. La unidad de medición será el metro cuadrado con aproximación de dos decimales. Para efecto de pago se medirán las unidades ejecutadas en la obra, según líneas de proyecto.

BACHEO: El precio unitario incluye: suministro de la mezcla asfáltica de 19 mm., con asfalto PA-5 y del asfalto rebajado FR-3, comprendiendo la carga de estos materiales a los vehículos, acarreo libre de un kilómetro y descarga en los sitios de utilización, incluyendo los manejos y operaciones de calentamiento que se requiera para estos materiales, suministro en los sitios de su utilización del cemento portland para sello que sea necesario y de la grava cementada controlada, las operaciones de extracción y remoción en caso necesario, carga de los vehículos de transporte, acarreo libre de un kilómetro y descarga en los sitios de utilización; la mano de obra para el mercado y cuadro de la zona de reparación, excavación de la zona dañada, paleo, acomodo y compactación con rodillo, al 95% de su peso volumétrico seco máximo de la grava cementada controlada para reposición de la base, limpieza, aplicación de riego de impregnación y liga; paleo, rastrillado y compactación con rodillo al 95% de la densidad teórica máxima de la mezcla asfáltica para bacheo, espolvoreado del cemento, riego de agua y cepillado para formación de sello, recolección, acarreo local, cargar los vehículos de transporte, acarreo libre de 16 km., y descarga del escombros y los señalamientos que sean necesarios; el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución del trabajo. Así como los indirectos, la utilidad del contratista y los cargos contractuales que se estipulen.

La unidad de medición será el metro cuadrado con aproximación de dos decimales. Para efecto de pago se medirán las unidades ejecutadas en la obra, según líneas de proyecto.

Preparación de la carpeta asfáltica para desplantar la sobrecarpeta. - El precio unitario incluye: la mano de obra para picar uniformemente la carpeta existente, barrer, retirar el escombros y limpieza final; la herramienta necesaria para la correcta ejecución del trabajo. Así como los indirectos, la utilidad del contratista y los cargos contractuales que se estipulen.

La unidad de medición será el metro cuadrado con aproximación de dos decimales. Para efecto de pago se medirán las unidades ejecutadas en la obra, según líneas de proyecto.

SEAMAN GUNNISON

TABLA DE APLICACION DE ASFALTO PARA PETROLIZADORA

EQUIPADA CON BARRA DE 3 66 MTS. (12"). LAS CIFRAS QUE APARECEN DENTRO DE LA TABLA,
SON LAS RPM A LAS QUE DEBERA FUNCIONAR EL MOTOR AUXILIAR.

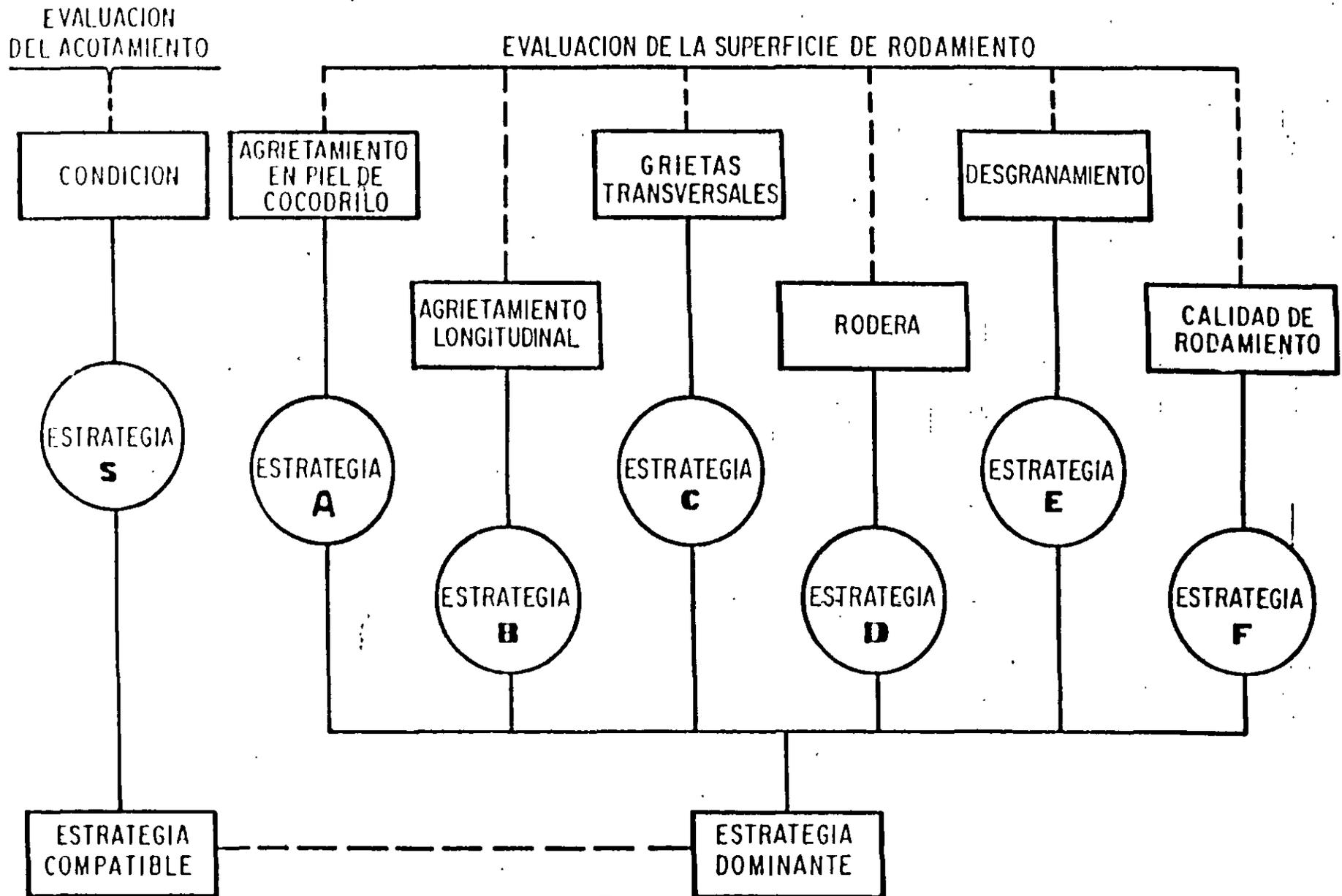
LITROS POR METRO CUADRADO

VELOCIDAD DEL CAMION EN METROS POR MINUTO	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	
360			19																					
340	11																							
320																								
300	10	13	16	19																				
280	9	12	15	18																				
260		11	14		19																			
240		10	13		18																			
220					16																			
200		9		13	15	17	19		23															
180		8						19																
160			9	10	12			17																
140				9	10	12	14	15	17	18														
120				8	9	10	11	13	14			18	19											
100									12	13	14	15	16	17		19	20							
80									9	10	11	12	13	14			16	17	18					
60										8		9	10		11		12	13	14		15			16
40																8			9	10		11		

EJEMPLO: 1 - LITRO POR METRO CUADRADO R.P.M. 15 = 140 METROS POR MINUTO

#73

PROCEDIMIENTO DE EVALUACION DE PAVIMENTO FLEXIBLE



CONSERVACION O MANTENIMIENTO ES EL CONJUNTO DE TRABAJOS RUTINARIOS EJECUTADOS PARA MANTENER UN PAVIMENTO TAN CERCA COMO SEA POSIBLE DE SUS CONDICIONES ORIGINALES, O POSTERIORES A SU REHABILITACION BAJO CONDICIONES NORMALES DE TRANSITO Y DEL MEDIO AMBIENTE, PARA PROPORCIONAR UNA TRANSPORTACION SEGURA Y COMODA. LA CONSERVACION ES REALIZADA GENERALMENTE POR EL PROPIO ORGANISMO.

POLITICAS DE CONSERVACION

- 1.- ELECCION DEL NIVEL DE SERVICIO
- 2.- DEFINICION DE VALORES CRITICOS O TERMINALES
- 3.- DISPONIBILIDAD DE FONDOS
- 4.- IMPORTANCIA DE LA CARRETERA
- 5.- VOLUMEN DE TRANSITO Y SU MANEJO
- 6.- RELACIONES CON EL USUARIO
- 7.- COSTO Y VIDA UTIL DE LAS ALTERNATIVAS

NECESIDAD DE LA CONSERVACION

GRACIAS A LOS TRABAJOS DE CONSERVACION SE MANTIENEN LAS CONDICIONES QUE GARANTIZAN LA SEGURIDAD Y COMODIDAD DEL USUARIO Y LA ECONOMIA DE LA TRANSPORTACION. DURANTE SU VIDA LOS PAVIMENTOS SE DETERIORAN Y ES NECESARIO SOMETERLOS A TRABAJOS DE CONSERVACION PARA QUE SIGAN PRESTANDO SERVICIOS DENTRO DE UN PROCESO CICLICO.

CONSERVACION PREVENTIVA

LA LABOR PRINCIPAL DE LA CONSERVACION ES LA DETECCION Y CORRECCION TEMPRANAS DE LOS DETERIOROS, ANTES DE QUE SE ACELERE SU PROCESO DE INTENSIDAD, SEVERIDAD Y EXTENSION. POR ELLO ES NECESARIA LA VIGILANCIA ESTRECHA DE LA CARRETERA POR PARTE DE PERSONAL CALIFICADO PARA DETECTAR CON OPORTUNIDAD LA PRESENCIA DE DETERIOROS.

IMPORTANCIA DEL DRENAJE

LA PRESENCIA DE AGUA ES MUY IMPORTANTE EN EL COMPORTAMIENTO DE LOS PAVIMENTOS. LA CONSERVACION DEBE COMPRENDER LA INSPECCION, MANTENIMIENTO Y COMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE DRENAJE.

CONSERVACION OPORTUNA

LOS TRABAJOS DE CONSERVACION DEBEN SER REALIZADOS TAN PRONTO COMO SEA POSIBLE DESPUES DE HABER SIDO DETECTADA SU NECESIDAD, SOBRE TODO CUANDO ENTRAÑA PELIGRO PARA EL USUARIO. EN OCASIONES ESTO ENTRAÑA LA NECESIDAD DE EFECTUAR REPARACIONES TEMPORALES O PROVISIONALES EN TANTO PUEDE REALIZARSE LA CORRECCION DEFINITIVA.

ELIMINACION DE LA CAUSA QUE PROVOCA EL DETERIORO

ES MUY IMPORTANTE DETERMINAR LA CAUSA QUE ORIGINO EL DETERIORO, PARA CORREGIR NO SOLO EL DAÑO SINO EVITAR QUE VUELVA A OCURRIR. POR ELLO ES IMPORTANTE CONOCER Y DETECTAR LAS CAUSAS QUE ORIGINAN EL DETERIORO.

INVENTARIO DE LOS ELEMENTOS FISICOS DE LA RED

DEBE INCLUIR AL PAVIMENTO Y SU ENTORNO, INCLUYENDO LOS FACTORES FÍSICOS, OPERACIONALES Y AMBIENTALES QUE PUEDAN INFLUIR EN LA MAGNITUD O REQUERIMIENTOS DE LA CONSERVACION. (TRANSITO, SUELOS, TÁLUDES, CLIMA, DRENAJE, ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO, ETC.)

EVALUACION DE RECURSOS

CONOCIMIENTO DEL PERSONAL DISPONIBLE, EQUIPOS, TECNICAS, MATERIALES Y RENDIMIENTOS, SISTEMA DE ORGANIZACION Y ADMINISTRACION, DISPONIBILIDAD DE FONDOS. LOS FONDOS SON INSUFICIENTES EN GENERAL, PROVOCANDO REZAGOS Y BAJOS NIVELES DE CALIDAD Y SERVICIO. DEBE HACERSE LO MAS CON LO MENOS.

EL INDICE DE SERVICIO DEBE SER HOMOGENEO EN LA RED, CONSTITUYE UN DERECHO ADQUIRIDO POR EL USUARIO Y HAY EXIGENCIA DE NIVELES MAYORES

LA MAXIMA EFICIENCIA DE UNA RED SE OBTIENE CUANDO ES HOMOGENEO EL INDICE DE SERVICIO EN ELLA. POR OTRA PARTE LOS VEHÍCULOS MODERNOS Y LA ACTIVIDAD ECONOMICA MODERNA REQUIEREN DE MAYORES NIVELES DE SERVICIO. ES IMPORTANTE TENER EN CUENTA QUE ESTO REPERCUTE EN LOS COSTOS DE TRANSPORTACION, LOS CUALES AFECTAN TANTO A LOS USUARIOS DIRECTOS COMO AL PUBLICO EN GENERAL.

VIGILANCIA DE LOS COSTOS DE CONSERVACION

EL ORGANISMO DEBE VIGILAR LOS COSTOS DE CONSERVACION. LOS TRABAJOS EFECTUADOS SON COSTOSOS PORQUE ESTAN DISPERSOS, SE TIENEN QUE EFECTUAR SIN INTERRUMPIR EL TRANSITO, REQUIEREN MUCHA MANO DE OBRA O EQUIPOS DE BAJO RENDIMIENTO, ETC.

IMPORTANCIA DE PERSONAL CAPACITADO

LOS TRABAJOS DE CONSERVACION REQUIEREN DE UNA APROPIADA SUPERVISION Y CONTROL DE CALIDAD, PERSONAL CAPACITADO Y MANO DE OBRA CALIFICADA. ES IMPORTANTE TENER UN BUEN CONOCIMIENTO DE LOS MATERIALES, ASFALTOS, EQUIPOS Y PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS. EL PERSONAL DEBE SER CAPACITADO, ENTRENADO Y ESTIMULADO.

IMPORTANCIA DEL CLIMA PARA LA CONSERVACION

PREFERENTEMENTE LA CONSERVACION DEBE EFECTUARSE EN LA EPOCA DE ESTIAJE, Y CUANDO LA TEMPERATURA SEA MAYOR DE 10°C. LAS BAJAS -- TEMPERATURAS Y EXCESO DE HUMEDAD REQUIEREN UN TRABAJO MAS CUIDADOSO Y EN OCASIONES LA REPARACION SEA TEMPORAL CUANDO SE EFECTUA EN CONDICIONES ADVERSAS.

SEGURIDAD EN LA CONSERVACION

DURANTE LA EJECUCION DE LOS TRABAJOS DEBE CUIDARSE LA SEGURIDAD DE LOS USUARIOS Y DE LOS TRABAJADORES. PARA TAL EFECTO DEBE CONTROLARSE EL TRANSITO EN EL TRAMO EN REPARACION, CON LOS DISPOSITIVOS, PERSONAL Y TECNICOS ADECUADOS.

RELACION DE LA CONSERVACION CON EL PROYECTO Y LA CONSTRUCCION

LA CONSERVACION HEREDA LAS DEFICIENCIAS DEL PROYECTO Y LA CONSTRUCCION. EN LA MEDIDA EN QUE ESTOS SE MEJOREN, LA CONSERVACION SERA MENOR Y MENOS COSTOSA. LA CONSERVACION DEBE SER TOMADA EN CUENTA EN EL PROYECTO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO Y EN LA CONSTRUCCION DEBE CUMPLIRSE CON LAS ESPECIFICACIONES DEL PROYECTO.

LA CONSERVACION DEBE GARANTIZAR EL TRANSITO EN TODO TIEMPO

LOS TRABAJOS DE CONSERVACION DEBEN REALIZARSE EN TODO TIEMPO Y EN CUALQUIER HORARIO CON EL OBJETIVO DE PERMITIR SIEMPRE EL PASO DE VEHICULOS.

ESTABLECER EL NIVEL DE MANTENIMIENTO DESEADO

DEBE ESTABLECERSE EL NIVEL, AMPLITUD, Y DURABILIDAD EN FUNCIÓN DEL COSTO E IMPORTANCIA DE LA CARRETERA, DEBEN CONOCERSE LOS COSTOS ASOCIADOS A DIFERENTES NIVELES DE MANTENIMIENTO.

ESTABLECER RENDIMIENTOS DE TRABAJADORES, CUADRILLAS Y UNIDADES

TOMAR EN CUENTA EL EQUIPO DISPONIBLE, TIEMPO DE TRANSPORTE, PREPARATIVOS Y DE TRABAJO EFECTIVO, TIEMPOS MUERTOS, VENTAJAS DE LA CAPACITACION E INTRODUCCION DE NUEVAS TECNICAS, EQUIPOS, TAMAÑO DE LA CUADRILLA, ETC. PARA MEJORAR RENDIMIENTOS Y COSTOS EN CONDICIONES DADAS DE TRANSITO Y MEDIO AMBIENTE.

DESARROLLO DE SISTEMAS AGILES Y CONFIABLES DE EVALUACION Y REPORTE

PARA COMPARAR LA EFICIENCIA REAL Y LA PROGRAMADA, DEBEN TENERSE SISTEMAS DE INFORMACION ADECUADOS, CON EL FIN DE MEJORAR LA EFICIENCIA, DETECTAR PUNTOS DEBILES Y PROGRAMAR LOS TRABAJOS. ASIMISMO DEBEN CONOCERSE LOS COSTOS DE LOS TRABAJOS EJECUTADOS, LA CALIDAD ALCANZADA Y EL COMPORTAMIENTO POSTERIOR DEL PAVIMENTO.

DESARROLLO DE MEJORES PROCEDIMIENTOS, MATERIALES Y EQUIPOS

SON NECESARIOS PARA MEJORAR LA EFICIENCIA, ECONOMIA Y DURABILIDAD, SE REQUIERE EL COMPLEMENTO DE SISTEMAS DE EVALUACION DE PAVIMENTOS, INFORMACION Y RETROALIMENTACION, PARA JUZGAR LA BONDAD DE LAS ESTRATEGIAS ADOPTADAS.

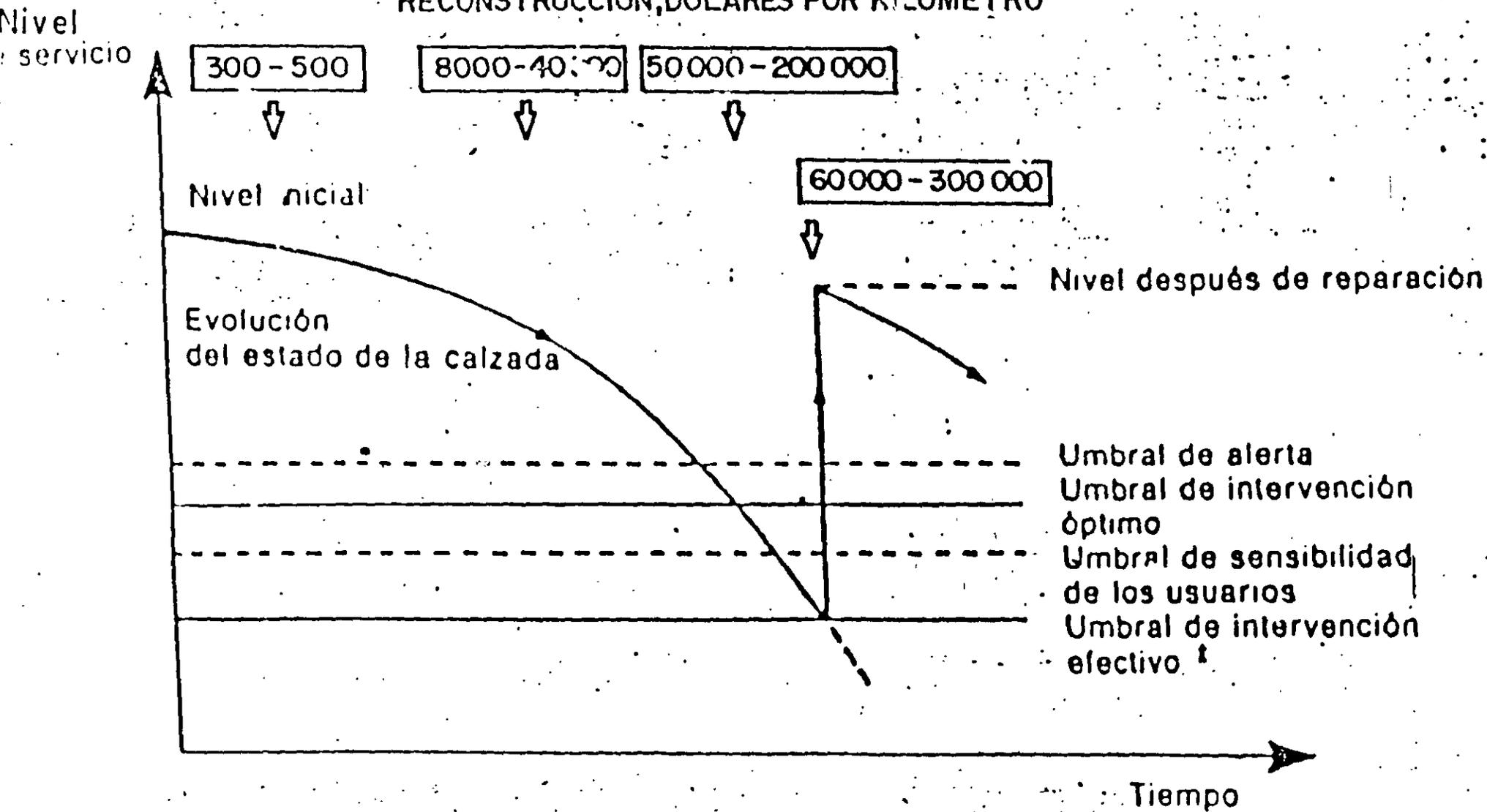
ESTABLECER PRIORIDADES, ESTRATEGIAS Y COMPORTAMIENTO FUTURO

PRIORIDADES, SEGUN LOS NIVELES DE RESISTENCIA AL DERRAPAMIENTO, DEFLEXION, COMODIDAD Y MAGNITUD Y SEVERIDAD DE LOS DETERIOROS.

ESTRATEGIAS, SEGUN EL TIPO, EXTENSION Y SEVERIDAD DE LOS DETERIOROS, Y EL NIVEL DE MANTENIMIENTO DESEADO.

COMPORTAMIENTO FUTURO DE LA RED AL APLICAR UNA ESTRATEGIA Y PODER DETERMINAR LOS FONDOS NECESARIOS PARA DETERMINADO NIVEL DE SERVICIO, O EL NIVEL DE SERVICIO QUE SE PUEDE ESPERAR CON LOS FONDOS DISPONIBLES.

COSTO DE CONSERVACION, REHABILITACION Y RECONSTRUCCION, DOLARES POR KILOMETRO



TRABAJOS DE REHABILITACION DE PAVIMENTOS FLEXIBLES

TIPO		APLICACION
-	TRATAMIENTOS SUPERFICIALES	
	RANURADO REBAJADO PRODUCTOS QUIMICOS	CORREGIR TEXTURA Y MEJORAR RESISTENCIA AL DERRAMAMIENTO.
	CALAFATEO	RELLENO DE GRIETAS
	SLURRY SEAL RIEGOS DE SELLO	CORREGIR TEXTURA Y DERRAMAMIENTO, IMPERMEABILIZAR, MEJORAR APARIENCIA.
-	BACHEO	
	SUPERFICIAL	CORREGIR FALLAS DE CARPETA.
	PROFUNDO	CORREGIR AREAS DEBILES
-	RENIVELACIONES	CORREGIR DEFORMACIONES
-	RECICLADO	CORREGIR FALLAS DE CARPETA, REJUVENECERLA Y FORZARLA.
-	SOBRECARPETA	REFUERZO, ESTRUCTURAL Y CONTRA FATIGA.
-	MODERNIZACIONES	ADECUAR PARA TRANSITO -- MAS IMPORTANTE, AMPLIACIONES Y RECTIFICACIONES MEJORAR DRENAJE.
-	RECONSTRUCCION	ADAPTACION PARA UN TRANSITO MAS PESADO.

EFFECTOS DE LAS ACCIONES DE MANTENIMIENTO EN LOS PAVIMENTOS.

- 1. REDUCIR LA VELOCIDAD DE DETERIORO Y PROLONGAR SU DURACION**
- 2. DISMINUIR LOS COSTOS DE OPERACION**
- 3. AUMENTAR LA EFICIENCIA DE LA CARRETERA**

SU REZAGO U OMISION CONDUCE A:

- 1. RAPIDO DETERIORO DEL PAVIMENTO**
- 2. AUMENTO EN COSTOS DE OPERACION**
- 3. INCREMENTO DE ACCIDENTES**
- 4. MAYORES COSTOS DE REPARACION, REHABILITACION O RECONSTRUCCION**
- 5. PERDIDA DE LA INVERSION**

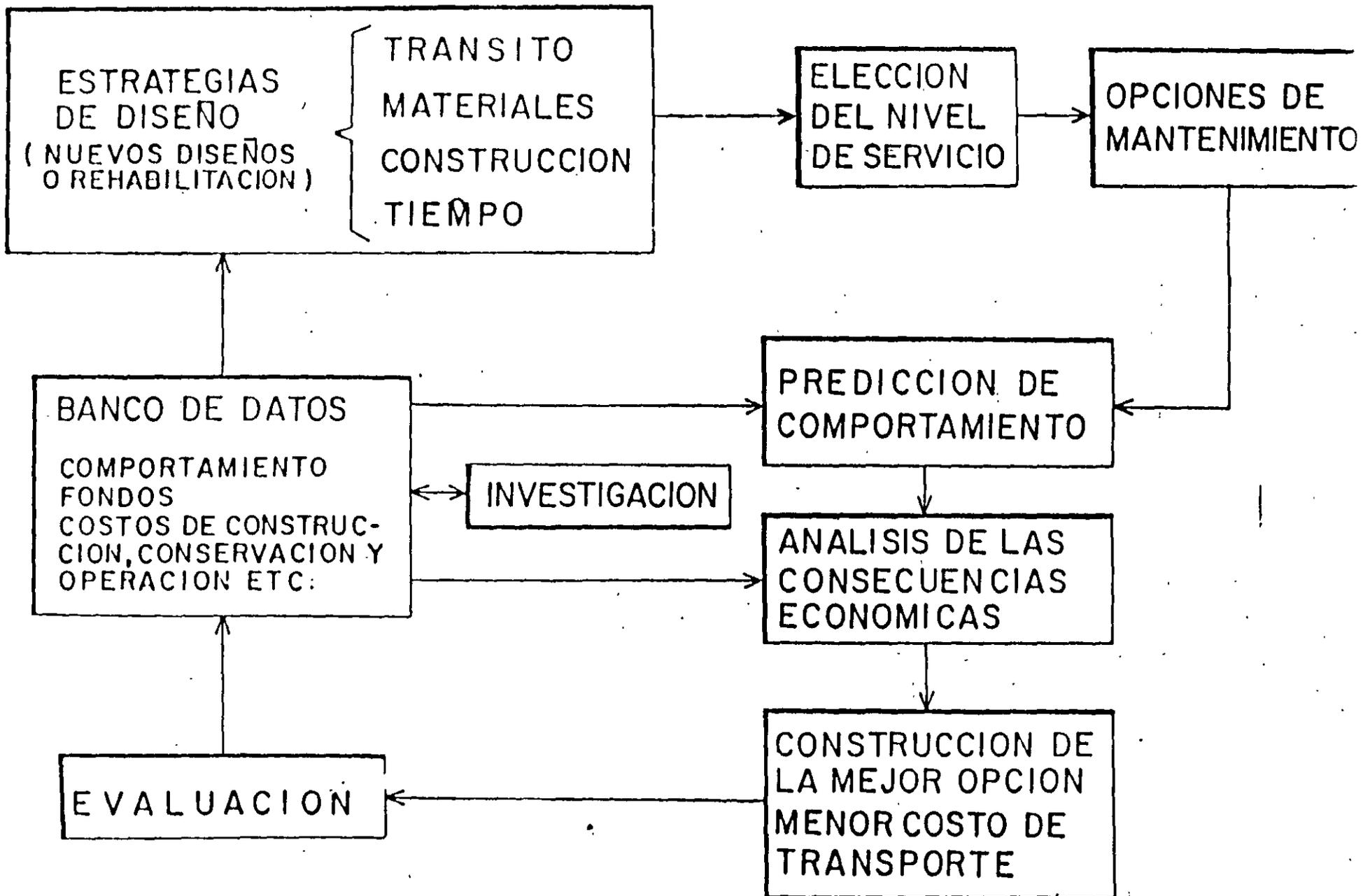


FIG 24.- DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA SELECCION DE ESTRATEGIAS

PRACTICAS PARA LA CONSERVACIÓN DE PAVIMENTOS.

INTRODUCCIÓN

La infraestructura constituye, en todas sus variedades, y como su propio nombre lo sugiere, la base sobre la cual se apoyan tanto la actividad económica y social como el bienestar de las comunidades.

En una u otra medida dependen y se benefician de ella numerosas actividades y servicios, como la educación, la salud, la producción de todo tipo de bienes y el comercio. Así, desempeña un papel de crucial importancia en los procesos de desarrollo económico y social.

En ese contexto, las vías terrestres ocupan un lugar particularmente destacado. Con justicia se les ha llamado "la infraestructura de las infraestructuras", pues su existencia favorece la integración de la cultura y la identidad nacional y de ella depende, además, la posibilidad de que se lleven a cabo otras obras de gran impacto social.

En México, la evolución de las vías terrestres se encuentra estrechamente vinculada con el desarrollo y la consolidación del sistema de transporte nacional: primero el ferrocarril, después el autotransporte y, más tarde, el transporte aéreo, han dependido de los especialistas para contar con la infraestructura que permite atender los variados requerimientos de movilización de los mexicanos.

Dentro del ámbito de la infraestructura para el transporte, el mantenimiento adecuado de la red de carreteras lo entendemos como una labor esencial dentro de sus tareas. En primer lugar, al igual que para cualquier otra infraestructura, el mantenimiento es imprescindible para evitar la pérdida de la inversión realizada. Por otra parte, en el caso de las carreteras, las cantidades invertidas en conservación son recuperadas y multiplicadas a través de la disminución de los costos de transporte. Además, una adecuada conservación facilita la circulación de vehículos y mejora la seguridad.

Todo ello hace necesario concientizar a los diversos grupos sociales para que se preste a esta labor toda la atención y recursos necesarios; garantizando así, que las carreteras cumplan adecuadamente su papel en el desarrollo de la economía y del país.

En el contexto internacional, el Consejo de Directores de Carreteras de Iberia e Iberoamérica del cual México es miembro activo, ha elaborado un documento de síntesis, basado en los trabajos presentados por diversos países, así como respuestas de un cuestionario unificado preparado en abril del año pasado.

En dicho documento se detecta una serie de situaciones, tendencias y problemas comunes en casi todos los países participantes:

- I. Se observa una mayor sensibilidad, tanto en los ciudadanos como en los servidores públicos, con respecto a la necesidad de mantener adecuadamente la red de carreteras para proteger las inversiones realizadas y potenciar el desarrollo. Existiendo una concientización cada vez mayor de los primeros en cuanto a sus derechos como contribuyentes a disfrutar de una red de carreteras bien mantenida. Como consecuencia de ello, salvo algunas excepciones, se está produciendo una mejora y/o consolidación de los presupuestos, lo que ha redundado en un mejor estado general de las redes de carreteras. Sin embargo, los presupuestos para mantenimiento siguen considerándose insuficientes en la mayoría de los países. Muchos países se quejan de la insuficiencia de los fondos asignados a carreteras en general y al mantenimiento, en particular.
- II. Varios de los países representados han apuntado la necesidad de una reorganización en la administración del mantenimiento, para mejorar la eficacia ante una situación en continua evolución. En algunos países se cita como problema la necesidad de cuadros técnicos, cada vez mejor formados, para atender las necesidades crecientes y la cada vez mayor complejidad de las actuaciones. En general, se tiende a una descentralización del mantenimiento de carreteras, poniendo en manos de administraciones regionales y locales una parte importante de la red, reservando para la administración central sólo los grandes ejes interregionales e internacionales.
- III. 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 por medio de contratos plurianuales, tendientes a globalizar los servicios de mantenimiento o a través de concesiones de mantenimiento por peaje.

En el desarrollo de esta plática, se describirá qué se está haciendo en México en relación a los temas citados con anterioridad.

Actualmente confluyen muchas y muy diversas necesidades en nuestro sistema carretero, cuyas características e indicadores principales muestran lo siguiente:

- Nuestro país cuenta con 312,148 kilómetros de caminos; de ellos, el 32 por ciento se encuentra pavimentado, el resto no lo está. El sistema se clasifica en cuatro grandes grupos: red federal (16%); red estatal (19%); caminos rurales (48%) y brechas (17%).
- Anualmente, por él se mueven alrededor de 2,740 millones de personas en recorridos interurbanos, lo que equivale al 98.3 por ciento del total nacional y

alrededor de 614 millones de toneladas, es decir, el 60 por ciento del total de la carga doméstica transportada.

- . En el período de 1986 a 1995 los pasajeros transportados por carretera en México se han incrementado en un 73% y la carga en un 27%.
- . Con el incremento de su uso se ha propiciado el acceso de cada vez más habitantes a la educación, la salud, el comercio, la información y otros servicios indispensables; además, ha permitido incluir en estos flujos a comunidades anteriormente aisladas y ha favorecido la integración de nuestra cultura e identidad nacional.
- . La red carretera federal libre de peaje; es decir, la que es responsabilidad de la SCT, consta de 41,731 kilómetros. Es una red antigua, ya que el 53% tiene más de 30 años y solamente el 16% tiene menos de 15 años.
- . El 21% de la longitud de la red federal, soporta tránsitos diarios de más de 5,000 vehículos y el 29% tiene problemas de capacidad para atender sus tránsitos en condiciones óptimas de seguridad y economía.
- . La red carretera por la que circula la mayor parte de los flujos vehiculares, está constituida por cerca de 22,000 kilómetros.
- . El estado físico de la red federal para fin de 1997 se pronostica en 23% en estado bueno, 31% en estado regular y 46% en estado malo.
- . Nuestro país, como país en vías de desarrollo, se encuentra enmarcado por la necesidad de optimizar al máximo los recursos que son asignados para el mantenimiento de carreteras. Con un producto interno bruto de 5.857 MDP (732 MDD) a precios de 1980 y una tasa de crecimiento anual de 3.5 %.
- . Además de todo ello, las carreteras son de especial relevancia para el empleo y la economía. Por ejemplo, el transporte carretero ocupa alrededor de 800 mil personas en forma permanente, lo que representa el 90% del empleo en transporte.
- . El componente principal del sistema nacional de carreteras son los 10 ejes troncales que comunican al país. Su modernización, en particular de los tramos cuya capacidad requiere ser ampliada, constituye una de las prioridades del Programa de Inversión en Carreteras 1998-2000 de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, del cual surge el Programa de Trabajo para 1998, cuyas principales características son las siguientes:

El presupuesto de inversión en infraestructura asciende a 7,284 millones de pesos. De estos recursos, 2,979 millones se destinarán a la conservación de la red federal libre; 2,498 millones a la construcción y modernización de carreteras federales pavimentadas; 1,717 millones a la atención de los caminos alimentadores y rurales así como 90 millones a programas de capacitación, estudios y proyectos.

En materia de conservación, se atenderá de manera rutinaria la totalidad de la red federal; de manera periódica 6,549 kilómetros; se reconstruirán 176 puentes y 816 kilómetros de caminos; asimismo, se atenderán 267 puntos negros en los que se registran casi 2 mil accidentes cada año.

Como se observa, el programa de obras de conservación de carreteras federales libres de peaje, se divide básicamente en dos grandes rubros: en el programa de reconstrucción de puentes y tramos y el programa de conservación periódica y rutinaria. Para poder definir los trabajos a realizar dentro del programa de reconstrucción de tramos y el de conservación periódica, se utiliza como herramienta de planeación el Sistema de Simulación de Estrategias de Mantenimiento Carretero (SISTER), el cual explicaré a continuación haciendo una breve introducción en lo que consiste un Sistema de Gestión de Conservación de Carreteras.

MODELO SISTER PARA LA CONSERVACION DE CARRETERAS

Los responsables de la gestión de una red vial están generalmente confrontados a apremios presupuestarios que no permiten realizar todas las operaciones de mantenimiento deseadas, ni aplicar todas las alternativas técnicas para resolver los problemas de degradación.

Sin embargo y ya que es evidente que financieramente es imposible llevar a cabo todas las obras de conservación que se requieren, se plantea la interrogante de cuáles serían las prioridades por considerar en los programas anuales optimizando los recursos. De ahí la necesidad de contar con una herramienta de planeación que permita aplicar estrategias y soluciones en la programación de las obras, lo cual sin la ayuda de una herramienta informática adecuada sería prácticamente un problema insoluble.

Es por ello que 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.

Lo anterior plantea dos tipos de problemas:

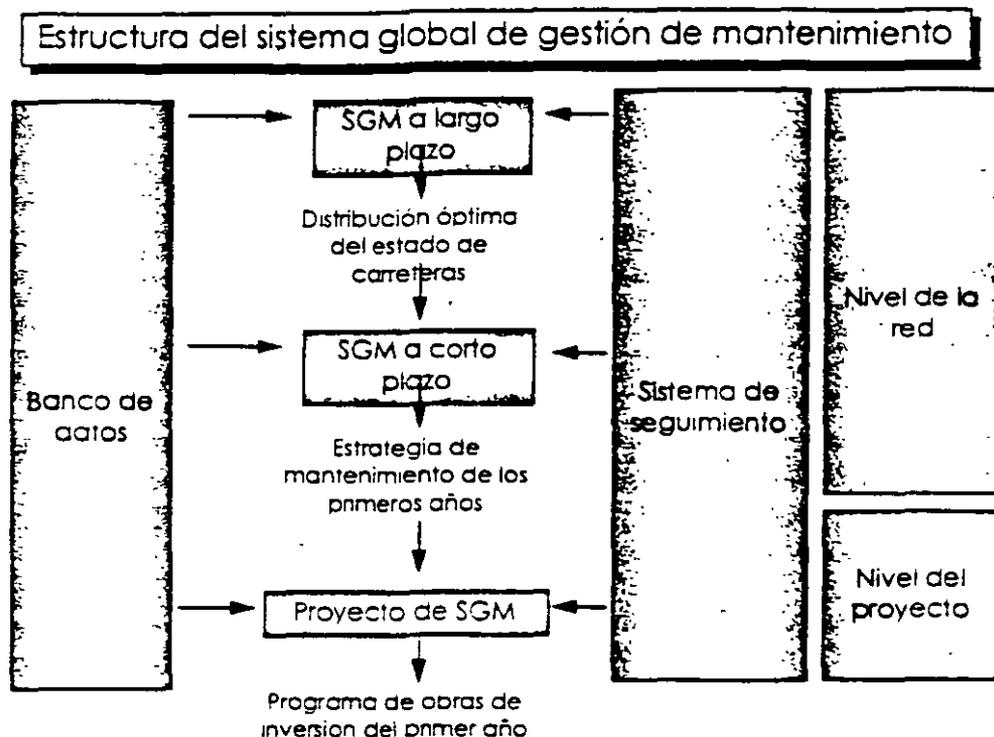
- I. Programar las obras anualmente teniendo en cuenta los apremios presupuestarios.
- II. Prever a mediano plazo la evolución de la red en función de las asignaciones financieras y/o de igual forma, prever los recursos presupuestarios que permitan la conservación y/o el mejoramiento de la red.

Debe destacarse que la gestión vial, es una actividad fundamentalmente intelectual en la que trabajan casi exclusivamente profesionales especializados; tales como, ingenieros y técnicos de carreteras, economistas, contadores y abogados. Así, no incluye virtualmente ningún tipo de trabajo manual en los caminos mismos, salvo lo necesario para obtener la información que se necesita para llevarla a cabo en buena forma.

La gestión vial requiere de una organización que le permita responder en la mejor manera posible a las condiciones y características particulares de la red vial de que se trate, al interés público relativo a los caminos y a las necesidades de los usuarios. Es probable que en todos los países en que se pretenda modificar la estructura tradicional de la gestión vial, se abra un debate sobre las diversas alternativas posibles y sobre las ventajas y desventajas que ofrece cada una de ellas.

La búsqueda de procedimientos que le dieran racionalidad a la utilización de los recursos destinados a la conservación de las carreteras no ha sido nuevo en nuestro país, ya que desde hace años, la elaboración de los programas anuales trataban de incorporar características tanto de operación como físicas de la superficie de rodamiento. Es así que se incorporaron como elementos de decisión los volúmenes de tránsito y la calificación de las carreteras.

Un sistema de ayuda a la gestión del mantenimiento de pavimentos, es un procedimiento de gestión que permite determinar de forma sistemática y objetiva, el estado de las carreteras y programar las actividades de mantenimiento según las condiciones observadas, las restricciones presupuestarias y las exigencias de optimización en el plano económico (reducción de costos para el usuario y optimización de costos del mantenimiento para la administración afectada). El sistema constituye una ayuda útil para los ingenieros responsables de la programación, realización y seguimiento del mantenimiento.



Objetivos.

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

- 1 - Constituir 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.
- 2 - Ofrecer métodos de preparación de los programas anuales de trabajos y definir los requisitos en materia de recursos y presupuestos.
- 3 - 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.
- 4 - Permitir la programación y la realización de los trabajos.
- 5 - Permitir el control de la realización de los trabajos y la verificación de su eficacia.

En nuestro país, a partir de 1993 se viene aplicando el modelo de simulación de estrategias de mantenimiento carretero con buenos resultados y que a continuación describiré.

En México, la necesidad de disponer de un modelo específico de simulación presupuestaria que permita la comparación rápida de estrategias de mantenimiento con una precisión aceptable, aliviando las fases de recopilación y de actualización de datos, de manera que permita garantizar la perennidad del sistema, se planteó hace algunos años. El Programa SISTER desarrollado por una empresa europea de Ingeniería fue concebido con esta óptica y está al servicio de los responsables encargados de la definición de la política de mantenimiento dentro de su zona de competencia. Les permite; así mismo, soportar sus proposiciones durante la presentación a las autoridades políticas y argumentar con los organismos financieros nacionales e internacionales la inversión requerida para la red carretera.

La originalidad de 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 estructuralmente como de la superficie, estableciéndose así la crónica de los trabajos y la degradación.

Este proceso esta sustentado en tres premisas básicas.

- ⊙ Considerar el conjunto de la red por administrar a partir de un Banco de Datos Viales.
- ⊙ Estudiar una estrategia óptima de mantenimiento de la red simulando las consecuencias de varias alternativas.
- ⊙ Adoptar un método racional de programación plurianual de las obras de mantenimiento periódico, rehabilitación y reconstrucción.

De ahí que el punto de partida para su implementación sea la constitución del Banco de Datos Viales que permita conocer la red carretera a cargo de la Dependencia, lo que se logra a través de un inventario preferentemente a pie de las características geométricas y del drenaje de las carreteras, obteniéndose entre otros datos su sección, número de carriles, señalamiento, obras de drenaje etc., agrupandolos por tramos con ciertas condiciones de homogeneidad, como son las características geométricas y topográficas, los niveles del tránsito, el estado de la carretera y la zona geográfica en que se encuentran.

Es muy importante que al llevarse a cabo este inventario, se registren también los daños que se observan en la superficie de rodamiento, investigando las posibles causas de las mismas a fin de contemplar todas las soluciones posibles para la reconstrucción de la carretera, teniendo en cuenta las obras de drenaje y el mejoramiento de las terracerías si ese fuera el caso, con el fin de mejorar la capacidad de soporte de la subrasante

Con tal fin, los Residentes Generales de Conservación de cada Centro S.C.T. y responsables de la realización del inventario a pie, llevan a cabo sondeos cada 300, 500 o 1000 mts considerando las condiciones de homogeneidad

mencionadas al definir los tramos, anotando en los formatos establecidos para el mismo, las propuestas de mantenimiento sugeridas; así como, el costo aproximado de las mismas.

Constituido el Banco de Datos Viales que debe actualizarse año con año, el interés estratégico principal consiste en segundo término en la simulación informática de la degradación de las diversas carreteras según sus naturalezas, las obras de mantenimiento ejecutadas, las condiciones meteorológicas etc., a partir de una asignación presupuestal "x" que permita prever el horizonte de degradación total de la red si dicha asignación es insuficiente; o en su caso, el estado futuro de la misma o del "y" tramo si se mantienen los niveles de inversión efectuando diversos trabajos de mantenimiento periódico y rutinario.

Sobre la estrategia de mantenimiento, el programa SISTER permite producir una verdadera programación de las obras de mantenimiento periódico, y al permitir la conexión de los módulos de degradación de las carreteras, del módulo de evaluación económica de la rehabilitación y del Banco de Datos, el sistema puede efectuar una simulación por cada sección o tramo carretero archivado, evaluando para cada año del período de estudio, los efectos económicos directos correspondientes al nivel de estado de la carretera.

Asimismo, la comparación de las situaciones con o sin mantenimiento pesado, el balance de las ventajas económicas generadas confrontadas con el monto de las inversiones necesarias para rehabilitar la carretera, permite calcular la Taza Interna de Retorno del tramo de carretera considerado.

El SISTER es un modelo de planeación y no diseña estrategias de mantenimiento; sino, que calcula los efectos de la aplicación a la red de una estrategia específica y de sus consecuencias técnicas, financieras y económicas sobre un período fijado por el ingeniero encargado del proyecto.

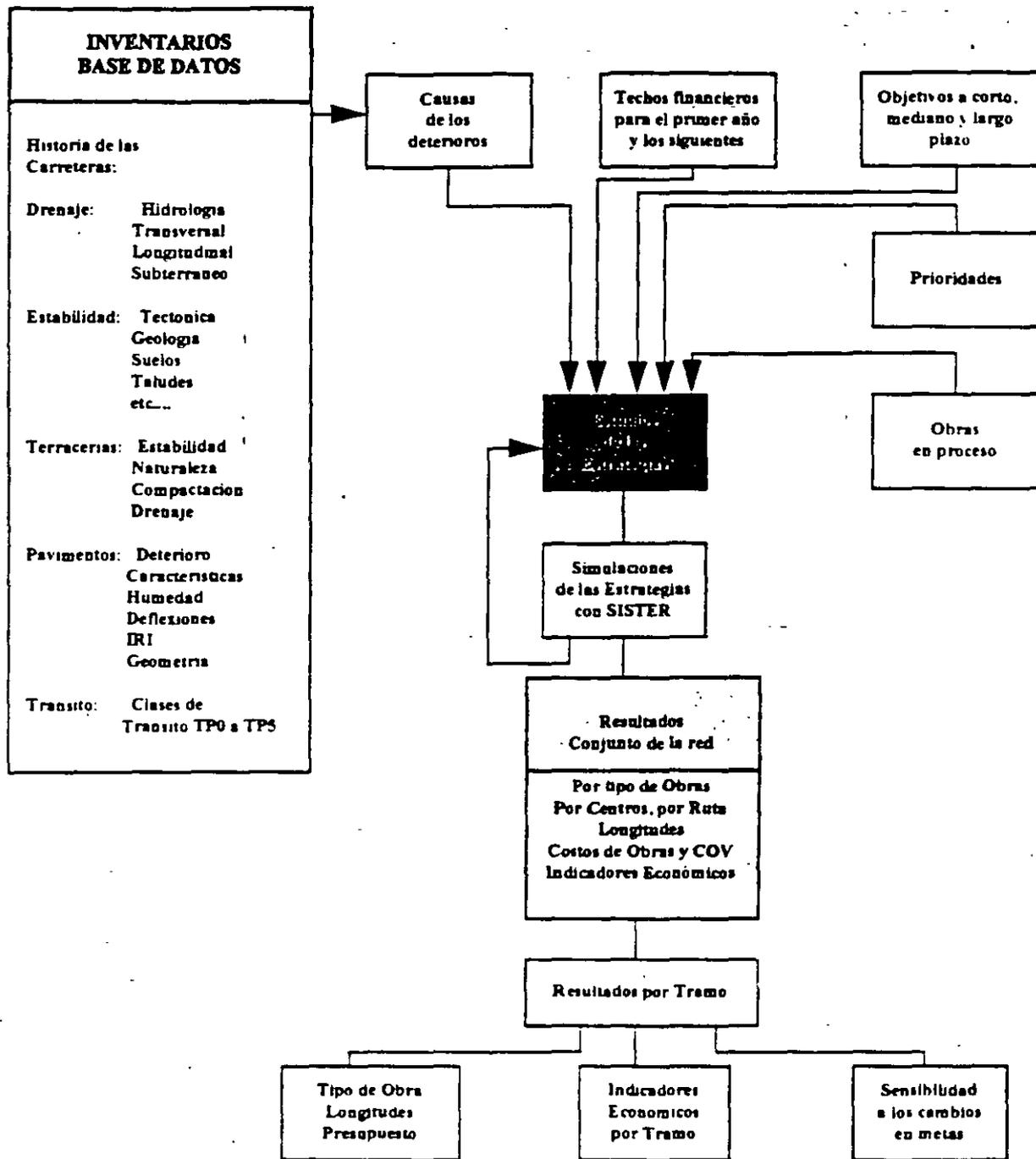


Fig. Proceso de Planeación del "SISTER".

De ahí que la parte importante del sistema, es evidentemente la definición de las estrategias de mantenimiento para la cual se requiere la experiencia del especialista encargado del proyecto, que permita al programa la adaptación rápida

a las situaciones particulares desde el punto de vista de las técnicas como de los medios de investigación disponible.

Permite entonces verificar las estrategias de mantenimiento definidas por el usuario y medir los efectos a largo plazo sobre la evolución técnica de la red, su nivel de servicio y de los costos recurrentes; es decir, de las necesidades presupuestarias.

La estrategia y cada uno de sus escenarios son descritos a lo largo de todo un "ciclo de vida" de la carretera, cuya duración es fijada para utilizarse en función de la estrategia y de las condiciones particulares de los grupos de tramos homogéneos. Cada ciclo de vida se termina normalmente por una rehabilitación o al menos un trabajo de refuerzo de la carretera. Cuando este año es alcanzado, el programa regresa sobre el primer año del escenario y comienza el siguiente hasta el año del fin del proyecto.

Para poder correr una estrategia en el modelo SISTER, cada tramo carretero es evaluado mediante una "nota de calidad" la cual permite plantear un escenario teórico de evolución del camino, ésta se obtiene de un inventario de la red carretera realizado a pie el cual se actualiza cada año.

Cabe mencionarse, que el programa SISTER no está limitado en cuanto al número de rutas y de tramos y actualmente se trabajó en una red de 42,000 km de longitud que incluye 450 rutas con tránsito variable, 1,574 secciones con tránsito diferente y 4,000 tramos.

Cada estrategia está compuesta de un cierto número de escenarios que se refieren cada uno a las condiciones particulares del clima, del nivel del tráfico y de la política general en materia de rehabilitación. Así dentro de una misma estrategia, resultan los mismos principios generales de política vial (mantenimiento mínimo, mantenimiento normal, rehabilitación rápida o progresiva, etc.), se pueden diferenciar los tratamientos particulares de grupos de tramos homogéneos desde el punto de vista de las condiciones mencionadas anteriormente.

La Red.

La Red Carretera está dividida en tramos homogéneos desde el punto de vista de muchos parámetros descritos más adelante. Estos parámetros están ligados en particular en su identificación administrativa, su localización en las zonas geográficas predefinidas, su nivel de tráfico y su estado actual.

El estado de la red está caracterizado por dos notas "nota de calidad", representativa de su estado estructural y "nota de rugosidad", representativa de su nivel de servicio al usuario. La apreciación del valor de partida de estas notas resulta de un inventario técnico de mantenimiento cuyo nivel de precisión depende de los medios disponibles.

Análisis Económico.

Los Costos de Operación de los Vehículos (COV) son estimados para permitir las comparaciones económicas de las estrategias consideradas.

La variable explicativa principal es entonces el estado de la superficie de la carretera, medido por la "nota de rugosidad". Esta "nota" pueden ser en las unidades de medida clásicas del estado de la superficie como la rugosidad expresada en mm/km. o el IRI, etc. a fin de permitir comparaciones más cómodas.

El modelo considera dos tipos de vehículos: los vehículos ligeros, combinación de vehículos particulares, camionetas, pick-ups, etc. y los vehículos pesados, combinación de autobuses, camiones simples y articulados, etc.

El modelo no toma en cuenta la naturaleza del terreno (plano, lomerío, montañoso), considerado prácticamente neutro en relación a la estimación de las ventajas. Esta opción evita la captura de esta información y también la división en tramos demasiado pequeños de la red estudiada. La referencia elegida es un terreno considerado como promedio en la zona estudiada, en general lomerío.

El programa compara todas las estrategias a una estrategia de referencia definida por el usuario, calcula el balance actualizado y la relación entre el beneficio en los COV y los costos adicionales de mantenimiento.

DATOS QUE DESCRIBEN LA RED CARRETERA

La red estudiada es dividida en tantos tramos homogéneos como sea necesario. La noción de homogeneidad recupera a la vez las nociones relacionadas a las zonas geográficas, a los niveles de tránsito, a las características geométricas y al estado de la carretera. Esta dirige la estructura del fichero de tramos.

- Identificación: categoría administrativa, número administrativo de la carretera, PK inicial, PK final, ruta, itinerarios.
- Situación geográfica: zona administrativa, zona climática, zona de costos.
- Nivel de tránsito (año de referencia) Tránsito observado, volumen total, % de vehículos pesados.
- Características geométricas y estado: estándar técnico, año de construcción o el año de reconstrucción futura si existe proyecto, nota de calidad de la estructura (año de origen) y nota de rugosidad o de calidad de la superficie (año de origen).
- La decisión se toma en cuanto a (i) el mejoramiento previo de la carretera, o (ii) al mantenimiento normal inmediato

DATOS QUE DESCRIBEN LAS ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO.

Es aquí donde el usuario describe las estrategias de mantenimiento que se desean probar y comparar.

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, constituirán 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 (zonas climática, tráfico, etc.) antes y después del reforzamiento.

Las estrategias son definidas por los parámetros siguientes.

- Identificación: código, nombre.
- Campo de aplicación (los escenarios): zona climática, clase de tráfico, decisión en cuanto al estatuto, a la prioridad etc.
- Descripción año por año: año de reparación (cronológico del ciclo), nota de calidad de la estructura, nota de rugosidad, naturaleza de los trabajos (tres campos autorizados).

RESULTADOS.

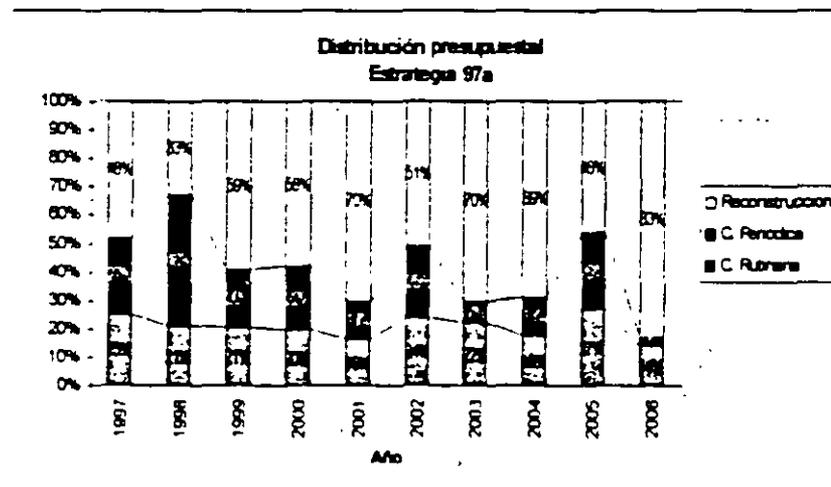
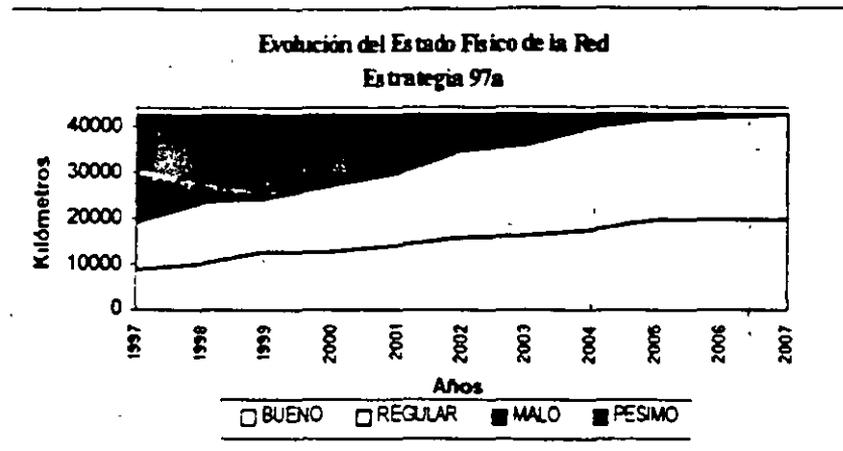
Los resultados están almacenados en ficheros informáticos que pueden ser visualizados en la pantalla o impresos en forma de tablas o gráficos. Pueden también ser exportados hacia hojas de cálculo y/o hacia bases de datos para realizar tratamientos adicionales o preparar documentos gráficos personalizados.

Las tablas y los gráficos contienen las cantidades acumuladas de tres variables principales: kilometraje, costo de las obras y COV. Las tablas pueden tener hasta cuatro dimensiones definidas por el usuario (gráfico hasta tres dimensiones), lo que permite clasificar los resultados según una combinación de parámetros, por ejemplo

- Zonas administrativas (Residencias Generales)
- Estándares técnicos
- Naturaleza de las obras
- Periodo de estudio, etc.

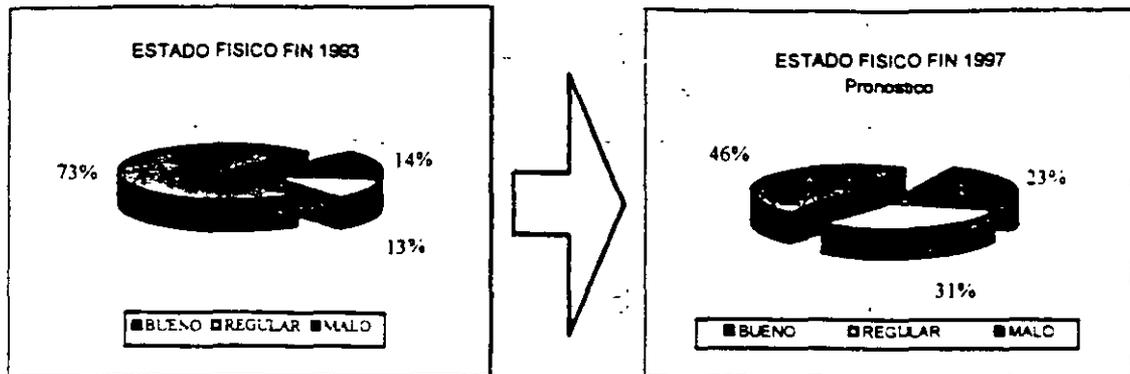
A manera de ejemplo, se ilustra a continuación la estrategia en vigor denominada 97ª, la cual contempla la recuperación total de la red carretera para el año 2007, de

acuerdo a inversiones que varían de 2,299 a 3896 MDP (287 a 487 MDD)¹, mediante las cuales será posible realizar las obras especificadas para alcanzar las metas de 50% de la red en buen estado y el otro 50% en regular.



A continuación se ilustra el estado físico de la red federal desde 1993 hasta el pronosticado para finales de 1997, como se puede observar hay una mejora substancial

¹ precios de Enero de 1997



Ahora veamos como se seleccionan los trabajos necesarios para la reconstrucción y conservación periódica de los puentes incluidos en la red federal de carreteras libres de peaje de México.

SISTEMA DE PUENTES DE MEXICO (SIPUMEX)

En 1992 las autoridades de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes tenían varias preocupaciones en relación con los puentes de la red:

- a) No se sabía si las estructuras podrían soportar las cargas autorizadas para circular por las carreteras federales de acuerdo con el Reglamento de Pesos y Dimensiones que había sido publicado en 1980.
- b) Se tenía desconocimiento del número de puentes existentes en la red.
- c) No se contaba con un sistema que permitiese efectuar de manera ordenada y metódica el mantenimiento de los puentes.

En virtud de lo anterior, se decidió proceder a levantar un inventario nacional de puentes; en éste se consideraron las condiciones técnicas, geométricas y de ubicación de las estructuras, así como la naturaleza y magnitud de los daños que presentaban. El inventario fue terminado en 1982 y de él se obtuvo que la Red Federal de Carreteras contaba con 4,500 puentes; el inventario adoleció de muchos errores y omisiones, se le fue perdiendo confianza y finalmente se abandonó al no ser actualizado periódicamente.

En el año de 1991, conscientes las autoridades de la Secretaría de la necesidad de contar con un procedimiento sistemático para atender el mantenimiento de los puentes de México, se inició una investigación a nivel mundial para conocer sistemas de gestión de puentes de otros países, estudiando su factibilidad para adecuar un sistema a los puentes de nuestro país. Se encontró que en Dinamarca se había implantado hacia algunos años el sistema conocido con el nombre de

DAMBRO, el cual era sencillo de aplicar, moderno y se había adoptado también con buenos resultados en otros países como Arabia Saudita, China, Taiwan, Tailandia e Indonesia. Conviene mencionar que por aquellos días no se contaba en México con ningún sistema que pudiera ser implementado para los fines correspondientes. En el año de 1992, se firmó con el Directorado Danés de Carreteras la Primera Fase del Sistema de Puentes de México "SIPUMEX", cuyos objetivos fueron establecidos como sigue:

OBJETIVOS FUNDAMENTALES

1. Garantizar que el mantenimiento de los puentes de la Red Federal se lleve a cabo de manera óptima.
2. Jerarquizar las necesidades de los proyectos de rehabilitación y de la ejecución de las obras.
3. Realizar una optimización de los presupuestos anuales.
4. Efectuar proyecciones de los requerimientos de presupuesto para un periodo de 5 años.

La primera fase está constituida por las siguientes actividades:

INSPECCIONES PRINCIPALES

Son inspecciones visuales de las estructuras para determinar sus condiciones y evaluar la necesidad de atenderlas. Entre los datos que se obtienen con estas inspecciones principales se encuentran la entidad federativa en que se ubica la estructura, la carretera, kilometraje, tramo, año de construcción, tipo de superestructura y subestructura, los materiales de que están construidas, el tránsito diario promedio anual, su clasificación, la calificación de la estructura con escala 0 a 5, siendo 0 cuando la estructura no presenta daños en ninguno de sus elementos y 5 cuando se considera que está al borde de la falla.

Inventario. Con las inspecciones principales se pudo obtener el inventario de los puentes existentes en la Red Federal Carretera, resultando que el número de éstos es de 6,568. Se ha visto que los principales problemas que presentan las estructuras consisten en: a) agrietamientos de nervaduras y traveses por esfuerzo cortante y por flexión, b) fallas de apoyos de concreto (mecedoras) con placas de plomo y, c) inestabilidad por erosión o socavación en los elementos de la cimentación o en los conos de derrame de estribos y caballetes.

Análisis beneficio - costo. Se realiza en función de alternativas de reparación, costos de operación, desviaciones del tránsito y costos de reparación.

Inspecciones rutinarias. Son inspecciones someras del aspecto superficial de los puentes para garantizar la seguridad diaria del tránsito.

Mantenimiento menor y limpieza. Es la ejecución de trabajos menores, tales como reparación de baches, resanes de concreto y de pintura, limpieza de calzada y de drenes y reparación de parapetos.

Evaluación de la capacidad de carga. Es un análisis para evaluar la capacidad de carga remanente de las estructuras y su capacidad para satisfacer los requerimientos que les impone el paso de los vehículos.

Inspecciones especiales. Inspecciones detalladas con el uso de equipo especial para determinar los daños y sus causas y programar los proyectos de rehabilitación.

Jerarquización de los trabajos de rehabilitación. Se establecen las prioridades para los trabajos de reforzamiento o rehabilitación de los puentes registrados con la ejecución de las inspecciones principales, con base en la condición de los puentes, capacidad de las estructuras para distribuir la carga y el tránsito diario promedio anual.

A mediados de 1993 se firmó el contrato de la fase 2, cuyos trabajos finalizaron a fines de 1996. En ésta segunda fase se concluyeron las siguientes actividades:

Elaboración de un manual de diseño de reparaciones. Preparación de un manual de diseño de reparaciones de puentes, con base en las inspecciones especiales.

Diseño y especificaciones para los puentes nuevos. Incluye el ajuste a las normas de diseño existentes, con base en las experiencias obtenidas de las inspecciones.

Rutas para transporte pesado. Establecimiento de rutas para vehículos pesados especiales, de modo que no provoquen daños a los puentes.

Presupuesto y control de avance. Un sistema que elabora presupuestos y controla los avances de los trabajos.

Mapa de puentes. Sistema para localizar los puentes de la red en mapas.

Sistema de archivo. Para manejar todo el material de archivo del SIPUMEX.

Libro de precios. Elaboración de un catálogo de precios unitarios para trabajos de mantenimiento y rehabilitación.

Supervisión de obra. Introducción de nuevos procedimientos de supervisión de obra, incluyendo manuales.

Juntas asfálticas para puentes de concreto. Entrenamiento en diseño y construcción de una nueva junta de expansión para puentes.

Fotografías. Se estableció una base de datos que contiene fotografías de los puentes tomadas durante las inspecciones principales.

Finalmente, conviene señalar que para que el Sistema funcione adecuada y permanentemente, es necesario cumplir con los siguientes puntos:

1. Uniformizar los criterios de inspección de todas las Residencias Generales de Conservación de Carreteras.
2. Actualizar sistemáticamente la base de datos por lo menos una vez al año.
3. Contar con los recursos necesarios para mantener el sistema en operación.
4. Corregir errores y detalles mal aplicados conforme se vaya adquiriendo experiencia.

El sistema de Puentes de México arroja los siguientes resultados en cuanto al estado físico de las estructuras de la red carretera federal libre de peaje.

CALIFICACION	No. DE PUEENTES	NOTAS
5 <i>Desconchamientos severos, agrietamientos generalizados, socavación avanzada, etc.</i> <i>Atención en un plazo de 1 a 2 años.</i>	28	19 serán atendidos durante el ejercicio 1998 y 9 en el ejercicio de 1999.
4 <i>Deterioros en menor grado que el grupo anterior.</i> <i>Atención en un plazo de 1 a 5 años.</i>	197	109 serán atendidos durante el ejercicio 1998 y en el programa 1999 están considerados 88.
3 <i>Primeros indicios de deficiencia estructural, como fisuras, socavación ligera, etc.</i> <i>Plazo de atención mayor de 5 años.</i>	1,258	26 serán atendidos durante el ejercicio 1999.
2 <i>Problemas menores como falta de juntas, parapetos dañados, etc.</i> <i>Plazo de atención indefinido.</i>	2,411	
1 <i>Puentes en buen estado. No requieren atención.</i>	2,608	
0 <i>Estructuras en muy buen estado.</i>	66	
TOTAL	6,568	

De los 6.568 puentes de la red carretera a cargo de la Dirección General de Conservación de Carreteras, el 23% presenta alguna deficiencia de tipo estructural o de ancho de calzada

Hasta éste punto hemos citado al modelo SISTER, el cual nos ayuda en la planeación de los trabajos de reconstrucción de tramos y a los trabajos de conservación periódica, así mismo, se ha citado el Sistema de Puentes de México

(SIPUMEX), el cual se utiliza para la planeación de los trabajos de reconstrucción de puentes. Resta mencionar los trabajos de conservación rutinaria efectuados en la red federal de carreteras de México.

LA CONTRATACIÓN MULTIANUAL DE LA CONSERVACIÓN RUTINARIA

Por lo que hace al esquema permanente para la conservación de carreteras, se ha logrado realizar contrataciones con carácter multianual para atacar a fondo y con mayor efectividad las necesidades de conservación de la red troncal federal. Los objetivos que se pretenden alcanzar bajo este esquema de contratación son:

1. Lograr una mayor eficiencia en los trabajos de conservación.
2. Racionalizar las estructuras responsables de la conservación en los estados.
3. Tener mayor certidumbre en la disponibilidad de insumos para la conservación.
4. Disponer de equipo y maquinaria adecuados y en cualquier momento.
5. Reducir los costos asociados a los trabajos de conservación.



La experiencia internacional de contratar la conservación rutinaria ha sido positiva; en México se contrató la conservación rutinaria en 1989 (840 km.), 1990 (12,100 km.) y 1991 (13 600 km.), no obteniéndose los resultados esperados. Sin embargo, a partir de 1996 se ha retomado esta idea, adquiriendo experiencias de otros países como España, Francia, Canadá, Estados Unidos además de las obtenidas en México. Es un hecho que la Secretaría de Comunicaciones y Transportes ha sufrido un fuerte impacto en cuanto a sus recursos humanos debido a la política gubernamental de adelgazamiento. En la actualidad cuenta con cuadros exigüos de personal capacitado, existiendo además muchas dificultades administrativas para adquirir maquinaria y equipo.

Para poder implementar un programa de contratación de la conservación rutinaria con carácter multianual, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, desde 1995 se propuso estudiar diversos aspectos técnicos, administrativos financieros y legales, tarea concluida a la fecha. Entre estas tareas destacan



I. Aspectos Técnicos.

- a) Definir la red básica factible a contratar.
- b) Definir el catálogo de conceptos, forma de pago y especificaciones particulares.
- c) Determinar la plantilla básica, en cuanto a equipo y personal con que deberán contar las empresas contratistas para garantizar los trabajos de conservación rutinaria en forma permanente.
- d) Definir el costo anual por km. de conservación rutinaria, tomando en consideración las diversas zonas geográficas del país.
- e) Definir el procedimiento de supervisión para evaluar los trabajos que efectúen las empresas contratadas para conservación.

II. Aspectos Administrativos.

- a) Efectuar un análisis detallado del personal foráneo con que cuentan las Residencias Generales de Conservación de Carreteras.
- b) Implementar un programa de Capacitación a nivel foráneo que permita concientizar al personal de la Secretaría en las labores de supervisión de los trabajos que se ejecutarán a contrato, así como capacitar a las empresas participantes en este nuevo esquema.

III. Aspectos Financieros.

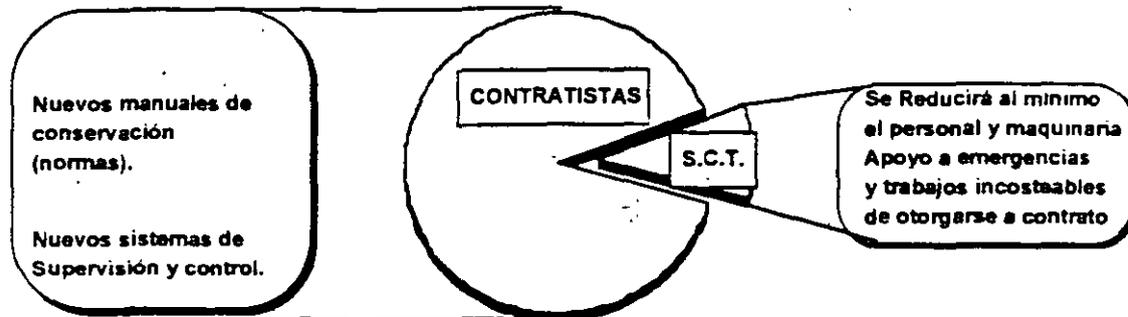
- a) Someter a la consideración de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público el aseguramiento de los recursos para el cumplimiento de los contratos multianuales.
- b) Establecer el compromiso por parte de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, para que el calendario anual se distribuya en forma equitativa, de tal manera que nunca falten recursos para el Programa de Conservación
- c) Establecer el compromiso de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, para que gire los oficios especiales de autorización de inversión o de secas

IV Aspectos Legales.

- a) Fundamentar el procedimiento con apoyo en la ley y normatividad
- b) Gestionar la autorización del modelo de contrato.

Bajo el esquema anterior, surge la necesidad de que se norme la conservación, para lo cual se deberá actualizar parte de la normatividad e implementar nuevos sistemas de supervisión y control. Con las acciones descritas se reducirá al mínimo el personal y maquinaria dedicados a la conservación de la red federal de carreteras libres de peaje.

CONSERVACIÓN DE LA RED FEDERAL DE CARRETERAS 100%



Durante el ejercicio de 1996, se llevó a cabo la contratación de la conservación rutinaria en 29 Centros SCT, para lo cual se efectuaron 62 licitaciones por un monto total de 128.4 mdp. (16 MDD) abarcando una longitud de 8,752 kms., correspondiendo a 115 tramos carreteros seleccionados en base a cuatro considerandos: 1. Tramos con calificación mayor de 300 puntos ², 2. Tramos correspondientes a rutas prioritarias; 3. Tramos con longitud mínima de 100 km. y 4. Continuidad de los tramos.

Ante la experiencia favorable de la contratación de la conservación rutinaria, en el mes de diciembre de 1996 se lanzó una Convocatoria Nacional para llevar a cabo la contratación de los trabajos de este tipo de conservación, bajo la modalidad de "Multianual" con una duración de cuatro años (1997-2000). Dicha convocatoria comprendió 104 concursos, abarcando una longitud de 15,052 km. (la longitud promedio por concurso es de 144 kms). Durante el año de 1998, se pretende contratar 5,533 kms. adicionales para el periodo 1998-2000.

Los plazos de los contratos de conservación rutinaria multianual, se han establecido entre 3 y 4 años por considerarse un período de tiempo adecuado para que las empresas contratistas puedan amortizar las inversiones necesarias para realizar la obra. Por economías de escala y restricciones presupuestales, no se han contratado todos los conceptos de la conservación rutinaria; así como, la atención a las posibles emergencias que se suscitan en la red federal de carreteras por requerir una inmediata atención a las mismas.

² Esta calificación es una medida establecida por la SCT, en donde 500 puntos es la calificación máxima que puede obtener un tramo

PROGRAMA NACIONAL DE ATENCIÓN DE PUNTOS DE CONFLICTO

Con objeto de aumentar la seguridad de los usuarios y abatir los índices de accidentes en los tramos más peligrosos, el programa de conservación de la red federal incluye también, al igual que en 1997, acciones orientadas a identificar y eliminar puntos negros en los que se produce una alta concentración de accidentes. El programa no solo incluye las acciones en sí, sino también un proceso de evaluación para medir su efectividad y así contribuir a retroalimentar los programas de años subsecuentes.

En éstos momentos, en México se está realizando un proceso de descentralización en diversos sectores, en lo concerniente a la red federal secundaria, a continuación daré una breve reseña sobre la forma y avances en que se lleva a cabo éste proceso.

DESCENTRALIZACIÓN DE LA RED FEDERAL SECUNDARIA LIBRE DE PEAJE

La red federal de carreteras federales libres de peaje, se ha clasificado en red federal básica y red federal secundaria; para que un tramo carretero se considere dentro de la primera, debe cumplir con alguno de los siguientes aspectos:

- » Comunicación a dos o más entidades federativas,
- » Comunicación a lo largo de litorales o fronteras,
- » Comunicación a todas las capitales estatales y a los principales puertos,
- » Continuidad de la circulación en grandes ejes troncales y/o
- » Alto volumen de tránsito.

De esta forma, los 41,731 kms de red carretera federal están conformados por 22,713 kms. de red federal básica y por 19,018 kms. la red federal secundaria, los cuales se pretenden *descentralizar* a los gobiernos de los estados.

La Real Academia Española define la palabra descentralización, como el hecho de dividir la autoridad del supremo gobierno del Estado, transfiriendo una parte de ella a diversas corporaciones o personas, sin embargo, para los fines de esta exposición, se entenderá por *descentralización, el proceso por el cual una actividad se efectúa en diferentes espacios geográficos, incluyendo la capacidad de decisión que desencadena o que matiza dicha actividad.* La descentralización es la situación extrema de una concepción del actuar que tiene como paso intermedio lo que ha dado el llamarse desconcentración.

En la desconcentración se produce la derrama geográfica de los recursos y las acciones, al igual que en la descentralización, pero se conserva en un punto central la capacidad de decisión. En la descentralización, lo único que se permite

que permanezca en un punto central es la normatividad de las acciones y, en ocasiones, su planeación central.

Proyecto de descentralización de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

La Secretaría de Comunicaciones y Transportes desde principios de 1995 llevó a cabo un *diagnóstico* de algunas de sus unidades administrativas en los estados de la República *desde tres ámbitos; su relación con las autoridades centrales, su relación con los diferentes agentes económicos y la eficiencia de su operación*. Lo anterior, con el fin de conocer y diseñar la plataforma que pudiera impulsar la transferencia a los estados de diversas funciones operativas, con pleno respeto a su autonomía política, jurídica, financiera y administrativa, en un contexto de armonía y coordinación con el Gobierno Federal.

Los resultados del diagnóstico permitieron identificar como áreas críticas las de infraestructura, autotransporte, medicina preventiva, administración y sistemas, para llevar a cabo un proceso de desconcentración y descentralización racional y ordenado, por lo que en agosto de 1995 se iniciaron los estudios correspondientes de estas áreas específicas, mismos que se terminaron en enero del siguiente año.

De éstos estudios se realizaron más de 300 entrevistas con funcionarios de la SCT, autoridades estatales, cámaras de la construcción y del autotransporte, empresas particulares, así como con funcionarios gubernamentales de otros países, para conocer los mecanismos de coordinación utilizados entre los estados y el gobierno federal, con el fin de determinar las condiciones en que podría sustentarse el proceso de descentralización de la SCT.

A pesar de que un factor determinante para enfrentar el proceso de descentralización es la asignación estable y suficiente de recursos financieros para atender las necesidades de la infraestructura carretera que se transfiera, existen otros aspectos que requieren resolverse y que tienen una gran influencia sobre el proceso de descentralización, para materializarlo eficazmente en tiempo y forma.

Por ello, es preciso reconocer, como punto de partida, que la descentralización es un proceso en el que se requiere que concurren las voluntades autónomas de los estados y de la federación, respetándose con ello el espíritu federalista que se persigue reforzar.

El ejercicio de la autonomía financiera estatal pone de manifiesto la necesidad de contar con mecanismos que enlacen apropiadamente las diversas fuentes de recursos y, simultáneamente, controlen su aplicación en el objeto de la descentralización.

La descentralización por sí sola no resuelve de fondo el problema que representa la conservación y operación de la red carretera que se transfiera. Sin embargo, constituye una medida eficaz para que, por conducto de los gobiernos estatales, se

logre una mejor aplicación de los recursos con que se cuenta para la conservación de caminos y carreteras, así como para mejorar la seguridad y eficiencia en la operación del autotransporte.

El proceso de descentralización podría quedar acotado por un esquema integral de productividad, entendido como la capacidad para, simultáneamente, incrementar disponibilidades y abatir costos. En este sentido, la productividad constituye la condición esencial para que tenga éxito la descentralización y se rompan las desigualdades entre los participantes.

Las expectativas que introducen los esquemas de productividad, permiten sumar a los recursos fiscales disponibles ingresos adicionales por la regularización del autotransporte, la reducción de costos y la contracción de las estructuras organizacionales. El efecto neto de estas acciones posibilitaría una mayor cobertura en la conservación y modernización de las carreteras y caminos, con la misma cantidad de recursos fiscales disponibles actualmente.

Para fortalecer la autonomía administrativa de los estados, se requiere conjuntar capacidades; con el fin de promover el uso racional de los recursos mediante instrumentos de planeación, organización y control apropiados.

Programa de descentralización 1995 - 2000

El Plan Nacional de Desarrollo 1995-2000 establece que en la construcción del nuevo federalismo, es imperativo llevar a cabo una profunda redistribución de autoridad, responsabilidad y recursos del Gobierno Federal hacia los órdenes estatal y municipal, bajo criterios de eficiencia y equidad en la provisión de los bienes y servicios a las comunidades

A consecuencia, dentro del Programa de Desarrollo del Sector Comunicaciones y Transportes 1995 - 2000 aparece como lineamiento estratégico:

Impulsar, en apoyo al federalismo y en coordinación con los gobiernos estatales y municipales, programas de desconcentración y descentralización de funciones, responsabilidades y recursos del Sector

El Programa de Descentralización 1995 - 2000 tiene cuatro **objetivos**:

- ◊ Fortalecer la capacidad institucional y los recursos públicos en los órdenes de gobierno más cercanos a la vida cotidiana de las comunidades, donde surgen los problemas se generan las demandas y deben aplicarse las soluciones.
- ◊ Redistribuir autoridad, responsabilidad y recursos del gobierno federal hacia los estados y municipios, con objeto de impulsar un renovado federalismo.
- ◊ Articular armónicamente acciones y programas de los tres órdenes de gobierno para
 - a) Mejorar la prestación de servicios,
 - b) Satisfacer necesidades sociales;

- c) Aprovechar en forma óptima la infraestructura, y
- d) Contribuir a la integración nacional.

◊ Enfatizar la función normativa, reguladora y promotora de la SCT.

En virtud de lo anterior y en concordancia con las políticas del Plan Nacional de Desarrollo, en la presente exposición se describen las acciones coordinadas por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes ejecutadas por los Centros SCT ubicados en las 31 entidades federativas de México para la descentralización de facultades, atribuciones y recursos hacia los Gobiernos Estatales. Así mismo, se explica la transferencia de recursos presupuestales, la asignación de personal técnico y de vehículos, equipo y maquinaria a los Estados.

La SCT firmó con 30 Entidades Federativas acuerdos de coordinación general que involucran los siguientes aspectos esenciales y conceptuales:

- ✓ Materias de la Descentralización
- ✓ Etapas del Proceso de Descentralización
- ✓ Recursos Humanos
- ✓ Recursos Financieros
- ✓ Recursos Materiales
- ✓ Capacitación y Asistencia Técnica

Posteriormente, se elaboraron y firmaron con doce Entidades Federativas convenios específicos para descentralizar funciones por áreas o dependencias afines al Sector, en los que se especifican con toda claridad las atribuciones, responsabilidades y recursos que se descentralizan, así como la forma y tiempo en que se lleva a cabo este proceso.

Con el propósito de llevar a cabo de manera ordenada los trabajos de descentralización, ésta se está realizando en dos etapas: Preparación y Consolidación.

En la *etapa de Preparación* o de transición, la conservación de la red secundaria es por parte de los estados y municipios con recursos federales. En esta etapa, la responsabilidad de mantener la red carretera secundaria a descentralizar en condiciones óptimas de operación corresponde exclusivamente al Gobierno Federal, razón por la cual los recursos federales que se autoricen para su conservación y reconstrucción deben destinarse a los tramos previamente determinados por el modelo de gestión de la Secretaría, manteniéndose la jurisdicción federal. En esta etapa la SCT asume las contingencias (reclamos legítimos de terceros y daños causados por fenómenos naturales).

En esta etapa, el Gobierno Federal transferirá al Gobierno Estatal los recursos autorizados en el Presupuesto de Egresos de la Federación para el ejercicio fiscal 1997, en materia de conservación de la red carretera y caminos rurales que será materia de descentralización, para que el Gobierno Estatal lleve a cabo los trabajos

de conservación conducentes, sin que ello implique el cambio de jurisdicción de la infraestructura transferida. El ejercicio y control de los recursos estará sujeto al marco jurídico de orden federal; así como a las normas y criterios aplicables en este ámbito. Así, en la ejecución de los trabajos inherentes en la conservación y reconstrucción de la red carretera federal secundaria, el gobierno estatal se ajustará a las normas técnicas emitidas por la SCT.

En la Segunda *etapa de consolidación*, se formalizará el cambio de jurisdicción y, por ende, se transferirán los recursos y facultades en materia de conservación y operación de la red transferida; para lo cual, el Gobierno Federal y el Gobierno Estatal prestarán especial atención a la regulación del autotransporte de manera que se logre una adecuada armonización de las disposiciones a órdenes federal y estatal.

En esta etapa, la SCT reasignará al gobierno estatal los recursos financieros que, en su caso, sean autorizados por la Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, en el Presupuesto de Egresos de la Federación de cada año para las tareas de conservación y reconstrucción anual, de conformidad con una fórmula de distribución sustentada en criterios de homogeneidad y equidad.

La SCT proporcionará al Gobierno Estatal la asesoría y capacitación técnica que se requiera para la ejecución de las funciones que se descentralizan. Así mismo, se brindará el apoyo necesario en materia de normatividad para que los Gobiernos Estatales desarrollen la actividad transferida de una manera adecuada.

La SCT transmitirá al Gobierno Estatal los bienes-muebles destinados a las actividades de conservación y reconstrucción de la red carretera y caminos rurales a transferir; así como, en su caso, los espacios físicos que les correspondan, observando para ello lo dispuesto en la normatividad aplicable.

La SCT adoptará las medidas necesarias para establecer el enlace y la comunicación adecuada con los gobiernos estatales para dar debido seguimiento a los compromisos asumidos.

El objetivo del programa de descentralización 1995 - 2000 es llegar a este último año con la Red Carretera Federal Secundaria totalmente descentralizada, en favor de los gobiernos estatales y que éstos cuenten con los recursos suficientes para atender las necesidades tanto de la red transferida como de su propia red de carreteras estatales.

La SCT proporcionará a los gobiernos de los estados, un modelo de gestión que permita la programación de los recursos con base en las prioridades de cada entidad federativa y que permita incorporar a su red estatal la red secundaria descentralizada y, de esta suerte, aplicar los recursos que se le transfieran conforme a las necesidades que los propios estados determinen. La Dirección General de Conservación de Carreteras considera que el Sistema Mexicano de

Administración de Pavimentos (SIMAP) concebido y desarrollado por el Instituto Mexicano del Transporte, es una opción para llevar a cabo esta tarea; es así que en materia de planeación y programación de las actividades de conservación, se les brindará la asesoría y capacitación técnica necesaria para que en el ámbito estatal puedan implementar el SIMAP.

La Secretaría de Comunicaciones y Transportes está realizando las siguientes acciones en materia de descentralización de la red carretera secundaria:

- Se continuará el proceso de descentralización a los gobiernos estatales de la red federal secundaria.
- Se establecerán mecanismos de capacitación, transferencia tecnológica y apoyo financiero y organizacional, que fortalezcan la gestión técnica de la SCT y contribuyan a incrementar la capacidad de los gobiernos locales.
- Se procurará la homogeneización de las normas y especificaciones técnicas en materia de carreteras.
- Se transferirán a los municipios los tramos carreteros con grandes volúmenes de tránsito urbano ubicados en las inmediaciones de algunas ciudades.

LA DESCONCENTRACIÓN DE FUNCIONES

La desconcentración de funciones, es una de las políticas del Gobierno Federal, por lo que la Dirección General de Conservación de Carreteras, ha desconcentrado a partir del año 1995 las acciones que a continuación se mencionan, lo que ha permitido que las labores correspondientes sean más ágiles y oportunas al ser realizadas directamente por los Centros SCT.

- ↳ Análisis de precios unitarios extraordinarios y determinación de los ajustes de costos.
- ↳ Licitación de los Estudios y Proyectos de las diversas obras bajo la responsabilidad de la Dirección General de Conservación de Carreteras.
- ↳ Dictámenes Técnicos relativos a las solicitudes de permisos para la transportación de objetos voluminosos y/o de gran peso, para las carreteras y puentes de jurisdicción federal.
- ↳ Dictámenes Técnicos referentes a solicitudes de permisos para la afectación del derecho de vía por la construcción de accesos, entronques, paraderos de autobuses, puestos semiñijos, instalación de anuncios o señales, vibradores y otras obras.
- ↳ Licitación de las obras de conservación de la red de carreteras federales.

- ↳ Dictámenes Técnicos en relación con las solicitudes de permisos para la instalación marginal de ductos, para sus cruzamientos y adosamientos en puentes y alcantarillas, así como para la construcción de paradores turísticos.

TRANSFORMACION DEL SECTOR COMO ORGANO NORMATIVO

El eje rector de esa transformación, es el hecho de que la Secretaría desempeñará cada vez en menor medida un papel de ejecutor directo de acciones y, en cambio, tendrá que intensificar su labor en materia de asesorías, asistencia técnica, normatividad y gestión de programas. En consecuencia, en los años próximos será mucho lo que deberá trabajarse en el desarrollo de instrumentos de apoyo que puedan ser puestos a disposición de los gobiernos estatales y otros entes involucrados en la conservación de carreteras.

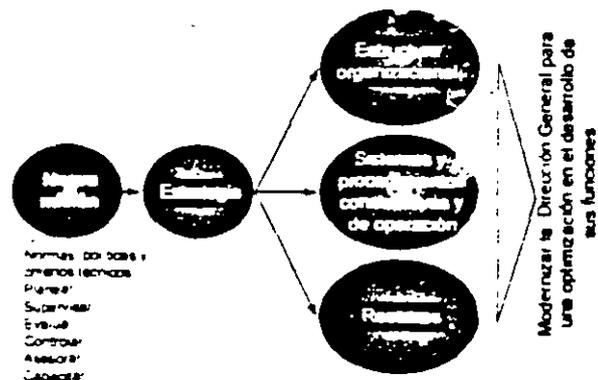
Un apoyo importante para la labor de asesoría y asistencia técnica lo constituye indudablemente, la actualización de la normativa técnica en materia de carreteras. Con la participación del Instituto Mexicano del Transporte, durante 1998 se pretende avanzar en forma significativa en la elaboración de una versión actualizada de las normas técnicas de la SCT. Se espera que con esa actualización, se contribuya de manera importante a la modernización de la práctica de la Ingeniería de las Vías Terrestres en México y, a la vez, se abran nuevos campos a la acción del ingeniero en áreas como el control de calidad, la supervisión y el desarrollo de proyectos carreteros.

Por lo que hace a la Dirección General de Conservación de Carreteras cambió su papel de coordinar la ejecución a la rectoría (normar, inspeccionar y apoyar). La DGCC era la unidad central que coordinaba la ejecución de la conservación de la red federal de carreteras en los Centros SCT, además de tener bajo su responsabilidad la construcción de obra pública.

En la actualidad la DGCC es la unidad que

- ⊕ Norma la supervisión,
- ⊕ Realiza la planeación,
- ⊕ Supervisa la ejecución,
- ⊕ Evalúa desviaciones,
- ⊕ Propone medidas correctivas,
- ⊕ Asesora técnicamente y Capacita.

CAMBIO ORGANIZACIONAL



Dentro de éstos dos últimos temas veamos algunos ejemplos en materia de innovaciones tecnológicas

INNOVACIONES TECNOLÓGICAS

La DGCC ha implementado tecnología de punta en el ámbito de conservación de carreteras, ejemplo de esto, es la utilización de nuevos procedimientos para evaluar pavimentos como pueden ser el KUAB y el DYNATEST y rugosímetros para obtener el IRI; nuevos materiales como pueden ser los geosintéticos, los modificadores de asfalto, los hules, etc.; y novedosos procedimientos de construcción que se han venido utilizando en los últimos años como la recuperación de pavimentos, espuma asfáltica, modificadores de asfalto, Open Graded, subdrenes geocompuestos etc. Veamos algunos de éstos.



Corte del pavimento con
maquina recuperadora RR-250

Recuperación de pavimentos.

La recuperación de pavimentos es un proceso de corte que disgrega y mezcla en el mismo lugar la estructura del pavimento, incluyendo generalmente todo el espesor de la carpeta existente con una porción de base, con el propósito de reutilizar el material cortado para formar una base asfáltica ó una base estabilizada con cemento, o simplemente una base homogénea.

Para considerar la factibilidad de los trabajos, en la recuperación de pavimentos se requiere invariablemente contar con un estudio del pavimento que incluya la calidad y espesores de los materiales existentes en toda la sección estructural del camino.

De esta manera se puede determinar si los materiales pueden ser reutilizados o si se requiere agregar material pétreo nuevo o aditivos líquidos o en polvo, para mejorar sus propiedades mecánicas.

Lo anterior es una gran ventaja al efectuar la recuperación; además existe otra como la de homogeneizar la capa recuperada, respetar niveles de banquetas por el paso de las ciudades o puentes. Cuando existe exceso de asfalto, la recuperación es la mejor opción. Antes de llevar a cabo el proceso de la recuperación, se debe hacer acopio de todos los materiales requeridos en el tramo.

El procedimiento tradicional consistía en remover con maquinaria pesada la carpeta asfáltica a tratar, para después cargar el material en camiones de volteo y transportarlo a una planta de asfaltos (en el caso de que se requiriese reutilizar el

mismo), para después volver a incorporar el material al camino, para su tendido y compactación trayendo como consecuencia altos costos y pérdida de tiempo.

A fines del año de 1992, la DGCC, en su afán de abatir el costo de este proceso, adquirió 20 máquinas recuperadoras de caminos RR-250 y rentó con opción a compra 5 más, haciendo un total de 25 unidades de este tipo.

Esto fue en razón de que con una máquina recuperadora se suplían en el lugar de la obra todas esas actividades inherentes a la recuperación, con una sola pasada.

Dicha máquina es autopropulsada, tiene un rotor o tambor de púas con puntas de carburo de tungsteno, lo que permite que el trabajo se efectúe rápidamente con un equipo mínimo y pocas interrupciones del tránsito vehicular.

Por motivos económicos, para un ancho de corona de 3.5 metros el grosor más apropiado para la recuperación de las capas de la estructura en un pavimento, se recomienda sea por lo menos de 152 mm. (6") y el proceso a seguir es el siguiente:

1. Se aplica y dimensiona la penetración y corte de la base y carpeta asfáltica, dependiendo del resultado del estudio de pavimento que se haya efectuado al respecto.
2. Se crea una base disgregada que requiere, en términos generales, ser mejorada de acuerdo a los análisis del laboratorio.
3. De acuerdo al estudio de laboratorio del material a recuperar, se incorporan los agregados necesarios; en caso de no contar con el suministro directo de asfalto del autotanke, se empleará la petrolizadora.
4. Se afina el tendido con una motoconformadora.
5. Se compacta previamente con un rodillo liso, posteriormente con uno vibratorio y para finalizar con un compactador neumático.
6. Según las condiciones a que va a ser sujeta la nueva base asfáltica, se aplica rigurosamente una carpeta o riego de sello.

El avance en una jornada en este tipo de trabajos con una máquina recuperadora RR-250 es de 400 a 600 metros lineales por ala; y el costo promedio por kilómetro de recuperación con un corte de 15 cm es del orden de \$210,000 pesos (25,000 DIs)

A partir del segundo semestre de 1994 se implementó un mecanismo para el control y



seguimiento a nivel nacional del Subprograma de Recuperación de Pavimentos.

Puede afirmarse que la recuperación de pavimentos ha dado magníficos resultados, tanto desde el punto de vista funcional como económico, para las labores que la Secretaría aún realiza por administración directa.

Geosintéticos.

Es a mediados de la década de los 70's que se introducen a escala industrial los llamados tejidos técnicos, que se producen a través de la conjunción de la industria textil y química a partir del poliéster, poliamidas, polipropileno y en general elastómeros y polímeros, de los cuales surgieron los geotextiles, geomembranas y geomallas.

Los geotextiles son un producto textil destinado a usarse en contacto preferiblemente con el suelo. Las geomembranas son dos ó más láminas de geotextil unidas por un aglomerante, generalmente asfalto, pudiéndose utilizar otro tipo de ligante. La geomalla se produce a partir de sintéticos o productos plásticos que le proporcionan rigidez para emplearse en suelos con diferentes granulometrias. Según el Subcomité D-35 de la ASTM, los geotextiles son membranas textiles permeables usadas en suelo, roca o cualquier material que forme una estructura.

Al colocar el geotextil sobre el terreno natural y/o entre la base y la carpeta, permite que se alcancen algunos de los siguientes beneficios: La construcción en época de lluvia, evita la pérdida de materiales de terracería como resultado del fenómeno de intrusión; se mejora la compactación del terraplén y por ende su resistencia; se mejora la capacidad de carga de la base o subbase al lograrse un módulo de rigidez más adecuado; no se contamina el terraplén, lo que tiene como resultado que aumente su vida útil; se evita la ascensión capilar y finalmente puede ayudar a resolver la captación de flujos de agua internos y así poder de esta manera abatir las presiones neutrales. Esta última aplicación la hemos efectuado para resolver problemas de *subdrenaje* del que quisiera hacer algunos comentarios adicionales.



Tendido de Geotextil.

Subdrenaje.

Elemento fundamental en la conservación adecuada de nuestra infraestructura, lo constituye el subdrenaje que debe ser atendido a riesgo de padecer las consecuencias de no hacerlo. El criterio seguido e instruido por la DGCC es el de resolver primero algún problema de subdrenaje antes de resolver un problema en la superficie de rodamiento.

En los tiempos recientes, se han venido construyendo los subdrenes geocompuestos prefabricados como sistemas de subdrenaje de pavimentos constituidos por un conducto o serie de conductos de formas diversas fabricados a base de polietileno de alta densidad que se recubren con un geotextil de poliéster no tejido.



Colocación de subdren geocompuesto prefabricado en la zanja.



Este sistema, a diferencia del subdrenaje tradicional no requiere de tubería perforada, material de filtro ni de plantilla de arena; sino, que la zanja se rellena con el material producto de la excavación, la que se realiza con una máquina zanjeadora que puede tener anchos de cepa tan reducidos como de 30 a 50 cm, minimizando el volumen de excavación que requiere el sistema convencional. Lo anterior se traduce en importantes ahorros de tiempo y recursos, sin menoscabo en la calidad.

Subdren geocompuesto prefabricado colocado en la zanja

CONCLUSIONES

He expuesto los lineamientos estratégicos en materia de conservación de carreteras que se llevan a cabo en la Secretaría de Comunicaciones y Transportes y en específico en la Dirección General de Conservación de Carreteras.

Como podrán haber observado, nos encontramos en una época en donde el cambio no nada más es necesario sino indispensable para optimizar las inversiones realizadas en la red federal de carreteras, mejorando con ello, el bienestar y seguridad de los usuarios que circulan por nuestras carreteras.

Como ejemplo de este cambio, hemos citado la implementación de sistemas de gestión de pavimentos y puentes, la reciente contratación de la conservación rutinaria de forma plurianual, la descentralización de la red federal secundaria así como la desconcentración de funciones y finalmente la implementación de nuevos procedimientos y materiales para la conservación de carreteras.

Al cumplir con las metas que la Secretaría se ha trazado en materia carretera para este año, seguiremos contribuyendo al repunte de la actividad económica nacional, particularmente en el sector del mantenimiento de carreteras, cuya capacidad de generación de empleo es ampliamente conocida por todos nosotros, como lo son también sus poderosos efectos detonadores. Estamos ciertos de que contaremos con su más amplia colaboración y una prueba de ello, es la realización de eventos como el que hoy nos reúne.

Con lo anterior, me resta agradecerles su atención brindada en los últimos 30 minutos y espero que esta plática haya satisfecho sus expectativas.

Muchas Gracias.

5. MEDIDAS DE SEGURIDAD

5.1 EQUIPO DE SEGURIDAD

Toda persona de la empresa que labore en la obra deberá portar chalecos protectores de obra con cinta reflejante y casco, de lo contrario la supervisión no permitirá que labore dentro de la obra.

El señalamiento de protección de obra estará constituido por los siguientes elementos:

- Trafitambos de 1.20 m., de altura de PVC exclusivamente
- Pilonos
- Caramelos
- Disminuya su velocidad zona de obras a 500 m.
- Disminuya su velocidad zona de obras a 300 m.
- Disminuya su velocidad zona de obras a 100 m.
- Velocidad máxima 40 km/hr.
- Grava suelta
- Flechas de desvío
- Planta de luz (en caso de no contar con energía eléctrica en la zona)
- Flechas luminosas intermitentes
- Cubetas luminosas.
- Reducción de carriles
- Banderas por cada desvío.
- Letreros de 1.30 x 1.85 m., con la leyenda:
"Precaución el gobierno del D.F. realiza obras de repavimentación" incluyendo el nombre de la empresa que realiza los trabajos

5.2 NORMAS GENERALES

- a) Será responsabilidad de la empresa contratista todas la maniobras dentro y fuera de la obra, la reposición, conservación y colocación del señalamiento así como la presencia de los bandereros. Incluye: Todo el señalamiento necesario para la perfecta señalización y protección de la zona de trabajo, equipo, materiales, bandereros con chaleco reflejante y banderolas en cada desviación y acceso a la obra, luminarias, planta de luz, y todo lo necesario para su correcta ejecución.
- b) El material pétreo suelto se colocará sobre los acotamientos y deberá acamellonarse dentro de las veinticuatro horas siguientes a su colocación en el camino.
- c) El material suelto colocado en la carretera nunca deberá ser obstáculo para el libre tránsito por la misma, por lo que, si los acotamientos son angostos deberá acamellonarse el material a medida que se va avanzando en el tiro. Se dejara como mínimo un ancho libre de circulación de 5.50 m.
- d) En las curvas, el material deberá acamellonarse en la parte inferior de la corona
- e) En tramos urbanos, sinuosos con poca visibilidad, o con volumen de tránsito superior a 1500 vehículos por día, el material pétreo deberá quedar a más de 50 cm fuera de la carpeta asfáltica. Si no se puede conseguir esta condición, se elaborará la mezcla en plataforma de trabajo, fuera de la

corona del camino.

- f) Deberán colocarse las señales necesarias, de acuerdo con lo indicado en el "manual de dispositivos para el control del tránsito", para prevenir a los usuarios de la existencia de material sobre el camino. Además, sobre los montones o sobre el camellón se colocarán piedras encanaladas cada 10 m.

BIBLIOGRAFÍA

Conservación y reconstrucción de carreteras
S.A.H.O.P.

Teoría de las emulsiones asfálticas
Ing. Tonatiuh Flores

Manual de alcantarillas y puentes
S.C.T.

Procedimientos del concreto
Cementos Tolteca

Manual de ingeniería y Tránsito
S C.T.

Manual de la petrolizadora
SEAN, GUNISON de México



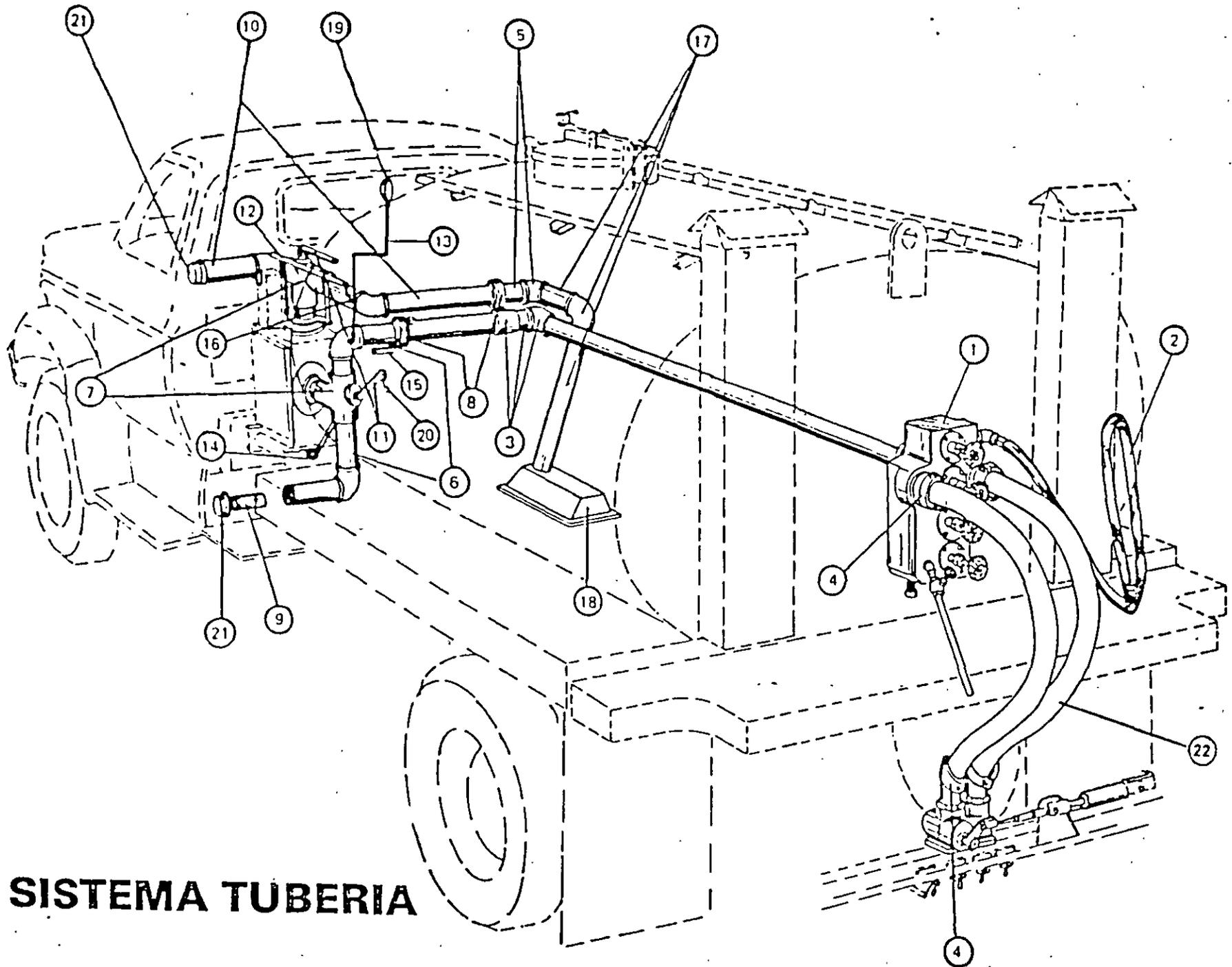
**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**CURSOS INSTITUCIONALES
PROGRAMA DE CAPACITACIÓN PARA CAMINOS Y PUENTES
FEDERALES 1999**

**ACTUALIZACIÓN EN BACHEO, RENOVACIÓN Y RIEGO DE
SELLO**

Ejercicios

Pedro Sánchez Pulido
Palacio de Minería
1999.



SISTEMA TUBERIA

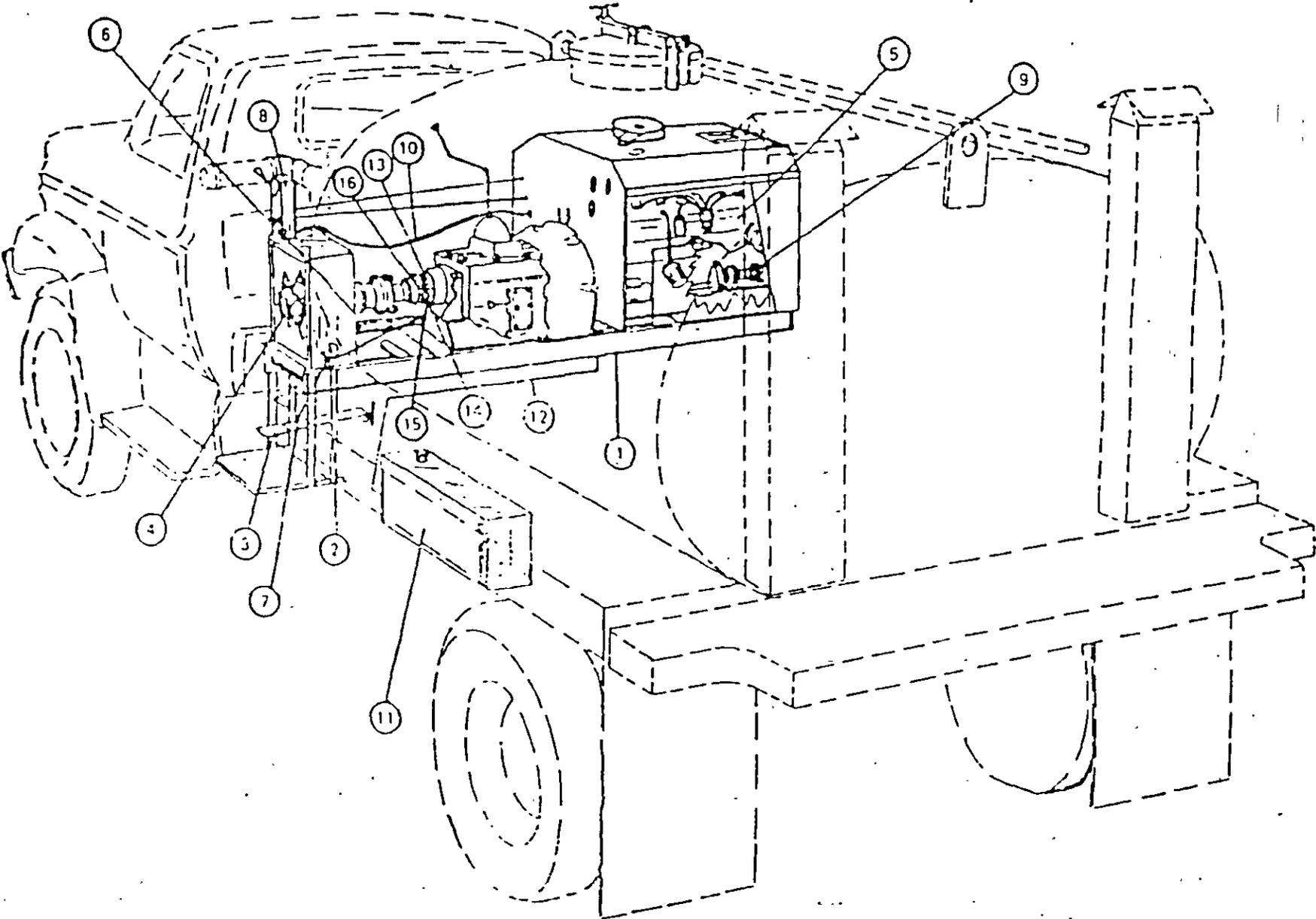
OBJETIVO: En la presente evaluación el participante describirá las partes o componentes de la distribución de la quinta rueda sobre el chasis de la petrolizadora.

INSTRUCCIONES: En el siguiente cuadro anote los nombres de los componentes de medición de la quinta rueda, que le corresponda según la figura que se muestra a continuación.

LISTA DE PARTES

REF.	CANT.	DESCRIPCION
1	1	
2	1	
3	1	
4	1	
5	1	
6	1	
7	1	
8	1	
9	1	
10	1	

SISTEMA MOTRIZ



OBJETIVO: El participante describirá las partes del sistema matriz de una petrolizadora.

INSTRUCCIONES: En el siguiente cuadro anote los nombre de los componentes del sistema matriz, según corresponda con la figura que se muestra a continuación.

LISTA DE PARTES

REF.	CANT.	DESCRIPCION
1	1	
2	1	
3	1	
4	1	
5	1	
6	1	
7	1	
8	1	
9	1	
10	1	
11	1	
12	1	
13	1	
14	1	
15	1	
16	1	



EJERCICIO No.1

INSTRUCCIONES:

Lea detenidamente y seleccione la respuesta correcta, colocándola en el paréntesis de la derecha.

1) Tiene por objeto prevenir a las personas sobre la existencia de un peligro en el camino()

- a)Señales restrictivas b)Señales preventivas c)Señales informativas

2) Tienen por objeto guiar a los conductores en forma ordenada y segura, de acuerdo con los cambios temporales necesarios en las obras()

- a)Señales restrictivas b)Señales preventivas c)Señales informativas

3) Indican a los conductores la existencia de ciertas limitaciones físicas o prohibiciones()

- a)Señales restrictivas b)Señales preventivas c)Señales informativas

4) La altura ideal de los conos para uso en carreteras es de()

- a) 75 cm. b) 45 cm.. c) 25 cm.

5) Consisten en postes cilíndricos de 1m. de longitud, pintados con una franja perimetral de 15 cm. en la parte inferior y una franja reflejante de color naranja cerca de su extremo superior()

- a) Conos b) Indicadores de alineamiento c) Indicadores de obstáculos.



6) Los mecheros y linternas son()

- a) Dispositivos luminosos b) Señales manuales c) Luces eléctricas.

7) Son portátiles de color ámbar que emiten destellos de corta duración()

- a) Mecheros y linternas b) Lámparas de destello c) Luces eléctricas

8) Sirven para iluminar la zona o tramo que se encuentra en construcción o reparación y se colocarán de tal manera que no deslumbren al conductor()

- a) Mecheros y linterna b) Lámparas de destello c) Luces eléctricas

9) En una señal manual que se usa durante el día, es de tela color rojo reflejante de 60 X 60cm. sujeta a una asta de 100cm. de longitud.()

- a) Barreras b) Banderas c) Indicadores de alineamiento

10) La forma de las señales preventivas es()

- a) Cuadrada b) Rectangular c) Redonda

11) La forma de la mayoría de las señales restrictivas son()

- a) Cuadrada b) Rectangulares c) Redondas

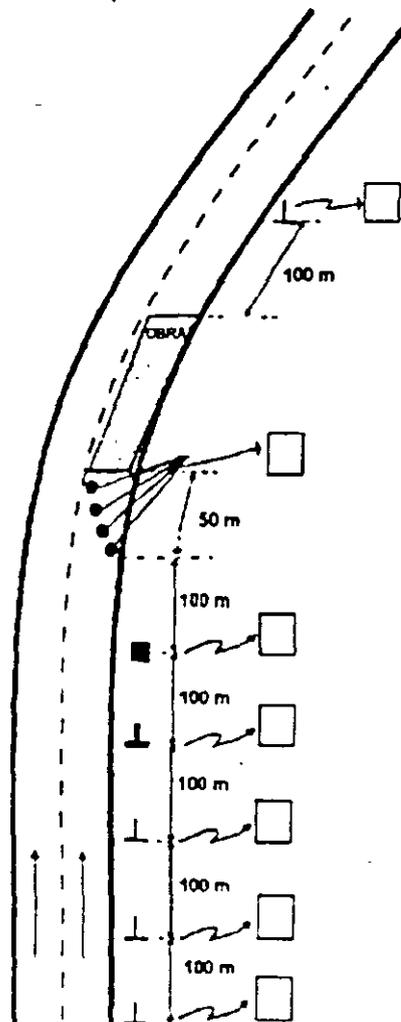


EJERCICIO No.2

INSTRUCCIONES:

Seleccione la señal adecuada y coloque el número correspondiente en los cuadros respectivos del esquema.

El esquema representa una carretera de un sentido de 2 carriles, de los cuales se cierra uno.



- 1) PRINCIPAL TRAMO EN REPARACION A 600m
- 2)
- 3) (Banderero)
- 4) TERMINA TRAMO EN REPARACION
- 5)
- 6) 500m
- 7) 100m