

01146



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---

FACULTAD DE INGENIERÍA  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

**METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN  
TÉCNICA DE CARRETERAS DE DOS CARRILES**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:  
**MAESTRÍA EN INGENIERÍA (CONSTRUCCIÓN)**  
P R E S E N T A E L  
**ING. JOSÉ TECLO LEYVA CAMPOS**



DIRECTOR DE TESIS: DR. JESÚS HUGO MEZA PUESTO

CIUDAD UNIVERSITARIA, MÉXICO, D. F.,

AGOSTO DE 2004



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

---

## AGRADECIMIENTOS

A Dios, por darme salud y el buen juicio para tomar las decisiones correctas durante la maestría y en la elaboración de esta tesis.

A mi Familia, por apoyarme incondicionalmente y darme ánimos durante este periodo de mi vida.

A mi Director de Tesis, Dr. Jesús Hugo Meza Puesto por sus consejos y asesorías para la elaboración de esta tesis.

A los Profesores sinodales: M.I. Fernando Favela Lozoya, Ing. Roberto Sosa Garrido, Dr. Jorge Abraham Díaz Rodríguez y M.I. Salvador Díaz Díaz, por sus observaciones a la tesis.

A los Profesores de la sección de construcción de la Facultad de Ingeniería de la UNAM, así como a los Profesores de la Escuela de Ingeniería y Arquitectura Mazatlán por los conocimientos transmitidos.

A la Universidad Nacional Autónoma de México y a la Universidad Autónoma de Sinaloa, por la oportunidad de superación.

A todas las personas que aparecieron en los momentos en que todo parecía haber acabado.

---

---

## RESUMEN DE LA INVESTIGACIÓN

### *Descripción del problema*

En la actualidad las solicitudes a que están sujetas las obras de infraestructura carretera, han aumentado fuertemente, tanto en el número y dimensiones de los vehículos, como en las cargas que transportan; igualmente han aparecido nuevos criterios y procedimientos de diseño más seguros y económicos, así como nuevos materiales, equipos y procedimientos de construcción más eficientes, lo cual provoca que las carreteras que se construyeron en el pasado se vuelvan insuficientes en su capacidad vial y poco funcionales por el estado físico que prestan.

### *Objetivo de la tesis*

El objetivo de esta tesis es contar con una Metodología para la Evaluación Técnica de Carreteras de Dos Carriles, basado en la experiencia, la técnica y las especificaciones mexicanas. En consecuencia, esta tesis trata de presentar de una manera clara, sencilla y didáctica los aspectos principales que, sobre la materia, debe conocer el Ingeniero Civil no especializado, ya que, para este último, el contenido de la tesis, posiblemente sea sencillo.

### *Descripción capitular*

Esta tesis esta compuesta por siete capítulos, el primero muestra la evolución de los caminos en México y en el mundo, el segundo y tercer capítulo se enfocan a cómo definir la problemática que presenta el camino (conservación, reconstrucción o modernización), los capítulos cuarto, quinto y sexto muestran las recomendaciones para conservación, reconstrucción y modernización respectivamente y finalmente en el capítulo séptimo se da el formato para presentar el manifiesto de impacto ambiental para el caso de vías terrestres.

---

---

### *Utilidad de la tesis*

Proporcionaré a las dependencias oficiales, en este caso a la SCT, una herramienta que permita hacer más eficiente el trabajo de evaluación técnica.

El hecho de contar con una metodología eficaz de análisis representara no solo un beneficio para las dependencias gestoras de infraestructura carretera, sino que también impactará indirectamente al usuario, en virtud de poder contar con vías carreteras de mayor calidad.

También puede decirse que, servirá como guía a futuras líneas de investigación que estén relacionadas con ésta.

---



## ÍNDICE

---

---

## ÍNDICE

	PÁGS.
INTRODUCCIÓN	I

### CAPÍTULO 1 ANTECEDENTES

1.1. Primeros caminos	1
1.2. Evolución de los caminos en México	4

### CAPÍTULO 2 REVISIÓN DE LA CAPACIDAD VIAL DE UNA CARRETERA

2.1. Nivel de servicio inicial	9
2.2. Tránsito diario promedio anual (TDPA) actual	11
2.3. Cálculo del volumen de servicio para un determinado nivel de servicio	12

### CAPÍTULO 3 REVISIÓN DEL ESTADO FÍSICO DE UNA CARRETERA

3.1. Definición de términos	21
3.2. Generalidades	24
3.3. Elementos que se califican y su lar relativo	27
3.4. Proceso de cálculo para calificar el estado físico de una carretera	29
3.5. Guías generales para calificar los elementos de una carretera	33
3.5.1. Corona	33
3.5.2. Drenaje	35
3.5.3. Derecho de vía	37
3.5.4. Señales verticales y dispositivos para el control de tránsito	39
3.5.5. Señalamiento horizontal y diversas marcas	41

---

---

## **CAPÍTULO 4 CONSERVACIÓN**

4.1. Pavimentos	47
4.1.1. Relleno de grietas	47
4.1.2. Renivelación	50
4.1.3. Bacheo	52
4.1.3.1. Calaveras	52
4.1.3.2. Baches	53
4.1.4. Riego de sello	56
4.1.5. Rastreo y/o recargues en caminos revestidos o en terracerías	57
4.2. Obras de drenaje	58
4.2.1. Limpieza de cunetas y contracunetas	59
4.2.2. Limpieza de alcantarillas	61
4.2.3. Limpieza de canales de entrada y salida	62
4.3. Zonas laterales del derecho de vía	63
4.3.1. Desmonte	63
4.3.2. Obras marginales	65
4.3.3. Rastreos	67
4.4. Obras diversas	68
4.4.1. Acotamientos	68
4.4.2. Taludes	69
4.4.3. Remoción de derrumbes	70
4.4.4. Relleno de deslaves	71
4.4.5. Desviaciones	72

## **CAPÍTULO 5 RECONSTRUCCIÓN**

5.1. Pavimentos	76
5.1.1. Renivelación	76
5.1.2. Riego de sello	76
5.1.3. Carpeta o sobrecarpeta	78
5.1.4. Sub-bases y bases	85

---



---

5.2. Drenaje y sub-drenaje	88
5.2.1. Reconstrucción y ampliación de alcantarillas y puentes	88
5.2.2. Construcción o reparación y limpieza de drenes	88
5.3. Obras diversas	89
5.3.1. Abatimiento de taludes en terraplén	89
5.3.2. Abatimiento o limpieza de taludes de corte	90

## **CAPÍTULO 6**

### **MODERNIZACIÓN**

6.1. Ampliación de corona	95
6.1.1. Pavimentos	95
6.1.2. Drena y sub-drenaje	95
6.1.2.1. Ampliación de alcantarillas y puentes	95
6.1.3. Obras diversas	95
6.1.3.1. Ampliación del ancho de corona	96
6.2. Camino paralelo o libramiento	100
6.2.1. Terracerías	100
6.2.1.1. Desmonte	100
6.2.1.2. Cortes	101
6.2.1.3. Préstamos	102
6.2.1.4. Terraplenes	102
6.2.1.5. Reafinamiento	103
6.2.1.6. Canales	103
6.2.1.7. Acarreos	105
6.2.2. Obras de drenaje	105
6.2.2.1. Excavaciones	105
6.2.2.2. Rellenos	107
6.2.2.3. Mampostería	108
6.2.2.4. Zampeados	109
6.2.2.5. Concreto hidráulica	110
6.2.2.6. Acero para concreto hidráulico	110
6.2.2.7. Alcantarillas	111
6.2.2.8. Subdrén	111

---

---

6.2.3. Pavimentos	112
6.2.3.1. Revestimientos	112
6.2.3.2. Materiales para la construcción de sub-bases y bases	112
6.2.3.3. Sub-bases y bases	113
6.2.3.4. Materiales para la construcción de carpetas y mezclas asfálticas	113
6.2.3.5. Materiales asfálticos	114
6.2.3.6. Estabilizaciones	115
6.2.3.7. Riego de impregnación	115
6.2.3.8. Carpetas asfálticas por el sistema de riegos	116
6.2.3.9. Carpetas asfálticas por el sistema de mezclas en el lugar	116
6.2.3.10. Carpetas de concreto asfáltico	117
6.2.3.11. Riego de sello	118
6.2.3.12. Morteros asfálticos	118

## **CAPÍTULO 7**

### **MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL**

7.1. Conceptos generales	120
7.2. Etapas del proceso	123
7.3. Guía para la presentación del manifiesto de impacto ambiental	126
7.3.1. Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental	126
7.3.1.1. Proyecto	126
7.3.1.2. Promoverte	126
7.3.1.3. Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental	126
7.3.2. Descripción del proyecto	127
7.3.2.1. Informe general del proyecto	127
7.3.2.2. Características particulares del proyecto	129
7.3.3. Vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y, en su caso, con la regulación de uso de suelo	132
7.3.4. Descripción del sistema ambiental y señalamiento de la problemática ambiental detectada en el área de influencia del proyecto	133
7.3.4.1. Delimitación del área de estudio	133
7.3.4.2. Caracterización y análisis del sistema ambiental	133

---

---

7.3.5. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales	138
7.3.5.1. Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales	139
7.3.6. Medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales	144
7.3.6.1. Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental	144
7.3.6.2. Impactos residuales	145
7.3.7. Pronósticos ambientales y en su caso, evaluación de alternativas	146
7.3.7.1. Pronóstico del escenario	146
7.3.7.2. Programa de vigilancia ambiental	146

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## **GLOSARIO**

## **BIBLIOGRAFÍA**

---



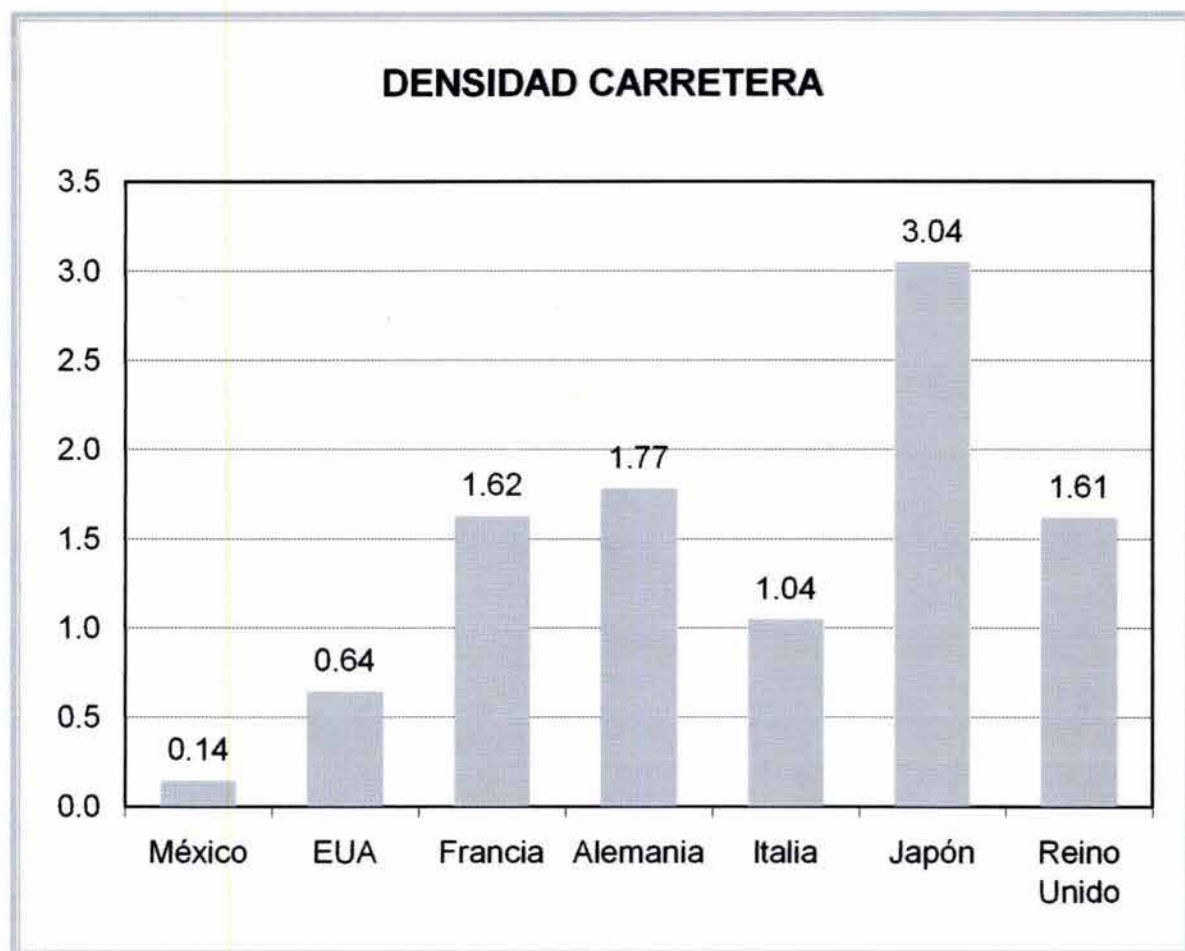
## **INTRODUCCIÓN**

---

## INTRODUCCIÓN

### Justificación

Hacia finales del año 2000, la red carretera nacional y la red carretera de las principales naciones extranjeras tenían las siguientes densidades:



De la gráfica anterior podemos observar que la densidad carretera en México se encuentra muy por debajo de la densidad de las principales potencias mundiales, es por esto que se requieren inversiones y unido a esto una correcta distribución de los recursos, lo cual se logra mediante métodos que optimicen la evaluación técnica de carreteras.

### *Hipótesis*

Es posible generar una metodología para la evaluación técnica de carreteras, que optimice el tiempo dedicado y maximice los recursos para realizar más obras con el mismo dinero.

Parece ser que una revisión de la capacidad vial y del estado físico de una carretera, pueden formar parte de una metodología para la evaluación técnica de una carretera.

Es probable que los problemas de capacidad vial y de estado físico puedan solucionarse con trabajos de modernización, conservación y reconstrucción.

### *Objetivo*

El objetivo de esta tesis, es contar con una metodología para la evaluación técnica de carreteras de dos carriles, basado en la experiencia, la técnica y las especificaciones mexicanas. En consecuencia, esta tesis trata de presentar de una manera clara, sencilla y didáctica los aspectos principales que, sobre la materia, debe conocer el Ingeniero Civil no especializado, ya que para éste último, el contenido de la tesis, posiblemente sea sencillo.

### *Técnicas de investigación*

Se realizó una investigación de campo, mediante entrevistas con especialistas, posteriormente se realizó una investigación documental de las principales normas publicadas por la SCT y algunos libros básicos de consulta, esta información sirvió para formar el primer borrador, él cual se fue puliendo hasta formar la tesis.

### *Descripción del capitulado*

En el capítulo 1, se presenta el antecedente histórico de los primeros caminos, cual fue el motivo de su construcción, los materiales y la técnica que se emplearon en su construcción y finalmente la evolución que han tenido en México, para comprender así su situación actual.

En el capítulo 2, se revisan en primera instancia el nivel de servicio inicial en la carretera, también se determina el tránsito diario promedio anual (TDPA) actual y finalmente se calcula el máximo volumen de servicio para cada uno de los niveles de servicio, todo esto con el fin de establecer si la capacidad vial de la carretera es suficiente para el tránsito actual, de lo contrario se recomendará una modernización (ver capítulo 6).

En el capítulo 3, se revisan los elementos fundamentales de una carretera, los cuales son: del cuerpo (corona, drenaje y derecho de vía) y del señalamiento (vertical, horizontal) y definir así si alguno de estos elementos requiere de algún trabajo de conservación (ver capítulo 4) o de reconstrucción (ver capítulo 5).

En el capítulo 4, se presentan las recomendaciones para la conservación de: pavimentos, obras de drenaje, zonas laterales del derecho de vía y obras diversas, que garantizarán un funcionamiento ideal de la carretera y finalmente, permitirán alcanzar el horizonte de proyecto y quizás un poco más.

En el capítulo 5, se exponen las actividades que principalmente se deben llevar a cabo para realizar la reconstrucción de: pavimentos, obras de drenaje y obras diversas, con el fin de poner nuevamente en funcionamiento la carretera, garantizando comodidad y seguridad a los usuarios y un bajo costo de conservación.

En el capítulo 6, se muestran una serie de acciones que se deben seguir en la modernización de una carretera. En este capítulo se busca principalmente dar solución a un problema en el nivel de servicio, debido principalmente al crecimiento en el parque vehicular.

Como todos sabemos, al realizar cualquier actividad de conservación, reconstrucción o modernización, se requiere de gran cantidad de materiales principalmente de origen natural, es por ello que en el capítulo 7 se expone una guía para mostrar el manifiesto de impacto ambiental para el caso de un proyecto de vías terrestres, el cual se debe de presentar ante la Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

#### *Limitaciones en la elaboración*

En la entrevista que se realizó al personal de la Dirección General de Servicios Técnicos, no se encontró ningún documento que norme la evaluación técnica de carreteras, lo cual dificultó el poder realizar una crítica constructiva del tema.

Por lo que corresponde a la información bibliográfica en general, no se presentaron contratiempos, sólo algo de dificultad para reunir la información ya que se tuvieron que consultar varios manuales, que quedan considerados dentro de la bibliografía.





# **CAPÍTULO 1**

## **ANTECEDENTES**

## CAPÍTULO 1

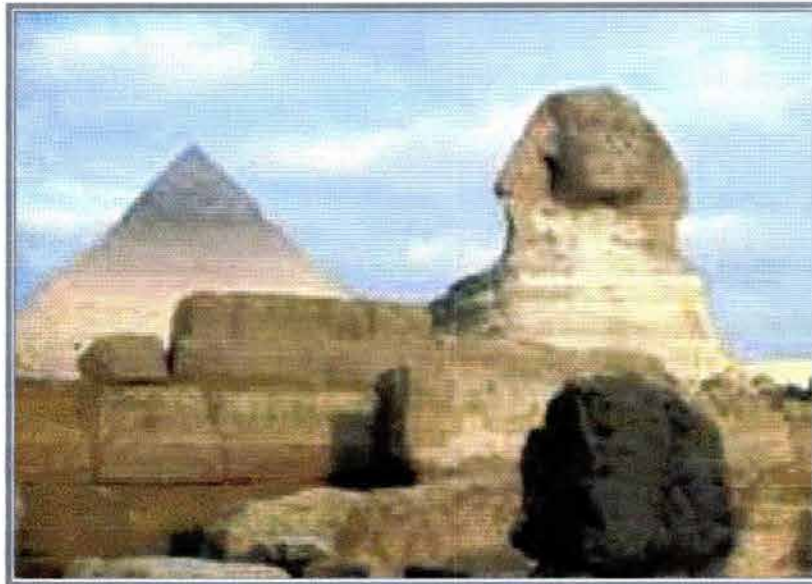
### ANTECEDENTES

Para empezar, se hará un breve repaso en la escala del tiempo para mostrar como los caminos se han incorporado a la vida cotidiana y el papel tan importante que desempeñan en el desarrollo económico, político y social de las comunidades. Con este breve repaso histórico, es posible percatarse que los caminos y la vida, se perfeccionan o declinan paralelamente.

#### 1.1. Primeros caminos

Se dice que los caminos cuentan la historia del mundo y que todos los pueblos han viajado por sus propios caminos. En sus épocas, han sido tan importantes las rutas de las caravanas del desierto, como los caminos de los Romanos, de los Incas y de los Mayas, los caminos de Napoleón y las carreteras del siglo XX. México no es ninguna excepción y también ha transitado por sus propios caminos a lo largo de su historia. Aplicando importantes sumas de sus recursos a construir una subestructura vial en la cual apoye su desarrollo.

La primera noticia que se tiene de la existencia de un camino importante la da Herodoto, que cuenta como el Rey Keops construyó uno, trescientos años antes de Jesucristo, para llevar los materiales a la Gran Pirámide, ver figura 1.1; era enlosado con piedras toscamente labradas de gran tamaño, buscando en la inercia de los elementos la resistencia requerida. El servicio que el camino había de prestar no era liviano, pues había bloques que llegaban a pesar 800 toneladas; se transportaban colocados sobre una especie de trineo, que arrastraban cuadrillas de esclavos; el pavimento se regaba con aceite y agua, para disminuir el esfuerzo de tracción.



**Figura 1.1** La Gran Esfinge de Gizeh

Con la invención de la rueda, apareció la carreta jalada por personas o por bestias y fue necesario acondicionar los caminos para que el tránsito se desarrollara lo más rápido y cómodo posible; así, los Espartanos y los Fenicios hicieron los primeros caminos para carreta de que se tiene noticia, y los Romanos los construyeron tanto en la Península Itálica como en varios puntos de Europa, África y Asia para extender sus dominios.

Los primeros caminos construidos científicamente, aparecen con el advenimiento del Imperio Romano. Cabe citar la mundialmente famosa Vía Appia, de Roma a Hidruntum, ilustrada en la figura 1.2, cuya construcción fue iniciada por Appius Claudius en el año 312 A.C. la evidencia justifica el conceder el mérito a los romanos por iniciar la aplicación del método científico en la construcción de caminos.<sup>1</sup>



**Figura 1.2** Vía Appia, de Roma a Hidruntum

Por todo lo anterior, los medios de comunicación por tierra, agua y aire son conocidos como motores de la vida social, y poderosos instrumentos de la civilización, apareciendo en cada uno de ellos variedades que dependen de la clase de elemento y de su manera de utilizarlo. Así, en los transportes por tierra, se tienen las carreteras con sus diferentes categorías y los ferrocarriles con su diversidad de vías; en los transportes por agua, están las comunicaciones marítimas y las fluviales, y en la transportación aérea el tráfico comercial y de pasajeros se incrementa día a día de manera asombrosa.

<sup>1</sup> CAL, Rafael y REYES E., Mayor. *Ingeniería de Tránsito, Fundamentos y Aplicaciones*. Pág. 2 y 3

Cuando se creía que los caminos habían quedado relegados al papel secundario de auxiliares del ferrocarril, para recoger la carga local y llevarla al vagón de los mismos, la mecanización de los vehículos volvió a hacer que los caminos se consideraran como esenciales en la economía de los transportes terrestres. El perfeccionamiento de los motores de combustión interna, ejerció de inmediato una influencia extraordinaria en la estructura y función de los caminos, implantándose una nueva técnica en la construcción y conservación de los mismos con el uso de los asfaltos.

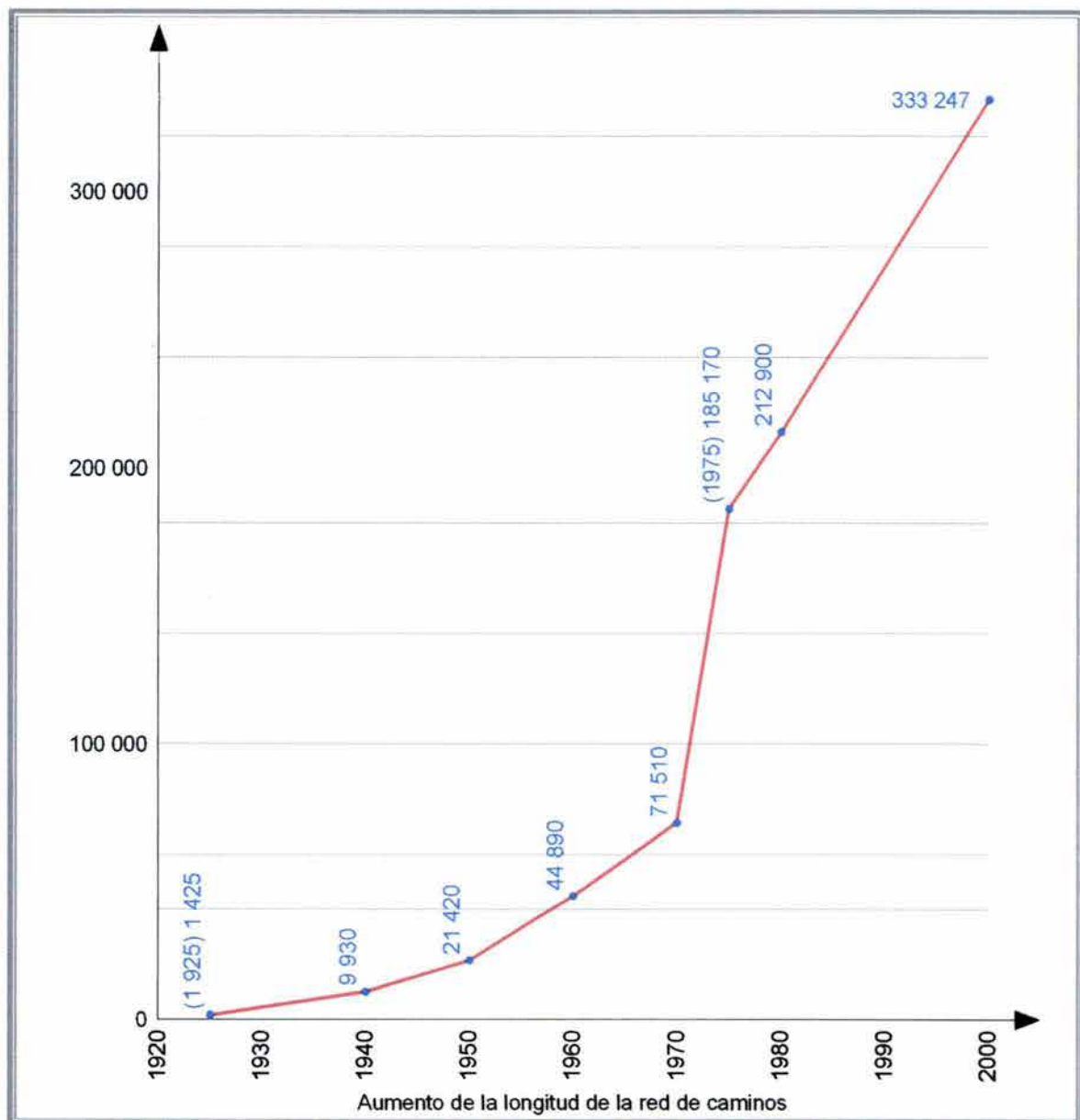
## 1.2. Evolución de los caminos en México

El 30 de Marzo de 1925, el General Plutarco Elías Calles, Presidente de la República, consciente de la impetuosa necesidad de construir caminos, pero carente de suficientes recursos económicos para ello, dio un paso firme para resolver esa necesidad, expidiendo la ley que estableció el impuesto sobre la gasolina, destinado a construir, conservar y mejorar caminos, obteniendo así los fondos que requerían. Y en la misma ley, dispuso la creación de un organismo encargado de los trabajos que se llamó Comisión Nacional de Caminos, antecedente histórico del desarrollo caminero del país.

El criterio de localización que prevaleció cuando la Comisión Nacional de Caminos inició su labor, consistió esencialmente, en lograr bajos costos por Kilómetro y cruzar las poblaciones existentes a lo largo de la ruta, con el fin de comunicar el mayor número de habitantes en el menor plazo y con la inversión más baja posible.

Las terracerías no se compactaban, usándose la práctica de dejarlas revestidas durante varios años, sujetas al tránsito y a las lluvias, para que tuvieran los asentamientos considerados naturales antes de pensar en su pavimentación. Una receta práctica indicaba que un camino debía pasar cuando menos dos temporadas de lluvias para que se asentara.

En sus primeros tres años de vida, la Comisión logró construir 247 kilómetros de caminos pavimentados, 332 kilómetros de caminos revestidos o sea con superficie de rodamiento que permitía el tránsito en todo tiempo, 700 kilómetros en proceso de construcción y el crecimiento de la red de caminos continuó hasta obtener los resultados que se observan en la figura 1.3.<sup>2</sup>



**Figura 1.3** Aumento de la longitud de la red de caminos

<sup>2</sup> ETCHARREN G., René. *Caminos Alimentadores*. Pág. 5 a 53

Hacia finales del año 2000, la red carretera nacional tenía una longitud total de 333 mil 247 km, de los cuales 106 mil 571 corresponden a carreteras libres, 5 mil 933 a autopistas de cuota, 160 mil 185 a caminos rurales y alimentadores y 60 mil 557 a brechas, que hace que nuestro país tenga una densidad de  $0.14 \text{ km/km}^2$  frente a  $0.64 \text{ km/km}^2$  de los Estados Unidos,  $1.62 \text{ km/km}^2$  de Francia,  $1.77 \text{ km/km}^2$  de Alemania,  $1.04 \text{ km/km}^2$  de Italia,  $3.04 \text{ km/km}^2$  de Japón y  $1.61 \text{ km/km}^2$  del Reino Unido; y aún cuando en el período 1995-2000 se construyeron o modernizaron 10,371 km. de caminos, es todavía mucho lo que falta por hacer.

Uno de los elementos más importantes de la red carretera nacional, lo constituyen los 10 ejes troncales que conectan las principales ciudades, fronteras y puertos marítimos de todo el país, ver figura 1.4.



**Figura 1.4** Ejes troncales principales

Como consecuencia, las necesidades de inversión en infraestructura carretera son de magnitud considerable. De acuerdo con las estimaciones de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, cada año se requieren inversiones por alrededor de 44,000 millones de pesos, de los cuales unos 18,000 se destinarían a la conservación, 17,000 a la construcción, reconstrucción y modernización de carreteras pavimentadas, tanto en los principales corredores de la red como en tramos fuera de ellos, y alrededor de 9,000 millones de pesos a la realización de obras en caminos rurales y vías alimentadoras.

En contraste con las necesidades citadas, los montos disponibles anualmente para carreteras son alrededor de 16,000 millones de pesos, lo que representa el 40% del monto necesario y equivale a 0.26% del PIB. Este porcentaje corresponde a la cuarta parte del recomendado como deseable por organizaciones internacionales activas en el ámbito de la infraestructura del transporte.

Este tipo de programas son un reto para las empresas en constante innovación, deben buscarse sistemas más ágiles y económicos pero a la vez de calidad, de tal forma que se pueda tener un proyecto rentable dadas sus características de largo plazo.<sup>3</sup>

La creación de infraestructura y su financiamiento, es tema común sobre el que se debate en la actualidad en todo el mundo. México requerirá para los próximos 15 años, inversiones del orden de 50 mil millones de dólares para ampliar su infraestructura básica, transformar la existente y modernizarla.

---

<sup>3</sup> CASTAÑEDA MOLINA Héctor A., *Análisis para la obtención de la concesión de la construcción, operación, explotación, conservación y mantenimiento de una carretera*, Pág. 6 a 7.



## **Conclusiones**

Vemos claramente que el desarrollo de un país, esta relacionado en gran parte con la comunicación carretera que existe entre las diferentes ciudades que lo componen, siendo en la antigüedad los Romanos un ejemplo claro de ello y en la actualidad las grandes potencias: Estados Unidos, Francia, Alemania, Italia, Japón y Reino Unido tienen una infraestructura carretera importante en la cual basan gran parte de su desarrollo.



**CAPÍTULO 2**  
**REVISIÓN DE LA CAPACIDAD VIAL DE UNA**  
**CARRETERA**

## CAPÍTULO 2

### REVISIÓN DE LA CAPACIDAD VIAL DE UNA CARRETERA

El objetivo de este capítulo, en primera instancia, es exponer el proceso de investigación que se sigue en la determinación de: el nivel de servicio inicial en una carretera, el tránsito diario promedio anual (TDPA) actual y finalmente el máximo volumen de servicio para cada uno de los nivel de servicio, todo esto con el fin de establecer si la capacidad vial de la carretera es suficiente para el tránsito actual, de lo contrario se recomendará una modernización (ver capítulo 6).

#### 2.1. Nivel de servicio inicial

El término “*nivel de servicio*”, se usa para describir las condiciones de operación que un conductor experimentará durante su viaje por una carretera, dichas condiciones están sujetas a una serie de factores como son: la velocidad, el tiempo de recorrido, las interrupciones al movimiento continuo del tránsito, la libertad de manejo y la comodidad. Como las condiciones físicas del camino están fijas, el nivel de servicio varía principalmente con el volumen de tránsito. En la práctica se manejan seis niveles de servicio para identificar las condiciones de operación de un camino, que son las siguientes:

##### *Nivel de servicio “A”*

Corresponde a una condición de flujo libre, con volúmenes de tránsito bajos; la velocidad depende del deseo de los conductores dentro de los límites impuestos y bajo las condiciones físicas de la carretera.

##### *Nivel de servicio “B”*

Se considera como flujo estable; los conductores tienen una libertad razonable para elegir sus velocidades y el carril de operación.

*Nivel de servicio "C"*

El flujo es estable; los conductores perciben restricciones tanto para elegir su velocidad, como para efectuar maniobras de cambio de carril por rebase; se obtiene una velocidad de operación satisfactoria. Es deseable que este nivel de servicio sea el más desfavorable al que puedan operar las vialidades.

*Nivel de servicio "D"*

Esta condición se aproxima al flujo inestable; la velocidad de operación aún es satisfactoria, pero resulta afectada por los cambios en las condiciones de operación. Los conductores tienen poca libertad de maniobra con las consecuentes pérdidas de comodidad.

*Nivel de servicio "E"*

En este nivel, los volúmenes de tránsito corresponden a la capacidad. El flujo es inestable y pueden ocurrir paradas de corta duración.

*Nivel de servicio "F"*

Corresponde a flujos forzados, en donde los volúmenes son superiores a los de la capacidad y las velocidades se reducen produciendo paradas debido al congestionamiento.

De lo anterior se observa que el *Nivel de servicio "A"* es el mejor y el *Nivel de servicio "F"* es el más inconveniente, siendo el *Nivel de servicio "E"* el que marca la capacidad de la vía.<sup>4</sup>

---

<sup>4</sup> D.G.S.T. *Capacidad y Niveles de Servicio en la Red Federal de Carreteras*. Pág. 10 y 11

## 2.2. Tránsito diario promedio anual (TDPA) actual.

Se llama tránsito diario promedio anual (TDPA), al número total de vehículos que pasa en una carretera en ambos sentidos durante un año, dividido entre 365 días. Para determinar el TDPA de un camino en operación, caso que se plantea en este trabajo, se cuenta en forma directa el tránsito mediante una operación que se llama aforo y que pueden realizar operadores o contadores mecánicos; el conteo puede llevarse también durante todo el año o sólo en ciertas temporadas y luego proyectarlo a un año. Para estos trabajos, se emplean técnicas estadísticas. Al calcular el TDPA de varios años consecutivos, se puede conocer la tendencia de crecimiento.

Puede darse el caso que dadas las condiciones actuales de la carretera, las personas tengan que rodear por otras carreteras alternas o que se este frenando el desarrollo de actividades económicas importantes en la zona, para ello será necesario complementar el TDPA anterior, con el tránsito inducido y el tránsito generado.

El tránsito inducido es aquel que en la actualidad utiliza otros caminos, pero que usará este camino para llegar al mismo destino, es decir, es el tránsito que ahora hace un rodeo, pero que al abrirse, utilizará este camino por ser más directo o darle mayores facilidades para llegar al sitio deseado.

Para conocer con bastante aproximación este tipo de tránsito, se realizan estudios de origen y destino en los caminos aledaños que operan en la actualidad y que están en la zona de influencia de la carretera.

En las encuestas de origen – destino y de preferencia, cuyo objetivo primordial es conocer el movimiento del tránsito, puntos de partida y de término de los viajes, adicionalmente se obtienen datos de su magnitud, su composición, las rutas de los diferentes tipos de vehículos, los diversos tipos y cantidades (en peso

o volumen) de productos que se transportan, los pasajeros en los diferentes sentidos, longitudes de recorrido, volúmenes horarios, modelos y marcas de los vehículos, tipo de combustible, etc.

El formato utilizado es el que proporciona la SCT en trabajos similares y que consiste en obtener del conductor entre otra información, aquella acerca de su origen y destino, el tipo de vehículo entrevistado, la frecuencia de viaje, su disposición al pago de cuota; si es vehículo de carga, el tipo de ésta y si es autobús el número de pasajeros que transporta.

Debido al desarrollo propio de la zona de influencia del nuevo camino, el tránsito generado se conoce con una cuantificación de los productos agrícolas, ganaderos e industriales que se generarán y al calcular el número de vehículos que serán necesarios para su movimiento, además de los que se requerirán para efectuar actividades comerciales, turísticas, etc.

Con la suma del tránsito actual, el inducido y el generado, se puede conocer el TDPA actual en el camino.<sup>5</sup>

### **2.3. Cálculo del volumen de servicio para un determinado nivel de servicio**

Lo que se trata de hacer en este subcapítulo, es determinar el volumen de servicio para cada uno de los nivel de servicio, para ser comparado con el tránsito diario promedio anual (TDPA) actual y establecer con ello si la carretera requiere o no de una modernización, la cual se trata el capítulo 6.

<sup>5</sup> OLIVERA BUSTAMANTE, Fernando. *Estructuración de Vías Terrestres*. Pág. 231 y 233

El análisis de estas carreteras es similar, en estructura, al de segmentos básicos de autopistas y carreteras de carriles múltiples; sin embargo, las variables y factores de la expresión básica de análisis considera las particularidades de este tipo de obras. Tal expresión es:<sup>6</sup>

$$(VS)_i = c (V/c)_i f_D f_A f_P f_{VP}$$

En donde:

$(VS)_i$  = Volumen de servicio para el nivel de servicio  $i$ , en vph en ambos sentidos de circulación. Este volumen de servicio puede transformarse a volumen multiplicándolo por el Factor de Hora de Máxima Demanda. Cuando no se conoce este factor, puede utilizarse los valores de la Tabla 2.1.

$c$  = Capacidad en condiciones ideales en ambas direcciones (2 800 vph).

$(V/c)_i$  = Máxima relación volumen/capacidad asociada al nivel de servicio  $i$ , se obtiene de la Tabla 2.2 cuando el análisis es generalizado, esto es cuando se consideran tramos largos de carretera con características más o menos uniformes, o cuando se analizan tangentes con pendientes menores de 3% o con longitudes menores de 800 m. las tangentes con otras características se analizan con la Tabla 2.3. las tangentes compuestas pueden sustituirse por tangentes equivalentes de la misma longitud y una pendiente calculada de acuerdo al ascenso.

$f_D$  = Factor de ajuste por efecto de la distribución direccional. Se obtiene de la Tabla 2.4 de acuerdo con la distribución observada, que usualmente varía entre 55/45 y 70/30; aunque en caminos turísticos puede ser hasta de 80/20.

<sup>6</sup> D.G.S.T., *Manual de Capacidad Vial*, Pág. 75 a 82

$f_A$  = Factor de ajuste por efecto de restricciones en el ancho de carril y acotamientos o distancia a obstáculos laterales. Se obtiene de la Tabla 2.5.

$f_p$  = Factor de ajuste por efecto sobre los automóviles de la pendiente de tangentes verticales. Es igual a uno si el análisis es generalizado; pero en análisis de pendientes específicas se calcula con la expresión:

$$f_p = [1 + P_p I_p]^{-1}$$

en donde  $P_p$  es la proporción de automóviles en la corriente de tránsito e  $I_p$  el factor de restricción para automóviles, definido por:

$$I_p = [0.02 (E - E_o)]$$

siendo  $E$  los automóviles para la pendiente específica y  $E_o$  los automóviles equivalentes para pendiente 0 (Tabla 2.7).

$f_{VP}$  = Factor de ajuste por efecto de vehículos pesados. Para análisis generalizados se obtiene de la expresión:

$$f_{VP} = [P_p + P_C E_C + P_R E_R + P_B E_B]^{-1}$$

siendo  $P_p$ ,  $P_C$ ,  $P_R$  y  $P_B$  las proporciones de automóviles, caminos, vehículos recreativos y autobuses, respectivamente, y  $E_C$ ,  $E_R$  y  $E_B$  los automóviles equivalentes respectivos, que se obtienen de la Tabla 2.6 para análisis de pendientes específicas este factor se obtiene con la expresión:

$$f_{VP} = [P_p + P_{VP} E_{VP}]^{-1}$$

siendo  $P_p$  y  $P_{VP}$  las proporciones de automóviles y vehículos pesados y  $E_{VP}$  los automóviles equivalentes por vehículo pesado, determinados por la expresión:

$$E_{VP} = 1 + (0.25 + P_{C/VP})(E - 1)$$



en donde  $P_{CVP}$  es la porción de camiones en relación con el total de vehículos pesados y E los automóviles equivalentes determinados de la Tabla 2.7.

PARA DETERMINACIONES DE NIVEL DE SERVICIO					
VPH AMBAS DIRECCIONES	FHMD	VPH AMBAS DIRECCIONES	FHMD		
100	0.83	1000	0.93		
200	0.87	1100	0.94		
300	0.90	1200	0.94		
400	0.91	1300	0.94		
500	0.91	1400	0.94		
600	0.92	1500	0.95		
700	0.92	1600	0.95		
800	0.93	1700	0.95		
900	0.93	1800	0.95		
		≥ 1900	0.96		
PARA DETERMINACIONES DE VOLÚMENES DE SERVICIO					
NIVEL DE SERVICIO	A	B	C	D	E
FACTOR DE HORA DE MÁXIMA DEMANDA	0.91	0.92	0.94	0.95	1.00

**Tabla 2.1** Factores de Hora de Máxima Demanda para carreteras de dos carriles, basados en distribución aleatoria de flujo

TIPO DE TERRENO	NS	DP (a)	VEL (b)	RELACIÓN V/C (c) PARA CARRETERAS CON LONGITUD DE REBASE RESTRIGIDO EN:					
				0%	20%	40%	60%	80%	100%
PLANO	A	30	93	0.15	0.12	0.09	0.07	0.05	0.04
	B	45	88	0.27	0.24	0.21	0.19	0.17	0.16
	C	60	83	0.43	0.39	0.36	0.34	0.33	0.32
	D	75	80	0.64	0.62	0.60	0.59	0.58	0.57
	E	90	72	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	F	100				(d)			
LOMERÍO	A	30	91	0.15	0.10	0.07	0.05	0.04	0.03
	B	45	86	0.26	0.23	0.19	0.17	0.15	0.13
	C	60	82	0.42	0.39	0.35	0.32	0.30	0.28
	D	75	78	0.62	0.57	0.52	0.48	0.46	0.43
	E	90	64	0.97	0.94	0.92	0.91	0.90	0.90
	F	100				(d)			
MONTAÑOSO	A	30	90	0.14	0.09	0.07	0.04	0.02	0.01
	B	45	86	0.25	0.20	0.16	0.13	0.13	0.10
	C	60	78	0.39	0.33	0.28	0.23	0.20	0.16
	D	75	72	0.58	0.50	0.45	0.40	0.37	0.33
	E	90	56	0.91	0.87	0.84	0.82	0.80	0.78
	F	100				(d)			

(a) Límite superior de la demora porcentual (DP), en porcentaje.

(b) Límite inferior de la velocidad media de viaje, en kph. Esta cifra es informativa y se aplica cuando la velocidad de proyecto es al menos de 100 kph (velocidad en condiciones ideales).

(c) La relación V/c está referida a  $c = 2\ 800$  vph en ambas direcciones. El porcentaje de rebase restringido puede estimarse con el de longitud de carretera con distancia de visibilidad menores a 450 m.

(d) Muy variable; el límite corresponde al nivel de servicio E.

**Tabla 2.2** Niveles de servicio para análisis generalizado de la carreteras de dos carriles. Ambas direcciones

PEND. TANG. VERT. (%)	NIVEL DE SERVICIO	VEL. (kph) (a)	RELACIÓN V/C (b) PARA CARRETERAS CON LONGITUD DE REBASE RESTRIGIDO EN:					
			0%	20%	40%	60%	80%	100%
3	A	88	0.27	0.23	0.19	0.17	0.14	0.12
	B	80	0.64	0.59	0.55	0.52	0.49	0.47
	C	72	1.00	0.95	0.91	0.88	0.86	0.84
	D	64	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
4	A	88	0.25	0.21	0.18	0.16	0.13	0.11
	B	80	0.61	0.56	0.52	0.49	0.47	0.45
	C	72	0.97	0.92	0.88	0.85	0.83	0.81
	D	64	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
5	A	88	0.21	0.17	0.14	0.12	0.10	0.08
	B	80	0.57	0.49	0.45	0.41	0.39	0.37
	C	72	0.93	0.84	0.79	0.75	0.72	0.70
	D	64	0.98	0.96	0.95	0.94	0.93	0.92
6	A	88	0.12	0.10	0.08	0.06	0.05	0.04
	B	80	0.48	0.40	0.35	0.31	0.28	0.26
	C	72	0.85	0.76	0.68	0.63	0.59	0.55
	D	64	0.97	0.91	0.87	0.83	0.81	0.78
	E	40 - 64 (c)	1.00	0.99	0.99	0.98	0.98	0.98
7	A	88	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	B	80	0.34	0.27	0.22	0.18	0.15	0.12
	C	72	0.77	0.65	0.55	0.46	0.40	0.35
	D	64	0.93	0.82	0.75	0.69	0.64	0.59
	E	40 - 64 (c)	1.00	0.95	0.92	0.90	0.88	0.86

(a) Velocidad media de viaje en la tangente vertical.

(b) La relación V/c está referida a  $c = 2\ 800$  vph en ambas direcciones. El porcentaje de rebase restringido puede estimarse con el de longitud de carretera con distancia de visibilidad menores a 450 m.

(c) La velocidad exacta a la cual ocurre la capacidad varía con el porcentaje y longitud de la pendiente, composición del tránsito y volumen.

NOTA: Interpolarse para valores intermedios de rebase restringido.  
Redondear la pendiente al valor próximo más alto.

**Tabla 2.3** Niveles de servicio en tangentes verticales específicas de carreteras de dos carriles. Ambas direcciones

DISTRIBUCIÓN DIRECCIONAL SENTIDO 1/ SENTIDO 2	PARA ANÁLISIS GENERALIZADO	PARA ANÁLISIS DE TANG. ESPECÍFICAS (SENT. 1 ASCENDENTE)
100 / 0	0.71	0.58
90 / 10	0.75	0.64
80 / 20	0.83	0.70
70 / 30	0.89	0.78
60 / 40	0.94	0.87
50 / 50	1.00	1.00
40 / 60		1.20
30 / 70		1.50

**Tabla 2.4** Factores de ajuste por distribución direccional en carreteras de dos carriles

ANCHO DE ACOTAMIENTO EN M (a)	ANCHO DE CARRIL, EN M. Y NIVEL DE SERVICIO (b)							
	3.50		3.30		3.00		2.70	
	A - D	E	A - D	E	A - D	E	A - D	E
1.80	1.00	1.00	0.93	0.94	0.84	0.87	0.70	0.76
1.20	0.92	0.97	0.85	0.92	0.77	0.85	0.65	0.74
0.60	0.81	0.93	0.75	0.88	0.68	0.81	0.57	0.70
0.00	0.70	0.88	0.65	0.82	0.58	0.75	0.49	0.66

(a) Usar ancho medio si los acotamientos tienen anchos diferentes.

(b) Para analizar tramos específicos considere NS = E para velocidades menores a 72 kph.

**Tabla 2.5** Factores de ajuste por efecto de restricciones en el ancho de carril y acotamientos en carreteras de dos carriles

TIPO DE VEHÍCULO	SÍMBOLO	NIVEL DE SERVICIO	TIPO DE TERRENO		
			PLANO	LOMERÍO	MONTAÑOSO
CAMIÓN	E <sub>c</sub>	A	2.0	4.0	7.0
		B - C	2.2	5.0	10.0
		D - E	2.0	5.0	12.0
RECREACIONAL	E <sub>r</sub>	A	2.2	3.2	5.0
		B - C	2.5	3.9	5.2
		D - E	1.6	3.3	5.2
AUTOBÚS	E <sub>b</sub>	A	1.8	3.0	5.7
		B - C	2.0	3.4	6.0
		D - E	1.6	2.9	6.5

**Tabla 2.6** Automóviles equivalentes para análisis generalizado de carreteras de dos carriles

PEND. TANG.(%)	LONGITUD TANG. (m)	VELOCIDAD MEDIA DE ASCENSO EN KPH					
		88	85	80	72	64	48
0	TODAS	2.1	1.8	1.6	1.4	1.3	1.3
3	400	2.9	2.3	2.0	1.7	1.6	1.5
	800	3.7	2.9	2.4	2.0	1.8	1.7
	1200	4.8	3.6	2.9	2.3	2.0	1.9
	1600	6.5	4.6	3.5	2.6	2.3	2.1
	2400	11.2	6.6	5.1	3.4	2.9	2.5
	3200	19.8	9.3	6.7	4.6	3.7	2.9
	4800	71.0	21.1	10.8	7.3	5.6	3.8
	6400		48.0	20.5	11.3	7.7	4.9
4	400	3.2	2.5	2.2	1.8	1.7	1.6
	800	4.4	3.4	2.8	2.2	2.0	1.9
	1200	6.3	4.4	3.5	2.7	2.3	2.1
	1600	9.6	6.3	4.5	3.2	2.7	2.4
	2400	19.5	10.3	7.4	4.7	3.8	3.1
	3200	43.0	16.1	10.8	6.9	5.3	3.8
	4800		48.0	20.0	12.5	9.0	5.5
	6400			51.0	22.8	13.8	7.4
5	400	3.6	2.8	2.3	2.0	1.8	1.7
	800	5.4	3.9	3.2	2.5	2.2	2.0
	1200	8.3	5.7	4.3	3.1	2.7	2.4
	1600	14.1	8.4	5.9	4.0	3.3	2.8
	2400	34.0	16.0	10.8	6.3	4.9	3.8
	3200	91.0	28.3	17.4	10.2	7.5	4.8
	4800			37.0	22.0	14.6	7.8
	6400				55.0	25.0	11.5
6	400	4.0	3.1	2.5	2.1	1.9	1.8
	800	6.5	4.8	3.7	2.8	2.4	2.2
	1200	11.0	7.2	5.2	3.7	3.1	2.7
	1600	20.4	11.7	7.8	4.9	4.0	3.3
	2400	60.0	25.2	16.0	8.5	6.4	4.7
	3200		50.0	28.2	15.3	10.7	6.3
	4800			70.0	38.0	23.9	11.3
	6400				90.0	45.0	18.1
7	400	4.5	3.4	2.7	2.2	2.0	1.9
	800	7.9	5.7	4.2	3.2	2.7	2.4
	1200	14.5	9.1	6.3	4.3	3.6	3.0
	1600	31.4	16.0	10.0	6.1	4.8	3.8
	2400		39.5	23.5	11.5	8.4	5.8
	3200		88.0	46.0	22.8	15.4	8.2
	4800				66.0	8.5	16.1
	6400						28.0

NOTA: Si no se muestra un valor, esa velocidad no se puede obtener.

La pendiente debe redondearse al siguiente valor más alto.

**Tabla 2.7** Automóviles equivalentes para análisis de tangentes verticales  
específicas en carreteras de dos carriles

**Conclusiones**

Con la información que se obtiene de este capítulo, es posible comparar el tránsito diario promedio anual (TDPA) actual, con el máximo volumen de servicio calculado para cada uno de los niveles de servicio y así obtener el nivel de servicio actual de la carretera, para finalmente determinar si la carretera requiere o no de una modernización.



**CAPÍTULO 3**  
**REVISIÓN DEL ESTADO FÍSICO DE UNA**  
**CARRETERA**

## CAPÍTULO 3

### REVISIÓN DEL ESTADO FÍSICO DE UNA CARRETERA

El objetivo de este capítulo, es revisar los elementos fundamentales de una carretera, los cuales son: del cuerpo (corona, drenaje y derecho de vía) y del señalamiento (vertical, horizontal) y definir así, si alguno de estos elementos requiere de algún trabajo de conservación (ver capítulo 4) o de reconstrucción (ver capítulo 5).

#### 3.1. Definición de términos

##### *Sección*

Es la longitud unitaria en que se dividen las carreteras para fines estadísticos y de trabajo, misma que se considera invariable y permanente; en general esta longitud es de 10 km y debe quedar comprendida entre dos cadenamientos cerrados, múltiplos de 10 km, por ejemplo, entre el km 30+000 y el km 40+000. La longitud máxima de una sección será de 10 km salvo casos especiales.

Las incidencias por las que la longitud de la sección puede ser diferente de 10 km, son:

- ⇒ Secciones correspondientes al principio ó al final de un tramo. Por ejemplo, si el tramo se inicia en el km 28+300, la primera sección abarcará del km 28+300 al km 30+000 y su longitud será de 1.7 km; en caso de que la longitud sea inferior a 1 km, deberá anexarse a la sección inmediata anterior o posterior.
  
- ⇒ En los sub-tramos en donde se presenten igualdades de cadenamiento, se tomará como inicio de la sección el final de la sección anterior y terminará con el cadenamiento de atrás de la igualdad, salvo que su



longitud sea menor a 1 km, en cuyo caso esta parte deberá anexarse a la sección inmediata anterior. Se procederá de igual manera con la sección subsiguiente a la igualdad, la cual comenzará con el km de adelante de dicha igualdad y terminará con el siguiente km cerrado a cero.

- ⇒ Ramales o desviaciones a poblados, de poca longitud.
- ⇒ Enlaces y/o accesos en cruces a nivel o pasos a desnivel, que cuando son pequeños (menos de un km) podrán anexarse a la sección anterior de la carretera a que pertenecen.
- ⇒ Pasos por poblaciones, en los cuales es conveniente considerarlos como una sola sección, salvo el caso de que excedan la especificación de 10 km, en más de un kilómetro.

### *Elemento*

Cada una de las partes constitutivas de una carretera que requieren atención y que deben calificarse.

### *Deficiencia*

Condiciones que denotan defecto o mal estado físico en algún elemento de una carretera.

### *Calificador*

Persona que califica el estado físico y condiciones de conservación de una carretera.

### *Señalamiento vertical*

Conjunto de dispositivos para el control del tránsito, en cualquier tipo de carretera.

### *Señalamiento horizontal*

Conjunto de rayas, marcas y dispositivos, que se colocan en la superficie de una carretera.

### *Valor relativo*

Es el factor que multiplicado por la evaluación de un elemento, valoriza su importancia o participación en la calificación total de la sección.

### *Cuerpo de la carretera*

Es el conjunto de los tres elementos que lo forman: la corona, obras de drenaje y el derecho de vía.

### *Calavera*

Es una porción de la corona que ha sido destruida y removida por diferentes factores, cuya dimensión mayor es superior a 20 cm, y de espesor no mayor de 5 cm, (o igual al espesor de la carpeta asfáltica).

### *Bache*

Es una porción de la corona que ha sido destruida y removida por diferentes factores, cuya dimensión mayor es inferior a 20 cm y de profundidad mínima mayor que el espesor de la carpeta asfáltica.

### 3.2. Generalidades

Para calificar cualquier elemento de una carretera, se usará siempre la escala que va del cero (Pésimo), al cinco (Excelente), con los siguientes niveles intermedios:

Calificación	Estado del elemento
0	Pésimo
0 - 1	Muy malo
1 - 2	Malo
2 - 3	Regular
3 - 4	Bueno
4 - 5	Muy bueno
5	Excelente

En la calificación de todos los elementos de la carretera y para mayor precisión, se adoptará en el rango de 0 a 5, los datos con aproximación a un decimal.

La calificación que se otorgue a un elemento, se referirá siempre a toda la sección considerada, por lo que dicha calificación debe reflejar el estado promedio que guarda el elemento calificado, dentro de la propia sección.

La velocidad media aconsejable en el recorrido para calificar dependerá de la topografía de la zona, pero no deberá exceder de los 60 km/hr. Para carreteras en malas condiciones o sinuosas, la velocidad de recorrido será la adecuada a dichas circunstancias.

Cualquiera que sea el tipo de superficie de rodamiento, el calificador deberá detener su recorrido por lo menos dos veces por sección, para revisar las obras de drenaje y para apreciar con detalle el estado de los demás elementos que integran la carretera, lo cual le permitirá confirmar o rectificar las evaluaciones que haya hecho en el recorrido.

El calificador efectuará el recorrido en un vehículo que deberá ser proporcionado por el centro de trabajo a cuyo cargo esté el tramo; dicho vehículo se encontrará en óptimas condiciones de servicio y estará provisto de las señales adecuadas para indicar su operación a baja velocidad y evitar accidentes.

En su recorrido a la carretera, el calificador se hará acompañar por el responsable técnico de la conservación del tramo (Residente). En casos eventuales y por causas de fuerza mayor, podrá acompañarlo otro servidor público con categoría no inferior al sobrestante.

Se deberá calificar solamente durante el día y cuando exista suficiente luz natural, para poder apreciar debidamente el estado de la carretera. Como la inspección se dificulta cuando el recorrido se realiza con el sol de frente, los horarios de trabajo deberán programarse en tal forma que se evite en lo posible esta situación.

El avance diario en el recorrido para calificar no deberá exceder de 200 km. Se ha comprobado que mayores recorridos producen cansancio, lo que puede dar lugar a resultados erróneos en la calificación.

Al finalizar una sección, el calificador debe detener su recorrido para hacer la evaluación de sus observaciones y anota en un registro (figura 3.1), las calificaciones en una escala de 0 – 5 que determinó para cada uno de los elementos de la carretera; ésta es de conformidad con las guías o lineamientos para calificar según bases incluidas en el subcapítulo 3.5 de este capítulo.

<h1 style="margin: 0;">SCT</h1> <p style="margin: 0;">COMISIÓN DE ESTUDIOS PARA LA CALIFICACIÓN DE CAMINOS</p>		DATOS OBTENIDOS EN EL RECORRIDO PARA LA CALIFICACIÓN DEL ESTADO FÍSICO DE LAS CARRETERAS CONSERVACIÓN A CARGO DE LA _____ ESTADO DE _____ JEFE DE LA DEPENDENCIA _____ CALIFICADOR _____ FECHA _____											
		CARRETERA, TRAMO Y RUTA _____ _____ _____											
KILÓMETRAJE													
		CUERPO DEL CAMINO	CORONA										
			DRENAJE										
			DERECHO DE VÍA O DESHIERBE DE ORILLA Y ARREGLO DE TALUDES										
SEÑALAMIENTO	VERTICAL												
	HORIZONTAL												
CALIFICADOR _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____													

**Figura 3.1** Formato para el registro de calificaciones

Cada elemento debe calificarse en forma independiente, es decir, la calificación de un elemento no debe influir en la de otro. Por ejemplo al evaluar las condiciones del drenaje, no deben tomarse en cuenta las observaciones que se hagan para la corona o viceversa.

Tampoco debe influir en la calificación el proyecto geométrico de la carretera. Así, la calificación para la corona es independiente de su ancho si se trata de una tangente o de una curva y aún de su grado de curvatura.

En caso de lluvias y para aprovechar el tiempo, podrá calificarse el drenaje, observando su funcionamiento y así evaluarlo con mayor certeza. Lo mismo puede hacerse con el señalamiento vertical del derecho de vía. El recorrido habrá de repetirse para calificar la superficie de rodamiento cuando esté seca y para los otros elementos faltantes.

En caso de que se encuentre reparándose un tramo de carretera, éste no se tomará en cuenta para la calificación, haciéndolo notar en las observaciones.

### 3.3. Elementos que se califican y su valor relativo

Para calificar una carretera se consideran diversos elementos, los cuales pueden evaluarse de acuerdo a su importancia en la función de proporcionar un servicio eficiente.

Los elementos se agrupan, en aquellos que tienen relación con el cuerpo de la carretera y los que se refieren al señalamiento.

La evaluación debe conciliar el punto de vista del usuario con el del calificador.

Los elementos por calificar y su valor relativo considerados para las carreteras, se indican a continuación.

Elemento por calificar	Valor Relativo
a) Del cuerpo	
Corona	50
Drenaje	30
Derecho de vía	20
	SUMA: 100

b) Del señalamiento	
Vertical	60
Horizontal	40
	SUMA: 100
c) Influencia para la Calificación Total	
Del Cuerpo	0.80
Del Señalamiento	0.20

Los valores relativos asignados en el párrafo anterior a cada uno de los diferentes elementos de la carretera, fueron fijados tomando como base la contribución o la importancia del elemento para que la carretera proporcione un servicio eficiente.

Durante el recorrido por la carretera, es posible que el calificador observe ciertas condiciones particulares que afectan la fluidez del tránsito y que por ello requieran atención, como por ejemplo: daños en los puentes u otras obras de drenaje, desperfectos en las defensas metálicas, señales colocadas en forma inadecuada o que no cumplan con las normas establecidas, desviaciones defectuosas, derrumbes, deslaves, invasiones al derecho de vía, etc. Aunque estas condiciones influyen en la calificación de los diversos elementos de la carretera no se califican separadamente, sin embargo, es muy conveniente aprovechar los reportes que se formulen al respecto para hacer las notas a las dependencias correspondientes, con objeto de que éstas tomen las medidas correctivas que en cada caso se ameriten.

### **3.4. Proceso de cálculo para calificar el estado físico de una carretera**

Como quedó señalado en los capítulos anteriores, durante el recorrido a la carretera se califican en cada sección todos los elementos del mismo, con valores comprendidos entre cero y cinco, según corresponda al estado físico. La obtención de estas calificaciones constituye el objetivo fundamental del trabajo de campo.

La calificación de una sección, es el número que se obtiene sumando los productos resultantes de multiplicar la calificación de cada elemento, con escala de cero a cinco, por su valor relativo y por su correspondiente valor de influencia. Esta calificación variará entre 0 y 500.

La calificación de la carretera es el número que se obtiene al dividir la suma de los productos resultado de multiplicar la calificación para cada sección por su longitud de kilómetros, entre la longitud total correspondiente a las secciones calificadas.

Con el mismo procedimiento puede obtenerse la calificación para cada elemento en la carretera, al considerar los datos relativos al elemento de que se trate, lo cual resulta conveniente porque así puede precisarse la atención que haya tenido dicho elemento.

La calificación para un grupo de carreteras o red de carreteras también llamada "calificación ponderada", es el número que se obtiene al dividir la suma de los productos resultado de multiplicar la calificación de cada carretera por su longitud calificada, entre la longitud total de las carreteras calificadas en el grupo o red. De manera similar puede obtenerse la calificación ponderada para cada uno de los elementos, según lo aplicable del procedimiento indicado en el inciso anterior.



Las calificaciones ponderadas máximas de los elementos de una carretera son:

Para Corona	(5 x 50)	250
Para Drenaje	(5 x 30)	150
Para Derecho de Vía	(5 x 20)	100
	Suma	500
(Máxima Calif. del Cuerpo)		

Para Señalamiento Vertical	(5 x 60)	300
Para Señalamiento Horizontal	(5 x 40)	200
	Suma	500
(Máxima Calif. del Señalamiento)		

La calificación ponderada del cuerpo de la carretera es la suma de las calificaciones ponderadas de sus elementos: corona, drenaje y derecho de vía.

Asimismo, la calificación ponderada del señalamiento, es la suma de las calificaciones ponderadas de sus elementos: vertical y horizontal.

Posteriormente se multiplican las calificaciones ponderadas del cuerpo y del señalamiento por su respectivo factor de influencia. La suma de estos productos da origen a la calificación total ponderada del tramo.

Para obtener la calificación total ponderada de un grupo o red de carreteras y teniéndose los datos completos de todos los tramos que intervengan como son:

- Calificaciones ponderadas del cuerpo
- Calificaciones ponderadas del señalamiento
- Calificaciones totales ponderadas

Se suman los productos resultado de multiplicar cada calificación ponderada del cuerpo de un tramo por su respectiva longitud de tramo, esta suma se divide entre la longitud total del grupo o red siendo el resultado la calificación ponderada del cuerpo para el grupo o red.

Este mismo procedimiento se efectúa para encontrar la calificación ponderada del señalamiento del grupo o red y la calificación total ponderada del grupo o red de carreteras.

Para ratificar el resultado de la calificación total ponderada del grupo o red, se cotejará con la suma de los productos resultados de multiplicar las calificaciones ponderadas del cuerpo y del señalamiento del grupo o red por sus respectivos factores de influencia.

La calificación representa el estado físico actual para su correlación se establecen en lo general los siguientes rangos.

CALIFICACIÓN	ESTADO FÍSICO
DE 0 HASTA 250	MALO
MAYOR DE 250 HASTA 350	REGULAR
MAYOR DE 350 HASTA 500	BUENO

Lo establecido en el párrafo anterior, puede considerarse en lo general, para carreteras de primera importancia, cuyo objetivo óptimo es una calificación de 500 puntos. Sin embargo, deberán fijarse las calificaciones máximas u objetivos de cada carretera, ruta o tramo en particular, según su importancia y/o su servicio, aplicando los conceptos de bueno, regular y malo en los porcentajes siguientes:

CALIFICACIÓN EN % RESPECTO A LA CALIFICACIÓN "META"	ESTADO FÍSICO
DE 0 A 50	MALO
MAYOR DEL 50 Y HASTA EL 70	REGULAR
MAYOR DEL 70 Y HASTA EL 100	BUENO

Cuando se utilice una representación gráfica para indicar el estado físico de una carretera, con base en la escala de calificaciones mencionada en este subcapítulo, se empleará el color rojo para la condición de malo, el color amarillo para regular y el color verde para bueno.

### 3.5. Guías generales para calificar los elementos de una carretera

En este subcapítulo se establecen las guías o lineamientos generales para orientar al calificador en el otorgamiento de las calificaciones, con escala del cero al cinco, que corresponden a los diferentes elementos, según las deficiencias observadas.

#### 3.5.1. Corona

Para calificar la corona de una carretera, en la figura 3.2 se indican las calificaciones correspondientes a las deficiencias anotadas y de acuerdo con la intensidad en que ocurran.

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES COMISIÓN DE ESTUDIOS PARA LA CALIFICACIÓN DE CARRETERAS CORONA DE CARRETERAS					
DEFICIENCIAS		INTENSIDADES			
DESCRIPCIONES	NO SE OBSERVAN	CORREGIDAS	NO CORREGIDAS		
			TRES ZONAS AISLADAS PEQUEÑAS POR SECCIÓN	SEIS ZONAS AISLADAS AMPLIAS POR SECCIÓN	GENERALIZADAS > 30% LONG.
I DEFORMACIONES: Depresiones, Asentamientos, Ondulaciones, Roderas, Rizos múltiples y orillas carcomidas	5.0	4.5	4.0	3.5	DE 3.0 A 1.0
II GRIETAS: Longitudinales, Transversales, Diagonales o Curvas		-(0.1 A 0.3)	-(0.1 A 0.3)	-(0.3 A 0.6)	-(0.6 A 1.0)
III AGRIETAMIENTOS POLIGONALES:		-(0.1 A 0.5)	-(0.3 A 0.6)	-(0.6 A 1.0)	-(1.0 A 1.5)
IV CALAVERAS:		-(0.2 A 0.5)	-(0.3 A 0.5)	-(0.5 A 1.0)	-(1.0 A 1.5)
V BACHES:		-(0.2 A 0.8)	-(0.5 A 0.8)	-(0.8 A 1.5)	-(1.5 A 2.0)
V TEXTURAS DEFECTUOSAS: Lloradas, Desprendimientos, Superficie resbalosa		-(0.0 A 0.3)	-(0.1 A 0.3)	-(0.3 A 1.0)	-(1.0 A 1.5)

NOTAS: LA CALIFICACIÓN BASE SERÁ LA DEL CONCEPTO I, LAS DEMAS SE DESCONTARÁN SEGUN LA IMPORTANCIA Y EXTENSIÓN DEL DEFECTO, SI LA CALIFICACIÓN RESULTA ALGEBRAICAMENTE NEGATIVA SE LE CONSIDERA DE CERO

**Figura 3.2** Formato para calificar la corona de carreteras

Por zonas aisladas pequeñas debe entenderse aquella parte de la sección donde las deficiencias se localizan, en longitudes que van desde los 5 m a los 200 m y por zona aislada amplia cuando dichas deficiencias se observan en longitudes de 200 a 500 m.

Por zonas generalizadas se entenderán las deficiencias que abarquen una longitud igual o mayor del 30% de la longitud total de la sección.

Se tomará como base para la calificación de la corona de carreteras, las deficiencias marcadas como tipo I en la figura 3.2 de acuerdo al tipo de deficiencias, su extensión dentro de la sección y su gravedad.

Los conceptos II al VI, tendrán puntuación deductiva a la evaluación anterior, tomando como guía los rangos marcados en cada uno de ellos. Por supuesto los defectos por distintos conceptos son acumulables y deducibles de la calificación base, o sea, de la marcada como I.

En caso de que el resultado algebraico al calificar sea negativo, se considerará una calificación de 0.

Se hace la aclaración que las grietas capilares o angostas, que no son visibles desde el vehículo, no se tomarán en cuenta para la calificación, en cambio solo son significativas aquellas que se distingan claramente.

Respecto a la profundidad de las grietas, no se tomarán en consideración para variar la calificación.

### 3.5.2. Drenaje

Para el drenaje en carreteras en la figura 3.3 se indican las calificaciones correspondientes al concepto de que se trate, de acuerdo con su funcionamiento y los defectos físicos que se observen.

Para calificar el drenaje, excepto para el caso de la cunetas que pueden observarse desde el vehículo, el calificador detendrá su recorrido por lo menos en dos ocasiones por sección y en donde existan alcantarillas, con objeto de verificar su funcionamiento, su estado físico y las condiciones de conservación.

El concepto base de la calificación del drenaje corresponde a las alcantarillas, vados y canalizaciones, a las que se les asigna la calificación entre el 5.0 y el 1.0 según el escurrimiento.

Esta calificación es por muestreo y deberá tenerse un especial cuidado en que este muestreo sea representativo.

Se consideran defectos físicos: las grietas, cuarteadoras, socavaciones en los cimientos, etc. y se estiman como mayores cuando la reparación requiera de desviaciones del tránsito, o se produzcan estrangulamientos de la calzada.

Cuando se presenten estos defectos físicos mayores, se formulará la información adicional especial correspondiente.

Las cunetas se evaluarán en forma deductiva según la obstrucción que ocasionen al paso del agua, aclarándose que si la obstrucción parcial o total no se presentó en el total de las cunetas existentes en la sección, el valor deductivo no será el señalado en la figura 3.3, sino un porcentaje de éste, en relación con el cálculo de las cunetas existentes en la sección, y según el peligro a que se exponga la estabilidad de la carretera.

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES COMISIÓN DE ESTUDIOS PARA LA CALIFICACIÓN DE CARRETERAS DRENAJE DE CARRETERAS						
DEFICIENCIAS EN EL CONCEPTO		FUNCIONAMIENTO DEL ESCURRIMIENTO			DEFECTOS FÍSICOS	
		SATISFACTORIO	OBSTRUIDO PARCIALMENTE	OBSTRUIDO TOTALMENTE	MENORES	MAYORES
I	ALCANTARILLAS, VADOS Y CANALIZACIONES	5.0	DE 5.0 A 3.0	DE 3.0 A 1.0	0.0	-1.0
II	CUNETAS	0.0	DE 0.0 A -1.0	DE -1.0 A -1.5	-0.5	-1.0
III	PENDIENTE TRANSVERSAL, BOMBEO Y SOBREELEVACIÓN				-0.1	-0.5
IV	LAVADEROS, GUARNICIONES O BORDILLOS, CONTRACUNETAS Y CANALES				-0.5	-2.0

**Figura 3.3** Formato para calificar el drenaje de carreteras

Los defectos físicos de las cunetas se calificarán deductivamente, además de las obstrucciones al paso del agua.

La pendiente transversal que comprende el bombeo y la sobreelevación, se calificará deductivamente según su defecto físico, considerándose menor cuando la deformación de estas pendientes no alcance el 30% de la longitud de la sección, y mayor cuando la sobrepase.

Los lavaderos, bordillos, contracunetas y canales longitudinales, también se calificarán deductivamente según la intensidad de los daños que se observen en el muestreo que se hará en los lugares donde el calificador detenga su recorrido para observarlos específicamente. Se considerarán daños mayores cuando se esté exponiendo la estabilidad del cuerpo del camino.

La ausencia de bordillos en terraplenes que no lo necesitan no es motivo de la aplicación deductiva de la calificación. Como ejemplo de terraplenes que no los requieren se presentan los siguientes casos:

Terraplenes de pedraplén o enrocamiento

Terraplenes de poca altura

Terraplenes con taludes estabilizados mediante cualquier procedimiento: recubrimiento con zampeado, losas de concreto, gaviones, especies vegetales, etc.

Si la suma algebraica de la calificación base y las deductivas resultara negativa, la calificación del elemento en la sección será cero.

### 3.5.3. Derecho de vía

Para calificar el derecho de vía de una carretera, se deberá tomar en cuenta la figura 3.4, en la cual se indican las calificaciones que deberán aplicarse, en función de las deficiencias que se presentan y de su intensidad.

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES COMISIÓN DE ESTUDIOS PARA LA CALIFICACIÓN DE CARRETERAS DERECHO DE VÍA EN CARRETERAS					
DEFICIENCIAS	INTENSIDAD				
	SIN DEFICIENCIAS	HASTA EN EL 50 % DE LA SECCIÓN	EN MÁS DEL 50 % DE LA SECCIÓN	HASTA EN DOS LUGARES POR SECCIÓN	MÁS DE DOS LUGARES POR SECCIÓN
I VEGETACIÓN CRECIDA: En más de 40 cm en los 5 m colindantes con los hombros de la carretera	5.0	DE 5.0 A 3.5	DE 3.5 A 2.5		
II Vegetación en el resto del derecho de via con más de 1.50 m de altura	0.0	-0.5	-1.0		
III PELIGROS AL TRÁNSITO O AL CAMINO				-1.0	-2.0
IV EN LOS CERCADOS				-(0.0 A 1.0)	-(1.0 A 2.0)
V UTILIZACIÓN INDEBIDA: a) Anuncios prohibidos b) Basureros y/o servidumbre no autorizada				-(0.0 A 1.0) -(0.0 A 1.0)	-(1.0 A 1.5) -(1.0 A 2.0)

NOTAS: LA CALIFICACIÓN BASE ES DADA POR EL CONCEPTO I. LOS DEMAS CONCEPTOS PROPORCIONAN VALORES NEGATIVOS A DEDUCIRSE DE LA CALIFICACIÓN BASE. DE RESULTAR NEGATIVA LA EVALUACIÓN ALGEBRAICA, EL ELEMENTO SE CALIFICARÁ COMO CERO

Figura 3.4 Formato para calificar el derecho de vía en carreteras



La deficiencia de mayor significación en este elemento, corresponde a la vegetación que crece en los cinco metros colindantes a cada lado de la corona de la carretera, por lo cual según su intensidad, se establece la calificación del elemento.

Las deficiencias marcadas en el concepto II, corresponden a la vegetación crecida en el derecho de vía con más de cinco metros del acotamiento y para una altura de 1.50 m.

Las deficiencias marcadas en el concepto III que representan peligros al tránsito o a la carretera, pueden ser: troncos de árboles caídos, piedras y/o obstáculos diversos; así como: hoyancos, zanjas, etc.

En estos casos la clasificación será deductiva de la calificación base y de acuerdo con el peligro que represente la deficiencia.

Las deficiencia en las cercas, señaladas en la figura 3.4 concepto IV, también se califican como deductivas de la calificación base y corresponden a cercas mal ubicadas alojadas dentro del derecho de vía, cercas construidas con material poco consistente, o falta de ellas cuando son necesarias, como en el caso de zonas ganaderas.

Las deficiencias marcadas en el concepto V también deben calificarse como deductivas de la calificación base, y corresponde a utilizaciones indebidas del derecho de vía como: colocación de anuncios a distancias prohibidas o fuera de especificación, siembras diversas, formación de basureros dentro del derecho de vía incluyendo la corona, etc.

Dada la importancia de los conceptos, la calificación se individualiza según el tipo de deficiencia y son acumulativas deductivas de la calificación base.

Cuando la suma algebraica de la calificación base y las deductivas, llegase a resultar negativa, se considerará para el elemento la calificación de cero.

La existencia en el derecho de vía de cortinas de árboles o de otro tipo de vegetación, sembrada *ex profeso* para el mejoramiento ambiental o con fines de ornato, no debe considerarse como una deficiencia.

### 3.5.4. Señalamiento vertical y dispositivos para el control de tránsito

Para calificar estos dispositivos en carreteras, en la figura 3.5 se indican las calificaciones correspondientes a las deficiencias observadas de acuerdo con la intensidad en que ocurran.

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES COMISIÓN DE ESTUDIOS PARA LA CALIFICACIÓN DE CARRETERAS SEÑALAMIENTO VERTICAL Y DISPOSITIVOS PARA CONTROL DEL TRÁNSITO DE CARRETERAS			
CONCEPTOS	FUNCIONAMIENTO DEL ESCURRIMIENTO		
	SIN DEFICIENCIAS	POCAS DEFICIENCIAS < 30%	MUCHAS DEFICIENCIAS > 30%
I SEÑALES	5.0	DE 5.0 A 3.0	DE 3.0 A 1.0
II FANTASMAS		-(1.0 A 2.0)	-(2.0 A 3.0)
III POSTES DE KILOMETRAJE		-(0.3 A 0.5)	-(0.5 A 1.0)

NOTAS: LA CALIFICACIÓN BASE ES LA CONCEPTO I, LOS DEMAS CONCEPTOS DARAN VALORES DEDUCTIVOS ACUMULABLES A DESCONTAR DE LA CALIFICACIÓN BASE

**Figura 3.5** Formato para calificar el señalamiento vertical y dispositivo para el control del tránsito en carreteras

Las deficiencias significativas corresponden al señalamiento vertical preventivo, restrictivo o informativo; por lo cual, éstas son las que marcan la calificación base.

Las deficiencias en estos señalamientos se caracterizan por ausencia, por ser ilegibles, por estar maltratadas o por no cumplir con las especificaciones del manual de dispositivos para el control del tránsito, particularmente en lo que corresponde a dimensiones, colores, rotulado y ubicación (longitudinal, lateral o altura).

Para poder juzgar si las deficiencias son pocas o muchas se requiere del conocimiento del manual de dispositivos para el control de tránsito. Como orientación adicional aproximada: se señalan pocas las deficiencias cuando ocurren en menos del 30% de las que podrían haber por sección y muchas cuando pasan de este 30 %.

Las deficiencias en los fantasmas o defensas ocurren por ausencia, falta de visibilidad o por estar maltratadas o despintadas.

Las deficiencias con postes de km del concepto III son por ausencia, falta de visibilidad o por deterioro de éstos.

El calificador deberá interpretar el peligro a que se exponen los usuarios con las deficiencias del señalamiento vertical, en caso de presentarse condiciones de riesgo, adicionará en su informe una descripción detallada, que incluya la ubicación y datos aclaratorios precisos.

El calificador formulará un reporte especial de los casos en donde se presenten defectos en los dispositivos de protección en obras, especialmente en los de orientación al tránsito, presencia de obstáculos, reducción de ancho de los carriles o cambios de éstos, desviaciones, etc.

Los calificadores de la carretera, deberán ser conocedores de los instructivos que norman el señalamiento mínimo de estas carreteras, los que servirán de base para el desempeño de su trabajo.

Si la suma algebraica de la calificación base con las deductivas resultara negativa, la calificación del elemento en la sección será cero.

### 3.5.5. Señalamiento horizontal y diversas marcas

Para calificar el señalamiento horizontal y las marcas en el pavimento, en la figura 3.6 se indican las calificaciones correspondientes a las deficiencias anotadas y de acuerdo con la intensidad en que ocurran.

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES COMISIÓN DE ESTUDIOS PARA LA CALIFICACIÓN DE CARRETERAS SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Y MARCAS EN CARRETERAS				
CONCEPTOS		INTENSIDAD		
		SIN DEFICIENCIAS	POCAS DEFICIENCIAS < 30%	MUCHAS DEFICIENCIAS > 30%
I	RAYA CENTRAL	5.0	DE 5.0 A 4.0	DE 4.0 A 2.0
II	RAYAS LATERALES, y/o separadores de carriles, canalizadores, etc.		-(0.5 A 1.0)	-(1.0 A 2.0)
III	OTRAS MARCAS: y/o pintado de otros elementos de la sección transversal		-(0.2 A 0.5)	-(0.5 A 1.0)

NOTAS: LA CALIFICACIÓN BASE ES LA CONCEPTO I, LAS DEMÁS SON VALORES NEGATIVOS DEDUCIBLES DE ELLA. SI LA EVALUACIÓN RESULTARA NEGATIVA SE CONSIDERARA UNA CALIFICACIÓN DE CERO

**Figura 3.6** Formato para calificar el señalamiento horizontal y marcas en carreteras

Las deficiencias que ocurren en el señalamiento horizontal corresponden a los siguientes casos:

- ⇒ Ausencia del señalamiento
- ⇒ Falta de claridad
- ⇒ Fuera de especificación, especialmente en su ubicación, dimensiones y color.

Para poder juzgar si las deficiencias son pocas o muchas, se requiere del conocimiento del manual de dispositivos para el control del tránsito. Como orientación adicional: se señala con pocas deficiencias cuando se presentan en número menor del 30% de las que podrían ocurrir en la sección, y serán muchas cuando sobrepasen este 30%.

Las deficiencias significativas del señalamiento horizontal corresponden a las que ocurren en la raya central, por lo que a ésta corresponde la calificación base con valor positivo y las otras deficiencias son deductivas.

Si la suma algebraica de la calificación base con las deductivas resultara negativa, la calificación del elemento en la sección será cero.

El calificador deberá interpretar el peligro a que se exponen los usuarios con las deficiencias en el señalamiento horizontal u otras, y en caso de presentarse condiciones de riesgo, adicionará en su informe la descripción detallada incluyendo ubicación y datos aclaratorios; incluso, en caso necesario, formulará un reporte especial y notificará en forma inmediata a los responsables del tramo.

Para el caso de rayas en las orillas, el concepto II de la figura 3.6 considera una evaluación deductiva de la calificación base. Para dar una calificación adecuada deberá primero definirse si la sección por evaluar debe tener o no rayas

laterales, como en el caso de caminos sinuosos y angostos, tramos con neblina frecuente o lluvias prolongadas, tránsito muy intenso, etc.

En el caso de otras rayas, el concepto II también se refiere a: rayas separadoras de carriles cuando el camino es de 4 carriles o más, rayas canalizadoras del tránsito en entronques, pasos a nivel o a desnivel, rayas protectoras de isletas, etc., deduciendo la evaluación de la calificación base.

Como el concepto III de la figura 3.6: otras marcas en el pavimento y/o otros elementos de la sección transversal, hay que entender lo siguiente: señalamiento de obstáculos, cruce de ferrocarril, zonas de peligro y/o peatones, demarcación de paraderos de autobuses y de estacionamientos; además del pintado de otros elementos como: guarniciones y bordillos, parapetos de puentes, armaduras de puentes, estribos y pilas en pasos inferiores, cabezotes de alcantarillas, etc. En este caso, también la calificación es deductiva de la básica.

En carreteras con anchos de corona de 5.0 m o menos, no es conveniente el pintado de la raya central porque propicia accidentes. En estos casos se hará la observación correspondiente y se calificará como base: 3.0, integrándose la calificación final con la deficiencia de los otros elementos.

Cuando existan rayas o marcas pintadas, la evaluación se hará sobre su estado físico, y por no contar con un procedimiento simple que permita definir la claridad de este señalamiento, corresponderá al calificador: observar y establecer si la pintura tiene poca visibilidad a consecuencia de cualquier causa, por ejemplo: mala calidad de la pintura, acción del tránsito.<sup>7</sup>

---

<sup>7</sup> S.C.T., *Normas para Calificar el Estado Físico de una Carretera*, Pág. 3 a 21

## **Conclusiones**

En este capítulo se llega a definir si alguno de los elementos fundamentales de una carretera tiene problemas, los cuales son: del cuerpo (corona, drenaje y derecho de vía) y del señalamiento (vertical, horizontal), definir cual es en específico la acción correctiva es tema completo de otra tesis, aquí sólo se presentarán las principales recomendaciones de la SCT para el caso de conservación (ver capítulo 4) y reconstrucción (ver capítulo 5).



## **CAPÍTULO 4**

# **CONSERVACIÓN**



## CAPÍTULO 4

### CONSERVACIÓN

El objetivo de este capítulo, es presentar una serie de recomendaciones correctivas a nivel de conservación de carreteras, no pretende cubrir deficiencias estructurales y geométricas, las cuales corresponden a otras áreas (ver capítulos 5 y 6), las recomendaciones que se darán en este capítulo son elaboradas según normas establecidas por la Secretaría de Comunicaciones y Transporte, y algunas recomendaciones del personal de la misma Secretaría.

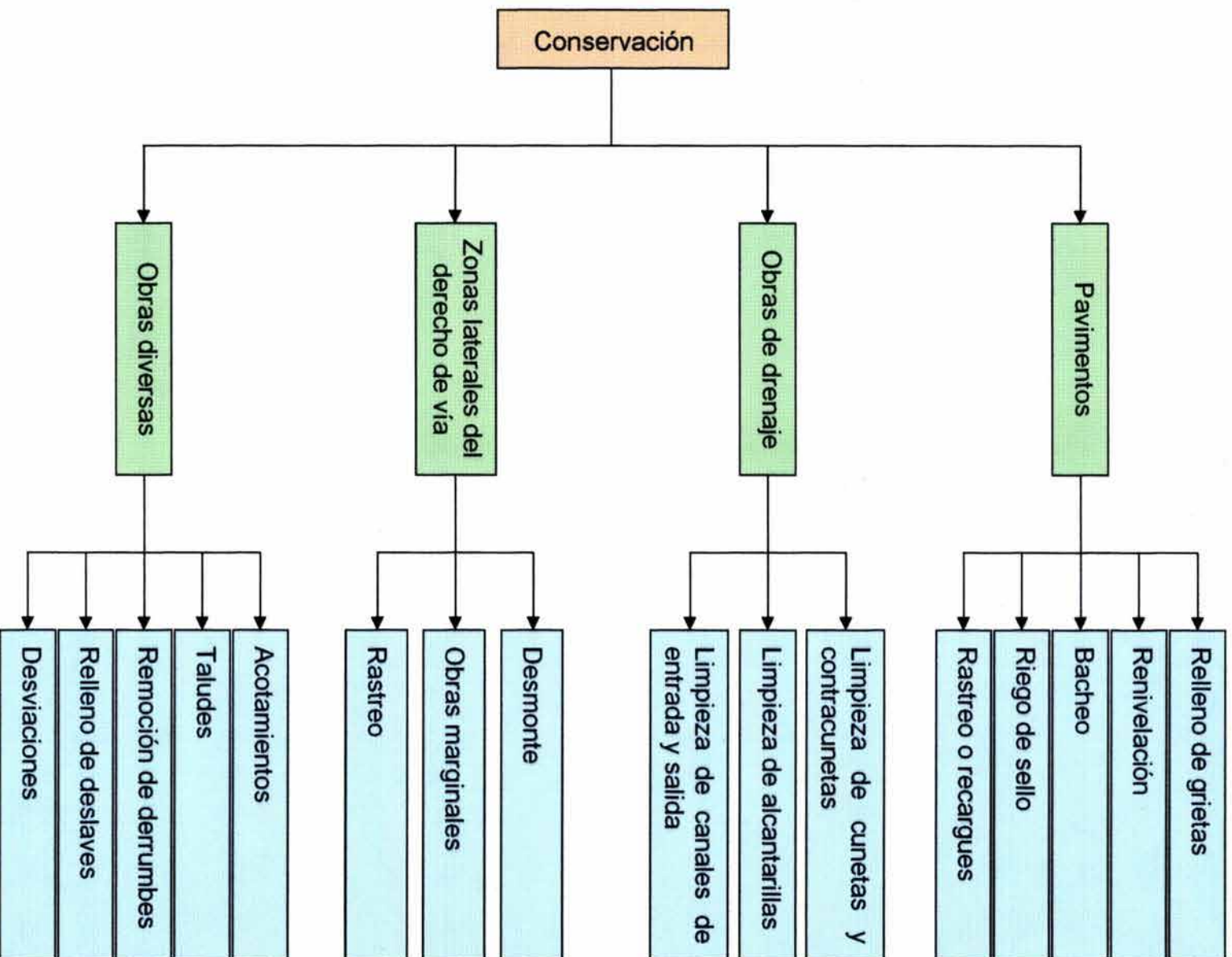
Las carreteras se proyectan y construyen para que estén en servicio por un determinado número de años (como mínimo), llamado horizonte de proyecto o vida útil de la obra. Al concluir este tiempo, los caminos se abandonan, se rescatan o se reconstruyen con el objeto de aumentar su servicio por más tiempo, que es en general lo que sucede.<sup>8</sup>

A semejanza de cualquier esfuerzo que el hombre desarrolla para conservar la salud, asimismo la conservación de los caminos viene siendo la mejor inversión posible, ya que una conservación adecuada no sólo garantiza la inversión inicial de construcción, sino que disminuye el costo de explotación y alarga la vida tanto del camino como de los vehículos que lo usan.

Se denomina conservación normal, al conjunto de trabajos constantes o periódicos que se ejecutan para evitar el deterioro o destrucción prematura de una obra y que la mantienen en su calidad y valor.

---

<sup>8</sup> JIMÉNEZ GONZÁLES, Raúl, *Algunas Notas Sobre Conservación de Carreteras*, Pág. 19



## 4.1. Pavimentos

Los pavimentos con el transcurso del tiempo, sufren una serie de fallas o deterioros que al manifestarse en la superficie de rodamiento, disminuye su capacidad para proporcionar un tránsito cómodo y expedito al usuario. A continuación, se presentan las labores que son más usuales para conservar en buenas condiciones la superficie de rodamiento, cuando está constituida por un pavimento flexible.

### 4.1.1. Relleno de grietas

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

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 la capa de base. El procedimiento para su reparación será:
  - 1) Cuando el ancho de la grieta sea de tres (3) milímetros o menor, se rellenará 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 (3) milímetros, se rellenará, ya sea con una mezcla de producto asfáltico y arena cuya fluidez garantice una adecuada penetración, o bien con capas alternas 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 una 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 procedimiento 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 en forma semejante a la descrita en el subcapítulo correspondiente a bacheo.

- C) Grietas aisladas cuya profundidad llegue a las capas de sub-base y terracerías.

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) Si las grietas son de un ancho hasta de tres (3) 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 (3) milímetros y la base se encuentra en buen estado, deberá programarse la reconstrucción más adecuada, que en general podrá ser una carpeta nueva o una sobrecarpeta.
- 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 de acuerdo con lo indicado en los subcapítulos de bacheo o nivelación.
  - 2) Cuando el área de la zona dañada sea superior al cincuenta por ciento (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 adecuando 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.

### 4.1.2. Renivelación

Conjunto de labores requeridas para reponer la porción de la superficie de rodamiento que ha sufrido una deformación y/o desplazamiento en su nivel original. La manera de efectuar las renivelaciones será la que a continuación se describe:

- A) En caso de deformaciones pequeñas, del orden de uno (1) a tres (3) centímetros, éstas podrán corregirse empleando el sistema de riegos, como se indica en el tema 4.1.4 de este capítulo.
  
- B) Cuando las deformaciones sean superiores a los tres (3) centímetros, se usará para su corrección mezcla asfáltica, de acuerdo con los siguientes lineamientos:
  - 1) La zona por renivelar deberá limpiarse de materia extraña tal como tierra, hierba, desechos de animales u otros.
  
  - 2) Deberá definirse y marcarse el área por renivelar, siguiendo aproximadamente el perímetro que abarque en su totalidad la zona fallada.
  
  - 3) Una vez definida el área por renivelar, se abrirá una caja perimetral de aproximadamente cinco (5) centímetros de espesor, con objeto de evitar espesores pequeños en las orillas de la renivelación, así como que la muestra se corra.
  
  - 4) Se hará una excepción cuando la superficie este constituida por una base impregnada o una carpeta de un riego, deberá picarse la superficie de rodamiento en la zona por renivelarse, dando un espaciamiento

aproximado entre cada golpe de zapapico de treinta (30) centímetros, barriendo a continuación el material excedente.

- 5) Se dará un riego de liga, con el tipo de producto asfáltico y temperatura que marque las especificaciones, de acuerdo con 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 cuarenta por ciento (40%) de ella. Cuando la profundidad del asentamiento exceda de siete (7) centímetros, deberá rellenar en dos (2) o más capas; la capa superficial podrá tener hasta seis (6) centímetros de espesor suelto y las inferiores un máximo de diez (10) centímetros de espesor suelto.
  
- 7) Las capas deberán compactarse con rodillo o aplanadora, desde las orillas hacia el centro. El pisón de mano sólo deberá usarse en compactación de renivelaciones poco profundas y cuya superficie no exceda de cuatro (4) metros cuadrados. En ningún caso deberá dejarse la zona renivelada a la acción del tránsito, sin antes proporcionarle la debida compactación.
  
- 8) Deberá sellarse la zona renivelada en un lapso no mayor de un (1) mes.

### 4.1.3. 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 por su tamaño en calaveras y baches, según sea su dimensión mayor, respectivamente, inferior o superior a quince (15) centímetros.

#### 4.1.3.1. Calaveras

Tomando en cuenta que la presencia de calaveras implica la falla de la superficie de rodamiento, deberá considerarse que su relleno, en la forma que aquí se describe, sólo podrá tomarse como solución definitiva en el caso de que se encuentren muy aisladas.

Cuando las calaveras lleguen a presentarse en número de una (1) por cada diez (10) metros de camino, o bien que se note que su número tienda a incrementarse tan rápidamente, por ejemplo, que se duplique en un lapso de tres (3) meses, deberá procederse de inmediato al estudio de la falla para programar la reconstrucción que proceda con la mayor brevedad posible. Esta reparación deberá efectuarse con la suficiente anticipación para no permitir, en ningún caso, que llegue a ser su número del orden de una calavera por cada doce (12) metros cuadrados de superficie.

La calavera deberá 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 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 los aditivos que recomiende el laboratorio.
- 3) Deberá darse en la zona por reparar un riego de liga con el tipo de producto asfáltico y temperatura especificados.
- 4) La calavera deberá rellenarse con mezcla asfáltica elaborada de acuerdo con las especificaciones, pero con material pétreo no mayor del cuarenta por ciento (40%) de la profundidad de la oquedad. Deberá ponerse la mezcla en un volumen superior aproximadamente en un veinte por ciento (20%) al de la oquedad, con objeto de que al compactarse quede al nivel de la superficie de rodamiento.
- 5) Deberá compactarse con pisón o rodillo ligero, pero nunca dejarse sin la debida compactación a la acción del tránsito.

#### **4.1.3.2. Baches**

Los baches se dividen en profundos y 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 animales u otros.
- 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 obtener paredes verticales y de remover todo el material suelto.
- 6) En el caso de baches profundos, la excavación deberá ser más amplia en la capa de carpeta, para que al 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 siguiente lineamientos:
  - a) Si la profundidad es de cuarenta (40) centímetros o mayor, el ancho mínimo deberá ser de sesenta (60) centímetros.
  - b) El lado menor deberá ser cuando menos el doble del ancho del pisón o una y media (1 ½) veces el ancho del rodillo ligero.
- 8) El bacheo se efectuara con mezcla asfáltica, que cumpla con las especificaciones de materiales para carpeta y/o bases asfálticas. Cuando la oquedad tenga una profundidad mayor de siete (7) centímetros, deberá rellenarse en varias capas. La capa superficial deberá tener de cuatro (4) a seis (6) centímetros de espesor suelto y en ella podrá usarse material pétreo hasta de diecinueve (19) milímetros (3/4"). Las capas

inferiores deberán tener un espesor suelto no mayor de diez (10) centímetros y en ellas se podrá usar material pétreo con tamaño máximo de treinta y ocho (38) milímetros (1 ½").

- 9) La capa superficial deberá dejarse ligeramente excedida en volumen, aproximadamente en un veinte por ciento (20%), para que al compactarse quede al nivel de la superficie de rodamiento existente.
- 10) En caso de bache profundos, y cuando se considere económico el procedimiento, podrán construirse las capas inferiores con los materiales utilizados en la construcción de sub-bases o bases, cuidando de que se cumplan los siguientes requisitos:
  - a) Para el relleno correspondiente a las capas de terracerías o sub-base, podrá usarse material de sub-base o base.
  - b) Para el relleno correspondiente a la capa de base, deberá utilizarse exclusivamente material que cumpla 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 la carpeta existente, incluyendo el caso de baches aislados en bases impregnadas, la capa superficial del bacheo consistirá en mezclas asfálticas con espesor no menor de cuatro (4) centímetros 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 pisón 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 quince (15) días.

#### **4.1.4. Riego de sello**

Aplicación de un material asfáltico que se cubre con una capa de material pétreo, para impermeabilizar el pavimento, protegerlo del desgaste y proporcionar una superficie antiderrapante.

Se considera el riego de sello como labor de conservación cuando la superficie tratada no exceda de mil (1 000) metros lineales continuos.

En la ejecución de los riegos de sello deberá seguirse el procedimiento indicado en el tema 5.1.3 del capítulo 5. Sin embargo, si por causa de fuerza mayor no se puede utilizar el equipo adecuado, podrán aceptarse las siguientes variables:

- A) En superficies que no excedan de sesenta (60) metros cuadrados, cubriendo baches, renivelaciones o tramos agrietados, el producto asfáltico y el material pétreo podrán aplicarse a mano.
- B) En superficies no mayores de seis mil (6 000) metros cuadrados continuos, sólo podrá extenderse a mano el material pétreo, debiendo usarse petrolizadora para el riego del producto asfáltico.
- C) Aun en trabajos de volúmenes pequeños, deberá usarse material pétreo que cumpla con las especificaciones, tanto por lo que se refiere a la calidad del material, como a granulometría, cuidando expresamente que no tenga polvo.

#### 4.1.5. Rastreo y/o recargues en caminos revestidos o en terracerías

Se llama rastreo al reacomodo del material de la capa superficial de un camino con superficie de rodamiento revestida o de terracerías, que da a la sección transversal sus condiciones originales, pudiendo ser necesario en algunos casos efectuar recargues del material correspondiente.

Los rastreos y/o recargues deberán sujetarse a los siguientes lineamientos generales:

##### A) Recargues

Antes de iniciar un rastreo, si se han producido baches, asentamientos, deformaciones y/o en caso de que la capa superficial ya se encuentre muy delgada, deberá efectuarse un recargue de material seleccionado, cuidando de que se cumplan los siguientes requisitos:

- 1) El material deberá llenar los requisitos fijados en las especificaciones para materiales empleados como superficie temporal de rodamiento de caminos.
- 2) El tamaño máximo de material pétreo en la capa superficial podrá ser hasta de setenta y seis (76) milímetros (3") y no deberá tener más de cinco por ciento (5%) de partículas mayores de ese tamaño.
- 3) El volumen del material por emplearse será el necesario para obtener un espesor mínimo compactado del recargue de diez (10) centímetros.

## B) Rastreos

Una vez efectuado el recargue del material se procederá al rastreo de acuerdo con lo siguiente:

- 1) El material deberá estar húmedo; si no tiene la humedad deberá añadirsele el agua necesaria.
- 2) Deberá escarificarse la capa superficial antes de tender la nueva capa, para evitar encarpetamientos.
- 3) Al término del tendido, deberá de preferencia compactarse la nueva capa, sin embargo, si no se cuenta con el equipo adecuado, podrán efectuarse rastreos y/o recargues y dejar la capa sin compactar a la acción del tránsito
- 4) Si no se requiere recargue, el rastreo consistirá en hacer rebajes en las partes salientes para llenar con ese material las depresiones.

## 4.2. Obras de drenaje

En cualquier labor de conservación relacionada con el drenaje, la base para lograr un funcionamiento eficiente del mismo, será disponer de un sistema de inspección establecido que permita una adecuada programación de los trabajos. Estas inspecciones y la programación correspondiente deberán sujetarse a los siguientes lineamientos generales:

- A) Deberán efectuarse como mínimo dos inspecciones al año de todo el sistema, de manera que una de ellas se lleve a cabo con la anticipación suficiente para programar las labores de limpieza y/o reparaciones urgentes y terminarla antes de la temporada de lluvias.

- B) Independientemente de las anteriores, deberán efectuarse inspecciones durante las lluvias fuertes o tormentas y después de ellas, ya que ésta será la única manera efectiva de juzgar si las obras y su funcionamiento son adecuados.
- C) Durante la temporada de lluvias, deberá dársele atención preferente a las labores de limpieza, efectuándolas con la periodicidad necesaria para cumplir con las normas que se dan en el siguiente subcapítulo de este capítulo.
- D) Es necesario poner de relieve que en el caso de obras de drenaje, las labores de conservación no deberán limitarse a mantener en buenas condiciones las existentes, sino que debe estudiarse constantemente su funcionamiento para lograr corregir, mediante las obras adicionales, los defectos u omisiones de proyecto y/o construcción, que la experiencia en la conservación del camino indique como necesarias.

#### **4.2.1. Limpieza de cunetas y contracunetas**

Remoción de materiales ajenos, tales como tierra, piedras, hierbas, troncos u otros que reduzcan la sección de las cunetas y contracunetas impidiendo el escurrimiento libre del agua. La limpieza de cunetas y contracunetas se sujetará a los siguientes lineamientos:

##### **A) Cunetas**

- 1) Se removerá perfectamente toda la materia extraña, tal como tierra, piedras, hierbas, troncos u otra que hubiera en la sección de la cuneta.

- 2) El material removido deberá cargarse y depositarse dentro del derecho de vía, donde no pueda ser arrastrado por las aguas hacia la corona del camino, cunetas o alcantarillas.
- 3) Si la cuneta esta zampeada, al hacer su limpieza deberá cuidarse de no deteriorar el zampeado, y éste deberá revisarse cuidadosamente, a efecto de corregir cualquier desperfecto que permita filtración de agua.
- 4) Si la cuneta no está zampeada, deberán extremarse los cuidados al efectuar su limpieza, para lograr el término de la misma una sección transversal y pendiente longitudinal que garantice el libre escurrimiento del agua.

#### B) Contracunetas

- 1) Deberá removerse el azolve y depositarse formando un bordo de sección sensiblemente uniforme, paralela a la contracuneta y del lado de aguas abajo de la ladera.
- 2) Deberá vigilarse que no haya obstáculos grandes, como piedras, trocos u otros que impidan el libre escurrimiento del agua.
- 3) Debido a las fuertes pendientes, es frecuente que el escurrimiento del agua provoque erosión. En estos casos deberán hacerse escalones zampeados y si esto no fuera suficiente, zampear o recubrir con concreto hidráulico o mezcla asfáltica todas las zonas afectadas.
- 4) En caso de existir socavación, oquedad o grieta en el piso o paredes, deberán corregirse de inmediato con el procedimiento que se considere más adecuado, el cual puede consistir en rellenarlas con concreto



hidráulico, mezcla asfáltica o mampostería y recubrir o zampear la zona adyacente.

- 5) Cuando un corte no tenga contracunetas y se proyecte construirlas, será en extremo importante efectuar sondeos y estudios previos.

#### **4.2.2. Limpieza de alcantarillas**

Remoción de materiales ajenos, tales como tierra, piedras, hierbas, troncos u otros que obstruyan la entrada, salida o el interior de la alcantarilla, impidiendo el libre escurrimiento del agua.

La limpieza de alcantarillas se hará de acuerdo con los lineamientos generales siguientes:

- A) Deberá removerse toda la materia extraña como tierra, hierbas, piedras u otra, que hubiere en la alcantarilla.
- B) El material extraído deberá depositarse dentro del derecho de vía, donde no pueda ser arrastrada nuevamente hacia la misma obra, la corona del camino, cunetas o contracunetas.
- C) No deberá permitirse el crecimiento de hierbas o arbustos en la entrada y salida de las alcantarillas.
- D) Cuando una alcantarilla se azolve con frecuencia, deberá estudiarse y corregirse la causa.

### 4.2.3. Limpieza de canales de entrada y salida

Remoción de azolve u otro material que obstruya la sección de los cauces naturales y/o artificiales que conducen el agua hacia la obra de drenaje, así como de los que facilitan el libre escurrimiento de aquélla a su salida.

La limpieza de canales de entrada y salida se sujetará a los siguientes lineamientos generales:

- A) Deberá removerse toda la materia extraña que hubiere en el canal, como tierra, hierbas, piedras u otra.
- B) El material removido deberá depositarse dentro del derecho de vía, donde no pueda ser arrastrada nuevamente hacia la misma obra, la corona del camino, cunetas, contracunetas o alcantarillas.
- C) Deberá cuidarse que, al término de la limpieza, la sección transversal y la pendiente longitudinal del canal sean tales, que garanticen el libre escurrimiento del agua.
- D) Con frecuencia será conveniente construir desarenadores en los canales de entrada, especialmente en los de acueductos o sifones.
- E) Con frecuencia los canales de entrada y salida se prolongan más allá del derecho de vía, deberá trabajarse de común acuerdo con los propietarios de los terrenos adyacentes.
- F) En caso de que los propietarios de los terrenos adyacentes al derecho de vía necesiten construir bordos de protección o encauzar aguas que crucen el camino, deberán cumplirse siempre las disposiciones legales vigentes.

### 4.3. Zonas laterales del derecho de vía

Derecho de vía es la faja de terreno cuyo ancho corresponde determinar a la SCT y la cual se requiere para la construcción, conservación, reconstrucción, ampliación, protección, y en general, para el uso adecuado de una vía de comunicación y/o de sus servicios auxiliares. Es, por lo tanto, un bien de dominio público sujeto al régimen legal correspondiente.

#### 4.3.1. Desmonte

Despeje de la vegetación existente en el derecho de vía y en las áreas destinadas a bancos, con objeto de evitar la presencia de material vegetal en el cuerpo de la obra, impedir daños a la misma y permitir buena visibilidad, de acuerdo con lo fijado en el proyecto y/o lo ordenado por la secretaria. Comprende la ejecución de alguna, algunas o todas las operaciones siguientes:

- A) Tala, que consiste en cortar los árboles y arbustos.
- B) Roza, que consiste en quitar la maleza, hierbas, zacate o residuos de las siembras.
- C) Desenraíce, que consiste en sacar los troncos o troncones con todo y raíces y cortando éstas.
- D) Limpia y quema, que consiste en retirar el producto del desmonte al lugar que indique la secretaria, estibarlos y quemar lo no utilizable.

El desmonte de zonas laterales del derecho de vía se hará de acuerdo con los lineamientos generales siguientes:

A) Roza

- 1) Si se encuentra hierba en los acotamientos, deberá arrancarse de raíz.
- 2) El corte de la maleza, hierba, zacate, así como árboles o arbustos que inician su crecimiento, deberá efectuarse tan al ras como la conformación del terreno lo permita.
- 3) Para poder cumplir con la norma correspondiente, se recomienda alternar deshierbes de todo el ancho de las zonas laterales, con deshierbes de los cinco (5) metros aledaños a la corona.
- 4) El producto del deshierbe deberá removerse y depositarse dentro de las zonas laterales del derecho de vía, en donde no pueda ser acarreado por el agua a las obras de drenaje.
- 5) Queda expresamente prohibido el quemar directamente la hierba o la maleza para evitar su corte, por lo peligroso de que se propague el fuego.
- 6) Cuando se requiera sembrar zacates u otras especies vegetales para ayudar a estabilizar un talud, deberá buscarse de preferencia, una variedad que no crezca más de cincuenta (50) centímetros.

B) Tala

- 1) Previamente a cualquier trabajo de tala de árboles y arbustos en un desmonte, deberá recavarse la autorización correspondiente de la secretaria de agricultura y ganadería.

- 2) Todo material aprovechable deberá ser estibado en los sitios adecuados dentro del derecho de vía.
- 3) Deberá tomarse las precauciones necesarias para que no caigan ramas o troncos sobre la corona del camino.

#### **4.3.2. Obras marginales**

Son aquellas obras situadas en las zonas laterales del derecho de vía, que contribuyen a una mejor utilización del camino por los usuarios. Las obras marginales más frecuentes son:

##### **A) Acceso.**

Los accesos pueden corresponder a obras de tipo particular como gasolineras, restaurantes, hoteles u otros, o bien, a obras de uso general como son los accesos a poblados o entronque con otros caminos.

##### **B) Paraderos**

Son estructuras diseñadas para permitir a las personas que esperan un autobús, guarecerse del sol o la lluvia mientras llega el vehículo correspondiente.

##### **C) Miradores**

Son zonas de estacionamiento, anexas a los caminos ubicados en lugares desde los cuales se pueden admirar bellezas naturales.

La conservación de obras marginales en las zonas laterales del derecho de vía se hará de acuerdo con los lineamientos generales siguientes:

A) Acceso.

En cada caso particular, la porción del acceso situada dentro del derecho de vía podrá estar o no, al cuidado de quienes conservan el camino.

B) Paraderos

- 1) Deberán repintarse periódicamente, para que presenten un aspecto decoroso.
- 2) Deberán limpiarse tanto el paradero como la zona de estacionamiento, recogiendo la basura y desperdicios que hayan tirado los usuarios. Esta limpieza deberá efectuarse por lo menos una vez a la semana.
- 3) Deberá cuidarse expresamente el drenaje en la zona de estacionamiento.

C) Miradores

- 1) Deberá prestarse la atención adecuada a la superficie de rodamiento, para que cumpla las normas correspondientes.
- 2) Las isletas o camellones y las guarniciones o muros, deberán pintarse de blanco y repintarse periódicamente para que presenten un aspecto decoroso.

- 3) Deberá efectuarse una limpieza de la basura y desperdicios, por lo menos una vez a la semana.
- 4) El deshierbe de la zona aledaña al estacionamiento, deberá efectuarse con la periodicidad necesaria para que la hierba no sobrepase de treinta (30) centímetros de alto en los cinco (5) metros contiguos.
- 5) Deberá prestarse atención especial al drenaje del estacionamiento.

### 4.3.3. Rastreos

Reacomodo del material superficial de las zonas laterales del derecho de vía. Se efectúan para lograr los siguientes fines.

- 1) Rellenar pequeños deslaves y evitar que estos se agranden o aumenten en número
- 2) Extender pequeños volúmenes de material depositado, producto de limpieza de obras o deshierbes.
- 3) Deshierbar y/o facilitar ese trabajo en lo sucesivo, principalmente por que un terreno uniforme permite cortar la hierba más al ras o usar deshierbadora mecánica.
- 4) Obtener una superficie sensiblemente plana y uniforme, que tiene las siguientes ventajas:
  - a) Propicia un mejor drenaje superficial.
  - b) Mejora el aspecto general del camino.

Los rastreos se efectuarán de acuerdo con los siguientes lineamientos generales:

- 1) Se harán con motoconformadora o tractor ligero.
- 2) Deberá evitarse depositar el material arrastrado en las contracunetas o canales.
- 3) Deberá evitarse alterar el cauce y la sección de contracunetas o canales.
- 4) Deberá buscarse mejorar el drenaje de los caminos.

#### **4.4. Obras diversas**

##### **4.4.1. Acotamientos**

Fajas comprendidas entre la orilla de la carpeta o superficie de rodamiento y la orilla de la corona de un camino.

Las labores de conservación en relación a los acotamientos, dependerán del tipo de superficie de rodamiento existente, de acuerdo con lo siguiente:

- A) En caminos con superficie de rodamiento revestido o de terracería, los acotamientos deberán tratarse igual que el resto de la corona del camino, siguiendo los lineamientos dados en el tema 4.1.5 de este capítulo.
- B) En caminos con carpeta, deberán considerarse los siguientes lineamientos:
  - 1) La carpeta y el acotamiento podrá estar en la misma superficie o bien en superficies paralelas con desnivel máximo de cinco (5) centímetros,



siendo siempre, en ese caso, la superficie de la carpeta la de nivel superior.

- 2) Los acotamientos deberán ser construidos atendiendo a las especificaciones para base y protegidos con riego de impregnación.
- 3) Al efectuar reconstrucciones, especialmente sobre carpetas o bases asfálticas, deberá aplicarse la reparación a todo el ancho de corona o efectuar los trabajos adicionales necesarios, para evitar si es posible, el desnivel entre el acotamiento y la superficie de rodamiento, o lograr que no exceda de cinco (5) centímetros.

#### **4.4.2. Taludes**

Superficies laterales de un corte o de un terraplén. Los trabajos de conservación se efectuarán de acuerdo con los siguientes lineamientos generales:

##### **A) Cortes**

En cortes en roca, deberán removerse de los taludes todas las piedras o materiales sueltos que presenten peligro de caer a la corona del camino. Si el tamaño de las piedras es tal que el removerlas puedan ocasionar desperfectos en la corona del camino, habrá que protegerla, colocando sobre ella una capa de arena. En cortes en tierra, deberá mantenerse el talud con una vegetación tal que permita el libre escurrimiento del agua y a la vez evite la erosión del material y que este sea acarreado a las cunetas.

## B) Terraplenes

El afinamiento de los taludes del terraplén deberá considerarse una labor de rutina, con objeto de obtener una superficie uniforme que ayude a la estabilidad de los mismos, evitando asentamientos, erosiones o deslaves.

Deben evitarse en el pie del talud corrientes de agua que afecten su estabilidad. Deberá ser objeto de especial cuidado y atención la estabilidad del terraplén en la línea de ceros, asegurándola con recargues de material o, en caso necesario, con muros de mampostería.

### 4.4.3. Remoción de derrumbes

Se llama derrumbe a un desprendimiento de material de las laderas naturales o del talud de un corte hacia la corona del camino.

Una vez que se ha reanudado el tránsito, o en caso de que éste no se haya interrumpido, deberán continuarse las labores de remoción, considerando los siguientes lineamientos:

- A) Deberá usarse la maquinaria adecuada, tal como cargador frontal y camiones, evitando en lo posible las molestias al tránsito.
- B) Cuando el derrumbe ocurre en un corte de roca y haya algunas piedras que por su tamaño requieran monearse para poder ser removidas, deberán tomarse las precauciones del caso y suspender la circulación con anticipación a la explosión y durante la misma.
- C) El material producto de un derrumbe, podrá usarse en recargue de terraplén si tiene la calidad adecuada, cuidando de colocarlo debidamente extendido para que no pueda afectar la estabilidad del talud.

- D) Al terminar la remoción, deberá procederse de inmediato a la reparación de los daños que el derrumbe haya ocasionado en la superficie de rodamiento, acotamiento, zampeados, señalamiento u otro.

#### 4.4.4. Relleno de deslaves

Se llama deslave a la erosión y socavación del material del talud de un terraplén, producida por el escurrimiento del agua superficial. El deslave, puede o no afectar la corona del camino.

El relleno de deslaves deberá efectuarse de acuerdo con los siguientes lineamientos generales:

- A) Deberá ampliarse la socavación existente hasta obtener paredes sensiblemente verticales y firmes.
- B) Deberá usarse en el relleno material con calidad semejante al que originalmente existía, o mejor, principalmente en las capas de sub-rasante, sub-base y base, cuidando que cumpla las especificaciones correspondientes.
- C) En términos generales, el relleno se efectuará en capas horizontales de espesor no mayor de treinta (30) centímetros sueltos, dándole la misma compactación que tengan las capas adyacentes.
- D) Como excepción a lo anterior, cuando la altura del terraplén y/o las condiciones locales lo hagan necesario, podrá efectuarse a volteo el relleno de la zona correspondiente al caso, fragmentos de roca y materiales granulares, cuidando que más del cincuenta por ciento (50%) en volumen sean de tamaño mayores de doscientos cincuenta y cuatro (254) milímetros.

- E) La pendiente del talud formado por el relleno deberá ser la adecuada para evitar nuevos deslaves.
- F) Deberán evitarse en el relleno de deslaves los materiales arenosos o fácilmente erosionables.
- G) Una vez completado el relleno de la capa de base, ésta deberá impregnarse con el producto asfáltico adecuado según las especificaciones.
- H) Cuando se ha terminado el relleno del deslave, será muy conveniente plantar en el talud del terraplén pasto u otras especies vegetales, que además de garantizar un buen escurrimiento del agua, ayuden a su estabilidad.

#### **4.4.5. Desviaciones**

Caminos auxiliares de carácter provisional, construidos como lo fija el proyecto y/o lo ordene la secretaria con objeto de facilitar el tránsito por fuera de una obra vial durante el tiempo que dure la construcción o reparación de la misma, o de alguna estructura que impida la circulación normal.

En la construcción de desviaciones deberán considerarse los siguientes lineamientos generales:

- A) Si la desviación es motivada por obstáculos imprevistos, tales como derrumbes, deslaves u otros, su construcción tendrá prioridad sobre los trabajos de reparación del daño en si, con objeto de lograr a la mayor brevedad posible la reanudación de la circulación.

- B) Si la desviación es motivada por reparaciones previamente planeadas, tales como reparación de pavimento, construcción de alcantarillas, u otras, deberá cuidarse que esté perfectamente terminada antes de ponerla en servicio.
- C) Las desviaciones se tienen que construir tomando en cuenta, en todos los aspectos de su proyecto, la importancia del camino que sustituyen y el tiempo probable que prestarán servicio.
- D) La desviación deberá tener como mínimo un ancho de corona de seis (6) metros para permitir la circulación en ambos sentidos.
- E) En casos extremos, en que no sea posible cumplir lo anterior, deberán mantenerse durante todo el tiempo que la desviación preste servicio bandereros que regulen la circulación.
- F) La superficie de rodamiento de la desviación deberá ser uniforme y conservarse así mediante rastreos periódicos.
- G) Deberán colocarse las señales adecuadas, no sólo en los extremos de la desviación, sino a lo largo de la misma.<sup>9</sup>

## Conclusiones

Seguir un programa de conservación, proporciona a los usuarios de la carretera gastos de operación accesibles, comodidad y seguridad, y al administrador le garantiza gastos de conservación donde y cuando se requieran y principalmente llevar a la carretera a alcanzar su horizonte de proyecto y en algunos casos un poco más.

---

<sup>9</sup>S.C.T., *Normas y Procedimientos de Conservación y Reconstrucción de Carreteras*, Pág. 9 a 63



## **CAPÍTULO 5**

# **RECONSTRUCCIÓN**

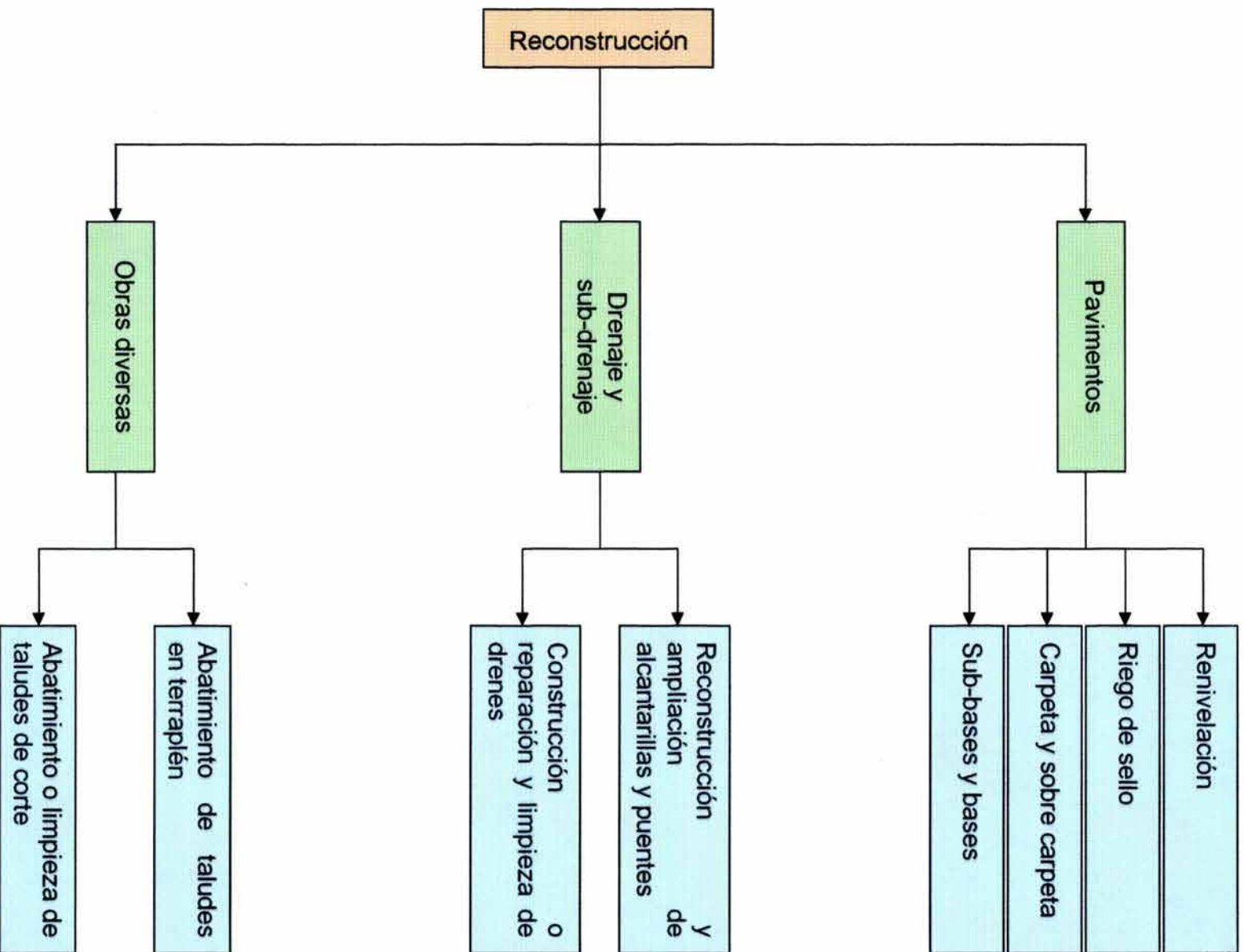
## CAPÍTULO 5

### RECONSTRUCCIÓN

El objetivo de este capítulo, es presentar las acciones que requiere una carretera para su reconstrucción, con el fin de restituir todas sus propiedades, para continuar operando y evitar la construcción de otra nueva carretera, que generaría un gasto considerablemente mayor al de una reconstrucción.

Cuando el camino ha estado en servicio durante varios años después de construido, años en los que se han registrado incrementos en el número de vehículos y cargas cada vez más pesadas, los deterioros que sufre el camino por esas causas impiden que los trabajos de conservación sean suficientes para mantenerlo en buenas condiciones, ya que los desperfectos aumentan considerablemente. Cuando esto sucede hay que decidirse por una reconstrucción, ya sea parcial o total, de aquellos tramos que lo ameriten.

Cabe aclarar que los daños que sufre un camino no se deben a su mala construcción, sino al uso prolongado, al aumento de cargas rodantes y al efecto del intemperismo. Además, sería imposible dadas nuestras limitaciones económicas, construir caminos que cumplan con especificaciones para un futuro de veinte (20) o treinta (30) años. Este proceder obligaría a espesores bastante gruesos y superficies de rodamiento de tres (3) o cuatro (4) carriles por sentido, imposibles de realizar por falta de recursos económicos; en cambio, si cada diez (10) años se refuerzan los espesores originales, según lo requiere el tránsito de vehículos y las cargas, se estará en posibilidades de mantener una red en buenas condiciones.





## 5.1. Pavimentos

### 5.1.1. Renivelación

Conjunto de operaciones requeridas para reponer el nivel original a la superficie de rodamiento que ha sufrido alguna deformación y/o desplazamiento.

Los trabajos de renivelación pueden considerarse como conservación o como reconstrucción, según excedan o no en volumen de doscientos (200) metros cúbicos de mezcla asfáltica por kilómetro.

En el tema 4.1.2, se fijaron los procedimientos por aplicar para conservación, mismos que son aplicables en el caso de la reconstrucción.

### 5.1.2. Riego de sello

Los casos en los que se recomienda el riego de sello como método de reconstrucción son los siguientes:

- A) Cuando se requiera proporcionar una superficie de desgaste a una carpeta.
- B) Cuando la carpeta existente este agrietada y/o tenga textura muy abierta, para evitar que se introduzca agua y especialmente que ésta llegue a la base.
- C) Dar rugosidad a la superficie para hacerla antiderrapante.
- D) Revivir el asfalto de una carpeta expuesta a la acción de la intemperie.

- E) Proteger la carpeta cuando se inicia el proceso de desgranamiento y/o desgaste superficial.
- F) Obtener en la superficie de rodamiento un color adecuado para mayor visibilidad nocturna.

Los casos en los que no deberá recurrirse al riego de sello, por no ser la solución adecuada, son los siguientes:

- A) Cubrir defectos constructivos que, en primer lugar no se debieron haber tolerado y cuya solución no sea el riego de sello.
- B) Tratar de corregir deformaciones o agrietamientos ocasionados por defectos de las capas inferiores a la carpeta y/o del drenaje o sub-drenaje.
- C) Tratar de corregir desplazamientos del material debidos a la inestabilidad de las mezclas asfálticas o riegos de liga deficientes.

Los riegos de sello deberán sujetarse a los siguientes lineamientos generales:

- A) En la superficie por sellar deberán ejecutarse previamente los trabajos que se requieran, tales como bacheo, nivelaciones u otros.
- B) La superficie por sellar deberá limpiarse de materia extraña y barrer perfectamente para eliminar el polvo.
- C) Antes de iniciar el riego de asfalto, deberán protegerse con papel, o en cualquier otra forma, las estructuras pertenecientes o contiguas a la carretera, tales como banquetas, guarniciones, camellones, señales, fantasmas u otras, cuando se considere que pueden mancharse.

- D) Sobre la carpeta limpia se procederá a aplicar un riego de producto asfáltico del tipo y la cantidad por metro cuadrado fijados.
- E) Antes de que hayan transcurrido veinte (20) minutos se cubrirá el riego de producto asfáltico con el material pétreo.
- F) Inmediatamente después se pasará la rastra para eliminar ondulaciones, bordes o depresiones.
- G) Se procederá al planchado, el cual se iniciará con el rodillo liso, que se pasará hasta haber cubierto toda la superficie dos veces; posteriormente y usándolo en forma alterna con la rastra, se planchará con el compactador de llantas neumáticas el tiempo necesario para asegurar que el máximo de material pétreo se haya adherido al material asfáltico.
- H) Al terminar el planchado del camino deberá evitarse el tránsito en un lapso mínimo de seis (6) horas, al cabo de las cuales podrá abrirse, procurando que la velocidad de los vehículos no exceda de treinta (30) kilómetros por hora, durante los cuatro (4) primeros días.

### **5.1.3. Carpeta o sobrecarpeta**

- A) Carpetas por el sistema de riego

Capas sucesivas de riegos de asfalto, cubiertas cada una de ellas con materiales pétreos graduados.

- B) Carpetas por el sistema de mezcla en el lugar

Mezclas de materiales pétreos y productos asfálticos, elaboradas en el lugar con motoconformadoras o planta móvil.

### C) Carpetas de concreto asfáltico

Mezclas de materiales pétreos y cementos asfálticos, elaboradas en planta estacionaria.

Las carpetas y sobrecarpetas deberán sujetarse a los siguientes lineamientos generales:

#### A) Carpeta de un riego

Se sigue el mismo para las carpetas de un riego que para el riego de sello, descrito en el tema 5.1.2, con la diferencia de que la carpeta de un riego se construye sobre una base impregnada.

#### B) Carpeta de dos riegos

Sobre la base debidamente preparada e impregnada se procederá a dar el primer riego de asfalto, cubriéndolo inmediatamente con el material pétreo número dos. Sobre esta primera capa, además del rastreo para lograr un buen acomodo, se dará una pasada del equipo de compactación.

Al terminar la compactación de la primera capa se deberá dejar pasar un lapso mínimo de seis (6) horas antes de abrir el tránsito, y cuarenta y ocho (48) horas después, como mínimo, y previo barrido del material suelto excedente, se dará el segundo riego de producto asfáltico, que se cubrirá inmediatamente con el material pétreo número tres, procediendo posteriormente a su compactación, rastreo, recompactación y barrido en forma semejante a la descrita para riego de sello.

ESTA TESIS NO SALE  
DE LA BIBLIOTECA

La dosificación de materiales pétreos y asfálticos para carpetas de dos riegos serán las siguientes:

CONCEPTO	DENOMINACIÓN DEL MATERIAL PÉTREO	
	1er. Riego	2do. Riego
I Material pétreo		
1) Granulometría	Nº 2	Nº 3 - B
A) Que pase por la malla de.....	12.7 mm (1/2")	6.3 mm (1/4")
B) Que quede retenido en la malla de.	6.3 mm (1/4")	Nº 8
2) Dosificaciones lt/m <sup>2</sup> .....	8 – 12	6 – 8
II Material asfáltico		
1) FR-3.....	0.8 – 1.5	1.1 – 1.5
2) FR-4.....	0.8 – 1.4	1.0 – 1.4
3) Emulsión catiónica o aniónica.....	0.8 – 1.0	1.0 – 1.5

### C) Carpeta de tres riegos

Sobre la base impregnada y limpia se procederá a aplicar el primer riego de producto asfáltico, e inmediatamente después, se procederá a cubrir con material pétreo Nº 1. Sobre la primera capa, además del rastreo para lograr un buen acomodo, se dará una pasada del equipo de compactación. Al terminar la compactación de la primera capa se procederá a dar el segundo riego de producto asfáltico, e inmediatamente después se cubrirá con material pétreo Nº 2, procediendo a su rastreo y compactación, dando dos pasadas completas de todo el equipo. Unas seis horas después de terminada esa compactación podrá abrirse el tramo al tránsito por un lapso no mayor de dos semanas. Transcurrido ese tiempo deberá barrerse la carpeta para eliminar el material pétreo que no se haya adherido; a continuación se dará el tercer riego de producto asfáltico cubriéndolo inmediatamente con el material pétreo Nº 3 – B y procediendo a su compactación, rastreo, recompactación y barrido en forma semejante a la descrita para riego de sello.

La dosificación de materiales pétreos y asfálticos para carpetas de tres riegos serán las siguientes:

CONCEPTO	DENOMINACIÓN DEL MATERIAL PÉTREO		
	1er. Riego	2do. Riego	3er. Riego
I Material pétreo	1er. Riego	2do. Riego	3er. Riego
1) Granulometría	Nº 1	Nº 2	Nº 3 - B
A) Que pase por la malla de.....	24.5 mm (1")	12.7 mm (1/2")	6.3 mm (1/4")
B) Que quede retenido en la malla de.	12.7 mm (1/2")	6.3 mm (1/4")	Nº 8
2) Dosificaciones lt/m <sup>2</sup> .....	20 – 25	8 – 12	6 – 8
II Material asfáltico			
1) FR-3.....	0.8 – 1.5	1.3 – 1.9	0.9 – 1.3
2) FR-4.....	0.8 – 1.4	1.2 – 1.8	0.9 – 1.2
3) Emulsión catiónica o aniónica.....	0.8 – 1.0	1.0 – 1.5	1.0 – 1.5

#### D) Carpeta asfáltica de mezcla en el lugar

Para este caso el procedimiento de ejecución a seguir deberá ser el siguiente:

- 1) Cuando se trate de construir una carpeta nueva, deberá colocarse sobre una base elaborada de acuerdo con lo establecido en las especificaciones y debidamente impregnada.
- 2) Cuando se trate de construir una sobre-carpeta, deberán efectuarse previamente todos los trabajos que se requieran, tales como relleno de grietas, baches, renivelaciones u otros en la carpeta existente.

- 3) La aceptación de los materiales pétreos, su producción, acarreo y forma de almacenamiento deberá sujetarse a los siguientes lineamientos:
  - a) Deberá recurrirse al laboratorio para verificar que los materiales pétreos y asfálticos cumplan con lo indicado en las especificaciones.
  - b) El material pétreo suelto se colocará sobre los acotamientos y deberá acamellonarse dentro de las veinticuatro (24) 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.
  - d) En las curvas, el material deberá acamellonarse en la parte inferior de la corona.
  
- 4) Para la mezcla deberán usarse asfalto rebajados de fraguado medio o emulsiones de fraguado medio o lento.
  
- 5) El asfalto debe incorporarse por etapas al material pétreo, para facilitar y hacer más uniforme el mezclado y el desfluxado, así como para evitar pérdidas de asfalto por escurrimiento.
  
- 6) El asfalto deberá calentarse hasta la temperatura especificada para su aplicación.
  
- 7) El material pétreo deberá estar con la humedad permitida en el momento de la aplicación del asfalto.
  
- 8) Sobre la base impregnada, o sobre la carpeta existente, debidamente limpia de polvo y materia extraña, se dará un riego de liga en toda la superficie que quedará cubierta por la carpeta con petrolizadora, utilizando un producto asfáltico de fraguado rápido y a la temperatura especificada.

- 9) Cuando el asfalto del riego de liga haya adquirido la viscosidad adecuada, se iniciará el tendido de la mezcla con el mínimo de pasadas de la motoconformadora, para evitar que el material pétreo se clasifique por tamaños.
- 10) Inmediatamente después de tendida la mezcla se procederá a su compactación, utilizando un rodillo liso tipo tándem, de siete (7) a once (11) toneladas, continuándola con un compactador neumático con peso de cuatro (4) a siete (7) toneladas, hasta alcanzar una compactación del noventa y cinco por ciento (95%) como mínimo.
- 11) Cuando la carpeta quede compactada se procederá a efectuar un recorte con talud de cuarenta y cinco grados (45°) aproximadamente en las orillas de la misma, con objeto de ajustar el ancho y alineamiento conforme al proyecto, teniendo cuidado de que al efectuarlo no se dañe la base.
- 12) Para dar por terminada la construcción de la carpeta, se verificará que el alineamiento, el perfil, el espesor, ancho y acabado, se hayan construido de acuerdo con el proyecto.
- 13) Deberán ejecutarse las diversas etapas de la construcción de la carpeta en forma tal que ocasionen las menores molestias al tránsito.

#### E) Carpeta de concreto asfáltico

Se construye mediante el tendido y compactación de mezclas asfálticas elaboradas en una planta estacionaria, utilizando materiales pétreos clasificados y dosificados y cemento asfáltico.



## F) Defectos que se observan frecuentemente

Las fallas de las carpetas, en cualquiera de sus tipos, comúnmente pueden ser ocasionadas por defectos de diseño o construcción. Algunos de los que se observan con frecuencia y que deben ser evitados, son:

- 1) La carpeta existente tiene defectos que no pueden remediarse con la construcción de una sobrecarpeta, y al hacerla falla en un lapso breve. Dichos defectos pueden ser por:
  - a) Mala calidad y/o mala compactación de las terracerías, sub-rasante, sub-base y base.
  - b) Carpeta existente inestable, especialmente por exceso o escasez de asfalto o clasificación del material pétreo.
  - c) Exceso de humedad en las capas subyacentes por defectos o falta de sub-drenaje, excesiva permeabilidad de las capas superiores o filtraciones laterales desde las cunetas.
- 2) El material pétreo no cumple lo asentado en las especificaciones.
- 3) El material pétreo que se deja mucho tiempo acamellonado antes de iniciar la elaboración de la mezcla y sufre contaminación, o bien se pierde parte del material y se altera su granulometría.
- 4) El asfalto con que se cuenta no es el de proyecto.
- 5) Es frecuente carpetas bajo condiciones climáticas inadecuadas.
- 6) El asfalto no se usa a la temperatura especificada.
- 7) No se desfluxa adecuadamente la mezcla antes de extenderla.

- 8) No se compacta adecuadamente la mezcla, ya sea por utilizar equipo de menor peso que el especificado, por no dar las pasadas necesarias, o por baja temperatura en la mezcla.

#### 5.1.4. Sub-bases y bases

Las obras de reconstrucción de caminos que requieren sub-base o base son de dos tipos generales:

A) Refuerzo de un pavimento existente

En este caso, mediante el auxilio del laboratorio, se deberá verificar que ésa es la solución adecuada al problema.

B) Ampliación del ancho de corona

En este caso, se recurrirá así mismo al auxilio del laboratorio para el diseño de espesores, pero éstos deberán ser como mínimo iguales a los del pavimento existente.

Las sub-bases y bases deberán sujetarse a los siguientes lineamientos generales para su reconstrucción:

- A) La construcción de la sub-base o base se iniciara cuando las terracerías o la sub-base, según sea el caso, estén terminadas.
- B) La descarga de los materiales que se utilicen en la construcción de la sub-base o base deberán hacerse sobre la sub-rasante o la sub-base, según sea el caso, controlando que los volúmenes depositado por estación de veinte (20) metros, estén en función de los de proyecto.

- C) El espesor de proyecto para cada capa de sub-base y base, será determinado por el laboratorio.
- D) El material pétreo suelto se colocará en una orilla del camino, en las curvas, en la parte exterior, y deberá acamellonarse a la brevedad posible.
- E) Deberán colocarse las señales necesarias de acuerdo con lo indicado en el manual de dispositivos para el control del tránsito.
- F) Con objeto de evitar pérdidas de material y disminuir en lo posible las molestias al tránsito, nunca deberá existir un camellón continuo de más de cinco (5) kilómetros de material pétreo, ni deberá transcurrir un lapso mayor a quince (15) días entre el acamellonado y el tendido.
- G) Cuando se empleen dos (2) o más materiales, siempre deberán colocarse los de menos volumen sobre los de mayor volumen.
- H) Si se van a construir varias capas de sub-base o base, no deberán acamellonarse el volumen total, sino únicamente el parcial de cada capa y acarrear el siguiente cuando esté tendida y compactada la capa inferior.
- I) Cuando se empleen motoconformadoras para el mezclado, se extenderá el material y se procederá a incorporarle agua por medio de riegos y mezclados sucesivos, hasta alcanzar la humedad que haya sido fijada y obtener homogeneidad en la misma, evitando la segregación del material.
- J) Cuando se emplee otro equipo para el mezclado, se deberán estudiar las características del mismo, para que se obtenga una mezcla homogénea con el grado de humedad óptimo.

- K) Cada capa se compactará hasta alcanzar el grado mínimo especificado, sobreponiéndolas hasta obtener el espesor y sección fijada en el proyecto.
- L) En las tangentes, la compactación se hará desde las orillas hacia el centro y en las curvas, desde la parte interior de la curva hacia la parte exterior.
- M) Se tendrá cuidado de evitar que se produzca el defecto llamado "encarpetamiento".
- N) En la reconstrucción de carreteras, en términos generales, la secuencia de las operaciones necesarias en la ejecución de las sub-bases y bases en la siguiente:
  - 1) Si se va a aprovechar el material de la carpeta asfáltica existente se procede en la siguiente forma:
    - a) Se escarificará la carpeta y, en caso de que así se apruebe, un espesor determinado de la base existente.
    - b) Este material se acamellonará de tal manera que quede descubierta la mayor superficie posible de la base existente, la que se conformará y compactará debidamente.
    - c) Se pasará el material acamellonado a la superficie que se compactó, para a su vez conformar y compactar la que ocupaba el material suelto.
    - d) Si el proyecto así lo indica, se procederá a añadir un nuevo material de base, el que se incorporará al producto antes indicado.
  - 2) Si el material de la carpeta asfáltica existente se va a desechar, se escarificará y recogerá, transportándolo al sitio que se señale.

## **5.2. Drenaje y sub-drenaje**

### **5.2.1. Reconstrucción de alcantarillas y puentes**

La reconstrucción de estas obras, en caminos en operación, tiene la finalidad de aumentar su longitud o su sección por requerirse mayor área hidráulica. Para la elaboración del proyecto, deberán efectuarse previamente estudios de campo que permitan obtener los datos en los cuales basar el mismo.

En todas las obras de reconstrucción de alcantarillas y puentes, deberá cuidarse de que, tanto en calidad de materiales empleados como en la ejecución de los trabajos, se cumpla íntegramente con lo indicado en las especificaciones.

### **5.2.2. Construcción o reparación y limpieza de drenes**

En caminos en operación, la necesidad de construir drenes, o de reparar los existentes, estará indicada por la presencia de humedad en la capa del pavimento, de la sub-rasante o de la cama del corte, lo que se podrá verificar mediante sondeos, que deberán ser hechos de preferencia en las cunetas. Los escurrimientos de agua en los taludes y el tipo de materiales que forman el corte constituirán valiosas guías al respecto.

Se recomienda considerar los siguientes lineamientos generales, al construir drenes, ya que se ha visto que son útiles para su mejor funcionamiento:

- A) Supuesto que el incremento en costo se justifica ampliamente, ya que prestan un mejor servicio, se recomienda tanto en construcción de drenes nuevos, como en reconstrucción de existentes, colocar siempre un tubo.
- B) Deberá verificarse que la pendiente del tubo ayude a su limpieza. Para lograrlo la pendiente no deberá ser menor de medio por ciento (0.5%).

- C) Cuando se reparen drenes y se encuentren azolvados los tubos, convendrá aumentar el diámetro para evitar nuevo azolve.
- D) La profundidad de la plantilla en los drenes, será como mínimo de uno punto cincuenta (1.50) metros, a partir del fondo de la cuneta.
- E) Deberá colocarse una rejilla en el extremo de descarga del tubo, para evitar la entrada de animales que pueden introducir materias extrañas y obstruirlo.
- F) Se harán en la iniciación del dren y estratégicamente distribuidos a lo largo del mismo, pozos de visita que permitan efectuar la inspección y limpieza del tubo.

### **5.3. Obras diversas**

#### **5.3.1. Abatimiento de taludes en terraplén**

Modificación de los taludes, con el fin de lograr que éstos tengan una pendiente menor, mediante la colocación sobre ellos de material de terracerías.

Para la ejecución de los trabajos, deberán considerarse los siguientes lineamientos:

- A) Deberán colocarse todos los dispositivos para protección en obra.
- B) Deberán retirarse las señales que estorben o puedan ser dañadas en la ejecución de los trabajos.
- C) Deberán desmontarse el talud y la zona de terreno natural que quedará cubierta con la nueva terracería.

- D) El material se colocará del pie del talud hacia la corona, extendiéndolo debidamente por capas, del espesor adecuado según el equipo de compactación a usar.
- E) Cada capa extendida se compactará hasta alcanzar un grado mínimo de ochenta y cinco por ciento (85%).
- F) En terraplenes de altura superior a tres (3) metros se pueden hacer recargues de taludes con materiales granulares, cuyo tamaño sea del orden de cinco (5) centímetros (2 ½”).
- G) El nuevo talud deberá afinarse.
- H) Una vez terminado el recargue del talud, se repondrá el señalamiento que se haya retirado con motivo de las obras y se quitarán los dispositivos para protección.

### **5.3.2. Abatimiento o limpieza de taludes de cortes**

- A) Abatimiento. Disminución de la pendiente del talud del corte.
- B) Limpieza. Desmonte y/o remoción de piedras o materiales sueltos de las paredes del corte.

Para la ejecución de los trabajos, deberán considerarse los siguientes lineamientos:

- A) En el abatimiento de taludes, deberán considerarse los siguientes lineamientos:

- 1) Deberán colocarse todos los dispositivos para protección en obras que sean necesarios.
- 2) Deberán retirarse aquellas señales que se considere puedan ser dañadas al efectuar los trabajos.
- 3) Deberán tomarse todas las precauciones para que los trabajadores puedan maniobrar sin peligro.
- 4) Se marcarán los nuevos ceros del talud y se iniciarán los trabajos con el desmonte de la zona por atacar.
- 5) La excavación de los materiales deberá efectuarse en general con herramienta de mano.
- 6) Excepto en el caso de piedras grandes, que requieran ser moneadas para poder removerlas, no se permitirá el uso de explosivos.
- 7) Conforme se avance en la excavación, si el tipo de material lo permite, deberán afinarse el talud, es decir, se dejará una superficie uniforme sin protuberancias ni oquedades.
- 8) Cuando exista la posibilidad de que las piedras removidas dañen la carpeta o los acotamientos con su caída, deberá colocarse previamente sobre ellos un colchón de materiales para protegerlos.
- 9) Al terminar la excavación deberá retirarse de la corona del camino y cunetas todo el material que hubiera caído, así como la capa de protección.



- 10) Se procederá a reparar la carpeta, acotamientos y zampeados que pudieran haberse dañado durante los trabajos.
  - 11) Una vez terminados los trabajos, se repondrá el señalamiento que se haya retirado con motivo de las obras y se quitarán los dispositivos para protección.
- B) En la limpieza de taludes deberán considerarse los siguientes lineamientos:
- 1) Deberán tomarse todas las precauciones para que los trabajadores puedan maniobrar sin peligro.
  - 2) Los trabajos deberán iniciarse con la tala y roza.
  - 3) Una vez efectuadas la tala y roza, deberá procederse a la remoción de las piedras y materiales sueltos o poco estables que puedan provocar un derrumbe.
  - 4) La remoción de los materiales deberá efectuarse en general con herramienta de mano.
  - 5) Al terminar la remoción deberá retirarse de la corona del camino y cunetas todo el material que hubiera caído.<sup>10</sup>

## Conclusiones

La reconstrucción de una carretera, cuando cumple los requisitos de nivel de servicio, ya que de lo contrario caerá en el caso de modernización (el cual se vera en el capítulo 6), evita la construcción de otra carretera, de ahí la importancia de este capítulo, principalmente desde el punto de vista económico.

<sup>10</sup> S.C.T., *Normas y Procedimientos de Conservación y Reconstrucción de Carreteras*, Pág. 65 a 118



## **CAPÍTULO 6**

# **MODERNIZACIÓN**

## CAPÍTULO 6

### MODERNIZACIÓN

El objetivo de este capítulo, es presentar las acciones que se deberán llevar a cabo con el propósito de modernizar una carretera en la cual se presente principalmente la problemática de tránsito vehicular.

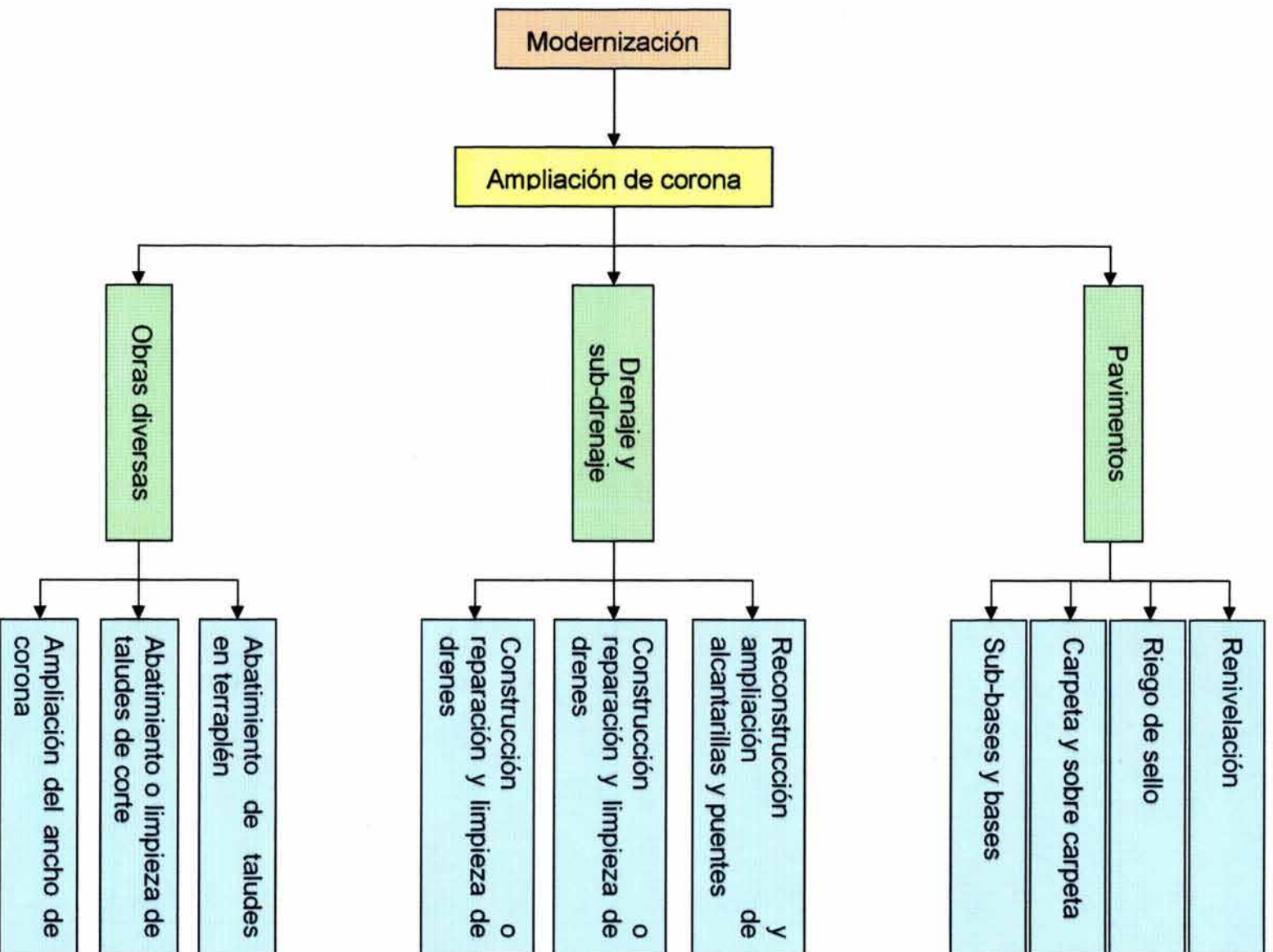
La modernización de una carretera es imperativa cuando las especificaciones de trazo horizontal y vertical, así como los espesores del pavimento, ya no son congruentes con las exigencias del tránsito de vehículos, tales como aumento de velocidades, incremento considerable del número de vehículos y aumento de las cargas transportadas.

Cuando esas especificaciones resulten obsoletas, se requiere modificar los trazos vertical y horizontal y aumentar los espesores del pavimento. En ocasiones es indispensable aumentar el número de carriles de circulación en ambos sentidos del camino antiguo, ésto se logra mediante la ampliación de la corona, o bien, construir otro camino paralelo, con objeto de aumentar su capacidad vehicular.

Además de las acciones anteriores o como complemento a ellas, se plantea la construcción de libramientos, con el fin de proporcionar al tránsito de largo recorrido nacional o regional, continuidad y fluidez en la circulación, al eliminar su paso por las áreas urbanas.<sup>11</sup>

---

<sup>11</sup> JIMÉNEZ GONZÁLES, Raúl. *Algunas Notas sobre Conservación de Carreteras*. Pág. 20



## **6.1. Ampliación de la corona**

### **6.1.1. Pavimentos**

En el caso de los pavimentos requeridos para la ampliación de la corona se respetaran las recomendaciones de renivelación, riego de sello, carpeta o sobrecarpeta y sub-base y base, presentadas en el capítulo 5 de reconstrucción.

### **6.1.2. Drenaje y sub-drenaje**

#### **6.1.2.1. Ampliación de alcantarillas y puentes**

Las ampliaciones de estas obras, tienen la finalidad de aumentar la sección transversal para tener un ancho de calzada mayor. El proyecto de la ampliación, en general, puede ser elaborado con los datos existentes en el proyecto original.

En todas las obras de ampliación o construcción de alcantarillas y puentes, deberá cuidarse de que, tanto en calidad de materiales empleados como en la ejecución de los trabajos, se cumpla íntegramente con lo indicado en las especificaciones.

En lo referente a la construcción o reparación y limpieza de drenes, se respetaran las indicaciones hechas en el tema 5.2.2 del capítulo 5 de reconstrucción.

### **6.1.3. Obras diversas**

En este caso se seguirá lo establecido en el tema 5.3 del capítulo 5 de reconstrucción, agregando las siguientes recomendaciones para la ampliación del ancho de corona.

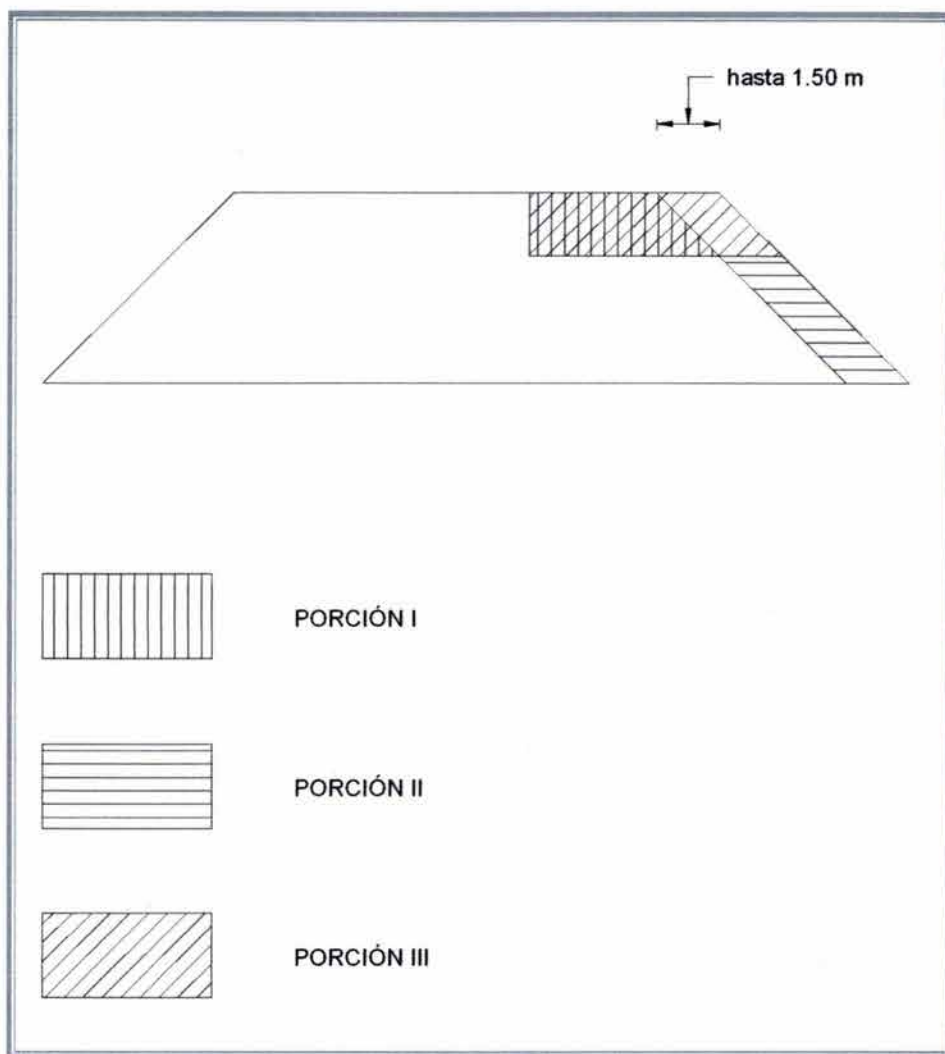
### 6.1.3.1. Ampliación del ancho de corona

Es frecuente que en los caminos en operación se requiera aumentar el ancho de corona. Cuando esa ampliación es necesaria en pequeñas longitudes, es común efectuar las obras por administración.

Los lineamientos generales que deberán considerarse en la ampliación del ancho de corona, son los siguientes:

- A) Ampliación en terraplén hasta de uno punto cincuenta (1.50) metros de ancho (Figura 6.1).
  - 1) Córtese un escalón en el acotamiento (porción I), abarcando las capas de sub-base y base.
  - 2) Constrúyase la porción II, hasta el nivel de sub-rasante, en capas de treinta (30) centímetros y compactado al noventa por ciento (90%).
  - 3) Al nivel de sub-rasante, deberá dársele una compactación mínima del noventa y cinco por ciento (95%), cuidando que el equipo pase traslapado sobre la junta de la porción existente y la ampliación del terraplén.
  - 4) Una vez efectuada la compactación al nivel de sub-rasante, deberá procederse a completar las capas de sub-base y base.
  - 5) Si el material del pavimento existente no se desea utilizar por ser de mala calidad, podrá usarse en la porción II, recortando la porción I en todo el ancho de la corona.

- 6) Este procedimiento podrá aplicarse en ampliación a ambos lados del terraplén.

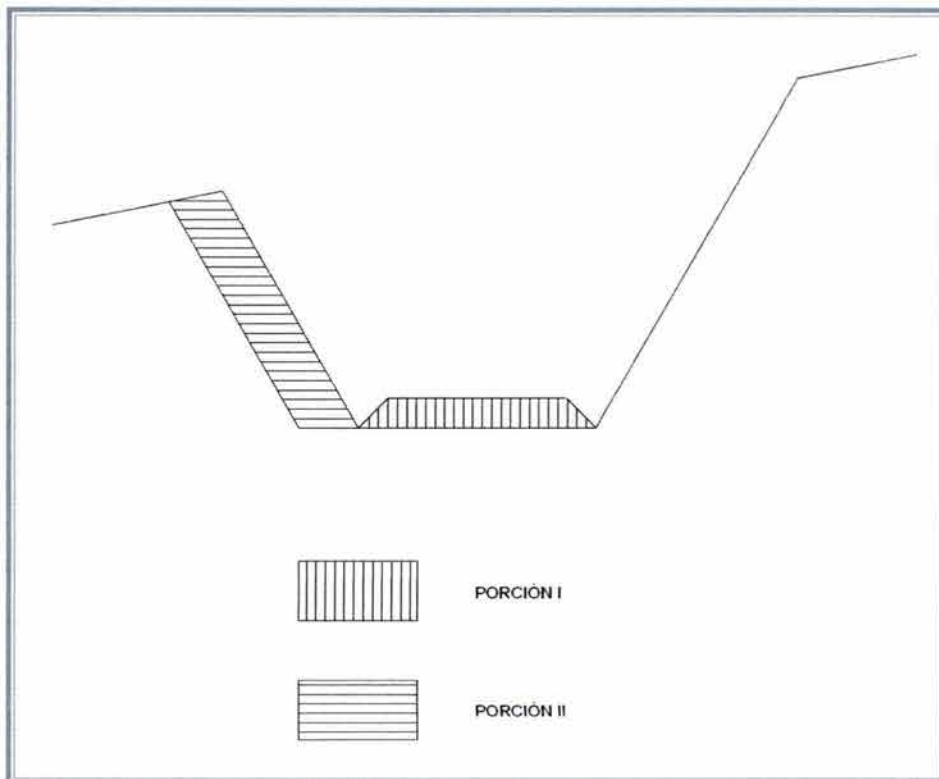


**Figura 6.1** Ampliación en terraplén

**B) Ampliación en corte en cajón (figura 6.2)**

- 1) Se cortará la porción I cuyo nivel inferior deberá coincidir con el de la cama del corte.
- 2) Se escarificará la porción II en todo el ancho de la corona, en caso de que el pavimento se encuentre con fallas generalizadas.

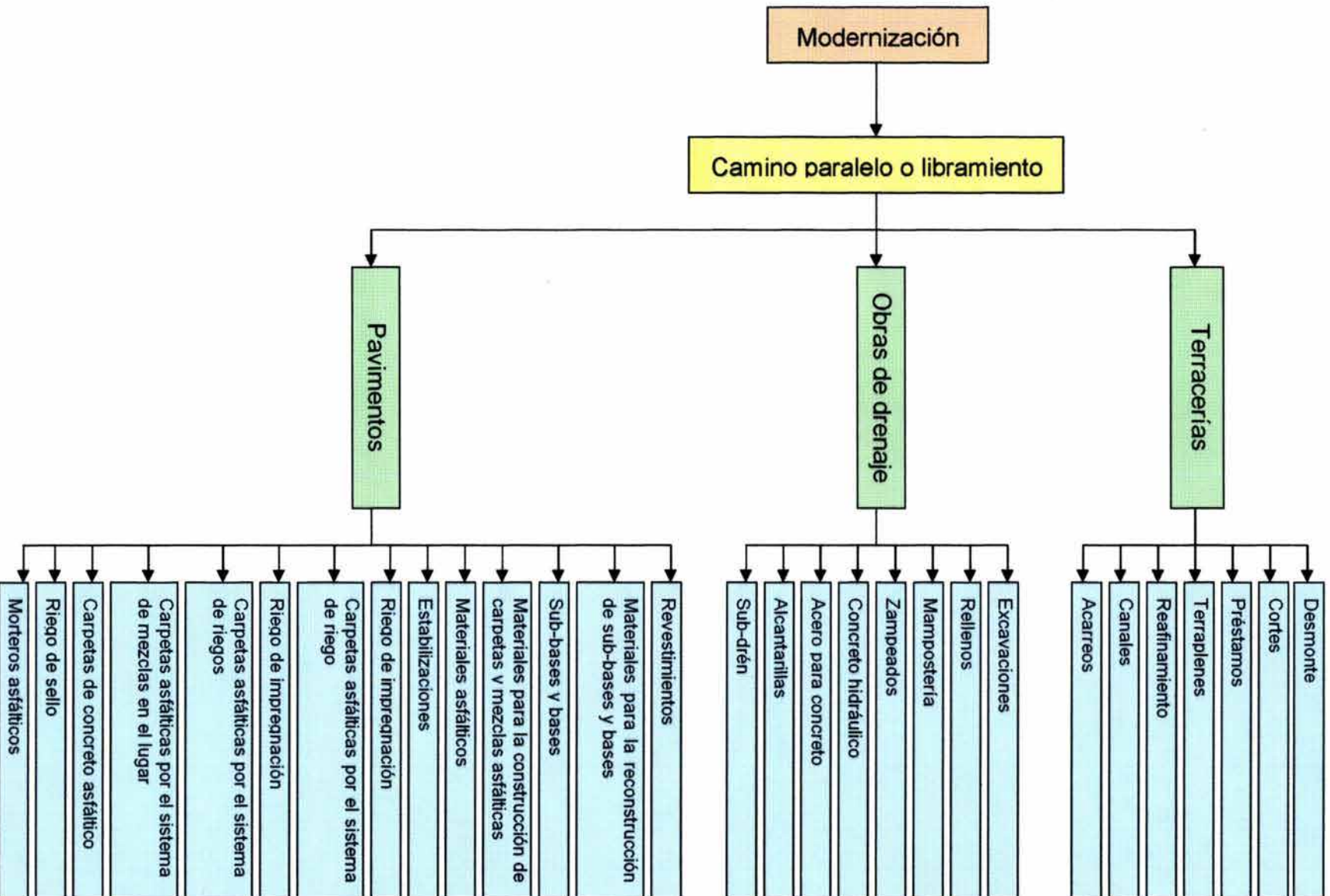
- 3) Si se escarifico el material de la porción II se utilizará en la construcción de las capas de sub-rasante y sub-base, de acuerdo con su calidad y volumen.
- 4) Se procederá a la construcción de las capas de base y carpeta del espesor y compactación que en cada caso particular se fijen y en el nuevo ancho de corona.
- 5) Terminado este trabajo, deberán restaurarse las cunetas y contracunetas.
- 6) Este procedimiento podrá aplicarse cuando la ampliación sea en ambos lados del corte.<sup>12</sup>



**Figura 6.2** Ampliación en corte en cajón

<sup>12</sup> S.C.T., Normas y Procedimientos de Conservación y Reconstrucción de Carreteras, Pág. 65 a 118





## **6.2. Camino paralelo o libramiento**

En ambos casos, camino paralelo o libramiento, las recomendaciones son las mismas se trata de un camino nuevo, por lo cual se seguirán las recomendaciones establecidas por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes al respecto.

### **6.2.1. Terracerías**

#### **6.2.1.1. Desmante**

Despeje de la vegetación existente, en las áreas necesarias, para la construcción del camino y en las destinadas a los bancos de materiales e incluye las acciones siguientes:

- A) Tala: cortar los árboles y arbustos.
- B) Roza: quitar la maleza, hierba, zacate o residuos de las siembras.
- C) Desraíce: sacar los troncos o tocones con raíces o cortando éstas.
- D) Limpieza y quema: retirar los productos del desmante al lugar adecuado para estibarlos y quemarlos.

Para fines de desmante, se consideran en este documento, los siguientes tipos de vegetación:

- A) Manglar
- B) Selva y bosque

- C) Monte de regiones áridas o semiáridas
  
- D) Monte de regiones desérticas, zonas cultivadas o de pastizales

#### **6.2.1.2. Cortes**

Son las excavaciones ejecutadas a cielo abierto, en terreno natural, en rebaje de la corona, en ampliación y/o abatimiento de taludes, en derrumbes, bancos para extracción de materiales o para el desplante de terraplenes, con objeto de preparar y/o formar la sección de la obra, de acuerdo con lo fijado en el proyecto y por las características de la dureza del material estos trabajos se realizan en materiales: A, B y C, para cada uno de los cuales se obtienen rendimientos diferentes.

Las excavaciones en corte se ejecutarán siguiendo un sistema de ataque que facilite la construcción de las cunetas y contracunetas, que marque el proyecto, por lo cual son trabajos que deben ser simultáneos y ejecutados con el apoyo de maquinaria y equipo.

Los materiales obtenidos de los cortes se emplearán en la formación de terraplenes o se desperdiciarán, de acuerdo con lo que indique el proyecto. Las piedras flojas y el material suelto de los taludes, deben ser retirados con el fin de que no obstruyan la ejecución de los demás trabajos.

### 6.2.1.3. Préstamos

Son las excavaciones que se realizan, en los lugares establecidos en el proyecto, para obtener los materiales necesarios para formar los terraplenes no compensados y por su ubicación y características, conforme a la normatividad en vigor se clasifica en:

- A) Laterales: que por aspectos ambientales esta clase de préstamos está restringida y por lo tanto ya no se pueden considerar como un concepto de obra, por lo que solo queda el caso que se menciona a continuación, a pesar de que en las normas continúan ambos conceptos.
  
- B) De banco: que son las excavaciones que se realizan fuera de la faja de treinta (30m) metros de ancho.

La excavación de préstamos se ejecutará con maquinaria y equipo, debido a la dificultad y a los volúmenes considerables, será hecho con maquinaria y equipo, bajo las condiciones establecidas.

La ubicación y dimensiones de los bancos de préstamo serán fijadas, en cada caso, conforme al proyecto o de acuerdo con los lugares de las aportaciones.

### 6.2.1.4. Terraplenes

Estructuras ejecutadas con material adecuado producto de cortes o de préstamos, de acuerdo con lo fijado en el proyecto y/o lo ordenado por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Se consideran también como tales, las cuñas contiguas a los estribos de puentes y de pasos a desnivel; la ampliación de la corona, el tendido de los taludes y la ampliación de la sub-rasante, en terraplenes existentes; y el relleno de excavaciones adicionales debajo de la sub-rasante, en cortes.

El equipo de construcción, incluyendo el necesario para la compactación y disgregación en su caso, deberá ser previamente autorizado por la Secretaría de comunicaciones y Transportes. No se requiere de la autorización anterior cuando los trabajos se paguen por unidad de obra terminada.

Se despalmará el sitio del desplante de los terraplenes, desalojando la capa superficial del terreno natural, cuando lo indique el proyecto y/o lo ordene la SCT, para eliminar el material que se considere inadecuado.

Cuando lo fije el proyecto y/o lo ordene la SCT, antes de iniciar la construcción de los terraplenes, se rellenarán los huecos motivados por el desenraice, se escarificará y se compactará el terreno natural o el despalmado, en el área de desplante y en el espesor indicado.

Siempre que la topografía del terreno lo permita, a juicio de la SCT los terraplenes se construirán por capas sensiblemente horizontales en todo el ancho de la sección.

#### **6.2.1.5. Reafinamiento**

Es el conjunto de excavaciones y movimientos de material, con volumen hasta de tres mil metros cúbicos por kilómetro ( $3,000 \text{ M}^3 / \text{km}$ ) en promedio, necesarios para afinar, rehacer, modificar o mejorar la sección de proyecto de las terracerías de una obra vial, ya atacadas o terminadas y recibidas con anterioridad por la SCT.

#### **6.2.1.6. Canales**

Son las excavaciones ejecutadas, a cielo abierto, con objeto de formar las contracunetas de cauces artificiales y la rectificación de cauces naturales; de acuerdo con lo fijado en el proyecto o por necesidades de la obra.

Las excavaciones para canales deben ejecutarse a mano o con máquina. En este último caso, el equipo de construcción será previamente autorizado por la SCT. Cuando el pago se haga por unidad de obra terminada, no se requiere la autorización anterior.

Las excavaciones para canales se ajustaran a los procedimientos de construcción fijados en el proyecto y/o a los ordenados por la SCT.

Durante el proceso de la excavación, la SCT ordenará las obras auxiliares necesarias para ejecutar hasta donde sea posible económicamente, la excavación en seco, es decir, sin tirante de agua.

Los materiales resultantes de la excavación deberán emplearse o depositarse en el lugar y forma indicados en el proyecto y/o ordenados por la SCT.

Cuando el material se desperdicie lateralmente se dejará una berma, entre la excavación y el depósito, con un ancho mínimo igual a la mitad de la altura del corte del canal en ningún caso menor de un (1) metro.

Los taludes y el fondo de los canales deberán ser afinados de acuerdo con la sección y la pendiente fijadas en el proyecto y/o las ordenadas por la SCT.

El contratista mantendrá los canales libres de azolves y materias extrañas, hasta que la SCT reciba la obra.

### **6.2.1.7. Acarreos**

Es la acción de transportar el material producto de: cortes, excavaciones adicionales debajo de la sub-rasante, ampliación y/o abatimiento de taludes, rebaje de la corona de cortes y/o terraplenes existentes, escalones, despalmes, préstamos, derrumbes y canales, para construir un terraplén o efectuar un desperdicio; así como el transporte del agua empleada en la compactación de terracerías.

El equipo de transporte deberá ser previamente autorizado por la SCT, salvo cuando el pago se haga por unidad de obra terminada.

Los acarreos se efectuarán de acuerdo con lo fijado en el proyecto y/o lo ordenado por la SCT.<sup>13</sup>

### **6.2.2. Obras de drenaje**

Son el elemento fundamental de los caminos, ya que permiten garantizar su vida útil, por que su función principal es retirar el agua del cuerpo y de la superficie de rodamiento.

#### **6.2.2.1. Excavación**

Es la remoción y extracción de material para alojar o desplantar las obras de drenaje, denominadas comúnmente alcantarillas, así como para el desplante de muros, dentellones, cabezotes y aleros para las losas, cuando se trate de cauces con ancho de 2 a 6 metros, que no se tienen que resolver como puentes, de acuerdo con lo que se estipula en el proyecto correspondiente.

---

<sup>13</sup> S.C.T., *Normas para Construcción e Instalaciones, Terracerías*, Pág. 1 a 100

El proyecto fijará y/o la SCT ordenará si las excavaciones para estructuras deben ejecutarse a mano o con máquina. En este último caso, el equipo de construcción será previamente autorizado por la SCT. Cuando el pago se haga por unidad de obra terminada, no se requiere la autorización anterior.

Cuando el lecho de roca o suelo de cimentación sea distinto de los previstos en el proyecto, no se iniciará el desplante hasta que esté elaborado el nuevo proyecto.

Cuando el proyecto fije y/o la SCT ordene que las paredes de la excavación puedan servir de molde a un colado, sus dimensiones no deberán excederse en más de diez (10) centímetros respecto a las fijadas en el proyecto.

Cuando la cimentación deba hacerse en un lecho de roca o suelo que pueda ser afectado rápidamente por el intemperismo, las excavaciones deberán suspenderse a quince (15) centímetros, aproximadamente, arriba nivel de desplante.

Los taludes serán acabados ajustándose a las secciones fijadas en el proyecto y/o ordenadas por la SCT.

De acuerdo con lo fijado en el proyecto y/o lo ordenado por la SCT, se construirán las obras de protección necesarias para evitar derrumbes o inundaciones de las excavaciones.

Las obras auxiliares necesarias para ejecutar la excavación en seco, es decir, sin tirantes de agua, se deberán hacer hasta donde convenga económicamente.



### 6.2.2.2. Rellenos

Son los trabajos que se tiene que realizar para colocar materiales, en la excavación para proteger las alcantarillas y obras auxiliares, utilizando el producto de las excavaciones o de préstamos, de acuerdo con el proyecto.

Los rellenos se ajustarán a los procedimientos de ejecución fijados en el proyecto y/o ordenados por la SCT.

El proyecto fijará y/o la SCT ordenará si los rellenos deben ejecutarse a mano o con equipo mecánico. En este último caso, el equipo será previamente autorizado por la SCT.

El contratista iniciará los trabajos de relleno, cuando la SCT, previa inspección del sitio donde se ejecutarán, verifique que se ha cumplido con lo fijado en el proyecto y/o lo ordenado por la misma.

Cuando el proyecto no fije el tipo de dren, los rellenos que cubran las caras posteriores de los muros, se harán de tal manera que una capa de material pétreo, con las características que ordene la SCT para que funcione como dren, quede en contacto con la superficie cubierta de la estructura.

La SCT ordenará, en cada caso, el tamaño máximo de los materiales que puedan emplearse como relleno.

Los rellenos deberán hacerse por capas de espesores no mayores de veinte (20) centímetros, proporcionando al material la humedad adecuada y compactando cada capa al noventa por ciento (90%), salvo lo que fije el proyecto y/o lo que ordene la SCT.

En el relleno de arcos y alcantarillas, el material deberá extenderse en capas simétricamente colocadas, tanto respecto al eje transversal de la estructura como a su eje longitudinal y se compactará tomando en cuenta lo indicado en el inciso anterior.

No se permitirá el paso de equipo pesado sobre las alcantarillas o cualquiera otra estructura que se este relleno, hasta que este tenga el colchón mínimo fijado en el proyecto y/o el que ordene la SCT en cada caso.

### **6.2.2.3. Mampostería**

Es el elemento estructural que se construye con piedra, juntada con mortero de cemento o de cal, o sin juntar, de acuerdo con lo establecido en el proyecto. Por sus características se consideran dos tipos de mampostería:

- A) Mampostería de tercera: es la que se construye con piedra sin labrar juntada con mortero de cemento o de cal hidratada en polvo o de cal hidratada en pasta.
  
- B) Mampostería seca: es la que se construye con piedra sin labrar, debidamente acomodada para dejar el menor número de vacíos, sin emplear mortero.

Los morteros de cemento deberán elaborarse dosificando los materiales en volumen, tomando una (1) parte de cemento y cuatro (4) partes de arena para la mampostería de segunda clase, salvo que el proyecto fije o la SCT ordene otra dosificación; para el proporcionamiento de uno a cuatro (1:4) se considerará un consumo de cemento de trescientos cincuenta (350) kilogramos por metro cúbico de mortero; igualmente, para el proporcionamiento de uno a cinco (1:5) se considera un consumo de cemento de doscientos ochenta (280) kilogramos por metro cúbico de mortero.

#### 6.2.2.4. Zampeados

Es el recubrimiento de superficies, con mampostería o concreto hidráulico, para protegerlas de la erosión, de acuerdo con lo establecido en el proyecto o por necesidades de la obra e indicado por el residente de la misma y evaluado por la Unidad General de Servicios Técnicos de los Centros SCT.

Los zampeados se construirán en el lugar, de las dimensiones y con las demás características que fije el proyecto y/o ordene la SCT.

Una vez terminada y afinada la superficie por zampear, ésta se compactará cuando y en la forma que fije el proyecto y/o ordene la SCT.

En los zampeados de mampostería de tercera clase, se utilizará mortero de cemento en proporción uno a cinco (1:5), salvo que el proyecto fije y/o la SCT ordene otra dosificación.

En los zampeados de mampostería seca, las piedras deberán colocarse de manera que queden, en lo posible, en contacto unas con otras.

Los zampeados de concreto hidráulico podrán ser colados en el lugar o precolados, de las dimensiones y demás características que fije el proyecto y/o ordene la SCT.

En los zampeados de suelo-cemento, los materiales se mezclarán en el lugar o en planta, preferentemente en seco, utilizando el equipo adecuado.

### **6.2.2.5. Concreto hidráulico**

Es la mezcla de cemento Pórtland, agregados pétreos seleccionados, arena y agua. En algunos casos, de acuerdo con el proyecto y/o necesidades específicas de la obra, se agregan aditivos para lograr fraguados con menor tiempo y mejores resistencias.

Los concretos se designarán de acuerdo con la resistencia a la compresión a los veintiocho (28) días.

La dosificación de los materiales requeridos en la elaboración del concreto, para la  $f'c$  fijada por el proyecto y/o ordenada por la SCT, será determinada por el contratista, bajo su exclusiva responsabilidad.

La revoltura tendrá el revenimiento o manejabilidad fijados en el proyecto y/o ordenados por la SCT y ésta los comprobará con la frecuencia que considere necesaria.

### **6.2.2.6. Acero para concreto hidráulico**

Está constituido por: varillas, alambres, cables, barras, soleras, ángulos, rieles, rejillas de alambre, metal desplegado u otros elementos estructurales, que se usan dentro del concreto, para absorber los esfuerzos a la tensión.

El primer paso es el corte y habilitado del acero y simultáneamente el armado de la cimbra, conforme al proyecto, para lo cual se debe tener cuidado que todos los elementos que se vayan a emplear estén libres de grasa, óxido o cualquier otro elemento extraño que modifique sus características físicas y/o mecánicas.

### 6.2.2.7. Alcantarillas

Son las obras que se construyen con una o varias líneas de ductos, tubos, losas, bóvedas o arcos, de diferentes materiales, para encausar o cruzar el agua de escurrimientos, que la construcción del camino pudiera interrumpir, que se construyen de acuerdo con el proyecto y/o lo que ordene la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

### 6.2.2.8. Subdrén

Sistema de drenaje subterráneo cuya función es captar y desalojar el agua que se infiltra en el terreno natural o en las terracerías, de acuerdo con las características fijadas en el proyecto y/o necesidades de la obra, analizadas y validadas por la Unidad General de Servicios Técnicos de los Centros SCT.

Los sub-drenes en zanjas se harán en la ubicación, de las dimensiones, pendientes y demás características fijadas en el proyecto y/o ordenadas por la SCT.

Previamente a la colocación de los tubos en las zanjas, el fondo de las mismas se acondicionará colocando la plantilla con el mismo material de filtro, dando un apisonado hasta obtener una superficie resistente y uniforme, con la pendiente del proyecto.<sup>14</sup>

<sup>14</sup> S.C.T., *Normas para Construcción e Instalaciones, Estructuras y Obras de Drenaje*, Pág. 1 a 100

### **6.2.3. Pavimentos**

#### **6.2.3.1. Revestimientos**

Son capas de materiales seleccionados que se tienden sobre las terracerías de una obra vial, a fin de servir como superficie de rodamiento.

La construcción de los revestimientos se iniciará cuando las terracerías estén terminadas, dentro de las tolerancias, o lo que en cada caso fije el proyecto y/o ordene la SCT.

Previamente a la explotación de los bancos se efectuará el desmonte que ordene la SCT.

Una vez efectuado se despalmarán los bancos cuando así lo fije el proyecto y/o lo ordene la SCT, desalojando la capa superficial del terreno natural que, por sus características, no sea adecuada para la construcción de revestimientos.

#### **6.2.3.2. Materiales para la construcción sub-bases y bases**

Son materiales pétreos seleccionados por sus características físicas para emplearse en la construcción de sub-bases y bases. El desmonte necesario de los bancos se efectuará previamente a su explotación.

Una vez efectuado el desmonte, se despalmarán los bancos desalojando la capa superficial del terreno natural que, por sus características físicas, no sea adecuada para la construcción de sub-bases y bases.

### **6.2.3.3. Sub-bases y bases**

Son capas sucesivas de materiales seleccionados que se construyen sobre la sub-rasante y cuya función es soportar las cargas rodantes y transmitir las a las terracerías, distribuyéndolas en tal forma que no se produzcan deformaciones perjudiciales en éstas.

La construcción de sub-base o de la base se iniciará cuando las terracerías o la sub-base, según sea el caso, estén terminadas dentro de las tolerancias fijadas en estas normas.

La descarga de los materiales que se utilicen en la construcción de sub-bases o bases deberán hacerse sobre la sub-rasante o sub-base según sea el caso.

La longitud máxima del tramo de carretera, para descargar materiales de sub-base o base, será fijada por la SCT.

### **6.2.3.4. Materiales para la construcción de carpetas y mezclas asfálticas**

Son materiales pétreos seleccionados por sus características físicas, para emplearse en la construcción de carpetas y mezclas asfálticas.

Los materiales que requieren ser cribados deberán ser extraídos del banco y cribados por las mallas fijadas, utilizando medio mecánicos que aseguren la separación y eliminación del desperdicio y la separación, en su caso, en los tamaños especificados.

Los materiales que requieran ser triturados parcialmente y cribados deberán ser extraídos del banco, triturados y cribados a través de las mallas fijadas, utilizando medios mecánicos que aseguran la trituración y separación, en su caso, en los tamaños especificados.

Los materiales que requieren ser triturados totalmente y cribados deberán ser extraídos, pepenados u obtenidos del depósito natural o desperdicio, triturados y cribados por las mallas fijadas, con equipo mecánico adecuado para satisfacer la composición granulométrica requerida o la separación, en su caso, en los tamaños estipulados.

#### **6.2.3.5. Materiales asfálticos**

Son materiales bituminosos con propiedades aglutinantes, sólidos, semisólidos o líquidos, que se utilizan en estabilizaciones, en riegos de impregnación, de liga y de sello, en construcción de carpetas y en elaboración de mezclas o morteros.

Los materiales asfálticos se transportarán desde el lugar de adquisición hasta el de almacenamiento utilizando carros-tanque de ferrocarril, autos-tanque o barcos-tanque.

Los tanques del equipo de transporte contarán con instalación para calentar el producto cuando así se requiera.

Los materiales asfálticos se almacenarán en depósitos cuya ubicación, tipo y capacidad sean previamente aprobados por la SCT.

Los depósitos que se utilicen para almacenar materiales asfálticos, reunirán los requisitos necesarios para evitar la contaminación de los productos que se almacenen en ellos.



### **6.2.3.6. Estabilizaciones**

Es la incorporación de un determinado producto a los materiales seleccionados utilizados en la construcción de la capa sub-rasante, de la sub-base o de la base, para modificar algunas características físicas de los materiales y mejorar el comportamiento de las capas.

Las estabilizaciones de materiales se ejecutaran principalmente en los siguientes casos:

- A) En materiales que formen la capa sub-rasante, para su mejoramiento.
- B) En materiales existentes en la carretera, para la construcción o reconstrucción de la capa sub-rasante, de la sub-base o de la base.
- C) En material procedente de uno (1) o más bancos, para la construcción de la capa sub-rasante, la sub-base o la base.

Los proporcionamientos así como los procedimientos de ejecución de la estabilización con cal hidratada, cemento Pórtland o materiales puzolánicos serán fijados por el proyecto.

### **6.2.3.7. Riego de impregnación**

El riego de impregnación es la aplicación de un asfalto rebajado a una superficie terminada, con objeto de impermeabilizarla y/o estabilizarla para favorecer la adherencia entre ella y la carpeta asfáltica.

Se procederá al barrido de la superficie por tratar, para eliminar todo material suelto, polvo y materias extrañas que se encuentran en ella, antes de aplicar el riego de impregnación.

Si la base se ha deteriorado o destruido, por no haber sido impregnada a su debido tiempo, deberá reacondicionarse para dejarla de acuerdo con lo fijado en el proyecto y/o ordenado por la SCT.

Una vez barrida la superficie por tratar, se procederá a dar el riego de material asfáltico por medio de una petrolizadora aprobada por la SCT.

#### **6.2.3.8. Carpetas asfálticas por el sistema de riegos**

Las carpetas asfálticas por el sistema de riegos son las que se construyen mediante uno (1), dos (2) o tres (3) riegos de materiales asfálticos, cubiertos sucesivamente con capas de materiales pétreos de diferentes tamaños, trituración y/o cribados.

Antes de proceder a la construcción de la carpeta por el sistema de riegos, la base deberá ser debidamente preparada e impregnada.

En la construcción de carpetas por el sistema de riegos, las cantidades de los distintos tamaños de material pétreo que se empleen, así como las de cemento asfáltico, serán fijadas por el proyecto y/o ordenadas por la SCT, en cada caso.

En todos los casos de carpetas que se construyan por el sistema de riegos, el contratista deberá recavar previamente la aprobación de la SCT para el equipo que pretenda usar, salvo cuando el pago se haga por unidad de obra terminada.

#### **6.2.3.9. Carpetas asfálticas por el sistema de mezcla en el lugar**

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

Antes de proceder a la construcción de la carpeta por el sistema de mezcla en el lugar, la base deberá estar debidamente preparada e impregnada.

Salvo que se indique lo contrario, se dará un riego de liga, con petrolizadora, en toda la superficie que quedará cubierta con la carpeta, utilizando un material asfáltico del tipo y en la cantidad que fije el proyecto y/o ordene la SCT.

Antes de aplicar el riego de liga sobre la superficie impregnada, ésta deberá estar barrida para dejarla exenta de materias extrañas y polvo.

En todos los casos de carpetas que se construyan por el sistema de mezcla en el lugar, el contratista deberá recavar previamente la aprobación de la SCT para el equipo que pretenda usar, salvo cuando el pago se haga por unidad de obra terminada.

#### **6.2.3.10. Carpeta de concreto asfáltico**

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

Antes de proceder a construir la carpeta, la base deberá estar debidamente preparada e impregnada.

Salvo que se indique lo contrario, se dará un riego de liga con petrolizadora, en toda la superficie que quedará cubierta con la carpeta, utilizando un material asfáltico del tipo y en la cantidad que fije el proyecto y/o ordene la SCT.

Antes de aplicar el riego de liga sobre la superficie impregnada, ésta deberá estar barrida para dejarla exenta de materias extrañas y polvo.

En todos los casos de carpetas que se construyan por el sistema de mezcla en el lugar, el contratista deberá recavar previamente la aprobación de la SCT para el equipo que pretenda usar, salvo cuando el pago se haga por unidad de obra terminada.

#### **6.2.3.11. Riego de sello**

El riego de sello consiste en la aplicación de un material asfáltico, cubierto con una capa de material pétreo, para impermeabilizar la carpeta, protegerla del desgaste y proporcionar una superficie antiderrapante.

Antes de aplicar el riego de sello, la superficie por tratar deberá estar seca y ser barrida para dejarla exenta de materias extrañas y polvo.

En cada caso y tomando en cuenta las condiciones de la carpeta por sellar y las características del material pétreo que se empleará en el riego, la SCT determinará mediante pruebas sobre la carpeta por sellar, las cantidades que, tanto de los materiales pétreos como de asfalto, deben utilizarse para el riego de sello.

#### **6.2.3.12. Morteros asfálticos**

Los morteros asfálticos son los que se elaboran con material pétreo de determinada granulometría, agua y emulsión asfáltica, para ser aplicados sobre una base impregnada o una carpeta asfáltica, con el objeto de impermeabilizarlas y protegerlas del desgaste.

Antes de aplicar el mortero asfáltico sobre la superficie por tratar, ésta deberá estar barrida para dejarla exenta de materias extrañas y polvo.

Para la elaboración de mortero asfáltico, las cantidades de los distintos materiales pétreos, así como las de emulsión asfáltica y agua, serán fijadas por el proyecto.

Las características de la mezcla deberán ser tales, que permitan en general que se establezca una vez tendida, en un período comprendido entre una (1) y cinco (5) horas.<sup>15</sup>

## Conclusiones

La construcción de una nueva carretera hoy en día, pese a los nuevos sistemas de diseño y construcción, representan una gran inversión para los gobiernos, es por ello de suma importancia realiza estudio que determinen si la solución al nivel de servicio que prestan las carreteras existentes, es la modernización que puede ser desde la modificación del proyecto geométrico en algunos tramos, anexar en ciertos tramos un carril de ascenso para los transporte más pesados, o finalmente la construcción de otros dos o más carriles siguiendo el mismo trazo.

---

<sup>15</sup> S.C.T.. *Normas para Construcción e Instalaciones, Pavimentos*, Pág. 1 a 100



**CAPITULO 7**  
**MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL**

## **CAPITULO 7**

### **MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL**

En este capítulo se presenta la Guía para la Presentación del Manifiesto de Impacto Ambiental, establecida por la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y su Reglamento en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental (REIA), la cual debe de cumplir cualquier proyecto de vías terrestres, de tal forma que el Impacto Ambiental se minimice.

#### **7.1. Conceptos generales**

La Evaluación del Impacto Ambiental (EIA), concebida como un instrumento de la política ambiental, analítico y de alcance preventivo, permite integrar al ambiente un proyecto o una actividad determinada; en esta concepción el procedimiento ofrece un conjunto de ventajas al ambiente y al proyecto, invariablemente, esas ventajas sólo son apreciables después de largos períodos de tiempo y se concretan en economías en las inversiones y en los costos de las obras, en diseños más perfeccionados e integrados al ambiente y en una mayor aceptación social de las iniciativas de inversión.

A nivel mundial los primeros intentos por evaluar el impacto ambiental surgen en 1970, particularmente en los EUA. En México, este instrumento se aplica desde hace más de 20 años y durante este tiempo el procedimiento ha permanecido vigente como el principal instrumento preventivo para la Gestión de proyectos o actividades productivas.

El inicio formal del PEIA se registró en 1988, año en que se publicó la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y su Reglamento en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental (REIA). Después de ocho años de desarrollo institucional, en 1996 se reforma la LGEEPA.

El Impacto Ambiental es definido por la LGEEPA como: la modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza. Además, señala que el Desequilibrio Ecológico es la alteración de las relaciones de interdependencia entre los elementos naturales que conforman el ambiente, que afecta negativamente la existencia, transformación y desarrollo del hombre y demás seres vivos. En este mismo artículo la Ley define a la Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) como: el documento mediante el cual se da a conocer, con base en estudios, el impacto ambiental, significativo y potencial que generaría una obra o actividad, así como la forma de evitarlo o atenuarlo en caso de que sea negativo.

Por su parte, el concepto de evaluación del impacto ambiental es definido por la misma Ley en su artículo 28 como: el procedimiento a través del cual la Secretaría (SEMARNAT), establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el ambiente. Para ello, en los casos que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:

- I.- Obras hidráulicas, vías generales de comunicación, oleoductos, gasoductos, carboductos y poliductos.
- II.- Industria del petróleo, petroquímica, química, siderúrgica, papelera, azucarera, del cemento y eléctrica.
- III.- Exploración, explotación y beneficio de minerales y sustancias reservadas a la Federación en los términos de las Leyes Minera y Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en Materia Nuclear.



- IV.- Instalaciones de tratamiento, confinamiento o eliminación de residuos peligrosos, así como residuos radiactivos.
- V.- Aprovechamientos forestales en selvas tropicales y especies de difícil regeneración.
- VI.- Plantaciones forestales.
- VII.- Cambios de uso de suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas.
- VIII.- Parques industriales donde se prevea la realización de actividades altamente riesgosas.
- IX.- Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros.
- X.- Obras y actividades en humedales, manglares, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales;
- XI.- Obras en áreas naturales protegidas de competencia de la Federación;
- XII.- Actividades pesqueras, acuícolas o agropecuarias que puedan poner en peligro la preservación de una o más especies o causar daños a los ecosistemas, y
- XIII.- Obras o actividades que correspondan a asuntos de competencia federal, que puedan causar desequilibrios ecológicos graves e irreparables, daños a la salud pública o a los ecosistemas, o rebasar los límites y condiciones establecidas en las disposiciones jurídicas relativas a la preservación del equilibrio ecológico y la protección del ambiente

Paralelamente, ante la complejidad del PEIA, el Reglamento establece la obligación de la autoridad para formular y poner a disposición de los particulares, guías para facilitarles la integración de sus manifestaciones e informes preventivos.

La evaluación del impacto ambiental es un procedimiento de carácter preventivo, orientado a informar al promovente de un proyecto o de una actividad productiva, acerca de los efectos al ambiente que pueden generarse con su construcción. Es un elemento correctivo de los procesos de planificación y tiene como finalidad medular atenuar los efectos negativos del proyecto sobre el ambiente.

Se busca, que se garantice de la mejor manera posible, el equilibrio y las características del ambiente después de la puesta en operación del proyecto o actividad objeto del estudio, y colateralmente, preservar la salud y el bienestar del hombre, todo ello llevado a escenarios de largo plazo.

En síntesis, este proceso multidisciplinario, debe constituir la etapa previa (con bases científicas, técnicas, socioculturales, económicas y jurídicas) a la toma de decisiones acerca de la puesta en operación de una actividad o un proyecto determinado.

## **7.2. Etapas del proceso**

La elaboración de un estudio de impacto ambiental, en términos generales se constituye por un conjunto de etapas y tareas a cumplir, que genéricamente, se concretan en los siguientes rubros:

1. *Descripción del proyecto o actividad a realizar:* En esta etapa se analiza y se describe al proyecto o a la actividad, destacando desde el enfoque ambiental, sus principales atributos y sus debilidades más evidentes.

2. *Desglose del proyecto o actividad en sus partes elementales:* Esta tarea debe realizarse de manera uniforme y sistemática para cada una de las cuatro fases convencionalmente aceptadas: preparación del sitio, construcción, operación y abandono del proyecto. Deberá hacerse una prospección de las actividades relacionadas al proyecto y de aquellas otras que serán inducidas por él, siempre con el objetivo de identificar los impactos al ambiente.
3. *Descripción del estado que caracteriza al ambiente, previo al establecimiento del proyecto:* Descripción del medio físico en sus elementos bióticos y abióticos, en un ámbito extenso y sustentado tanto en evidencias reportadas en la literatura especializada, como en observaciones directas en campo. En esta etapa se incluye el estudio del medio social y económico de la zona, donde se establecerá el proyecto o donde se desarrollará la actividad.
4. *Elementos más significativos del ambiente:* Este apartado resume la información que permite determinar el significado que tienen los elementos más relevantes del ambiente, previamente analizados para su conservación. Habrán de definirse y aplicarse los criterios acordes a la magnitud de la importancia del ambiente, tales como diversidad, rareza, perturbación o singularidad, la valoración que se haga de cada rubro deberá tener un enfoque integral.
5. *Ámbito de aplicación del Estudio de Impacto Ambiental:* El ámbito de aplicación del Estudio, definirá el alcance que tendrá éste para cada uno de los elementos anteriormente descritos. Su incidencia o no con Áreas Naturales Protegidas o con Planes Parciales de Desarrollo Urbano o del Territorio, así como el cumplimiento de Normas Oficiales Mexicanas vigentes.
6. *Identificación de impactos:* Con esta etapa, el estudio alcanza una de sus fases más importantes, se trata de definir las repercusiones que tendrá el proyecto o la actividad a realizar sobre el ambiente descrito y sobre sus elementos más significativos. Cada impacto deberá ser valorado sobre una base lógica,

medurable y fácilmente identificable. Posteriormente, el análisis debe llegar a una sinergia que permita identificar, valorar y medir el efecto acumulativo del total de los impactos identificados.

7. *Alternativas*: Si fuese el caso de que hubiese dos o más alternativas para el proyecto o para la actividad, éstas serán analizadas, valoradas sobre la base de su significado ambiental y seleccionada la que mejor se ajuste tanto a las necesidades del mantenimiento del equilibrio ambiental, como a los objetivos, características y necesidades del proyecto.
8. *Identificación de medidas de mitigación*: La importancia de esta etapa, debe ser evidenciada en el reporte final con la propuesta de medidas lógicas y viables en su aplicación.
9. *Valoración de impactos residuales*: Se aplica este concepto, a la identificación de aquellas situaciones negativas para el ambiente, que pueden derivar de una falta de previsión o de intervención del hombre y que pudieran derivar de la puesta en operación del proyecto.
10. *Plan de vigilancia y control*: En esta etapa, el estudio deberá definir los impactos que serán considerados en el plan de seguimiento y control; determinar los parámetros a evaluar, los indicadores que habrán de demostrar la eficiencia del plan, la frecuencia de las actividades, los sitios y las características del muestreo.

### **7.3. Guía para la presentación del manifiesto de impacto ambiental**

#### **7.3.1. Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental**

##### **7.3.1.1. Proyecto**

Elaborar e insertar en éste apartado un croquis (tamaño doble carta), donde se señalen las características de ubicación del proyecto, las localidades próximas, rasgos fisiográficos e hidrológicos sobresalientes y próximos, vías de comunicación y otras.

*Nombre del proyecto.*

*Ubicación del proyecto.*

*Tiempo de vida útil del proyecto. (Acotarlo en años o meses).*

*Presentación de la documentación legal.*

##### **7.3.1.2. Promovente**

*Nombre o razón social*

*Registro Federal de Contribuyentes del promovente*

*Nombre y cargo del representante legal*

*Dirección del promovente o de su representante legal*

##### **7.3.1.3. Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental**

*Nombre o Razón Social*

*Registro Federal de Contribuyentes o CURP*

*Nombre del responsable técnico del estudio*

*Dirección del responsable técnico del estudio*

### **7.3.2. Descripción del proyecto**

#### **7.3.2.1. Información general del proyecto**

##### *Naturaleza del proyecto*

En esta sección, se deberá caracterizar técnica y ambientalmente el proyecto que se pretende realizar, destacando sus principales atributos, identificando los elementos ambientales que pueden ser integrados o aprovechados en su desarrollo y describiendo el grado de sustentabilidad que se pretende alcanzar, cuando el proyecto logre el nivel de aprovechamiento óptimo de su capacidad instalada.

##### *Selección del sitio*

Describir los criterios ambientales, técnicos y socioeconómicos, considerados para la selección del sitio. Con un análisis comparativo de otras alternativas estudiadas.

##### *Ubicación física del proyecto y planos de localización*

- a).- Incluir un plano topográfico actualizado.
- b).- Presentar un plano de conjunto del proyecto; con la distribución total de la infraestructura permanente y de las obras asociadas, las obras provisionales dentro del predio, los principales núcleos de población existente y otros proyectos productivos del sector.

##### *Inversión requerida*

- a).- Reportar el importe total del capital total requerido (inversión + gasto de operación), para el proyecto.

- b).-Precisar el período de recuperación del capital, justificándolo con la memoria de cálculo respectiva.
- c).-Especificar los costos necesarios para aplicar las medidas de prevención y mitigación.

### *Dimensiones del proyecto*

Especifique la superficie total requerida para el proyecto, desglosándola de la siguiente manera:

- a).-Superficie total del predio (en m<sup>2</sup>).
- b).-Superficie a afectar (en m<sup>2</sup>) con respecto a la cobertura vegetal del área del proyecto, por tipo de comunidad vegetal existente en el predio (selva, manglar, tular, bosque, etc.). Indicar, para cada caso su relación (en porcentaje), respecto a la superficie total del proyecto.
- c).-Superficie (en m<sup>2</sup>) para obras permanentes. Indicar su relación (en porcentaje), respecto a la superficie total.

### *Uso actual de suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias*

Se recomienda describir el uso actual de suelo y/o de los cuerpos de agua en el sitio seleccionado, detallando las actividades que se lleven a cabo en dicho sitio y en sus colindancias.

### *Urbanización del área y descripción de servicios requeridos*

Describir la disponibilidad de servicios básicos (vías de acceso, agua potable, energía eléctrica, drenaje, etc.) y de servicios de apoyo (plantas de tratamiento de aguas residuales, líneas telefónicas, etc.). De no disponerse en el

sitio, indique cual es la infraestructura necesaria para otorgar servicios y quien será el responsable de construirla y/u operarla (promovente o un tercero).

### **7.3.2.2. Características particulares del proyecto**

Se recomienda que se ofrezca información sintetizada de las obras principales, asociadas y/o provisionales en cada una de las etapas que se indican en esta sección, debiendo destacar las principales características de diseño de las obras y actividades en relación con su participación en la reducción de las alteraciones al ambiente.

#### *Programa general de trabajo*

Presentar a través de un diagrama de Gantt, un programa calendarizado de trabajo de todo el proyecto, desglosado por etapas (preparación del sitio, construcción, operación, mantenimiento y abandono del sitio), señalando el tiempo que llevará su ejecución, en términos de semanas, meses o años, según sea el caso.

#### *Preparación del sitio*

Se recomienda que en éste apartado se haga una descripción concreta y objetiva de las principales actividades que integran esta etapa, señalando características, diseños o modalidades.

#### *Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto*

Es importante que en este apartado, se incluya una descripción completa pero resumida de las principales obras y actividades de tipo provisional y que se prevea realizar como apoyo para la construcción de la obra principal.



### *Etapas de construcción*

En este rubro se describirá al menos lo siguiente: obras permanentes, asociadas y sus correspondientes actividades de construcción, de ser el caso, tanto sobre tierra firme como en el medio acuático.

### *Etapas de operación y mantenimiento*

Con la misma orientación de los rubros anteriores, se recomienda describir los programas de operación y mantenimiento de las instalaciones, en los que se detalle lo siguiente:

- a).- Descripción general del tipo de servicios que se brindarán en las instalaciones.
- b).- Tecnologías que se utilizarán, en especial las que tengan relación directa con la emisión y control de residuos líquidos, sólidos o gaseosos
- c).- Tipo de reparaciones a sistemas equipos, etc.
- d).- Especificar si se pretende llevar a cabo control de malezas o fauna nociva, describiendo los métodos de control.

### *Otros insumos*

Listar las sustancias no peligrosas, con su nombre común y técnico, su estado físico, las cantidades que serán almacenadas y el consumo mensual de cada una de ellas.

### *Sustancias peligrosas*

Indicar si durante el proceso de operación de cualquiera de las instalaciones del proyecto se usará alguna sustancia peligrosa, de ser este el caso, proporcionar la siguiente información para cada una de ellas: nombre comercial, nombre técnico, CAS (Chemical Abstract Service), estado físico, tipo de

envase, etapa o proceso en que se emplea, cantidad de uso mensual, cantidad de reporte, características CRETIB (Corrosivo, Reactivo, Explosivo, Tóxico, Inflamable, Biológico-Infecioso), IDLH (Inmediatamente peligrosos para la vida o la salud).

Para las sustancias que sean tóxicas, se deberá adicionar la siguiente información: persistencia en aire, agua, sedimento y suelo, bioacumulación FBC (Factor de Bioacumulación), Log Kow (Coeficiente de partición octano/agua), toxicidad aguda en organismos acuáticos, toxicidad aguda en organismos terrestres, toxicidad crónica en organismos acuáticos y toxicidad crónica en organismos terrestres.

#### *Descripción de obras asociadas al proyecto*

Como obra asociada se identifica a toda aquella obra que complementa a cualquiera de las obras principales como podrían ser: los edificios de áreas administrativas, de servicios, etc. El tratamiento a desarrollar en este caso es similar al de los rubros anteriores

#### *Etapa de abandono del sitio*

Describir el programa tentativo de abandono del sitio, enfatizando en las medidas de rehabilitación, compensación y restitución.

#### *Utilización de explosivos*

En la eventualidad de que se pretenda utilizar algún tipo de explosivo, es conveniente especificar lo siguiente: tipo de explosivo, cantidad a utilizar, actividad o etapa en la que se utilizará (por ejemplo en la construcción de caminos de acceso, cortes). En este caso, el promovente deberá justificar plenamente el uso de estos materiales.

### *Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera*

Resulta conveniente identificar los residuos que habrán de generarse en las diferentes etapas del proyecto y describir su manejo y disposición, considerando al menos lo siguiente: tipo de residuos (sólido o líquido, orgánico o inorgánico) y emisión a la atmósfera.

### *Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos*

Es necesario identificar y reportar la disponibilidad de servicios de infraestructura para el manejo y disposición final de los residuos, en la localidad y/o región, tales como: rellenos sanitarios, plantas de tratamiento de aguas residuales municipales, servicios de separación, manejo, tratamiento, reciclamiento o confinamiento de residuos, entre otros.

### **7.3.3. Vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y, en su caso, con la regulación de uso de suelo**

Sobre la base de las características del proyecto, es recomendable identificar y analizar los diferentes instrumentos de planeación que ordenan la zona donde se ubicará, a fin de sujetarse a los instrumentos con validez legal tales como:

- ⇒ Los Planes de Ordenamiento Ecológico del Territorio (POET) decretados.
- ⇒ Los Planes y Programas de Desarrollo Urbano Estatales, Municipales o en su caso del Centro de Población.
- ⇒ Programas de recuperación y restablecimiento de las zonas de restauración ecológica.
- ⇒ Normas Oficiales Mexicanas.
- ⇒ Decretos y Programas de Manejo de Áreas Naturales Protegidas.
- ⇒ Bandos y reglamentos municipales.

### **7.3.4. Descripción del sistema ambiental y señalamiento de la problemática ambiental detectada en el área de influencia del proyecto**

#### **7.3.4.1. Delimitación del área de estudio**

Para delimitar el área de estudio, se utilizará la regionalización establecida por las Unidades de Gestión Ambiental del ordenamiento ecológico (cuando exista para el sitio y esté decretado y publicado en el Diario Oficial de la Federación o en el boletín o Periódico Oficial de la entidad federativa correspondiente), la zona de estudio se delimitará con respecto a la ubicación y amplitud de los componentes ambientales con los que el proyecto tendrá alguna interacción, por lo que podrá abarcar mas de una unidad de gestión ambiental de acuerdo con las características del proyecto, las cuales serán consideradas en el análisis.

#### **7.3.4.2. Caracterización y análisis del sistema ambiental**

Para el desarrollo de esta sección, se analizarán de manera integral los elementos del medio físico, biótico, social, económico y cultural, así como los diferentes usos de suelo y del agua que hay en el área de estudio

##### *Aspectos abióticos*

##### a).- Clima

- ⇒ Tipo de clima: describirlo según la clasificación de Köppen, modificada por E. García (1981).
- ⇒ Fenómenos climatológicos (nortes, tormentas tropicales y huracanes, entre otros eventos extremos).
- ⇒ Temperatura promedio mensual, anual y extrema.
- ⇒ Evaporación promedio mensual.
- ⇒ Vientos dominantes (dirección y velocidad).

## b).- Geología y geomorfología.

- ⇒ Características litológicas del área.
- ⇒ Características geomorfológicas más importantes del predio.
- ⇒ Características del relieve.
- ⇒ Presencia de fallas y fracturamientos en el predio o área de estudio.
- ⇒ Susceptibilidad de la zona a: sismicidad, deslizamiento, derrumbes, inundaciones, otros movimientos de tierra o roca y posible actividad volcánica.

## c).- Suelos

- ⇒ Tipos de suelo en el predio del proyecto y su área de influencia de acuerdo con la clasificación de FAO-UNESCO e INEGI.

## d).- Hidrología superficial y subterránea

- ⇒ Recursos hidrológicos localizados en el área de estudio.

## e).- Hidrología superficial

- ⇒ Embalses y cuerpos de agua (presas, ríos, arroyos, lagos, lagunas, sistemas lagunares, etc.).
- ⇒ Localización y distancias al predio del proyecto.  
Análisis de la calidad del agua, con énfasis en los siguientes parámetros:  
pH, color, turbidez, grasas y aceites.

## f).- Hidrología subterránea

- ⇒ Localización del recurso; profundidad y dirección; tipo de acuífero (acuitardo, acuífero semiconfinado, confinado, etc.) usos principales y calidad del agua (sólo en el caso de que se prevean afectaciones directas o indirectas en alguna de las etapas del proyecto al cuerpo de agua subterráneo).
- ⇒ Zona marina: descripción general del área

⇒ Zona costera (lagunas costeras y esteros): configuración de los márgenes del sistema lagunar; batimetría del frente costero y batimetría del sistema lagunar; determinación del transporte litoral; calidad del agua (salinidad, oxígeno disuelto, nitritos, nitratos, fosfatos y amonio) que deberá ser representativa de las condiciones generales del cuerpo de agua y considerar las variaciones estacionales del mismo. Circulación y patrones de corrientes (patrón de corrientes costeras y estimación de las velocidades medias de las corrientes; ciclo de mareas).

### *Aspectos bióticos*

#### a).- Vegetación terrestre

La vegetación natural puede verse afectada por las obras o actividades consideradas en el proyecto debido a: a) ocupación del suelo por la construcción de las obras principales y adicionales; b) aumento de la presencia humana derivada de la mayor accesibilidad al sitio donde se establecerá el proyecto; c) incremento del riesgo de incendios, y d) efectos que se puedan registrar sobre la vegetación por los compuestos y sustancias utilizadas durante la construcción y durante el mantenimiento de las obras (sales, herbicidas, biocidas, etc.) y los contaminantes atmosféricos.

#### b).- Fauna

El objetivo de analizar las comunidades faunísticas en un estudio de impacto ambiental radica, por un lado, en la conveniencia de preservarlas como un recurso natural importante, y por otro lado, por ser excelentes indicadores de las condiciones ambientales de un determinado ámbito geográfico; así, dependiendo del grupo taxonómico al que pertenezca un organismo presente en el área de estudio, la fauna puede mostrar, bien una respuesta integral a toda una serie de factores ambientales, bien a un determinado factor, siendo por tanto un excelente grupo para interpretar estas condiciones ambientales.

## *Paisaje*

La inclusión del paisaje en un estudio de impacto ambiental se sustenta en dos aspectos fundamentales: el concepto «paisaje» como elemento aglutinador de toda una serie de características del medio físico y la capacidad de asimilación que tiene el paisaje de los efectos derivados del establecimiento del proyecto.

## *Medio socioeconómico*

El objetivo de incluir el análisis del medio socioeconómico en el estudio de impacto ambiental, radica en que este sistema ambiental se ve profundamente modificado por la nueva infraestructura. En muchos casos este cambio es favorable, pero existen otros cuyo carácter es negativo. Todos ellos hay que tenerlos en cuenta a la hora de evaluar el impacto que produce un proyecto. Además, no debe pasarse por alto que el medio físico y social están íntimamente vinculados, de tal manera que el social se comporta al mismo tiempo como sistema receptor de las alteraciones producidas en el medio físico y como generador de modificaciones en este mismo medio.

### a).- Demografía.

Se recomienda este análisis para determinar la cantidad de población que será afectada, sus características estructurales, culturales y la dinámica poblacional, para finalmente diseñar la proyección demográfica previsible, sobre la que se han de incorporar las variaciones que genere el proyecto o la actividad.

### b).- Factores socioculturales.

Este concepto es referido al conjunto de elementos que, bien sea por el peso específico que les otorgan los habitantes de la zona donde se ubicará el proyecto, o por el interés evidente para el resto de la colectividad, merecen su consideración en el estudio.

### *Diagnóstico ambiental*

En este punto se realizará un análisis con la información que se recopiló en la fase de caracterización ambiental, con el propósito de hacer un diagnóstico del sistema ambiental previo a la realización del proyecto, en donde se identificarán y analizarán las tendencias del comportamiento de los procesos de deterioro natural y grado de conservación del área de estudio y de la calidad de vida que pudieran presentar en la zona por el aumento demográfico y la intensidad de las actividades productivas, considerando aspectos de tiempo y espacio.

#### a).- Integración e interpretación del inventario ambiental

La elaboración del inventario, desarrollada en el capítulo precedente, es un primer e importante paso ya que con la información obtenida se dispone, por una parte, de la caracterización preoperacional del área donde se establecerá el proyecto y, por otra parte, de una base para identificar los impactos al ambiente, definir las medidas de mitigación de los mismos y establecer el programa de vigilancia ambiental.

#### b).- Síntesis del inventario

En algunos estudios de Impacto Ambiental, a efecto de resumir la información derivada del inventario ambiental, ofrecen una cartografía única en la que se intenta reflejar las características de cada punto del territorio, agrupándolas posteriormente en unidades homogéneas, tanto internamente, como con respecto a la respuesta ante una determinada actuación. Para ello, se han propuesto diversas metodologías de integración, partiendo de dos enfoques distintos, que han sido ampliamente empleadas en estudios de ordenamiento territorial.

El primero de ellos (González Bernáldez, et al. 1973), parte de un concepto integrador en el que cada unidad pretende ser una síntesis de los caracteres más notables de cada una de las observaciones temáticas,



recurriendo a lo que se ha denominado unidades de percepción o fenosistemas, es decir, partes perceptibles del sistema de relaciones subyacentes.

El segundo enfoque se fundamenta en la superposición de las distintas unidades determinadas en la cartografía temática, habiéndose propuesto diversos modelos para ello que abarcan desde una superposición simple, hasta una superposición ponderada. Esta síntesis puede efectuarse mediante técnicas manuales o automáticas (MOPU, 1981).

### **7.3.5. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales**

Con apoyo en la información del diagnóstico ambiental que fue desarrollado en el tema anterior, se elaborará el escenario ambiental en el cual se identificarán los impactos que resultarán al insertar el proyecto en el área de estudio. Esto permitirá identificar las acciones que pueden generar desequilibrios ecológicos y que por su magnitud e importancia provocarán daños permanentes al ambiente y/o contribuirán en la consolidación de los procesos de cambio existentes.

La identificación de los impactos al ambiente derivados del desarrollo del proyecto o actividad está condicionada por tres situaciones: la ausencia de un adecuado conocimiento de la respuesta de muchos componentes del ecosistema y medio social frente a una acción determinada, la carencia de información detallada sobre algunos componentes del proyecto que pueden ser fundamentales desde un punto de vista ambiental, y por último, el hecho de que, en muchas ocasiones, en la obra se presentan desviaciones respecto al proyecto original que no pueden ser tomadas en cuenta a la hora de realizar el Estudio de Impacto Ambiental. Todos ellos contribuyen a que la identificación de los impactos presente cierta dosis de incertidumbre, cuya magnitud resulta difícil de evaluar.

### 7.3.5.1. Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales

Para la identificación y evaluación de impactos existen diferentes metodologías, las cuales podrán ser seleccionadas por el responsable técnico del proyecto, justificando su aplicación.

En ésta guía se presenta el empleo de indicadores de impacto, como un ejemplo metodológico.

#### *Indicadores de impacto*

En esta guía, se sugiere que se considere a los indicadores como índices cuantitativos o cualitativos, que permitan evaluar la dimensión de las alteraciones que podrán producirse como consecuencia del establecimiento de un proyecto o del desarrollo de una actividad.

Para ser útiles, los indicadores de impacto deben cumplir, al menos, los siguientes requisitos:

- ⇒ Representatividad: se refiere al grado de información que posee un indicador respecto al impacto global de la obra.
- ⇒ Relevancia: la información que aporta es significativa sobre la magnitud e importancia del impacto.
- ⇒ Excluyente: no existe una superposición entre los distintos indicadores.
- ⇒ Cuantificable: medible siempre que sea posible en términos cuantitativos.
- ⇒ Fácil identificación: definidos conceptualmente de modo claro y conciso.

Otro aspecto importante de los indicadores de impacto, es que estos pueden variar según la etapa en que se encuentra el proceso de desarrollo del proyecto o actividad que se evalúa, así, para cada fase del proyecto deben utilizarse indicadores propios, cuyo nivel de detalle y cuantificación irán concentrándose a medida que se desarrolla el proyecto.

Finalmente, se hace notar que la lista de indicadores que se incluye es sólo una referencia indicativa, que no debe ser aplicada como receta a cualquier caso; en cada proyecto y medio físico afectado será necesario elaborar una lista propia que recoja su casuística particular.

#### *Lista indicativa de indicadores de impacto*

La relación de indicadores, desglosada según los distintos componentes del ambiente y que se ofrece a continuación, puede ser útil para las distintas fases de un proyecto, sólo como un ejemplo, será tarea del responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental, el determinar los indicadores particulares para el proyecto que aborde, por ello, la lista siguiente no es exhaustiva, sino solo indicativa.

- ⇒ Calidad del aire: los indicadores de este componente pueden ser distintos según se trate de actividades preoperativas, de construcción u operativas.
- ⇒ Ruidos y vibraciones: un posible indicador de impacto de este componente podría ser la dimensión de la superficie afectada por niveles sonoros superiores a los que marca la NOM-081-ECOL-1994.
- ⇒ Geología y geomorfología: en la fase de estudios previos se suelen adoptar indicadores tales como el número e importancia de los puntos de interés geológico afectados, el contraste de relieve y el grado de erosión e inestabilidad de los terrenos.
- ⇒ Hidrología superficial y/o subterránea: se pueden citar los siguientes: número de cauces interceptados diferenciando si es el tramo alto, medio o bajo del cauce. Superficie afectada por la infraestructura en las zonas de recarga de acuíferos. Alteración potencial del acuífero derivada de la operación del proyecto. Caudales afectados por cambios en la calidad de las aguas.
- ⇒ Suelo: los indicadores de impacto sobre el suelo deben estar ligados mas a su calidad que al volumen que será removido, por lo que un indicador

posible sería la superficie de suelo de distintas calidades que se verá afectado, otro indicador puede ser el riesgo de erosión, etc.

- ⇒ Vegetación terrestre: los indicadores de impactos para la vegetación pueden ser muy variados y entre ellos cabe citar: Superficie de las distintas formaciones vegetales afectadas por las distintas obras y valoración de su importancia en función de diferentes escalas espaciales. Número de especies protegidas o endémicas afectadas. Superficie de las distintas formaciones afectadas por un aumento del riesgo de incendios. Superficie de las distintas formaciones especialmente sensibles a peligros de contaminación atmosférica o hídrica.
- ⇒ Fauna: los indicadores pueden ser parecidos a los de vegetación, aunque debido a su movilidad, debe considerarse también el efecto barrera de la infraestructura o de las vías de comunicación internas del proyecto (en su caso).
- ⇒ Paisaje: posibles indicadores de este elemento serían los siguientes: número de puntos de especial interés paisajístico afectados. Intervisibilidad de la infraestructura y obras anexas, superficie afectada. Volumen del movimiento de tierras previsto. Superficie intersectada y valoración de las diferentes unidades paisajísticas intersectadas por las obras o la explotación de bancos de préstamo.
- ⇒ Demografía: las alteraciones en la demografía pueden evaluarse mediante indicadores similares a los siguientes: variaciones en la población total y relaciones de esta variación con respecto a las poblaciones locales; número de individuos ocupados en empleos generados por el desarrollo del proyecto en sus diferentes etapas y por los servicios conexos; número de individuos y/o construcciones afectados por distintos niveles de emisión de ruidos y contaminación atmosférica; impacto del proyecto en el favorecimiento de la inmigración; etc.
- ⇒ Factores socioculturales: valor cultural y extensión de las zonas que pueden sufrir modificaciones en las formas de vida tradicionales; número y valor de los elementos del patrimonio histórico-artístico y cultural afectados por las

obras del proyecto; intensidad de uso (veces/semana o veces/mes) que es utilizado en el predio donde se establecerá el proyecto por las comunidades vecindadas como área de esparcimiento, reunión o de otro tipo; etc.

- ⇒ Sector primario: posibles indicadores de las alteraciones en ese sector podrían ser: porcentaje de la superficie de los terrenos que cambiará su uso de suelo (agrícola, ganadero o forestal); variación de la productividad y de la calidad de la producción derivada del establecimiento del proyecto; limitaciones a actividades pesqueras, acuícolas o agropecuarias derivadas del establecimiento del proyecto; variación del valor del suelo en las zonas aledañas al sitio donde se establecerá el proyecto.
- ⇒ Sector secundario: algunos indicadores de este sector pueden ser: número de trabajadores en la obra; demanda y tipo de servicios de parte de los trabajadores incorporados a cada una de las etapas del proyecto; incremento en la actividad comercial de las comunidades vecinas como consecuencia del desarrollo del proyecto; etc.

### *Criterios y metodologías de evaluación*

Los criterios y métodos de evaluación del impacto ambiental, pueden definirse como aquellos elementos que permiten valorar el impacto ambiental de un proyecto o actuación sobre el medio ambiente. En ese sentido estos criterios y métodos tienen una función similar a los de la valoración del inventario, puesto que los criterios permiten evaluar la importancia de los impactos producidos, mientras que los métodos de evaluación lo que tratan es de valorar conjuntamente el impacto global de la obra.

## 1. Criterios

Los criterios de valoración del impacto que pueden aplicarse en un Estudio de Impacto Ambiental son variados y su selección depende en gran medida del autor y del estudio. A continuación se incluyen unos cuantos que suelen estar entre los más utilizados en los Estudios de Impacto Ambiental.

- ⇒ Dimensión: se refiere al grado de afectación de un impacto concreto sobre un determinado factor.
- ⇒ Signo: muestra si el impacto es positivo (+), negativo (-) o neutro (o).
- ⇒ Desarrollo: considera la superficie afectada por un determinado impacto.
- ⇒ Permanencia: este criterio hace referencia a la escala temporal en que actúa un determinado impacto.
- ⇒ Certidumbre: este criterio se refiere al grado de probabilidad de que se produzca el impacto bajo análisis.
- ⇒ Reversibilidad: bajo este criterio se considera la posibilidad de que, una vez producido el impacto, el sistema afectado pueda volver a su estado inicial.
- ⇒ Sinergia: el significado de la aplicación de este criterio considera la acción conjunta de dos o más impactos, bajo la premisa de que el impacto total es superior a la suma de los impactos parciales.
- ⇒ Viabilidad de adoptar medidas de mitigación: dentro de este criterio se resume la probabilidad de que un determinado impacto se pueda minimizar con la aplicación de medidas de mitigación.

Por último, cabe destacar que casi en todos los criterios, éstos pueden valorar los impactos de manera cuantitativa (por ejemplo, mucho, poco, nada), sin embargo en otros, es posible llegar a una cuantificación de los mismos.

## 1. Metodologías de evaluación y justificación de la metodología seleccionada

La variedad de metodologías de evaluación es muy amplia, algunas de ellas derivan de ejercicios similares que se hacen en los estudios de ordenamiento ecológico del territorio, otras son específicas de los Estudios de Impacto Ambiental.

La disponibilidad de metodologías van desde las más simples, en las que se evalúa numéricamente el impacto global que se produce sin analizar los impactos intermedios, a aquellas otras más complejas en las que, a través de diferentes procesos de ponderación, se pretende llegar a una visión global de la magnitud del impacto ambiental.

Es recomendable, que la metodología que seleccione el profesional o el equipo responsable de la elaboración de los estudios sea justificada, considerando principalmente el grado de interacción o complejidad del proyecto o actividad bajo análisis y el nivel de certidumbre que ofrece el modelo seleccionado.

### 7.3.6. Medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales

#### 7.3.6.1. Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental

Es recomendable que la identificación de las medidas de mitigación o correctivas de los impactos ambientales, se sustente en la premisa de que siempre es mejor no producirlos, que establecer medidas correctivas. Las medidas correctivas implican costos adicionales, que comparados con el costo total del proyecto suelen ser bajos, sin embargo, pueden evitarse si no se producen los impactos; a esto hay que agregar que en la mayoría de los casos, las medidas

correctivas solamente eliminan una parte de la alteración, y en muchos casos ni siquiera eso.

El responsable del estudio deberá asegurar una identificación precisa, objetiva y viable de las diferentes medidas correctivas o de mitigación de los impactos ambientales, que deriven de la ejecución del proyecto desglosándolos por componente ambiental. Es recomendable que la descripción incluya cuando menos lo siguiente:

- ⇒ La medida correctiva o de mitigación, con explicaciones claras sobre su mecanismo y medidas de éxito esperadas con base en fundamentos técnico-científicos o experiencias en el manejo de recursos naturales que sustenten su aplicación.
- ⇒ Duración de las obras o actividades correctivas o de mitigación, señalando la etapa del proyecto en la que se requerirán, así como su duración.
- ⇒ Especificaciones de la operación y mantenimiento (en caso de que la medida implique el empleo de equipo o la construcción de obras). Las especificaciones y procedimientos de operación y mantenimiento deberán ser señaladas de manera clara y concisa.

### **7.3.6.2. Impactos residuales**

Se entiende por impacto residual, al efecto que permanece en el ambiente después de aplicar las medidas de mitigación. Es un hecho que muchos impactos carecen de medidas de mitigación, otros por el contrario, pueden ser ampliamente mitigados o reducidos, e incluso eliminados con la aplicación de las medidas propuestas, aunque en la mayoría de los casos los impactos quedan reducidos en su magnitud. Por ello, el estudio de impacto ambiental quedará incompleto si no se especifican estos impactos residuales ya que ellos son los que realmente indican el impacto final de un determinado proyecto.



De igual forma es recomendable tener en cuenta que, la aplicación de algunas medidas preventivas, de mitigación, de compensación y restauración van a propiciar la presencia de impactos adicionales, los cuales deben incorporarse a la relación de impactos residuales definitivos.

### **7.3.7. Pronósticos ambientales y en su caso, evaluación de alternativas**

#### **7.3.7.1. Pronóstico del escenario**

Con apoyo del escenario ambiental elaborado en apartados precedentes, realizar una proyección en la que se ilustre el resultado de la acción de las medidas correctivas o de mitigación, sobre los impactos ambientales relevantes y críticos. Este escenario considerará la dinámica ambiental resultante de los impactos ambientales residuales, incluyendo los no mitigables, los mecanismos de autorregulación y la estabilización de los ecosistemas.

#### **7.3.7.2. Programa de vigilancia ambiental**

Presentar un programa de vigilancia ambiental que tiene por función básica, establecer un sistema que garantice el cumplimiento de las indicaciones y medidas de mitigación incluidas en el Estudio de Impacto Ambiental. Incluirá la supervisión de la acción u obra de mitigación, señalando de forma clara y precisa, los procedimientos de supervisión para verificar el cumplimiento de la medida de mitigación, estableciendo los procedimientos para hacer las correcciones y los ajustes necesarios.

**Conclusiones**

Es vital para la supervivencia y armonía de la flora y la fauna con las obras de infraestructura que ejecuta el hombre, realizar este tipo de acciones que determinen el daño que se realizara a la naturaleza y las actividades que se tendran que realiza para mitigar el impacto ambiental.



## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

---

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las hipótesis que se plantearon en un principio se cumplieron, ya que al final de esta investigación contamos con una metodología para la evaluación técnica de carreteras de dos carriles, desde los puntos de vista de funcionalidad y de capacidad vial.

### *Resultados obtenidos*

Es importante tener cuidado cuando se realiza una evaluación técnica de una carretera de dos carriles, se deben tomar en cuenta todas las variables que puedan intervenir, ya que como nos dimos cuenta el resultado de esta evaluación se refleja en lo económico, tanto para la administración de la carretera, como para el propio usuario. Es por ello la importancia de tener en cuenta la siguiente metodología.

El primer paso que se tiene que realizar, determinar cual es la problemática que se presenta en la carretera lo cual se logra con la revisión de la capacidad vial de la carretera y la revisión del estado físico de los principales elementos de la carretera.

Para cuando se presenten problemas de conservación, se recomienda seguir los procedimientos de conservación proporcionados por la SCT, los cuales se resumen en el capítulo 4 y que garantizan un mayor horizonte de proyecto para la carretera.

En el caso de que se requiera de la reconstrucción de la carretera, es recomendable seguir los procedimientos establecidos por la SCT, que se encuentran resumidos dentro del capítulo 5, estas recomendaciones proporcionan a la carretera los requisitos de seguridad y comodidad que de ella esperan los usuarios.

La modernización de una carretera, se recomienda cuando no se cuenta con los recursos suficientes para la construcción de una nueva carretera, un buen trabajo de este tipo puede generar un gran ahorro para los gobiernos, con lo cual se podrá contar con recursos para invertir en otro tipo de obras. Las recomendaciones al respecto se presentan en el capítulo 6.

Finalmente, un aspecto que tiene mucho auge en la actualidad y que irá creciendo año con año, es el correspondiente a la evaluación del impacto ambiental, para lo cual se presenta en el capítulo 7 la manera en la cual se debe de redactar un manifiesto de impacto ambiental para el área de vías terrestres.

#### *Futuras líneas de investigación*

Esta metodología, como ya se dijo anteriormente, fue desarrollada para carreteras de dos carriles con pavimento asfáltico, que es en la que se presentan la mayor parte de los problemas de funcionalidad y capacidad vial, pero sería interesante este mismo tipo de investigación para:

- ⇒ Autopistas
- ⇒ Carreteras multicarriles
- ⇒ Carreteras de dos carriles (solo para las de concreto hidráulico)
- ⇒ Calles
- ⇒ Caminos rurales

Con las diferentes variables que se puedan presentar de acuerdo con el material empleado para la construcción de la superficie de rodamiento.

*Recomendaciones a futuras investigaciones*

La forma más fácil de recabar información para la elaboración de las metodologías que se exponen anteriormente, es acudir a la Dirección General de Servicios Técnicos de la SCT y finalmente, también puede recurrir a esta tesis para estructurar el índice del futuro trabajo de investigación.



**GLOSARIO**

---

## GLOSARIO

### *Baches*

Es una porción de la superficie de rodamiento que ha sido destruida y removida por el tránsito y su tamaño es superior a quince (15) centímetros.

### *Calaveras*

Es una porción de la superficie de rodamiento que ha sido destruida y removida por el tránsito y su tamaño es inferior a quince (15) centímetros.

### *Derrumbes*

Se llama derrumbe a un desprendimiento de material de las laderas naturales o del talud de un corte hacia la corona del camino.

### *Deslave*

Se llama deslave a la erosión y socavación del material del talud de un terraplén, producida por el escurrimiento del agua superficial. El deslave puede, o no, afectar la corona del camino.

### *Emulsiones asfálticas*

Para tener un producto asfáltico que se pueda aplicar o mezclar con pétreos húmedos, se fabrican las emulsiones asfálticas, en las que el cemento asfáltico se suspende en agua, por medio de emulsificante y un estabilizador. De acuerdo con el emulsificante usado, se producen emulsiones aniónicas y catiónicas; estas últimas resisten mayores humedades en los pétreos.

### *Geomorfología*

Parte de la geografía física que trata de la descripción y explicación del relieve terrestre actual.



*Paradero*

Son estructuras diseñadas para permitir a las personas que esperan un autobús, guarecerse del sol o la lluvia mientras llega el vehículo correspondiente.

*Rastreo*

Se llama rastreo al reacomodo del material de la capa superficial de un camino con superficie de rodamiento revestida o de terracerías, que da a la sección transversal sus condiciones originales, pudiendo ser necesario en algunos casos efectuar recargues del material correspondiente.

*Recargue*

Actividad que se realiza antes de iniciar un rastreo, sobretodo cuando se han producido baches, asentamientos, deformaciones y/o en caso de que la capa superficial ya se encuentre muy delgada, este deberá efectuarse con material seleccionado.

*Rodillo liso tipo tándem*

Se le llama rodillo liso tipo tándem para indicar que uno de los rodillos sigue la misma trayectoria que el otro. Originalmente, estos rodillos tenían sólo dos ejes, por lo que "tándem" es una forma apropiada de denominarlos.

*Roza*

Actividad que consiste en quitar la maleza, hierbas, zacate o residuos de las siembras.

*Sub-rasante*

La sub-rasante es una capa con espesor mínimo de 30 cm, con un tamaño máximo de agregados de 7.5 cm (3"), un grado de compactación del 95% del PVSM, un valor relativo de soporte de 15% mínimo y expansión máxima de 5%. Tiene como función recibir y resistir las cargas del tránsito que le son transmitidas

por el pavimento para posteriormente ser transmitidas y distribuidas de forma adecuada al cuerpo del terraplen.

### **Zampeado**

Es el recubrimiento de superficies, con mampostería o concreto hidráulico, para protegerlas de la erosión, de acuerdo con lo establecido en el proyecto o por necesidades de la obra e indicado por el residente de la misma y evaluado por la Unidad General de Servicios Técnicos de los Centros SCT.

### **Zapapico**

Herramienta semejante a un pico cuyas dos extremidades terminan una en punta y la otra en corte estrecho, que se emplea para excavar en la tierra dura, derribar, etc.



## **BIBLIOGRAFÍA**

---

## BIBLIOGRAFÍA

### *Tesis relacionadas con el tema*

CASTAÑEDA MOLINA Héctor A., *Análisis para la obtención de la concesión de la construcción, operación, explotación, conservación y mantenimiento de una carretera a partir del nuevo esquema de concesión de carreteras de la secretaría de comunicaciones y transportes*, México, 2003.

### *Libros básicos y libros de consulta*

CAL, Rafael y REYES E., Mayor. *Ingeniería de Tránsito, Fundamentos y Aplicaciones*.

CRESPO VILLALAS, Carlos, *Vías de comunicación, Caminos, Ferrocarriles, Aeropuertos, Puentes y Puertos*, Tercera Edición, Limusa Noriega Editores, México, 1996.

ETCHARREN G. René, *Caminos Alimentadores*, Primera Edición, Representaciones y Servicios de Ingeniería, México, 1982.

JIMÉNEZ GONZÁLES Raúl, *Algunas Notas Sobre Conservación de Carreteras*, Primera Edición, Impresora y Encuadernadora Progreso, S.A., 1994.

SEMARNAT, *Guía para la Presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental del Sector: Vías Generales de Comunicación*, Primera Edición, Impreso por SEMARNAT, México, 2002.

OLIVERA BUSTAMANTE Fernando, *Estructuración de Vías terrestres*, Segunda Edición, Compañía Editorial Continental, S.A. de C.V., México, 1996.

*Entrevista con especialistas*

M.I. HERRERA DEL ANGEL Sergio, *Subdirector de Evaluación de Proyectos de la Dirección General de Servicios Técnicos de la SCT*

M.I. GARCIA LEYVA Martín, *Director de Evaluación de Proyectos de la SCT en Sinaloa*

ING. SOSA GARRIDO Roberto, *Especialista en Vías Terrestres del Grupo Triada S.A. de C.V.*

*Manuales y normas*

D.G.S.T., *Capacidad y Niveles de Servicio en la Red Federal de Caminos*, Impresora y Encuadernadora Progreso, S.A., México, 1996.

D.G.S.T., *Manual de Capacidad Vial*, Primera Edición, Impresora y Encuadernadora Progreso, S.A., México, 1992.

S.C.T., *Normas y Procedimientos de Conservación y Reconstrucción de Carreteras*, Segunda Edición, Talleres de Imprecolor, S.A. de C.V., México, 1996.

S.C.T., *Normas para Calificar el Estado Físico de una carretera*, Primera Edición, Talleres de Imprecolor, S.A. de C.V., México, 1984.

S.C.T., *Normas para Construcción e Instalaciones, Estructuras y Obras de Drenaje*, Primera Edición, Talleres de Imprecolor, S.A. de C.V., México, 1984.

S.C.T., *Normas para Construcción e Instalaciones, Pavimentos*, Primera Edición, Talleres de Imprecolor, S.A. de C.V., México, 1984.

S.C.T., *Normas para Construcción e instalaciones, Terracerías*, Primera Edición, Talleres de Imprecolor, S.A. de C.V., México, 1984.