



Periódico Oficial

del Estado de Baja California

Eugenio Elorduy Walther
Gobernador del Estado

José María Valdéz Morales
Director

Autorizado como correspondencia de segunda clase por
la Dirección General de Correos el 25 de Marzo de 1958.

Las Leyes y demás disposiciones obligan por el solo hecho
de publicarse en este periódico.

TOMO CXI

Mexicali, B. C., 22 de octubre de 2004.

No. 46

Indice

ESTADOS UNIDOS

SECCION I
PODER EJECUTIVO FEDERAL

ACUERDO por el cual se emiten las **NORMAS
TECNICAS DE MANTENIMIENTO DE PAVIMENTOS
PARA OBRAS DE VIALIDADES DEL ESTADO DE B.C.**, así
como el documento en mención.



ARTURO ESPINOZA JARAMILLO, EN EJERCICIO DE LAS FACULTADES QUE ME CONFIEREN LOS ARTÍCULOS 27 FRACCIÓN VIII, DE LA LEY ORGÁNICA DE LA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA DEL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA, Y 6 FRACCIÓN XIV, DEL REGLAMENTO INTERNO DE LA SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA Y DESARROLLO URBANO, Y

CONSIDERANDO

PRIMERO.- Que el Plan Estatal de Desarrollo de Baja California 2002-2007, es el instrumento rector de la política estatal de desarrollo, el cual prevé como compromiso para esta Administración Pública Estatal, fomentar un desarrollo urbano que impulse una intensa vinculación entre los sectores público y privado, que permita garantizar dentro de un marco de sustentabilidad el desarrollo ordenado e integral de la sociedad.

SEGUNDO.- Que de igual forma, el Plan Estatal de Desarrollo de Baja California 2002-2007, establece como objetivo específico el mantenimiento de pavimentos para obras de vialidades que se realizaron en el Estado con visión de lograr una calidad y durabilidad a largo plazo; para lo cual es necesario, promover, revisar, actualizar y formular programas y proyectos con visión a largo plazo, acordes con los planes y programas de desarrollo urbano regional; así como implementar acciones de mejoramiento, ampliación y consolidación de infraestructura.

TERCERO.- Que el eficaz cumplimiento de los objetivos de la planeación y regulación del desarrollo urbano de nuestra Entidad, debe cimentarse en un objetivo y correcto ejercicio de las atribuciones que de acuerdo a la legislación vigente tienen a su cargo las distintas dependencias y entidades de la Administración Pública Estatal, en una adecuada coordinación entre ellas, y de éstas con los particulares.

CUARTO.- Que el desarrollo urbano sustentable se centra en la creación de instrumentos de planeación urbana, regional y sectorial, así como en la expedición y actualización de la normatividad técnica que regule procedimientos en materia de desarrollo urbano, tales como mantenimiento de pavimentos para obras de vialidades.

QUINTO.- Que en este sentido, y en virtud de las crecientes necesidades de la población del Estado, en materia de servicios públicos, la Secretaría de Infraestructura y Desarrollo Urbano, elaboró en coordinación con los municipios de nuestra entidad, las Normas Técnicas de Mantenimiento de Pavimentos para Obras de Vialidades del Estado de Baja California, con el objeto de recopilar y adecuar la normatividad que se maneja en la materia, complementándola con sus experiencias en el diseño, construcción, operación y mantenimiento de este servicio en el Estado.

SEXTO.- Que las Normas Técnicas de Mantenimiento de Pavimentos para Obras de Vialidades del Estado de Baja California, tienen como finalidad unificar criterios en la aplicación de la normatividad e implementar nuevas estrategias técnicas que permitan garantizar ampliamente a los usuarios y a las comunidades del Estado una calidad y durabilidad adecuados al uso que van a estar sujetos, por lo que se expide el siguiente:

ACUERDO

PRIMERO.- Se aprueba la publicación de las Normas Técnicas de Mantenimiento de Pavimentos para Obras de Vialidades del Estado de Baja California.

SEGUNDO.- Las Normas Técnicas de Mantenimiento de Pavimentos para Obras de Vialidades del Estado de Baja California, tienen carácter obligatorio para los sectores público, social y privado, respecto a los objetivos, estrategias y acciones que se deriven de su aplicación, conforme a las disposiciones jurídicas aplicables.

ARTICULOS TRANSITORIOS

ARTÍCULO PRIMERO.- El presente Acuerdo entrará en vigor el día siguiente de su publicación en el Periódico Oficial del Estado.

ARTÍCULO SEGUNDO.- Publíquense las Normas Técnicas de Mantenimiento de Pavimentos para Obras de Vialidades del Estado de Baja California en el Periódico Oficial del Estado.

ARTÍCULO TERCERO.- Inscribanse las Normas Técnicas de Mantenimiento de Pavimentos para Obras de Vialidades del Estado de Baja California en el Registro Público de la Propiedad y de Comercio del Estado, dentro de los veinte días siguientes a la entrada en vigor del presente Acuerdo.

DADO en la Ciudad de Mexicali, Baja California, a los cinco días del mes de octubre del año dos mil cuatro.



ARTURO ESPINOZA JARAMILLO
SECRETARIO DE INFRAESTRUCTURA
Y DESARROLLO URBANO DEL ESTADO

**NORMAS TÉCNICAS DE PROYECTO Y CONSTRUCCIÓN PARA
OBRAS DE VIALIDADES DEL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA**

3.3.03 MANTENIMIENTO DE PAVIMENTOS

**NORMAS TÉCNICAS DE MANTENIMIENTO DE
PAVIMENTOS PARA OBRAS DE VIALIDADES
DEL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA**

ÍNDICE GENERAL

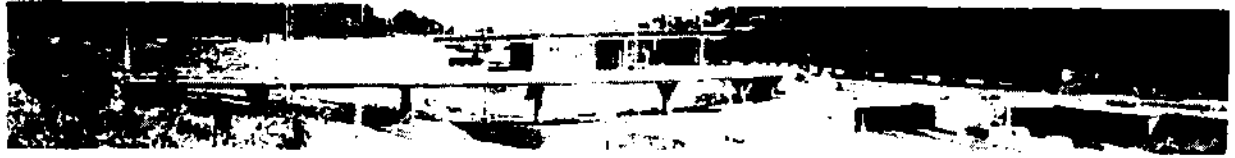
NORMAS TÉCNICAS DE PROYECTO Y CONSTRUCCIÓN PARA OBRAS DE VIALIDADES DEL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA

3.3.03 MANTENIMIENTO DE PAVIMENTOS

NO. TEMA	TEMA
	PRÓLOGO
A	INTRODUCCIÓN
A.1	Generalidades
A.2	Antecedentes
B	FALLAS EN LOS PAVIMENTOS
B.1	Introducción
B.2	Típos de fallas
B.3	Diferencia entre falla funcional y falla estructural
B.4	Fallas más frecuentes en los pavimentos y estrategias generales de corrección
C	EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS
C.1	Evaluación funcional
C.2	Evaluación estructural
D	MANTENIMIENTO DE PAVIMENTOS DE REVESTIMIENTO
D.1	Definición
D.2	Trabajos de mantenimiento
D.3	Unidad de medida
E	MANTENIMIENTO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES
E.1	Introducción
E.2	Definición
E.3	Índice de estado
E.4	Categorías de acción
E.5	Procedimientos para el mantenimiento de pavimentos flexibles
E.6	Tratamientos superficiales
E.7	Tratamientos anti-resbaladizos
E.8	Sobrecarpetas
E.9	Bacheo
E.10	Nivelación
E.11	Reconstrucción
E.12	Unidad de medida

NO. TEMA	TEMA
F	MANTENIMIENTO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS
F.1	Definición
F.2	Generalidades
F.3	Materiales
F.4	Equipo
F.5	Procedimientos para el mantenimiento de pavimentos rígidos
F.6	Reparación de losas que presentan grietas
F.7	Reparación de zonas con desprendimientos
F.8	Estabilización de losas
F.9	Nivelación de losas
F.10	Rectificación de la superficie
F.11	Reparación de juntas
F.12	Sobrecarpetas
F.13	Acceso del tránsito a las zonas reparadas
F.14	Unidad de medida
F.15	Conclusiones
G	VERIFICACIÓN Y CONTROL DE CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN Y EN EL MANTENIMIENTO DE PAVIMENTOS
G.1	Disposiciones generales y definiciones
G.2	Supervisión de obra
G.3	Organización de la verificación de calidad
G.4	Guía de procedimientos de verificación de trabajos de construcción y mantenimiento de pavimentos
H	DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

PRÓLOGO



PRÓLOGO

La Secretaría de Infraestructura y Desarrollo Urbano del Estado, con fundamento en la Ley Orgánica de la Administración Pública del Estado, así como la Ley de Obras Públicas, Equipamiento, Suministros y Servicios Relacionados con la Misma; y en congruencia con el Plan Estatal de Desarrollo Urbano y con la finalidad de obtener un ordenamiento urbano acorde a la dinámica de crecimiento de las localidades del Estado, se ha dado a la tarea de elaborar Normas Técnicas para Proyecto y Construcción de Obras de Infraestructura Vial, con el principal objetivo de normar y de facilitar la ejecución de estos trabajos tanto a dependencias públicas como privadas.

Esta publicación denominada "Normas Técnicas de Mantenimiento de Pavimentos para Obras de Vialidades del Estado de Baja California" es un paso más en el programa de esta Secretaría, el cual fue elaborado recopilando y adecuando la normatividad que a la fecha se conoce de las diferentes dependencias federales que han manejado directa o indirectamente lo relacionado a la construcción de vialidades, como son actualmente la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, la Secretaría de Desarrollo Social y antes, la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, la Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas y la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos; además ha sido enriquecido con las experiencias de los organismos encargados de la planeación, proyecto, construcción, mantenimiento y operación de las vialidades, tanto internacionales, como municipales y estatales.

Esperamos que el presente trabajo sirva de apoyo a la construcción, mantenimiento y operación de las futuras obras de vialidades.

Queremos agradecer su colaboración y aportación de experiencias, a los organismos responsables de brindar dichos servicios en los diferentes municipios de nuestra entidad, siendo ellos:

Dirección de Desarrollo Urbano y Ecología de Ensenada
Dirección de Obras Públicas Municipales de Ensenada
Consejo de Urbanización Municipal de Mexicali
Dirección de Administración Urbana de Mexicali
Dirección de Obras Públicas Municipales de Mexicali
Dirección de Obras Públicas Municipales de Tecate
Dirección de Obras Públicas Municipales de Tijuana
Unidad Municipal de Urbanización de Tijuana
Dirección de Desarrollo Urbano de Playas de Rosarito
Dirección de Obras y Servicios Públicos Municipales de Playas de Rosarito
Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción Tijuana
Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción Mexicali

ING. ARTURO ESPINOZA JARAMILLO.

INTRODUCCIÓN

3.3.03 MANTENIMIENTO DE PAVIMENTOS

A INTRODUCCIÓN

A.1 GENERALIDADES

Este documento forma parte de un conjunto de Manuales y Normas Técnicas desarrollados por la Secretaría de Infraestructura y Desarrollo Urbano del Estado, con el fin de orientar y auxiliar a las Empresas, Instituciones y Organismos responsables a nivel federal, estatal y municipal; en las tareas referentes a los procesos de planeación, proyecto, construcción, mantenimiento y operación de vialidades en el Estado de Baja California.

Partiendo del concepto de que es necesario investigar y analizar los problemas relacionados con las vialidades y su entorno de manera integral, se ha desarrollado una metodología de trabajo para la solución de las diversas fallas que se originan en los pavimentos; las que de no corregirse originarían graves problemas por el estado deficiente o irregular de los mismos.

Es importante señalar que estos Manuales y Normas Técnicas, no son documentos independientes entre sí, ya que mantienen una estructura coherente como conjunto, dado que son piezas a ser utilizadas integralmente para el logro de la meta central: El mejoramiento de la calidad de vida de las ciudades a través de uno de sus elementos esenciales, las vialidades.

A.2 ANTECEDENTES

a Descripción

Una vialidad se define como la adaptación de una faja sobre la superficie terrestre que llene las condiciones de ancho, alineamiento y pendiente para permitir el rodamiento adecuado de los vehículos para los cuales ha sido acondicionada.

Para poder dar servicio al constante tránsito de vehículos, tiene que proveerse de un mantenimiento eficiente a una variedad de tipos de superficies de pavimentos que integran la estructura vial; las cuales pueden ser:

- 1 **Superficies sin tratar.** Son aquellas al nivel de terracerías, en vías de ser mejoradas o que ya han sido mejoradas.
- 2 **Superficies con agregados.** Son aquellas compuestas de materiales gruesos (arena, grava o piedra fragmentada) y materiales finos (limo o arcilla). La mezcla de materiales gruesos y finos forman una capa dura y al mismo tiempo duradera al ser éstos homogeneizados, humedecidos, tendidos y compactados. Estas superficies son frecuentemente producidas añadiendo los materiales gruesos al suelo natural de la corona de la vialidad.
- 3 **Superficies tratadas.** Son producidas cuando las superficies de las vialidades han sido estabilizadas por medio de otros materiales; frecuentemente los aditivos usados incluyen el cloruro de calcio, cemento Portland o asfalto líquido sobre la corona de la vialidad cuando está hecha de arena, grava o piedra; o simplemente añadiendo cloruro de calcio a la superficie para controlar el polvo.
- 4 **Superficies pavimentadas.** Están hechas de materiales bituminosos o de concreto hidráulico y son soportadas por una base, sub-base o sub-rasante. Las superficies pueden ser con tratamiento

de material bituminoso, las cuales consisten en una capa primaria seguida por una o varias capas selladoras o por mas capas hechas de una mezcla de material bituminoso, frio o caliente, tendidas y compactadas

b Definición

Se denomina **Mantenimiento de Pavimentos**, al conjunto de acciones que se desarrollan en forma constante y periódica para evitar el deterioro o la destrucción prematura de los pavimentos existentes, con la finalidad de conservar el uso y buen estado físico de la estructura vial para preservarla en condiciones adecuadas de operación y servicio, ofreciendo seguridad y comodidad al usuario

El mantenimiento o conservación de los pavimentos, garantiza la inversión inicial de construcción disminuye el costo de explotación y alarga la vida tanto de la vialidad como de los vehiculos que la utilizan. Mas que una solución de economía, es una solución de alta técnica de Ingeniería y por lo tanto los trabajos deben efectuarse oportunamente ya que de ello depende el que los gastos que se hagan sean mínimos

Todos los pavimentos requieren de mantenimiento puesto que los esfuerzos y fuerzas de la naturaleza estan constantemente actuando sobre ellos. Los esfuerzos naturales son causados por los cambios de humedad y temperatura. Mientras que las cargas más ligeras eventualmente causan alguna fatiga en el pavimento con el tiempo, el tránsito de vehiculos pesados los daña rapidamente. Fisuras y otros tipos de roturas de la superficie, que en etapas tempranas parecen ser invisibles pueden desarrollarse en defectos serios, los cuales pueden ser muy costosos en terminos de tiempo, dinero y trabajo. En términos de esfuerzo en mantenimiento y de uso de las instalaciones, la corrección rapida de los defectos en el pavimento es eficiente en costo. Por ejemplo, la corrección de los defectos puede ser alcanzada sellando los pavimentos para evitar la intrusión del agua y así evitar un mayor deterioro

c Tipos de Mantenimiento

En los trabajos de mantenimiento o conservación de los pavimentos, se debe diferenciar entre lo que se denomina mantenimiento preventivo, mantenimiento correctivo o de respuesta y la rehabilitación. La elección del procedimiento dependerá del estado de las vialidades y del resultado que se desea obtener. Algunos métodos técnicos aplicados para un tipo de mantenimiento pueden ser funcionales para otro. La elección del procedimiento por utilizar, se efectua una vez que los objetivos deseados hayan sido establecidos

Se deberá contar con personal con experiencia ya que sin ella, todos los sistemas, materiales y equipo que se empleen, por buenos que sean, tendrán como resultado trabajos defectuosos

Para lograr lo anterior como parte de los requerimientos, se considerarán cinco categorías de acción en función del índice de estado del pavimento

1. Mantenimiento Preventivo
2. Mantenimiento Correctivo o de Respuesta
 - 2.1 Mayor
 - 2.2 Menor
3. Rehabilitación
 - 3.1 Reconstrucción
 - 3.2 Refuerzo Estructural

El Mantenimiento Preventivo toma lugar antes de que el deterioro de las vialidades sea evidente. Este mantenimiento previene o reduce un daño mayor reparando pequeños defectos antes de que éstos se hagan más grandes; así como colocar una nueva superficie en secciones de vialidades, cuando el desgaste de éstas sea visible aunque no haya evidencia de fallas locales. Los tipos de operaciones preventivas pueden ser el reemplazo de un material bituminoso oxidado en un concreto asfáltico por medio de tratamientos en la superficie, recubrimientos ligeros o sellos de lechadas. Estas operaciones son de tipo preventivo siempre y cuando tomen lugar antes que un deterioro se haga presente.

El Mantenimiento Correctivo o de Respuesta se requiere cuando el deterioro de las vialidades es tan evidente como para necesitar una reparación inmediata. Este procedimiento incluye el bacheo de oquedades o huecos en la superficie, la reparación de vialidades en los bordes, la nivelación de depresiones y huellas, así como los procedimientos que sean necesarios para reparar o corregir condiciones no deseadas en la capa de rodamiento.

La Rehabilitación se requiere cuando los deterioros del pavimento abarcan un área bastante grande y resultan entonces ineficaces y antieconómicos los métodos de mantenimiento ordinarios. Este procedimiento consiste en reparar las capas del pavimento dañadas en superficies extensas y restituir las a su anterior estado.

d Programa para el Mantenimiento de Pavimentos

Una adecuada planeación del desarrollo de una infraestructura vial debe incluir un estimado de costos tanto de construcción y de mantenimiento durante la vida del diseño del pavimento, así como un estimado de los costos de operación de los vehículos que transitan por la red.

El propósito de dar mantenimiento a la superficie de un pavimento, es incrementar su servicio y/o conservarla muy semejante a la que esta vía tenía cuando se terminó su construcción. El índice de servicio es función de la edad de un pavimento, al iniciar su operación es muy alto y conforme se sujeta a la acción del tránsito y clima, se va dañando o desgastando la superficie de rodamiento debido a la presencia de fallas, disminuyendo así su servicio y aumentando los costos de operación de los usuarios.

Las acciones de mantenimiento deben ejecutarse a través de un proceso sistematizado que conlleve a establecer un Programa para el Mantenimiento de Pavimentos, el cual estará fundamentado en un ciclo que comprenda las etapas siguientes:

- 1 Planeación.
- 2 Programación.
- 3 Ejecución y Control.
- 4 Evaluación de Resultados / Retroalimentación.

Este ciclo se acostumbra representarlo gráficamente por un circuito cerrado, esto indica que cada etapa o subsistema se basa en un proceso de evaluación y retroalimentación, en el cual al término de cada ciclo, luego de comparar los resultados obtenidos con las metas originalmente fijadas, se reajustan los parámetros que son utilizados en la siguiente etapa de planeación, lo cual permite que todos los procedimientos se vayan perfeccionando progresivamente conforme se van repitiendo ciclos sucesivos del sistema con base en un mayor número de datos reales.

El **Programa para el Mantenimiento de Pavimentos** debe tener implícito un **Análisis de Factibilidad Técnica - Económica - Financiera y Ambiental**, para evaluar lo más aproximado posible, el monto y el impacto de las acciones que se requieran para el mejoramiento del pavimento de las vialidades existentes. Las acciones propuestas para esta área específica están enfocadas a preservar las inversiones en la infraestructura vial y reducir los costos de operación de los vehículos, así como para mitigar o prevenir el impacto al medio ambiente por las obras inducidas.

Las estrategias para planear el mantenimiento deben tomar en cuenta que no es más barato diferir estas acciones ya que, según el ciclo de vida de un pavimento, a medida que transcurre el tiempo, se disminuye la calidad de servicio de éste y los recursos presupuestales necesarios para renovarlo serán cada vez mayores.

Para iniciar el proceso de conservación vial, con lo primero que tiene que contar la Autoridad Correspondiente, es con un **Inventario General de Condición Física del Pavimento** de la red en estudio, para programar los trabajos a realizar.

Una vez definido el estado funcional de un pavimento se procederá, en caso necesario, a realizar una evaluación de daños estructurales del mismo.

Posteriormente al análisis de la base de datos de fallas del pavimento, se definirán las acciones más adecuadas de conservación de la infraestructura vial y se procederá a la ejecución y el control de obra.

e Aspectos Generales a Considerar

En el **Programa para el Mantenimiento de Pavimentos** se deben considerar como mínimo, los siguientes aspectos generales:

- 1 Cobertura y tipos de pavimentos de la red en estudio, en los respectivos niveles de detalle.
- 2 Inventario de obras viales y calificación de la condición de la red en estudio.
- 3 Aforos de tránsito en las intersecciones y vialidades de la red.
- 4 Un desglose de los costos anuales de mantenimiento y rehabilitación vial, comparando presupuestos y gastos reales, con objeto de realizar programas anuales.
- 5 Una apreciación de las actividades más frecuentes de mantenimiento vial, denotándose la calidad y suficiencia de tales acciones. Con este fin, las actividades deben ser clasificadas como mantenimiento preventivo, de impacto rutinario y/o periódico, mantenimiento correctivo (mayor o menor) o rehabilitación (reconstrucción o refuerzo estructural).
- 6 Identificación y calificación de bancos de materiales aptos para la explotación en la ejecución de proyectos de mantenimiento y de rehabilitación vial, refiriéndose a la información solicitada en los capítulos precedentes.
- 7 Apreciación de la suficiencia de la organización actual para administrar el mantenimiento de la red vial primaria y secundaria, prestando atención especial a la capacidad institucional para planear, programar (a corto plazo), ejecutar y controlar programas integrales de mantenimiento y rehabilitación vial.
- 8 Cuantificación de los rezagos de obras de mantenimiento y rehabilitación que deben atenderse para que la red vial esté en condiciones adecuadas para conservarse mediante el programa anual de mantenimiento sistematizado, calculándose a la vez, el costo de tal programa anual.

El programa de los trabajos para el mantenimiento de pavimentos deberá ser rutinario y tenderá a ejecutarse en forma de ciclos oportunos y operacionales, estudiando para formularlo, los intervalos de periodicidad adecuados a la intensidad del tránsito para algunas obras, como rastreos y bacheos; y de acuerdo con las estaciones meteorológicas del año cuando se trata de efectos atmosféricos, como las limpias y desazolves de cunetas y los desyerbes de acotamientos y taludes.

La ejecución de los trabajos de mantenimiento en forma de ciclos oportunos necesita de la formación previa de un calendario de operaciones. En dicho calendario deben aparecer como mínimo los siguientes tópicos:

- 1 Programas y presupuestos anuales de conservación y mejoramiento.
- 2 Limpia y drenajes.
- 3 Limpia y derrumbes.
- 4 Desyerbes y podas.
- 5 Arreglo de taludes y acotamientos.
- 6 Rastreos y reconformaciones.
- 7 Inspección y reparación de estructuras.
- 8 Procedimientos de reparación de la superficie de rodamiento, según el tipo de falla y los objetivos deseados.
- 9 Pintura de rayas y conservación y/o reparación de señales de tránsito.
- 10 Reparación de defensas.
- 11 Reparación de equipo.
- 12 Explotación de canteras y bancos.
- 13 Informe de costos.

La necesidad de mantenimiento de los pavimentos es importante para proteger las grandes inversiones públicas y para que puedan ser usados en su totalidad. La Autoridad Correspondiente deberá establecer dentro de sus programas de trabajo normales, las necesidades de mantenimiento de los pavimentos que comprenden la estructura vial existente. Se deberá examinar cada problema individualmente y encontrar un procedimiento de mantenimiento o de reparación que sea lo más efectivo posible.

Para determinar cuáles son los trabajos de mantenimiento críticos y qué debe hacerse para llevarlos a cabo, se debe tomar en cuenta el hecho de que las fallas observadas usualmente, son el efecto de otros problemas que no son evidentes a simple vista. Cuando existe distorsión o desplazamiento del pavimento, el problema puede radicar en la superficie de rodamiento, sin embargo, es más probable que las fallas sean causadas por un material defectuoso en la sub-rasante o por exceso de humedad en ésta, o los problemas pueden ser originados parcial o totalmente por camiones sobrecargados.

f. Conclusión

Cada tipo de problema en los pavimentos es muy particular, por lo tanto, será la Autoridad Correspondiente quien tome la decisión del tratamiento que se le dará a cada uno de ellos. La Autoridad Correspondiente deberá contar con una base de datos referente a las vialidades de su jurisdicción y el nivel de servicio que presentan. Con esta información, elaborará un **Programa para el Mantenimiento de Pavimentos**, justificado técnicamente mediante los estudios de laboratorio correspondientes. La ejecución de los trabajos se clasificará por orden de necesidad e importancia, tomando en cuenta la jerarquía de las vialidades, el desarrollo y las necesidades del tránsito, así como el grado de deterioro que presentan.

FALLAS EN LOS PAVIMENTOS

B FALLAS EN LOS PAVIMENTOS

B.1 INTRODUCCIÓN

En pavimentos es común que la palabra falla se utilice tanto para verdaderos colapsos o desastres locales, como para describir deterioros simples o lugares de posible evolución futura desfavorable.

Una **falla** es la condición que se presenta en un pavimento cuando éste llega a perder las características de servicio para las que fue diseñado, es decir, es el conjunto de deterioros que se presentan en un pavimento, provocados por muy diversos factores y que afectan su capacidad de servicio.

Para efectos de determinar las causas que dan origen a las fallas en los pavimentos, los elementos fundamentales que constituyen la estructura de una vialidad son los siguientes:

- a El terreno de cimentación.
- b Las terracerías.
- c Las obras de drenaje.
- d El pavimento.

Las fallas en los pavimentos se originan debido a las acciones que ejercen directa o indirectamente sobre ellos los siguientes factores:

- a La repetición de las cargas.
- b Los agentes del clima.
- c El peso propio de las capas que constituyen la estructura conjunta de la obra

Las fallas se producen o se inician en los puntos débiles o deficientes de alguno de los cuatro elementos fundamentales de la estructura, los cuales no pueden soportar eficientemente los efectos destructivos de alguno o varios de los factores señalados anteriormente, siendo a su vez esas zonas potenciales de falla la consecuencia de diseños inadecuados, mala calidad de los materiales utilizados, procedimientos de construcción defectuosos, falta de una conservación eficaz y oportuna, etc., de tal manera que las fallas en los pavimentos pueden tener su origen en el terreno de cimentación, en las terracerías, en las obras de drenaje o en los elementos constitutivos del propio pavimento.

B.2 TIPOS DE FALLAS

Las fallas de los pavimentos pueden dividirse en tres grupos fundamentales de origen bien definido:

- a **Falla por Insuficiencia Estructural.** Se trata de pavimentos contruidos con materiales inapropiados en cuanto a resistencia o con materiales de buena calidad, pero de espesor insuficiente. En términos generales esta es la falla que se produce cuando las combinaciones de la resistencia al esfuerzo cortante en cada capá y los respectivos espesores no son los adecuados para que se establezca un mecanismo de resistencia apropiado.
- b **Falla por Defectos Constructivos.** Se trata de pavimentos quizá bien proporcionados y formados por materiales suficientemente resistentes, en cuya construcción se han producido errores o defectos que comprometen el comportamiento conjunto.
- c **Falla por Fatiga.** Se trata de pavimentos que originalmente estuvieron quizá en condiciones apropiadas, pero que por la continua repetición de las cargas del tránsito sufrieron efectos de fatiga, degradación estructural y en general, pérdida de resistencia y deformación acumulada.

Debido a las repeticiones de carga, las fallas de fatiga resultan claramente influidas por el tiempo de servicio; son las fallas típicas de un pavimento que durante mucho tiempo trabajó sin problemas.

B.3 DIFERENCIA ENTRE FALLA FUNCIONAL Y FALLA ESTRUCTURAL

Al estudiar el comportamiento de un pavimento, es necesario hacer la distinción entre lo que es una falla funcional y u. a falla estructural

Las **fallas funcionales** son leves relativamente y se presentan cuando un pavimento ha perdido su función inicial o asignada de antemano. Consisten en deficiencias superficiales del pavimento a las que se asocia precisamente el índice de servicio, no necesariamente implica una falla estructural inmediata, ya que la primera puede deberse a defectos de acabado al término de la construcción. El mantenimiento consiste en aquellos trabajos que se ejecutan para conservar en buen estado aquellos pavimentos existentes que no requieren de mejoras estructurales

Generalmente están localizadas en la capa superficial del pavimento y causa cierta incomodidad en los pasajeros que transitan la vialidad. Pueden detectarse por simple observación visual. Algunos ejemplos de trabajos que se efectúan para el mantenimiento de un pavimento con fallas funcionales son los siguientes

- a. Sellado de grietas.
- b. Bacheo menor
- c. Tratamientos superficiales

Las **fallas estructurales** son graves deterioros, ya que cuando están muy avanzados implican la incapacidad del pavimento para resistir los efectos de las cargas aplicadas en la superficie, en tanto que la falla funcional se traduce en una incomodidad para el usuario. Pueden originarse en una o varias capas de la estructura y consisten en el rompimiento del pavimento por la falla estructural de alguna o varias de ellas, o por incapacidad del suelo que lo soporta

Aunque estas fallas pueden detectarse por observación visual, siempre es necesario auxiliarse con ensayos de Laboratorio de Mecánica de Suelos, para cuantificar la magnitud de los daños y proponer soluciones técnicas racionales y económicas. La rehabilitación consiste en aquellos trabajos que proveen de mejoras estructurales al pavimento. Algunos ejemplos de reparaciones que se efectúan para la corrección de fallas estructurales son las siguientes.

- a. Sobrecarpetas.
- b. Reciclado
- c. Remoción y reposición.

Las fallas funcionales o estructurales de un pavimento, ya sea rígido o flexible, se manifiestan de muy diversas maneras, pero se pueden clasificar en cuatro grandes grupos

- a. Distorsiones o Deformaciones (cambios en la superficie o nivel original del pavimento)
- b. Agrietamientos o Roturas.
- c. Desintegraciones o Desprendimientos.
- d. Afloramientos y Defectos Varios

En las capas superiores del pavimento principalmente se presentan fallas funcionales que se manifiestan por los siguientes defectos: desintegraciones o desprendimientos, afloramientos y defectos varios. Los deterioros provenientes de las capas inferiores se manifiestan como distorsiones o deformaciones y agrietamientos o roturas; y dan indicios de fallas estructurales.

En la Tabla B-1 siguiente, se resumen estos tipos de fallas.

TIPOS DE FALLA	FORMA COMO SE MANIFIESTAN		CAUSAS
	En Pavimentos Flexibles	En Pavimentos Rígidos	
Distorsiones o Deformaciones	Baches, ondulaciones, asentamientos, corrugaciones de la carpeta, desplazamientos o corrimientos de la carpeta, levantamientos del pavimento o bufamientos, rodadas marcadas en la carpeta, surcos, depresiones en zanjas con relleno compactado deficientemente.	Asentamientos, alabeos de las losas, dislocamientos de las losas (desniveles), movimientos de fragmentos de losas por ruptura de las mismas.	Exceso de carga (insuficiencia estructural) con proceso de deformación. Viscosa (fatiga). Aumento de compacidad (defecto constructivo). Consolidación. Expansión.
Agrietamientos o Roturas	Grietas longitudinales en las orillas o en el centro, grietas transversales por reflexión o por contracción, grietas en forma de mapa o de piel de cocodrilo, grietas por corrimientos de la carpeta, grietas parabólicas en la carpeta (zonas de desaceleración).	Grietas longitudinales, grietas transversales, grietas de esquina o diagonales.	Exceso de carga (insuficiencia estructural). Repetición de carga (fatiga). Cambios de temperatura. Cambios de humedad (defecto constructivo). Ondulamientos por fuerzas horizontales. Contracción.
Desintegraciones o Desprendimientos	Desprendimiento del material pétreo de la carpeta o del riego de sello, desprendimiento de la película de asfalto del material pétreo, desprendimientos de la carpeta como capa, rompimiento de las partículas del material pétreo que propicien su desprendimiento.	Despostillamientos de las losas en las juntas, desintegraciones superficiales del concreto, rompimientos de las losas en fragmentos.	Pérdida de adherencia. Reactividad química. Abrasión por efecto del tránsito. Degradación de los agregados.
Afloramientos y Defectos Varios	Superficies lisas o derrapantes, zonas con asfalto descubierto en carpetas de riegos, superficies rayadas en carpetas de riegos o en riego de sello.	Juntas con exceso de sellante o con defectos de acabado que producen vibraciones molestas, acción de bombeo en las juntas o en grietas de las losas, superficies lisas o derrapantes por defectos de acabado o agregados que se pulen fácilmente.	Defectos de construcción del pavimento, calidad inadecuada de los materiales utilizados, procedimiento y/o equipo de construcción inadecuados.

Tabla B-1 Clasificación de los principales tipos de fallas que se presentan en los pavimentos.

En la Tabla B-2 siguiente se presentan en forma resumida, las causas que originan fallas en los pavimentos ya sean flexibles o rígidos y que no son atribuibles directamente a los elementos que integran la estructura de dicho pavimentos, en lo cual es muy importante poner especial atención, ya que en no pocas ocasiones se le atribuyen defectos que no corresponden a las capas que lo constituyen

ELEMENTO FUNDAMENTAL EN QUE SE ORIGINAN LAS FALLAS	MOTIVOS DE LAS FALLAS
a Terreno de cimentación	Mala calidad del material (suelos orgánicos, suelos expansivos, suelos resilientes, etc.), asociada a variaciones en el contenido de agua, que producen cambios volumétricos perjudiciales Baja capacidad de carga o falta de compactación del suelo
b Terracerías	Inestabilidad de los materiales de los taludes que producen deslizamientos o derrumbes sobre el pavimento (por mala calidad del material, cambios volumétricos perjudiciales con las variaciones de humedad, materiales erosionables, presencia de estratos de suelos o mantos de roca con inclinación desfavorable, taludes no bien afinados o con poca inclinación para las condiciones del material, etc.) Espesor insuficiente de la capa sub-rasante, mala calidad del material de ésta y/o baja compactación.
1 Cortes	Mala calidad de los materiales del cuerpo del terrapién y/o de la capa sub-rasante.
2 Terraplenes	Acomodo inadecuado de los materiales o falta de compactación Materiales erosionables en los taludes, sin la adecuada protección Exceso en el contenido de agua de los materiales y/o cambios volumétricos perjudiciales con las variaciones de humedad Falta de escalones de liga cuando éstos son necesarios
c Obras de drenaje	Insuficiencia de alcantarillas y/o de puentes en cuanto a su capacidad o número Ubicación incorrecta o inadecuada Uso de materiales de mala calidad o inadecuados en la construcción de las obras. Defectos de construcción Falta de protección (recubrimiento) de cunetas y/o contracunetas o falta de estas obras Falta de conservación y limpieza de las obras para remover azolves u otras obstrucciones, rehacer canalizaciones, etc Falta de subdrenes donde se requieren o mal funcionamiento de los existentes

Tabla B-2 Causas que originan fallas en los pavimentos flexibles o rígidos y que no provienen directamente de estos

En la Tablas B-3a, B-3b y B-3c siguientes, se presentan las causas de fallas, en los pavimentos flexibles y rígidos, que si tienen su origen en los mismos y de los cuales se ha hecho una descripción analizando cada una de las distintas capas que los constituyen. La manifestación de estas fallas en la superficie de los pavimentos puede ser muy diversa, pero corresponderá a alguno o algunos de los tipos señalados en la Tabla B-1.

TIPO DE PAVIMENTO	CAPA O INTERFASE EN QUE SE ORIGINAN LAS FALLAS	MOTIVOS DE LAS FALLAS
Flexible	Sub-base	Mala calidad del material utilizado. Baja compactación. Falta de espesor. Contaminación con el material de las terracerías. Defectos de construcción y/o de acabados.
	Base	Mala calidad del material utilizado. Baja compactación. Falta de espesor. Falta de afinidad del material pétreo con el asfalto de impregnación. Falta de limpieza y/o barrido de la superficie de la base al momento de impregnar. Defectos de construcción y/o de acabados. Defectos de la base impregnada por exposición excesiva al tránsito y a los efectos del clima, antes de protegerla con la carpeta.
	Riego de impregnación	Tipo inadecuado de asfalto o mala calidad del producto. Cantidad excesiva de asfalto. Cantidad escasa de asfalto. Tránsito demasiado pronto sobre el riego de asfalto. Asfalto frío (viscosidad alta) que impide su penetración en la base. Defectos en la aplicación del asfalto atribuibles a la petrolizadora o al operador. Exceso de arena de poreo cuando se usa.
	Riego de liga en carpetas de mezclas asfálticas o de riegos	Tipo inadecuado de asfalto o mala calidad del producto. Cantidad excesiva de asfalto. Cantidad escasa de asfalto. Asfalto muy frío o que ha perdido su poder de aglutinación al momento de tender la carpeta (mezcla en el lugar) o de cubrirse con los materiales pétreos (carpeta de riegos). Defectos en la aplicación del asfalto (atribuibles a la petrolizadora o al operador).
	Carpeta de riegos	Mala calidad de los materiales pétreos empleados o granulometrías defectuosas. Falta de afinidad de los materiales pétreos con el asfalto. Cantidades escasas de los materiales pétreos. Materiales pétreos demasiado húmedos al momento de su aplicación. Tránsito sobre el riego de asfalto antes de cubrir con el pétreo. Tránsito demasiado pronto sobre el material pétreo aplicado, principalmente cuando los vehículos no circulan a velocidades bajas. Defectos de construcción de la carpeta (falta de rastros, planchado o barrido de los materiales pétreos, traslapes incorrectos de los riegos, distribución no uniforme de los materiales, etc.)

Tabla B-3a Causas que originan fallas u otros defectos en los pavimentos y que provienen directamente de éstos.

TIPO DE PAVIMENTO	CAPA O INTERFASE EN QUE SE ORIGINAN LAS FALLAS	MOTIVOS DE LAS FALLAS
Flexible	Carpeta de mezcla asfáltica en el lugar	Mala calidad de los materiales pétreos utilizados o defectos en su granulometría. Falta de afinidad del material pétreo con el asfalto Exceso de asfalto en la mezcla Cantidad escasa de asfalto en la mezcla Materiales pétreos demasiado húmedos al momento de agregar el asfalto Tipo de asfalto inadecuado en la mezcla o mala calidad del producto utilizado. Contenido elevado de agua y/o solventes en la mezcla al momento de tender. Falta de uniformidad en la incorporación del asfalto en la mezcla Baja temperatura del asfalto al aplicarlo al pétreo Escaso espesor de la capa. Baja compactación de la mezcla. Defectos de construcción en el tendido y/o de acabados Baja resistencia de la mezcla Mezcla asfáltica muy permeable, sin proteger con algún tratamiento de sellado. Rigidez relativamente alta de la carpeta
	Carpeta de mezcla en caliente (concreto asfáltico)	Mala calidad de los materiales pétreos utilizados o defectos en su granulometría. Falta de afinidad del material pétreo con el asfalto Exceso de asfalto en la mezcla. Cantidad escasa de asfalto en la mezcla. Tipo de asfalto inadecuado en la mezcla o mala calidad del producto utilizado. Temperatura baja del asfalto y/o del material pétreo al elaborar la mezcla. Temperatura excesiva de calentamiento del cemento asfáltico y/o del material pétreo al elaborar la mezcla. Defectos de tendido y/o de acabado de la mezcla Mezcla relativamente fría al tender y/o al compactar Baja compactación de la mezcla. Espesor escaso de la mezcla Baja estabilidad de la mezcla Mezcla muy permeable (vacíos muy elevados), sin proteger con un tratamiento de sellado. Rigidez relativamente alta de la carpeta.

Tabla B-3b Causas que originan fallas u otros defectos en los pavimentos y que provienen directamente de éstos

TIPO DE PAVIMENTO	CAPA O INTERFASE EN QUE SE ORIGINAN LAS FALLAS	MOTIVOS DE LAS FALLAS
Flexible	Riego de sello	<p>Mala calidad de los materiales pétreos utilizados o defectos en su granulometría.</p> <p>Falta de afinidad del material pétreo con el asfalto.</p> <p>Exceso de asfalto en la mezcla.</p> <p>Cantidad escasa de asfalto en la mezcla.</p> <p>Materiales pétreos demasiado húmedos al momento de su aplicación.</p> <p>Tipo de asfalto inadecuado en la mezcla o mala calidad del producto utilizado.</p> <p>Tránsito sobre el riego de asfalto antes de cubrir con el pétreo.</p> <p>Asfalto muy frío o que ha perdido su poder de aglutinación al momento de cubrirlo con el material pétreo.</p> <p>Defectos en la aplicación del asfalto atribuibles a la petrolizadora y/o al operador.</p> <p>Tránsito demasiado pronto sobre el material pétreo aplicado principalmente cuando los vehículos no circulan a bajas velocidades.</p> <p>Defectos de construcción (distribución no uniforme del material pétreo, falta de rastreos, planchado o barrido del material, traslapes incorrectos de los riegos, etc.).</p>
Rígido	Base o Sub-base	<p>Mala calidad del material utilizado.</p> <p>Contaminación con el material de las terracerías.</p> <p>Compactación baja o no uniforme.</p> <p>Espesor escaso.</p> <p>Defectos de construcción y/o de acabados.</p>
	Losa de concreto hidráulico	<p>Mala calidad de los agregados que intervienen en la elaboración del concreto o defectos en su granulometría.</p> <p>Baja resistencia del concreto.</p> <p>Falta de acomodo adecuado del concreto.</p> <p>Espesor insuficiente de la losa.</p> <p>Falta de curado adecuado del concreto.</p> <p>Construcción extemporánea de las juntas.</p> <p>Diseño inadecuado de las juntas, falta de éstas o defectos de construcción de las mismas.</p> <p>Mala calidad del material sellante de las juntas y/o falta de oportunidad en su colocación.</p>

Tabla B-3c Causas que originan fallas u otros defectos en los pavimentos y que provienen directamente de éstos.

B.4 FALLAS MÁS FRECUENTES EN LOS PAVIMENTOS Y ESTRATEGIAS GENERALES DE CORRECCIÓN

a Distorsiones o Deformaciones

En Pavimentos Asfálticos:

1 **Burbuja.** Ampolla o protuberancia de tamaño variable localizada en la superficie de rodamiento

Causas probables:

- Presiones de vapor o aire en zonas de la capa de rodamiento.
- Insuficiencia en espesor o consistencia de la estructura
- Liberación de cal u otro material especial en bases estabilizadas.

Tratamiento correctivo:

- Este tipo de daño normalmente no es progresivo y no requiere de ningún tipo de atención. Cuando esta deficiencia está acompañada de exudación de asfalto, se puede tapar con arena para absorber el exceso del mismo.
- En casos severos o extensos, se puede programar un bacheo superficial para remover el material inadecuado y efectuar la reparación con material sano

2 **Rodera o Canalizaciones.** Asentamiento o deformación permanente de la carpeta asfáltica en el sentido longitudinal debajo de las huellas o rodadas de los vehículos. Se presentan en la superficie de rodamiento, en zonas de mayor incidencia de las ruedas de los vehículos, si son menores a un centímetro, se deben a deformación de la carpeta asfáltica, si son mayores, puede deberse a insuficiencia del espesor de base o a mala calidad de los agregados

Causas Probables:

- Baja estabilidad de la carpeta, por exceso de asfalto o deficiencias en la granulometría
- Carpeta mal compactada
- Sobrecompactación bajo el efecto de una canalización del tránsito pesado
- Fuerzas tangenciales producto de aceleraciones y frenado de vehículos.
- Base o sub-rasante inestable
- Consolidación de una o varias de las capas subyacentes
- Deficiencia del diseño original del pavimento.

Tratamiento correctivo

- Para severidad moderada se puede corregir llevando a cabo la actividad:
 - Renivelación con mezcla asfáltica.
- Para alta severidad se requiere una de las actividades siguientes:
 - Renivelación con mezcla asfáltica
 - Bacheo superficial
 - Bacheo profundo.
 - Cuando se trate de capas de asfalto que excedan de 8 centímetros, se podrá considerar un devastado

3 Ondulaciones Transversales. Corrugaciones de la carpeta asfáltica en el sentido perpendicular al eje de la vialidad que contienen en forma regular crestas y valles alternados, regularmente con separación menor a 60 centímetros entre ellos.

Causas Probables:

- Unión deficiente entre capas asfálticas y/o base.
- Estabilidad de la mezcla deficiente.
- Acción de tránsito intenso.
- Fuerzas tangenciales producto de aceleraciones y frenado de vehículos.
- Mala calidad de los materiales que conforman la carpeta.
- Bases de mala calidad.
- Deformaciones diferenciales de suelos de cimentación que se reflejan en capas superiores.

Este tipo de falla es poco común en calles urbanas, siendo más frecuente en las vialidades de accesos a colonias.

Tratamiento correctivo:

- Para severidad moderada se puede corregir llevando a cabo la actividad:
 - Renivelación con mezcla asfáltica.
- Para alta severidad se requiere una de las actividades siguientes:
 - Renivelación con mezcla asfáltica.
 - Bacheo superficial.
 - Bacheo profundo
 - Cuando se trate de capas de asfalto que excedan de 8 centímetros, se podrá considerar un devastado.

4 Protuberancias. Desplazamiento de parte del cuerpo de la carpeta asfáltica hacia la superficie, formando un montículo de considerables dimensiones.

Causas probables:

- Acción del tránsito intenso.
- Estabilidad inadecuada.
- Liga deficiente entre capas.
- Compactación inadecuada.
- Deformaciones plásticas de los materiales.
- Acción de heladas.

Tratamiento correctivo:

- En respuesta a la severidad o extensión se reparará por una o más de las actividades siguientes:
 - Bacheo superficial.
 - Bacheo profundo.

5 Asentamiento Transversal. Áreas de pavimento localizadas en elevaciones más bajas que las áreas adyacentes o elevaciones de diseño, en el sentido transversal al eje de la vialidad.

Causas probables:

- Deformación diferencial vertical del suelo de cimentación o del pavimento.
- Suelos o cimentaciones plásticos / activos.

- Cargas excesivas o superiores a las de diseño
- Contaminación de capas inferiores
- Asentamientos diferenciales transversales
- Cambios volumétricos del cuerpo del terraplén.
- Procedimientos de construcción inadecuados
- Compactación inadecuada.
- Drenaje o subdrenaje deficientes
- Desplome de cavidades subterráneas.
- Peso propio de la sección del pavimento.

Tratamiento correctivo:

- Cuando se haya determinado que la causa es una deficiencia del drenaje, deficiencia del material de la base o capa inferior, se debe efectuar la solución definitiva antes de que se proceda con la reparación del deterioro más evidente
- En respuesta a la magnitud y extensión del deterioro se realizará una o más de las actividades siguientes:
 - Renivelación con mezcla asfáltica.
 - Bacheo superficial
 - Bacheo profundo

6 Asentamientos Longitudinales. Áreas de pavimento localizadas en elevaciones más bajas que las áreas adyacentes o elevaciones de diseño, en el sentido longitudinal al eje de la vialidad, en especial en los extremos laterales de la superficie de rodamiento

Causas probables:

- Deformación diferencial vertical del suelo de cimentación o de las capas que forman la estructura del pavimento.
- Suelos o cimentaciones elásticos (con capacidad de recuperación)
- Cargas excesivas o superiores a las de diseño
- Contaminación de capas inferiores.
- Asentamientos diferenciales longitudinales.
- Cambios volumétricos del cuerpo de terraplén.
- Procedimientos de construcción inadecuados.
- Compactación inadecuada de capas subyacentes a la superficie de rodamiento.
- Compactación inadecuada de zanjas de servicios existentes.
- Drenaje o subdrenaje deficientes.
- Desplomes de cavidades subterráneas.
- Canalización del tránsito
- Deficiencia del diseño del pavimento.
- Peso propio de la acción del pavimento.

Tratamiento correctivo:

- En respuesta a la magnitud y extensión del deterioro, se realiza una o más de las actividades siguientes:
 - Renivelación con mezcla asfáltica.
 - Bacheo superficial
 - Bacheo profundo.

7 Crestas Longitudinales Masivas. Montículos en el sentido paralelo al eje de la vialidad, presentándose dos y hasta cuatro crestas a todo lo largo de ciertos tramos.

Causas probables:

- Liga inadecuada entre capas asfálticas.
- Deficiente estabilidad de la mezcla asfáltica.
- Ligante de dudosa calidad.
- Flujo de la mezcla por acción de derrame de combustible (Diesel).
- Tránsito intenso muy canalizado.

A juicio de la Autoridad Correspondiente, puede ser necesaria una evaluación estructural para la determinación del nivel de falla y el procedimiento de reparación.

Tratamiento correctivo:

- De acuerdo a la severidad y extensión, se puede efectuar la reparación mediante una o más de las actividades siguientes:
 - Renivelación con mezcla asfáltica.
 - Devastado.
 - Refuerzo estructural según necesidad.

8 Desplazamiento Transversal de la Sección del Pavimento. Protuberancias prolongadas de magnitudes considerables en la dirección del tránsito, al borde de la vialidad, causando destrucción total en corto plazo.

Causas probables:

- Fuertes asentamientos longitudinales.
- Falta de capacidad estructural del conjunto de capas del pavimento.
- Sobrecargas intensas.
- Deficiente estabilidad de la carpeta.
- Inadecuado soporte lateral o confinamiento.
- Insuficiente valor relativo de soporte de las capas y/o nula compactación.

Es necesario programar una evaluación estructural para la determinación del nivel de falla y el procedimiento de reparación, antes de que se proceda con reparaciones definitivas.

Tratamiento correctivo:

- Perfilado y refuerzo según resultados de la evaluación estructural.

En Pavimentos de Losas de Concreto Hidráulico:

9 Levantamiento de la Losa de Concreto. Considerable desnivel transversal en la junta.

Causas probables:

- Dilatación demasiado grande de la losa para las dimensiones de la junta.
- Deficiencia en diseño por proximidad de juntas.
- Falta de verticalidad de juntas (juntas inclinadas).
- Calidad deficiente del suelo de cimentación (terreno de desplante).
- Movimiento por raíces de árboles muy próximos al pavimento.

Tratamiento correctivo

- Bacheo profundo con mezclas de concreto hidráulico.

b Agrietamientos o Roturas

En Pavimentos Asfálticos:

- 1 **Grietas de Reflexión Tipo 1.** Fisuras longitudinales y transversales que reflejan exactamente el patrón de agrietamiento o de juntas de un pavimento existente, cuando es reencarpetado con concreto asfáltico

Causas probables:

- Movimiento de pavimento subyacente
- Liga inadecuada entre capas
- Expansión y contracción de la capa subyacente
- Capa muy delgada (menos de 8 centímetros) sobre losas inestables de concreto hidráulico
- Espesores insuficientes cuando se utilizan mallas de refuerzo.

Tratamiento correctivo:

- De acuerdo con la severidad y extensión se repara con:
 - Sellado de grietas
 - Tratamiento superficial simple o doble
 - Sello con mortero asfáltico.

- 2 **Grietas de Reflexión Tipo 2.** Agrietamiento de la carpeta asfáltica, siguiendo o no un patrón determinado.

Causas probables:

- Falta de unión en grietas de capas inferiores.
- Agrietamiento de capas inferiores.
- Movimiento de capas subyacentes.
- Contracción o dilatación de bases estabilizadas.

Tratamiento correctivo:

- De acuerdo con la severidad y extensión se repara con:
 - Sellado de grietas
 - Tratamiento superficial simple o doble.
 - Sello con mortero asfáltico.

- 3 **Agrietamiento Parabólico.** Grietas con forma de parábola o de media luna que se forman en la carpeta asfáltica en la dirección del tránsito

Causas probables:

- Fuerzas tangenciales producto de aceleraciones y frenado de vehículos.
- Mezcla inestable por exceso de asfalto, falta de vacíos o mala granulometría.
- Movimientos laterales y ascendentes por deficiencia en la calidad de las capas subyacentes a la carpeta asfáltica.

Tratamiento correctivo:

- Normalmente es imposible corregir este problema sin remover el material de la capa que provoca el movimiento lateral. Cuando se haya determinado que el problema se limita a la capa asfáltica es necesario programar bacheo superficial.
- En el caso de encontrar indicación de movimiento lateral de las capas subyacentes a la carpeta asfáltica, usualmente acompañado por hundimientos u oquedades, se debe programar:
 - Bacheo profundo. No se debe tratar por renivelación.

4 Grieta Errática o en Zigzag. Fisuras en desorden de la carpeta asfáltica, siguiendo patrones longitudinales en forma errática o de zigzag.**Causas probables:**

- Acción de hielo o suelo expansivo.
- Cambios extremos de temperatura.
- Base defectuosa.
- Terraplenes con taludes inestables.

A juicio de la Autoridad Correspondiente, puede ser necesaria una evaluación estructural para la determinación del nivel de falla y el procedimiento de reparación.

Tratamiento correctivo:

- Sellado de fisuras.
- Bacheo profundo.

5 Grietas Finas. Pequeñas fisuras superficiales muy próximas una con otra, ya que no conforman un patrón regular y se extienden a cierta profundidad, pero no al espesor total de la carpeta.**Causas probables:**

- Envejecimiento de la carpeta asfáltica.
- Oxidación de asfalto.
- Deficiente dosificación de asfalto.
- Exceso de finos en carpeta asfáltica.
- Compactación efectuada con mezclas muy calientes.

Tratamiento correctivo:

- Sello con mortero asfáltico.

6 Agrietamiento Piel Cocodrilo. Fisuras en la superficie de la carpeta asfáltica, formando un patrón regular con polígonos hasta de 20 centímetros. Grietas interconectadas formando pequeños polígonos que asemejan la piel de un cocodrilo.

Causas probables

- Soporte inadecuado de la base
- Debilidad de la estructura del pavimento
- Carpetas rígidas sobre suelos de cimentación elásticos.
- Fuertes volúmenes de tránsito
- Fatiga
- Envejecimiento.
- Escasez de espesor de la carpeta
- Evolución progresiva de agrietamiento tipo mapa
- Deficiencias del drenaje

A juicio de la Autoridad Correspondiente, puede ser necesaria una evaluación estructural para la determinación del nivel de falla y el procedimiento de reparación.

Tratamiento correctivo

- Conforme a la severidad y extensión se repara por una de las actividades de mantenimiento siguientes
 - Bacheo superficial
 - Bacheo profundo.
 - Sello Asfáltico.
 - Sello con mortero asfáltico.

- 7 **Agrietamiento Tipo Mapa.** Forma de desintegración de la superficie de rodamiento, en la cual el agrietamiento se desarrolla en un patrón semejante a las subdivisiones políticas de un mapa, con polígonos mayores a los 20 centímetros

Causas probables:

- Calidad deficiente de alguna de las capas de la sección estructural
- Debilidad de la estructura del pavimento
- Fuertes volúmenes de tránsito.
- Fatiga
- Envejecimiento (oxidación y contracción)

A juicio de la Autoridad Correspondiente, puede ser necesaria una evaluación estructural para la determinación del nivel de falla y el procedimiento de reparación.

Tratamiento correctivo:

- Conforme a la severidad y extensión, se repara por una de las actividades de mantenimiento siguientes
 - Bacheo superficial
 - Bacheo profundo.
 - Sello Asfáltico
 - Sello con mortero asfáltico

- 8 **Grieta Transversal.** Agrietamiento de la carpeta que sigue un patrón transversal o perpendicular al eje de la vialidad

Causas probables:

- Acción del tránsito.
- Reflejo de grietas en capas subyacentes.
- Espesor insuficiente de la carpeta.
- Contracción térmica de la superficie de rodamiento.
- Deficiencia en juntas transversales de construcción.

A juicio de la Autoridad Correspondiente, puede ser necesaria una evaluación estructural para la determinación del nivel de falla y el procedimiento de reparación.

Tratamiento correctivo:

- Sello asfáltico.
- Sello con mortero asfáltico.
- Sellado de fisuras (calafateo).
- Bacheo profundo.

9 Agrietamiento Longitudinal. Fisura o grieta paralela al eje de la vialidad o en muchos casos sobre el eje de la misma.**Causas probables:**

- Deficiencias en la junta de construcción longitudinal.
- Reflejo de grietas en capa de base.
- Asentamiento de capas por el tránsito.
- Espesor insuficiente.
- Contracción de materiales de la capa de rodamiento.
- Asentamientos aislados de capas subyacentes.
- Drenaje insuficiente.

A juicio de la Autoridad Correspondiente, puede ser necesaria una evaluación estructural para la determinación del nivel de falla y el procedimiento de reparación.

Tratamiento correctivo:

- Sello asfáltico.
- Sello con mortero asfáltico.
- Sellado de fisuras (calafateo).
- Bacheo profundo.

10 Agrietamiento Longitudinal en Hombro de Terraplén. Líneas de rotura producidas en los bordes de la vialidad paralelas al eje de la misma.**Causas probables:**

- Movimiento diferencial en ampliaciones de corona.
- Cambios volumétricos diferenciales entre el hombro del terraplén y la parte central del mismo.
- Rotura de equilibrio hidráulico.
- Degeneración por fallas de talud.
- Empuje hidrostático de agua almacenada.
- Influencia de la compactación (nula / poca / excesiva).
- Susceptibilidad de los suelos finos al agrietamiento.

- Uso de materiales finos muy plásticos.
- Acción capilar intensa.
- Acción solar fuerte.
- Alternación periodo seco - lluvia

Tratamiento correctivo.

- Es conveniente monitorear el deterioro progresivo de este problema. Frecuentemente el defecto es estable y no requiere ningún mantenimiento hasta que se encuentran zonas erosionadas. En los pocos casos de deterioro muy activo se puede escarificar y procesar con material selecto, compactando adecuadamente

En Pavimentos de Losas de Concreto Hidráulico:

- 11 **Fractura Longitudinal.** Agrietamiento longitudinal en todo el espesor de la losa de concreto que la separa en dos.

Causas probables:

- Deformación del suelo de cimentación.
- Probable sobrefatiga de la losa
- Diseño estructural deficiente: juntas, espesores, etc.

Tratamiento correctivo:

- En la ausencia de indicación de bombeo, asentamiento o pérdida de material de base, se resuelve este problema con el sellado de fisuras. Para los otros casos en respuesta a la severidad y extensión del daño, se realiza una de las actividades siguientes:
 - Bacheo superficial con mezclas de concreto y/o mortero hidráulicos
 - Bacheo profundo con mezclas de concreto y/o mortero hidráulicos.
 - Cuando se trate de diseño deficiente, es necesario realizar una evaluación estructural para la determinación del nivel de falla y el procedimiento de reparación, antes de que se haga el refuerzo necesario

- 12 **Fractura Transversal.** Agrietamiento total de la losa de concreto que la separa en dos

Causas probables

- Deformación del suelo de cimentación
- Diseño estructural deficiente
- Probable sobrefatiga de la losa.

Tratamiento correctivo

- En la ausencia de indicación de bombeo, asentamiento o pérdida de material de base, se resuelve este problema con el sellado de fisuras. Para los otros casos en respuesta a la severidad y extensión del daño, se realiza una de las actividades siguientes:
 - Bacheo superficial con mezclas de concreto y/o mortero hidráulicos
 - Bacheo profundo con mezclas de concreto y/o mortero hidráulicos
 - Cuando se trate de diseño deficiente, es necesario realizar una evaluación estructural para la determinación del nivel de falla y el procedimiento de reparación, antes de que se haga el refuerzo necesario

- 13 Agrietamiento y Fractura en Esquina.** Fisura que intersecta las juntas o bordes de la losa a una distancia menor de 1.5 metros a cada lado, medido desde la esquina.

Causas probables:

- Fatiga (repetición de cargas pesadas).
- Bombeo que erosiona la capa de cimentación.
- Deficiencia en la transferencia de cargas a través de la junta (deflexiones excesivas).
- Sobrecarga aplicada en un punto débil.
- Pérdida de soporte en esquinas por penetración de agua.

Tratamiento correctivo:

- En la ausencia de indicación de bombeo, asentamiento o pérdida de material de base, se resuelve este problema con el sellado de fisuras. Para los otros casos en respuesta a la severidad y extensión del daño, se realiza una de las actividades siguientes:
 - Bacheo superficial con mezclas de concreto y/o mortero hidráulicos.
 - Bacheo profundo con mezclas de concreto y/o mortero hidráulicos.
 - Cuando se trate de diseño deficiente, es necesario realizar una evaluación estructural para la determinación del nivel de falla y el procedimiento de reparación, antes de que se haga el refuerzo necesario.

- 14 Fractura en Diagonal.** Agrietamiento de la losa de concreto que la separa en dos.

Causas probables:

- Deficiencias durante el procedimiento constructivo.
- Deformación de la cimentación de la losa.
- Diseño deficiente del pavimento.

Tratamiento correctivo:

- En la ausencia de indicación de bombeo, asentamiento o pérdida de material de base, se resuelve este problema con el sellado de fisuras. Para los otros casos en respuesta a la severidad y extensión del daño, se realiza una de las actividades siguientes:
 - Bacheo superficial con mezclas de concreto y/o mortero hidráulicos.
 - Bacheo profundo con mezclas de concreto y/o mortero hidráulicos.
 - Cuando se trate de diseño deficiente, es necesario realizar una evaluación estructural para la determinación del nivel de falla y el procedimiento de reparación, antes de que se haga el refuerzo necesario.

- 15 Resquebrajadura.** Fractura ligera y superficial del borde de la losa al nivel de la junta.

Causas probables:

- Probable fragilidad del borde de la losa en función de cargas pesadas repetidas.
- Tensión excesiva por cargas de tránsito y/o por infiltración de materiales incompresibles.
- Deficiencia en el diseño de transferencia de cargas en la junta.
- Acumulación de agua en las juntas.

Tratamiento correctivo:

- En la ausencia de indicación de bombeo, asentamiento o pérdida de material de base, se resuelve este problema con el sellado de fisuras. Para los otros casos en respuesta a la severidad y extensión del diseño, se realiza una de las actividades siguientes:
 - Bacheo superficial con mezclas de concreto y/o mortero hidráulicos.
 - Bacheo profundo con mezclas de concreto y/o mortero hidráulicos.
 - Cuando se trate de diseño deficiente, es necesario realizar una evaluación estructural para la determinación del nivel de falla y el procedimiento de reparación, antes de que se haga el refuerzo necesario.

16 **Piel de Cocodrilo en Reticula Grande.** Agrietamiento en forma de redes o mallas (figura reticular).

Causas probables

- Probable fatiga externa de las losas de concreto debido a un tránsito intenso
- Diseño deficiente del pavimento.
- Evolución final de otras fisuras cuando no se hayan tomado a tiempo las medidas correctivas recomendadas

Tratamiento correctivo:

- En la ausencia de indicación de bombeo, asentamiento o pérdida de material de base, se resuelve este problema con el sellado de fisuras. Para los otros casos en respuesta a la severidad y extensión del diseño, se realiza una de las actividades siguientes:
 - Bacheo superficial con mezclas de concreto y/o mortero hidráulicos.
 - Bacheo profundo con mezclas de concreto y/o mortero hidráulicos.
 - Cuando se trate de diseño deficiente, es necesario realizar una evaluación estructural para la determinación del nivel de falla y el procedimiento de reparación, antes de que se haga el refuerzo necesario.

c **Desintegraciones o Desprendimientos**

En Pavimentos Asfálticos:

- 1 **Baches.** Oquedades de dimensiones variables en la capa de rodamiento por desprendimiento o desintegración inicial. Se presenta inicialmente por la pérdida inicial de los agregados que al paso de los vehículos van formando huecos.

Causas probables.

- Falta de resistencia de la carpeta
- Escasez de contenido de asfalto.
- Espesor deficiente
- Drenaje deficiente
- Desintegración localizada por tránsito.
- Puntos débiles en la superficie.
- Puntos inestables de la base o sub-rasante.

Tratamiento correctivo:

- Los baches son un peligro al tránsito vehicular y tienden a crecer en forma muy rápida bajo tránsito pesado, especialmente durante épocas lluviosas. Dependiendo en la severidad del daño, se debe programar una de las actividades siguientes:
 - Bacheo superficial con mezcla asfáltica.
 - Bacheo profundo con mezcla asfáltica.

2 Indentación. Encajamiento de objetos duros en la superficie de rodamiento, produciendo desgaste localizado en la superficie.**Causas probables:**

- Huellas de tractores o equipo pesado de construcción.
- Ponchadura de llantas de vehículos pesados.
- Accidentes de tránsito.

Tratamiento correctivo:

- Este tipo de daño se reparará sólo en los casos donde se produzca un golpe notable transitando en vehículo ligero a la velocidad normal del tránsito, ya que este deterioro no es progresivo, excepto por el impacto del tránsito pesado y rápido.
- Cuando sea necesario efectuar una reparación se deberá programar una de las actividades siguientes:
 - Renivelación con mezcla asfáltica.
 - Bacheo con mezcla asfáltica.

3 Levantamiento por Congelación o Inundación. Desplazamiento diferencial hacia arriba que produce desintegración parcial o total de capas de pavimento.**Causas probables:**

- Desestabilización del pavimento por saturación de capas inferiores debido a la penetración de agua por un tiempo prolongado.
- Acción de heladas.
- Ciclos de congelación y descongelamiento.
- Expansión localizada de capas inferiores.
- Expansión localizada de alguna porción de la sección estructural del pavimento por congelación o por penetración de agua en suelos activos (expansivos).

Tratamiento correctivo:

- De acuerdo con la severidad y extensión de los daños, se debe programar una de las actividades o la combinación adecuada de las actividades señaladas:
 - Renivelación con mezcla asfáltica.
 - Bacheo superficial.
 - Bacheo profundo.
 - Sello asfáltico.
 - Sello con mortero asfáltico.
 - Reencarpetado.

4 **Desprendimiento de Agregados.** Es la separación de los agregados gruesos de la carpeta asfáltica dejando huecos en la superficie de rodamiento. Se deben a la desintegración de la carpeta y base por mala calidad en los materiales inferiores, incluyendo las terracerías con alto contenido de agua. También se puede deber a la presencia de grietas y calaveras que ya fueron tratadas con anterioridad.

Causas probables:

- Falta de afinidad con el asfalto
- Escasez de asfalto.
- Expansión de agregado grueso.
- Acción de solventes o derivados de petróleo.
- Agregados contaminados
- Fuga de agua de tuberías

Tratamiento correctivo:

- Conforme a la severidad y extensión de los daños se deben programar una o más de las actividades siguientes:
 - Renivelación con mezcla asfáltica.
 - Sello asfáltico.
 - Sello con mortero asfáltico.

5 **Erosión Avanzada de Taludes.** Agrietamiento transversal en acotamientos que con el tiempo y acción del medio ambiente, va formando oquedades o canalizaciones transversales hasta llegar a la destrucción total de los taludes del cuerpo de terraplén, en las secciones en balcón.

Causas probables:

- Acción del viento
- Acción de la lluvia.
- Falta de protección en taludes.
- Acción de crecidas de aguas adyacentes al cuerpo del terraplén
- Deficiente compactación de capas inferiores
- Falta de armado o arropo en taludes de terraplenes.
- Escasez de drenaje superficial.

Tratamiento correctivo

- Dependiendo de la severidad, extensión y rapidez del deterioro, se debe programar una reposición con un material selecto o adecuado, considerando las características del material de construcción original y las deficiencias que provocaron su falla. Puede ser necesario escarificar y reprocesar el material del talud
- En casos donde se justifica, se puede considerar el uso de elementos que estabilicen el talud y/o la construcción de obras adecuadas de drenaje.

6 **Erosión Total.** Destrucción, eliminación o desaparición de una o varias capas subyacentes a la carpeta asfáltica, produciendo falta total de apoyo lateral y/o inferior.

Causas probables:

- Falta de drenaje superficial.
- Falta de subdrenaje.

- Falta de lavaderos en secciones en balcón.
- Acción de crecidas de aguas adyacentes al cuerpo de terraplén.
- Mala compactación de capas inferiores.
- Falta de armado o protección en taludes de terraplenes.

Tratamiento correctivo:

- Dependiendo de la severidad, extensión y rapidez del deterioro, se debe programar reposición con un material selecto o adecuado, considerando las características del material de construcción original y las deficiencias que provocaron su falla. Es necesario escarificar y reprocesar el material del talud.
- En casos donde se justifica, se puede considerar el uso de elementos que estabilicen el talud y/o capas subyacentes, así como la construcción de obras adecuadas de drenaje.

7 Pulido de Superficie. Desgaste acelerado en la superficie de la capa de rodamiento produciendo áreas lisas.

Causas Probables:

- Tránsito intenso.
- Agregado grueso de la carpeta con baja resistencia al desgaste.
- Excesiva compactación.
- Mezclas con exceso de asfalto.
- Agregados no apropiados a la intensidad del tránsito.
- Hundimiento de agregado grueso en el cuerpo de la carpeta, o en la base cuando se habla de tratamientos superficiales.

Tratamiento correctivo:

- Dependiendo de la severidad y extensión del deterioro, se puede programar una de las actividades siguientes:
 - Renivelación con mezcla asfáltica.
 - Sello asfáltico.
 - Sello con mortero asfáltico.
 - Cuando hay indicación de debilidad estructural, es aconsejable realizar una evaluación estructural antes de que se proceda con una de las actividades anteriormente señaladas.

8 Desintegración de la Carpeta Asfáltica. Deterioro grave de la carpeta asfáltica en pequeños fragmentos con pérdida progresiva de materiales que la componen. Se presenta en carpetas antiguas por oxidación del asfalto; en carpetas relativamente recientes con insuficiente contenido de asfalto; en carpetas elaboradas con material pétreo deleznable; o cuando hay grietas que no se atienden en forma oportuna.

Causas probables:

- Fin de la vida útil de la carpeta asfáltica.
- Acción de tránsito intenso y pesado.
- Tendido de la carpeta en climas fríos o húmedos.
- Agregados contaminados.
- Contenido insuficiente de asfalto.
- Sobrecalentamiento de la mezcla.
- Compactación insuficiente.
- Acción de heladas o hielo.

- Presencia de arcilla en cualquiera de las capas
- Separación de agregados y asfalto ligante.
- Contaminación de solventes.
- Envejecimiento y fatiga
- Desintegración de los agregados
- Sección estructural deficiente o escasa.
- Drenaje inadecuado.

Tratamiento correctivo

- Realizar una evaluación estructural antes de que se proceda con cualquier reencarpetado. Frecuentemente es necesario escarificar y remover la superficie y hacer una reconstrucción total

- 9 **Desprendimiento de Sello.** Desintegración parcial o zonificada de la superficie de rodamiento, cuando ésta se forma por uso o por la aplicación de varios sellos, el agregado tiende a perderse dejando zonas expuestas por desprendimiento de la gravilla.

Causas probables

- Separación de la película de liga de los agregados por humedad.
- Dosificación inadecuada del material ligante.
- Calidad dudosa de materiales
- Mala adherencia en capa subyacente
- Granulometría inadecuada
- Ejecución de trabajos bajo condiciones inadecuadas del clima.

Tratamiento correctivo

- Sello asfáltico.
- Sello con mortero asfáltico

- 10 **Erosión Longitudinal de Carpeta.** Desintegración parcial de la carpeta asfáltica principalmente en la frontera de la superficie de rodamiento. La carpeta materialmente se va carcomiendo (pérdida progresiva por fragmentación), reduciendo el ancho de la vialidad

Causas probables

- Labores de conservación inadecuadas.
- Falta de soporte de la carpeta en los extremos de la sección.
- Erosión natural del agua y viento.
- Ciclos de hielo y deshielo
- Crecimiento significativo de hierba en las juntas con banquetas
- Sobrecargas de pesos en el carril de baja velocidad.
- Deficiente compactación de capas.

Tratamiento correctivo

- Cuando el pavimento es sano, excepto en los bordes, se puede programar
 - Bacheo superficial
 - Bacheo profundo

Es aconsejable programar las mejoras adecuadas, como la construcción de guarniciones y de acotamientos apropiados, para los pavimentos urbanos y suburbanos, respectivamente.

En Pavimentos de Losas de Concreto Hidráulico:

- 11 **Eyección del Material de la Junta.** Material que sale por la junta de dilatación entre losas de concreto adyacente.

Causas probables:

- Espacio insuficiente de la junta cuando las losas se dilatan (ancho de junta deficiente).
- Material de sellado de la junta derretido por una temperatura elevada y esparcido fuera de las losas por el paso de vehículos

Tratamiento Correctivo:

- Cuando se ha perdido mucho material, puede ser necesario programar la actividad:
 - Sellado y resellado de juntas.
 - Cuando se trata de un exceso de material de sellado de la junta, se puede colocar arena encima del área de exudación para absorberlo.

- 12 **Escamado o Descarapelado.** Desintegración superficial del concreto.

Causas probables:

- Corrosión del acero de refuerzo del concreto por penetración de agua, sal o productos anticongelantes.
- Exceso en los trabajos de acabado y/o exudación de agua durante la construcción.

A juicio de la Autoridad Correspondiente, puede ser necesaria una evaluación estructural para la determinación del nivel de falla y el procedimiento de reparación.

Tratamiento correctivo:

- Cuando se ha perdido mucho material puede ser necesario programar la actividad:
 - Sello con mortero asfáltico.
 - Reposición total.

- 13 **Rugosidades.** Piedras duras que aparecen en relieve en la superficie del pavimento por el desgaste de ésta.

Causas probables:

- Pulido defectuoso de la losa de concreto.
- Exceso de vibración al construir las.
- Concreto de mala calidad o curado defectuoso de la losa.
- Mala graduación de agregados y/o exceso de agua en la construcción.

Tratamiento correctivo:

- Sello con mortero asfáltico.

d Afloramientos y Defectos Varios

Afloramientos en Pavimentos Asfálticos:

- 1 **Llorado de Asfalto (Exudación).** Flujo de liberación del asfalto hacia la superficie de una carpeta asfáltica, formando una película o capa peligrosa y/o ascenso del asfalto a través de grietas

Causas probables

- Exceso de asfalto.
- Temperatura de compactación muy elevada.
- Exceso de riego de liga.

Tratamiento correctivo:

- Cuando el nivel de severidad es bajo, se puede solucionar el problema regando arena o grava fina para cubrir y absorber el exceso de asfalto. Cuando la severidad es de moderada a alta, este problema frecuentemente viene acompañado por deformaciones superficiales y deben resolverse por las medidas recomendadas en las secciones correspondientes de estas Normas.
- En la ausencia de otras deformaciones o después de corregirlas, se resuelve la exudación moderada o severa con la actividad siguiente:
 - Fresado superficial.
 - Calentamiento de la superficie y cubrimiento con material pétreo clasificado entre mallas $\frac{3}{4}$ " y #10, el cual se plancha con rodillo liso liviano.

Afloramientos en Pavimentos de Losas de Concreto Hidráulico:

- 2 **Efecto de Bombeo en Losas de Concreto hidráulico.** Cavidad que se forma bajo las losas, que se llena de agua y de lodo y que brota por el paso de vehículos.

Causas probables

- Infiltración de agua bajo las losas, dando origen a lodo que sale a la superficie por el paso de vehículos

Antes de proceder con la reparación superficial, se debe identificar la fuente de las aguas y realizar el mejoramiento adecuado.

Tratamiento correctivo

- Bacheo profundo de pavimento de concreto hidráulico con mezclas de concreto hidráulico
- Estabilización de losas mediante la inyección de asfalto o de mortero de cemento hidráulico

Afloramientos en Pavimentos Asfálticos y en Pavimentos de Losas de Concreto Hidráulico:

- 3 **Afloramiento de Humedad.** Aparición de zonas húmedas en la superficie, con o sin encharcamiento

Causas probables:

- Deficiencia de drenaje superficial.
- Deficiencia de subdrenaje.
- Flujo ascendente de agua a través de grietas.
- Zonas mal compactadas.
- Capas porosas o de textura abierta.
- Bases saturadas.
- Flujo capilar de agua.
- Presiones hidrostáticas por el efecto del tránsito.

Tratamiento correctivo:

- En ausencia de otros deterioros, no es conveniente la ejecución de actividades de mantenimiento superficial. Hay que investigar la fuente de las aguas y realizar el mejoramiento necesario para conservar la integridad del pavimento.

4 Expulsión de Finos. Material fino sobre la superficie de rodamiento, acumulado en zonas adyacentes a las grietas.**Causas Probables:**

- Acumulación de agua libre en capas subyacentes.
- Exceso de finos en capas de la sección del pavimento.
- Expulsión de cemento a través de grietas, en bases estabilizadas.
- Acción de tránsito intenso.

Tratamiento correctivo:

- Se toma la acción correspondiente recomendada en estas Normas, conforme el tipo y severidad del agrietamiento encontrado en el pavimento.

Defectos Varios:**5 Mercado de Huella.** Impresión en relieve localizada en la superficie de rodamiento.**Causas probables:**

- Superficies de rodamiento débiles o suaves.
- Exceso en el contenido de asfalto.
- Altas temperaturas ambientales.
- Estacionamiento prolongado de vehículos pesados.
- Mezclas con estabilidad deficiente.
- Exceso de riego de liga.
- Huellas por tránsito del equipo compactador de neumáticos.

Tratamiento correctivo:

- Reparación de baches con mezcla asfáltica.
- Bacheo superficial con mezcla asfáltica.

- 6 **Contaminación de Agregados.** Inclusión de materiales diferentes o ajenos a los agregados especificados de diferentes características y propiedades mecánicas

Causas probables

- Control de calidad deficiente
- Contaminación de bancos de agregados

Tratamiento correctivo

- En la ausencia de otros daños no es necesario programar ninguna actividad de mantenimiento. Es aconsejable monitorear el comportamiento del pavimento, ya que el uso del material inadecuado perjudica la vida útil y resulta un deterioro más rápido sobre tiempo

- 7 **Crecimiento de Hierba a través de la Carpeta.** Vegetación silvestre que crece aflorando por las grietas principalmente en los extremos de la superficie de rodamiento y en los hombros del terraplen, avanzando con la humedad hasta prácticamente erosionar o destruir parte de la carpeta

Causas probables

- Drenaje superficial deficiente
- Labores de conservación inadecuadas
- Falta de sellado de las grietas cuando aparecen

Tratamiento correctivo

- Remover la vegetación y efectuar la reparación de la superficie del pavimento, conforme al daño encontrado, según lo establecido en estas Normas

- 8 **Crecimiento de Hierba entre Carpeta y Cuneta para Drenaje Superficial.** Vegetación silvestre que aflora o crece longitudinalmente, entre la carpeta asfáltica y las cunetas de concreto hidráulico para drenaje superficial

Causas probables

- Drenaje superficial deficiente
- Labores de conservación inadecuadas
- Falta de sellado longitudinal

Tratamiento correctivo

- Remover la vegetación y efectuar la reparación de la superficie del pavimento, conforme al daño encontrado, según lo establecido en estas Normas

- 9 **Obstrucción de Alcantarillas.** La hierba silvestre invade y crece en alcantarillas para el drenaje obstruyendo parcial o totalmente el flujo del agua

Causas probables

- Conservación inadecuada

Tratamiento correctivo:

- Limpieza de obras de drenaje.

- 10 **Azolve en Drenaje Superficial.** Arrastre de material suelto, que por falta de conservación periódica, tapa o azolva el drenaje superficial; repercute en un deficiente funcionamiento de la sección del pavimento.

Causas probables:

- Descuido y falta de oportunidad en el mantenimiento preventivo.

Tratamiento correctivo:

- Limpieza de cunetas.

- 11 **Obstrucción del Drenaje por Desprendimiento de Rocas.** En taludes muy verticales es frecuente el desprendimiento de rocas sobre la vialidad y en especial en los acotamientos para drenaje superficial. Lo anterior obstruye parcial o totalmente el flujo adecuado del agua por su drenaje, repercutiendo en un deficiente funcionamiento de la sección del pavimento.

Causas probables:

- Falta de mantenimiento preventivo oportuno.

Tratamiento correctivo:

- Limpieza superficial.

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS

C EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS

C.1 EVALUACIÓN FUNCIONAL

a Definición

Se entiende por Evaluación Funcional la inspección superficial realizada en una vialidad con el objeto de determinar las condiciones de servicio en que se encuentra el pavimento en un tiempo dado.

El criterio que se seguirá para valorar el estado actual de una vialidad, se basa en la apreciación personal del usuario, respecto a la facilidad que ofrece la vialidad para ser recorrida cómodamente; el número mínimo de personas para tener una estimación adecuada deberá ser de cinco (5) Calificadores; la calificación asignada a la superficie de rodamiento se denominará Índice de Servicio Actual (ISA).

b Escala del Índice de Servicio Actual

Para calificar cualquier elemento de una vialidad, se usará siempre la escala que va del cero (pésimo o intransitable) a cinco (excelente), con los niveles intermedios siguientes:

Calificación	Estado del elemento
$C = 0$	Pésimo o Intransitable
$0 < C < 1$	Muy malo
$1 \leq C < 2$	Malo
$2 \leq C < 3$	Regular
$3 \leq C < 4$	Bueno
$4 \leq C < 5$	Muy bueno
$C = 5$	Excelente

Tabla C-1 Escala para la calificación de vialidades.

c Procedimiento para la Evaluación Funcional

En la calificación de todos los elementos de vialidad y para mayor precisión, se adoptará en el rango de cero a cinco, los datos con aproximación a una 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 30 Km/hr. 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 vialidad, lo cual le permitirá confirmar o rectificar las evaluaciones que haya hecho en el recorrido.

El Calificador efectuará el recorrido en un vehículo que 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 vialidad, el Calificador se hará acompañar por el responsable técnico de la conservación del tramo. En casos eventuales y por causa de fuerza mayor, podrá acompañarlo otro servidor público con experiencia, capacidad técnica y de decisión.

Se deberá calificar solamente durante el día y cuando exista suficiente luz natural para poder apreciar debidamente el estado de la vialidad. 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 evite en lo posible esta situación.

El avance diario en el recorrido para la calificación deberá ser fijado por la Autoridad Correspondiente según el tipo y las condiciones particulares de la vialidad en estudio. Salvo indicación en contrario, la evaluación se efectuará en subtramos con longitudes de un kilómetro, hasta completar la longitud total del tramo en estudio.

Al finalizar una sección el Calificador debe detener su recorrido para hacer la evaluación de sus observaciones y anotar en un registro las calificaciones de la escala 0 - 5 que determinó para cada uno de los elementos de la vialidad.

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 superficie de rodamiento o viceversa. Tampoco debe influir en la calificación el proyecto geométrico de la vialidad. Así, la calificación para la superficie de rodamiento es independiente del ancho de su sección transversal, 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, para de esta manera evaluarlo con mayor certeza. Lo mismo puede hacerse con el señalamiento vertical. 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 la vialidad, éste no se tomará en cuenta para la calificación, haciéndose notar en las observaciones.

d Elementos que se Califican y su Valor Relativo

Para calificar una vialidad 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 vialidad 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 vialidades pavimentadas, revestidas y las no pavimentadas, se indican a continuación.

Vialidades Pavimentadas	
Elementos por Calificar	Valor Relativo
a Del Cuerpo: Superficie de Rodamiento Drenaje	70 30 Suma: 100
b Del señalamiento: Vertical Horizontal	60 40 Suma: 100
c Influencia para Calificación Total: Del cuerpo Del señalamiento	Factor 0.80 0.20 Suma: 1.00

Tabla C-2 Elementos por calificar y su valor relativo para vialidades pavimentadas.

Vialidades Revestidas	
Elementos por Calificar	Valor Relativo
a Del Cuerpo: Superficie de Rodamiento Drenaje	70 30 Suma: 100
b Del señalamiento: Vertical	100 Suma: 100
c Influencia para Calificación Total: Del cuerpo Del señalamiento	Factor 0.80 0.20 Suma: 1.00

Tabla C-3 Elementos por calificar y su valor relativo para vialidades revestidas.

Vialidades no pavimentadas	
Elementos por Calificar	Valor Relativo
a Del Cuerpo: Superficie de Rodamiento Drenaje Desyerbe y Arreglo de Taludes	50 30 20 Suma: 100
b Del señalamiento: Vertical	100 Suma: 100
c Influencia para Calificación Total: Del cuerpo Del señalamiento	Factor 0.80 0.20 Suma: 1.00

Tabla C-4 Elementos por calificar y su valor relativo para vialidades no pavimentadas.

Los valores relativos asignados a cada uno de los diferentes elementos de la vialidad, fueron fijados, como se señaló anteriormente, tomando como base la contribución o la importancia del elemento para que la vialidad preste un servicio eficiente.

Durante el recorrido por la vialidad 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 obras de drenaje, señales colocadas en forma inadecuada o que no cumplan con las Normas establecidas, desviaciones defectuosas, invasiones a derecho de vía, etc. Aunque estas condiciones influyen en la calificación de los diversos elementos de la vialidad no se califican separadamente, sin embargo, es muy conveniente aprovechar los reportes que se formulen al respecto para hacerlas notar a la Autoridad Correspondiente, con objeto de que ésta tome las medidas correctivas que en cada caso se ameriten

e Proceso de Cálculo para la Elaboración del Informe

Durante el recorrido a la vialidad, se califican en cada sección todos los elementos de la misma 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 factor de influencia. Esta calificación variará entre 0 y 500.

La *calificación de la vialidad*, es el número que se obtiene al dividir la suma de los productos, resultantes de multiplicar la calificación para cada sección por su longitud en kilómetros, entre la longitud total correspondiente a las secciones calificadas. Con el mismo procedimiento puede obtenerse la calificación para cada elemento en la vialidad, 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 vialidades o red vial, también llamada "*Calificación Ponderada*", es el número que se obtiene al dividir la suma de los productos, resultantes de multiplicar la calificación de cada vialidad por su longitud calificada, entre la longitud total de las vialidades 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 punto anterior. Las Calificaciones Ponderadas máximas de los elementos de una vialidad son las siguientes:

Elementos por Calificar	Valor Relativo
Para Superficie de Rodamiento	(5 x 50) 250
Para Drenaje	(5 x 30) 150
Para Banquetas	(5 x 20) 100
Suma	500
	(Máx Calif del Cuerpo)
Para señalamiento Vertical	(5 x 60) 300
Para señalamiento Horizontal	(5 x 40) 200
Suma	500
	(Máx Calif del Señalamiento)

Tabla C-5 Calificaciones Ponderadas Máximas de los elementos de una vialidad

La Calificación Ponderada de la Vialidad es la suma de las calificaciones ponderadas de sus elementos: Superficie de Rodamiento, Drenaje y Banquetas

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 vialidades y teniéndose los datos completos de todos los tramos que intervengan como son:

- 1 Calificaciones Ponderadas de la Vialidad.
- 2 Calificaciones Ponderadas del Señalamiento.
- 3 Calificaciones Totales Ponderadas.
- 4 Longitudes.

Se procede como sigue:

Se suman los productos, resultantes 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 vialidades.

Para ratificar el resultado de la Calificación Total Ponderada del grupo o red, se cotejará con la suma de los productos, resultantes de multiplicar las Calificaciones Ponderadas del Cuerpo y del Señalamiento del grupo o red por sus respectivos factores de influencias.

La Calificación representa el estado físico actual. Para su correlación se establecen en lo general los rangos siguientes:

Calificación	Estado Físico
De 0 hasta 250	Malo
Mayor de 250 hasta 350	Regular
Mayor de 350 hasta 500	Bueno

Tabla C-6 Rangos de calificación con respecto al estado físico actual de las vialidades.

Lo establecido anteriormente puede considerarse, en lo general, para vialidades primarias; el objetivo óptimo es una calificación de 500 puntos. Sin embargo, deberán fijarse las calificaciones máximas u objetivos de cada vialidad 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

Tabla C-7 Rangos de calificación con respecto a los objetivos de cada vialidad o tramo en particular.

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

f Guías Generales para Calificar los Elementos de la Vialidad

En este apartado 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.

Además de lo indicado en el presente documento para la elaboración del Inventario del Estado Funcional de Pavimentos, habrá que tomar en cuenta los puntos siguientes:

1 Superficie de Rodamiento en Vialidades Pavimentadas

Para calificar la superficie en vialidades pavimentadas, en la Tabla para el Inventario del Estado Funcional de Pavimentos, se indicarán las calificaciones correspondientes a las deficiencias anotadas de acuerdo con la intensidad en que ocurran.

Por Zona Aislada Pequeña debe entenderse aquella parte de la sección donde las deficiencias se localizan, en longitudes que van desde los 5 metros a los 200 metros y por Zona Aislada Amplia cuando dichas deficiencias se observan en longitudes de 200-500 metros. Por Zonas Generalizadas se entenderán las deficiencias que marquen una longitud igual o mayor del 30% de la longitud total de la sección.

Los rangos de las longitudes para la clasificación de las zonas con deficiencias, podrán ser modificados por la Autoridad Correspondiente con base en el tipo y las condiciones particulares de la vialidad en estudio.

Se tomará como base para la calificación de la superficie de vialidades pavimentadas, el tipo de deficiencia, su extensión dentro de la sección y su gravedad.

Cada concepto, tendrá 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 acumulados y deducibles de la calificación base.

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

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, sólo son significativas aquellas que se distinguen claramente.

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

Los tramos de vialidad indicados a continuación tendrán información especial.

- Tramos en Reparación.
- Tramos en Reconstrucción.
- Tramos en Modernización.
- Cruceos Conflictivos.

Si los tramos descritos son de longitud menor a 500 metros quedarán incluidos dentro de la sección que le corresponda y si son mayores, se consideraran como una sección aparte.

Los tramos descritos no se calificarán en ninguno de sus elementos, pero en cambio se formularán comentarios y observaciones en los que se informará lo siguiente:

- Inicio y terminación del tramo y su clasificación.
- Si el tránsito se hace por desviaciones o si se le orienta en estrangulamiento del ancho de calzada.
- Si existe el señalamiento preventivo adecuado.
- Si el tránsito es libre y despejado o si el cruce de estos tramos produce pérdidas de tiempo.
- Cualquier otro tipo de deficiencias o molestia para el usuario.

2 Superficie de Rodamiento en Vialidades Revestidas y No Pavimentadas

Para calificar la superficie de rodamiento en vialidades revestidas y no pavimentadas, en la Tabla para el Inventario del Estado funcional de Pavimentos, se indicarán las calificaciones correspondientes a las deficiencias anotadas de acuerdo con la intensidad con que ocurran.

Por Zona Aislada Pequeña debe entenderse aquella parte de sección donde las deficiencias se localizan en una longitud hasta de 200 metros y por Zona Aislada Amplia cuando dichas deficiencias se observan en una longitud comprendida entre 200 y 500 metros. Por Zona Generalizada debemos entender las deficiencias que abarquen una zona igual o mayor del 30% de la longitud total de la Vialidad.

Los rangos de las longitudes para la clasificación de las zonas con deficiencias, podrán ser modificados por la Autoridad Correspondiente con base en el tipo y las condiciones particulares de la vialidad en estudio.

Para evaluar la superficie de estas vialidades, se toma la calificación base inicial y a cada uno de los conceptos que la integran, se le deducen las evaluaciones negativas correspondientes.

Los datos anotados deberán interpolarse de acuerdo con la importancia de las deficiencias y su extensión dentro de la sección.

En caso de que el resultado algebraico en la calificación de una sección llegara a ser negativo, se le considerará como cero.

3 Drenaje en Vialidades Pavimentadas, Revestidas y No Pavimentadas

Para el drenaje en vialidades pavimentadas, revestidas o no pavimentadas, en la Tabla para el Inventario del Estado Funcional de Pavimentos, se indicarán 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, 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, a las que se le 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 éste sea representativo.

Se considerarán defectos físicos: las grietas, cuarteaduras, etc. y se estiman como mayores cuando la reparación requiera de desviaciones del tránsito, o se produzca estrangulamiento de la calzada.

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

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

4 Banquetas

Se realizará un inventario de la condición en que se encuentren las banquetas. En caso de que no existan, se anotará esta deficiencia.

5 Señalamiento Vertical y Dispositivos para el Control del Tránsito

Para calificar estos dispositivos, en la Tabla para el Inventario del Estado Funcional de Pavimentos, se indicarán las calificaciones correspondientes a las deficiencias observadas de acuerdo con la intensidad en que ocurran. 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 su ausencia, por ser ilegibles, por estar dañados o por no cumplir con la Normatividad Federal y/o Estatal vigente en la materia, particularmente, en lo que corresponde a dimensiones, colores, rotulado y ubicación.

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 en 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, etcétera.

Los Calificadores, deberán ser conocedores de los manuales y lineamientos vigentes que norman el señalamiento para las vialidades pavimentadas, revestidas y no pavimentadas, los que servirán de base para el desempeño de su trabajo.

En los accesos a colonias, el señalamiento vertical de las vialidades pavimentadas, revestidas y no pavimentadas, deberá cumplir con los lineamientos y normatividad vigentes.

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

6 Señalamiento Horizontal y Diversas Marcas en el Pavimento

Para calificar el señalamiento horizontal y las marcas en el pavimento, en la Tabla para el Inventario del Estado Funcional de Pavimentos, se marcan las deficiencias correspondientes de acuerdo con la intensidad en que ocurran.

Las deficiencias que ocurren en el señalamiento horizontal corresponden a:

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

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 zonas peatonales, para dar una calificación adecuada deberá primero definirse si la sección por evaluar debe tener o no rayas en zonas peatonales.

En el caso de otras rayas, el concepto también se refiere a: Rayas separadoras de carriles cuando la vialidad es de cuatro carriles o más; rayas canalizadoras del tránsito en entronques, pasos a nivel o a desnivel; rayas protectoras de isletas; etc.

Por el concepto 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 de peatones, demarcación de paraderos de autobuses y de estacionamiento; además del pintado de 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 o del intemperismo, etc.

g Instructivo para Elaborar el Formato para Reporte (Tabla para el Inventario del Estado Funcional de Pavimentos).

Los datos que se deben incluir en el reporte correspondiente y que deben figurar como mínimo, en la Tabla para el Inventario del Estado Funcional de Pavimentos, se describen a continuación:

1 Datos Generales

- Conservación a cargo de la: (nombre de la dependencia)

Se anotará el Número de Identificación y el Nombre de la Autoridad Correspondiente de Mantenimiento a que pertenece el tramo que se califica.

- Ciudad, Municipio, Estado de:

Nombre de la Entidad Federativa a que corresponde la vialidad que se califica.

- Jefe de la Dependencia:

Nombre del Encargado de Mantenimiento de Obras Públicas que tiene a su cuidado la vialidad que se califica.

- Calificador:

Nombre del Calificador responsable.

- Fecha:

Día, mes y año en que se hace la calificación.

2 Datos Específicos:

- Vialidad y Tramo:

En este espacio de renglones se anotará el nombre de la vialidad a calificar comprendido entre dos puntos importantes.

- **Kilometraje**

En este espacio se anotarán los cadenamientos de inicio y terminación de cada una de las secciones.

- **Sección de la Vialidad:**

Espacio que comprende

- **Superficie de rodamiento** Este concepto se divide en dos, el primero para las vialidades pavimentadas y el segundo para las revestidas o en terracerías

Para las vialidades pavimentadas, en cada cuadro se anotará la calificación de cada una de las secciones cuyo cadenamiento corresponda al citado en el renglón denominado KILOMETRAJE. La calificación que se otorgue y se registre, estará de acuerdo con lo indicado en el presente documento.

Lo mismo ocurrirá para vialidades revestidas o no pavimentadas, sólo que las calificaciones deberán corresponder a lo señalado en los apartados correspondientes

- **Drenaje.** Se anotará a la calificación para cada sección de acuerdo con lo indicado en el apartado correspondiente.
- **Banquetas.** Se anotará la calificación de cada sección de acuerdo con lo indicado en el apartado correspondiente.
- **Señalamiento** Se identificarán dos tipos de señalamiento:

Vertical. Se anotarán las calificaciones para cada una de las secciones aplicando lo indicado en el apartado correspondiente.

Horizontal. Se registrará las calificaciones para cada una de las secciones, de acuerdo con lo indicado en el apartado correspondiente.

- **Observaciones** En este espacio de renglones se escribirán todas las deficiencias de mantenimiento que se observan durante el recorrido del tramo y principalmente aquellas que produzcan molestias o situaciones de riesgo a los usuarios

h Comentarios y Observaciones que Deberán Anexarse a los Informes

Los comentarios y observaciones que se adicionan a los informes son de valor significativo, porque en ellos se señalan los defectos más notables de la falta de conservación de las vialidades, entre ellos, los que pueden producir daños mayores afectando la estabilidad, los que ponen en peligro a los usuarios o les ocasionan molestias y los que justifiquen especialmente, las calificaciones que se otorgan

Las deficiencias en el mantenimiento o los defectos en el estado físico de la vialidad que se deben informar adicionalmente a las calificaciones asignadas, se resumen en los puntos siguientes

- 1 Las deficiencias que puedan originar daños mayores, por ejemplo: escurrimientos de agua sobre la superficie de rodamiento, obstrucciones de cualquier índole al drenaje longitudinal o al transversal especialmente en alcantarillas

2 Las deficiencias que pongan en peligro a los usuarios, por ejemplo: estrangulamiento de la calzada, desviaciones en mal estado, curvas peligrosas, falta del señalamiento adecuado en los lugares críticos indicados, etc.

Asimismo, será motivo de descripción de condiciones, aquellas zonas de la vialidad que produzcan molestias a los usuarios obligándolos a disminuir la velocidad o detenerse por completo, por ejemplo: embotellamiento en los cruceros, desviaciones mal atendidas o inadecuadas, tránsito obligado a un solo carril, insuficiencia de la vialidad para atender a la intensidad de tránsito, falta del señalamiento adecuado en las zonas críticas, etc.

Las calificaciones altas mayores de 4 (cuatro) o las bajas menores de 2 (dos), requieren justificación, por ejemplo: calles recién construidas sin defectos o alcantarillas obstruidas totalmente.

Consecuentemente los comentarios y observaciones que se refieran a deficiencias en cualquiera de los elementos, deben estar acordes con la calificación asignada, sin que haya contradicciones; como el caso en que se reportan serias deficiencias en la superficie y se evalúa con calificación alta.

i Uso de Formas Auxiliares para el Informe

En la práctica se ha comprobado que el trabajo de los Calificadores se facilita con el uso de la forma que se adjunta como Tabla C-8 para el Inventario del Estado Funcional de Pavimentos, por medio de la cual no se deja a la memoria el recuerdo obligado de todas las deficiencias que se pueden observar en el recorrido de una sección.

Con el uso de esta Tabla se registrarán mediante símbolos convencionales, las deficiencias que se observan y su condición o estado.

C.2 EVALUACIÓN ESTRUCTURAL

a Definición

La evaluación estructural se refiere a una apreciación de los tramos cuyo estado de deterioro ha decaído hasta un nivel más allá de los alcances de un programa de mantenimiento tradicional, y que deben ser rehabilitados para lograr que tales tramos sean transitables. Por esto, la recopilación de datos relevantes debe abarcar una evaluación de la capacidad estructural de los pavimentos en los tramos incluidos en el programa de acciones inmediatas o las de mediano plazo, para ser rehabilitados, reforzados y /o reconstruidos.

b Inventario Estructural - Físico

En la red vial primaria, secundaria y de transporte público, tomando en consideración el Índice de Servicio Actual, el Índice de Estado Superficial del Pavimento (Tabla C-9), el tránsito y su proyección, se deberán realizar ensayos destructivos y no destructivos en la estructura del pavimento para decidir los trabajos a llevar a cabo y así la vialidad siga garantizando un servicio adecuado. Este programa deberá estar concertado con personal técnico de la Autoridad Correspondiente para los tramos así seleccionados; quien deberá realizar, además, las actividades siguientes:

- 1 Observaciones sobre la suficiencia de las obras de drenaje.
- 2 Observaciones sobre las características de drenaje superficial del pavimento con respecto a las guarniciones, señalando factores limitantes presentados por las posibles alternativas de refuerzo a evaluarse.
- 3 Análisis sobre los mejoramientos o la necesidad de obras auxiliares adicionales que deben de considerarse en la evaluación de alternativas de rehabilitación vial.
- 4 Aforos de tránsito determinando el Tránsito Diario Promedio Anual (TDPA), con su composición vehicular, tanto para utilizarse en los estudios de tránsito, como para estimar el número de ejes equivalentes de 8.2 ton.

Inventario General de Condición

Índice de Estado Superficial del Pavimento- Categorías de Acción		
Rango de Índice de Estado	Categoría de Acción	Descripción
100 a 85	A Mantenimiento Preventivo o Mínimo	Pavimento en condición muy buena; no requiere acciones de mantenimiento correctivo inmediatas; ocasionalmente pueden requerir acciones de mantenimiento mínimo preventivo.
85 a 60	B Mantenimiento Correctivo Menor	Pavimento en condición buena, con fallas incipientes que requieren acciones de mantenimiento correctivas inmediatas y/o en el corto plazo.
60 a 40	C Mantenimiento Correctivo Mayor o Intensivo	Pavimento en condición dudosa o regular, con fallas evidentes que requieren acciones de mantenimiento correctivo frecuentes y probablemente una rehabilitación a mediano plazo. Comprende tres tipos de acción: 1 Condición dudosa mantenimiento correctivo mayor 2 Sellado de superficie. 3 Reencarpetado delgado
40 a 25	D Rehabilitación - Refuerzo Estructural	Pavimento en condición deficiente con fallas en proceso de generación, que requieren una rehabilitación en el corto plazo para evitar la generalización de daños irreversibles.
< 25	E Rehabilitación-Reconstrucción.	Pavimento en condición muy deficiente, con fallas severas generalizadas que requieren una rehabilitación mayor, probablemente con alto porcentaje de reconstrucción, en el corto plazo.

Tabla C-9 Índice de Estado Superficial del Pavimento y Categorías de Acción

c Ensayes No Destructivos (END)

Se realizará una evaluación estructural por el método de ensayos no destructivos, (END), esta evaluación debe realizarse en cada tramo a ser rehabilitado como parte de los programas de acciones inmediatas o de mediano plazo. Para recolectar los datos que definiran la capacidad estructural actual del pavimento, será necesario efectuar lecturas del deflectómetro de un aparato del tipo de Viga Benkelman, respetando como mínimo, los puntos siguientes:

- 1 Tomar no menos de cinco mediciones en cada carril, en los primeros y últimos 500 metros de los subtramos que así lo juzgue el estudio.
- 2 Tomar, para proyectos de tres kilómetros o más, no menos de cinco mediciones por carril-kilómetro, en secciones homogéneas de calzada de dos carriles. Para calzada de tres o más carriles, se tomarán mediciones de dos de los carriles en ocho estaciones por kilómetro.
- 3 Tomar, para proyectos menores de tres kilómetros, no menos de ocho mediciones por carril-kilómetro, en secciones homogéneas de calzadas de dos carriles. Para calzadas de tres o más carriles, se tomarán mediciones considerando hasta dos carriles por carril-kilómetro, con únicamente un sondeo por estación.

d Ensayes Destructivos (ED)

Realizar una evaluación estructural por medio de sondeos del tipo pozo a cielo abierto con una profundidad que contemple el espesor de la estructura del pavimento más 0.30 metros, en una longitud significativa de kilómetros de las vialidades a estudiar, con recuperación de muestras de cada una de las capas del pavimento y terracerías, para el correspondiente análisis de laboratorio, considerando, como mínimo, una muestra para cada kilómetro y no menos de tres muestras, para proyectos menores de tres kilómetros. Para calzadas de tres carriles o más, en proyectos con extensión mayor de tres kilómetros, se puede reducir la cantidad de sondeos hasta dos muestras por kilómetro. Estos sondeos sirven para estimar la capacidad estructural de los pavimentos a ser rehabilitados y validar los datos provenientes de los estudios de Viga Benkelman.

A las muestras alteradas obtenidas de los pozos a cielo abierto, se les efectuarán los ensayos necesarios para determinar sus características Índice y definir su clasificación de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), tales como:

- 1 Determinación del contenido natural de agua.
- 2 Límites de Atterberg: de contracción, líquido y plástico.
- 3 Análisis granulométrico por mallas.
- 4 Porcentaje de partículas finas.
- 5 Densidad de sólidos.
- 6 Peso volumétrico del lugar.
- 7 Peso volumétrico seco máximo.
- 8 Grado de compactación de campo.
- 9 Valor Relativo de Soporte (VRS).

Cuando se trate de obra nueva o se utilice el material del pavimento existente en la reconstrucción del mismo, se realizarán también los ensayos siguientes:

- 10 Determinación de los coeficientes de variación volumétrica.
- 11 Pruebas de compactación, según el suelo de que se trate.
- 12 Absorción.
- 13 Equivalente de arena.

Los resultados de los ensayos de laboratorio, se presentarán en forma de tablas y gráficas, según sea el caso.

Para formar la capa sub-rasante de los pavimentos podrán utilizarse materiales provenientes de excavaciones paralelas al eje de trazo siempre que la calidad de los suelos sea adecuada y el derecho de vía lo permita. En caso contrario, deberá procederse a localizar en concertación con la Autoridad Correspondiente, un depósito de material o formaciones naturales con características apropiadas, tanto de calidad como de cantidad, que se denominarán bancos de préstamo.

Los bancos de préstamo deberán localizarse y estudiarse en una distancia creciente al centro de gravedad de la obra. Estos bancos deberán estar aprobados por la Autoridad Correspondiente

Asimismo, para formar las capas de sub-base, base y carpeta, se localizarán bancos de préstamo con espesor suficiente y características apropiadas dentro de la normatividad vigente aplicable en la materia, para construir cada capa y se explotarán en forma masiva, para acarrear el material y tenderlo en la vialidad

Para estudiar la calidad de los materiales de los bancos, cuando se realice el proyecto ejecutivo, se excavarán un mínimo de tres pozos a cielo abierto, de 2 metros de profundidad cada uno, su ubicación deberá estar aprobada por la Autoridad Correspondiente y la extracción estará sujeta a supervisión. Se extraerán muestras alteradas representativas y se estudiarán en el laboratorio, realizando los ensayos anteriormente citados (1 al 13) y los que se indican a continuación:

14. Contenido de materia orgánica
15. Valor cementante
16. Clasificación del material para fines de presupuesto
17. Intemperismo acelerado
18. Desgaste de "Los Ángeles".

Se analizarán los resultados de los trabajos de campo y de laboratorio para elaborar un reporte técnico y se verá si el material pétreo que se utilice en la formación de las capas del pavimento requiere de algún tipo de tratamiento como por ejemplo, disgregado, cribado, triturado-cribado o algún tipo de estabilización mecánica o física.

El documento a elaborar contendrá como mínimo, la siguiente información:

- Reporte de conclusiones, recomendaciones y procedimientos de utilización del material
- Croquis de la planta de localización del banco donde se incluyan datos precisos de:
 - Su utilización
 - Forma del banco.
 - Posición de los frentes de ataque.
 - Volumen aprovechable
 - Tratamiento probable, y
 - Resumen de los resultados de laboratorio

Cuando se trate de obra nueva o ampliación se efectuarán recorridos a lo largo del eje de trazo de la vialidad y se realizarán pozos a cielo abierto del orden de 2 metros de profundidad y se extraerán muestras alteradas representativas que permitan definir, en forma preliminar, la estratigrafía y las características de subsuelo en el tramo del proyecto, con base en pruebas de clasificación manual (dilatancia, tenacidad y resistencia en estado seco). Las exploraciones, se realizarán aproximadamente a cada 400 metros, en los casos en que se observen cambios geológicos importantes, la distancia entre pozos será menor. Las muestras se analizarán en el laboratorio efectuándoles los ensayos anteriormente citados.

Las pruebas de laboratorio indicadas en este apartado, corresponden al mínimo de ensayos que se deberán realizar. La Autoridad Correspondiente indicará las adicionales requeridas, de acuerdo con las condiciones y necesidades particulares de cada caso en estudio.

e Conclusiones y Recomendaciones

En todos los casos, los trabajos de campo y de laboratorio deberán analizarse para formular conclusiones, recomendaciones y dependiendo del tipo de acción a realizar, proponer procedimientos constructivos y formular un programa de actividades para ejecución y seguimiento de obra.

MANTENIMIENTO DE PAVIMENTOS DE REVESTIMIENTO

D MANTENIMIENTO DE PAVIMENTOS DE REVESTIMIENTO

D.1 DEFINICIÓN

Los trabajos de mantenimiento de vialidades con superficies de rodamiento provisional están orientados principalmente a la conservación de una superficie lisa, firme y libre de material suelto en exceso, a la conservación de un perfil transversal apropiado para facilitar el drenaje superficial, al mantenimiento del espesor del pavimento y donde sea factible, a controlar el polvo, para reducir al mínimo la pérdida de material y las incomodidades ocasionadas al tránsito

D.2 TRABAJOS DE MANTENIMIENTO

Los principales trabajos de mantenimiento de vialidades de revestimiento, consisten en

- a Nivelado y rastreado.
- b Bacheo y reparación de zonas inestables.
- c Escarificado, reconformación y reposición de materiales perdidos.
- d Aplicación de materiales para controlar el polvo
- e Tratamientos asfálticos superficiales.

a Nivelado y Rastreado

El rastreo y nivelado de las superficies de revestimiento se llevan a cabo con motoconformadoras, pudiendo ejecutarse este trabajo tanto en épocas de secas como en épocas de lluvias, pero siempre que en ambos casos se haga el trabajo en forma eficiente. La frecuencia de su ejecución se acrecenta con la intensidad del tránsito

b Bacheo y Reparación de Zonas Inestables

En una vialidad con superficie de rodamiento temporal formada por materiales granulares compactados eficientemente y con comportamiento satisfactorio durante la mayor parte del año, pueden aparecer zonas blandas o inestables de reducida extensión. Estas zonas serán objeto de un previo y cuidadoso examen para indagar la causa de la falla y con ello determinar la acción para remediarla. Generalmente el desperfecto tiene su causa en un drenaje superficial defectuoso, en una sub-rasante inadecuada o en una granulometría del material de revestimiento provisional inapropiada. Debido a lo anterior, el drenaje será mejorado manteniendo el perfil transversal con el bombeo adecuado

En temporadas del año con exceso de humedad o después de largos periodos de lluvias, cuando la sub-rasante se satura de agua y pierde estabilidad, es de suponerse la existencia de una infiltración de agua libre o capilar debido a la elevación del nivel freático. En este caso es muy posible la necesidad de un drenaje subterráneo del tipo más adecuado según el caso

Cuando la causa de la falla se encuentre en el material granular de la superficie de rodamiento temporal, será necesario disponer la remoción del mismo, regularizar los bordes del bache cortándolo normalmente a la superficie y reemplazar el material granular por otro del mismo tipo pero de características físicas dentro de especificaciones.

Cuando la falla es por sub-rasante inadecuada es necesario llevar a cabo un estudio de laboratorio para ver que procedimiento debe seguirse en cada caso particular

c Escarificado, Reconformación y Reposición de Materiales Perdidos

Cuando las zonas defectuosas son de extensión considerable o el desgaste general de la superficie es apreciable, se debe recurrir al escaificado de la superficie, agregar y mezclar materiales adicionales, reconformar la superficie y compactarla nuevamente.

El corrugado superficial es un defecto común en las vialidades con superficie de rodamiento formada por materiales granulares redondeados. Generalmente es originado por los saltos de las ruedas motrices de los vehículos sobre la superficie. Una vez iniciado el proceso de su formación, la magnitud de las ondulaciones se incrementa.

d Aplicación de Materiales para Controlar el Polvo

La aplicación de estos materiales es una práctica que se sigue en vialidades de superficie de rodamiento que desprenden mucho polvo, a fin de reducir la molestia ocasionada por el mismo, tanto a personas como a las propiedades cercanas; además, se conserva el material de la superficie de rodamiento temporal.

Algunos tipos de materiales bituminosos como el asfalto emulsionado, el cloruro de calcio o de sodio y el sulfonato de lignina, son apropiados para controlar el polvo en este tipo de vialidades. La dosificación que se deberá utilizar en cada procedimiento constructivo será indicada en el diseño correspondiente.

Comúnmente se usa una dosificación de 150 gramos de cloruro sódico por metro cuadrado y por centímetro de espesor del revestimiento. No se suelen contar más de 8 cm superiores del revestimiento cuando éste sea mayor. Para el caso de cloruro cálcico, generalmente se emplean de 1100 gramos a 1400 gramos por metro cuadrado independiente del espesor del revestimiento.

El cloruro de sodio suele mezclarse en polvo incorporándolo al revestimiento. En este caso se suele mezclar el producto químico preciso para el total del revestimiento, solamente con la capa superior de 5 cm, ya que las lluvias posteriormente se encargan de uniformizar la distribución.

Con el cloruro de calcio solamente una parte del cloruro se mezcla con el revestimiento; el resto se deposita simplemente sobre él ya que el cloruro de calcio absorbe la humedad de la atmósfera y penetra poco a poco en el espesor del revestimiento.

e Tratamientos Asfálticos Superficiales

En ocasiones la intensidad del tránsito sobre las superficies descubiertas, las desintegran con rapidez y las operaciones mencionadas con anterioridad, resultan ineficaces para asegurar la permanencia de una superficie uniforme y libre de frecuentes deterioros. En este caso es necesario recurrir a un tratamiento bituminoso superficial que imparta a la superficie de rodamiento mayor resistencia. La operación consiste en proporcionarle a la base un riego de impregnación y luego un tratamiento superficial simple o de un riego.

D.3 UNIDAD DE MEDIDA

La unidad de medida para los trabajos de mantenimiento de pavimentos de revestimiento, será el metro cuadrado, el metro cuadrado para un espesor determinado o el metro cúbico, terminados en obra y según aplique, de acuerdo al catalogo de conceptos del tratamiento correspondiente.

Las cantidades aceptadas, determinadas en la forma indicada anteriormente, se pagarán al precio contractual por unidad de medida, respectivamente, por cada uno de los conceptos generados.

MANTENIMIENTO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES

E MANTENIMIENTO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES

E.1 INTRODUCCIÓN

Las superficies asfálticas son mezclas que, independientemente de cómo sean usadas, bien sobre piedra triturada, en concreto hidráulico, en grava o en terracería, tienen en común, que todas ellas son una mezcla de asfalto y agregados. Los agregados incluyen rocas trituradas, grava triturada, arena y relleno mineral. Los materiales asfálticos incluyen el cemento asfáltico, los asfaltos rebajados, las emulsiones y los asfaltos modificados.

Debido a la propiedad que tienen estos pavimentos a deformarse se denominan flexibles, comparados con los pavimentos de concreto hidráulico, los cuales son denominados rígidos.

El funcionamiento de los pavimentos asfálticos y la reparación durante el mantenimiento depende ampliamente de la estabilidad de la mezcla, el apego a los diseños de mezcla, la continuidad de la estructura pavimentada, la continuidad de la base, sub-rasante o soporte; así como la limitación de las cargas en los ejes y ruedas conforme a las cargas de diseño del proyecto.

Los problemas en la superficie pueden estar relacionados solamente con ésta, así como la desmoronización, la meteorización, la exudación y algunas formas de cuarteo; o pueden ser causados por problemas con capas subyacentes del pavimento, como la base hidráulica y la sub-rasante. Se debe establecer con certeza el origen de las fallas, antes de proceder con la ejecución de alguna categoría de acción para su prevención o corrección. En caso necesario, se deberá recurrir a los estudios de laboratorio correspondientes.

Por ejemplo, deterioros evidentes como ondulaciones, túmulos y depresiones, son fallas en la superficie originadas por una sub-rasante débil que ha sido desplazada por cargas, movida por congelamiento del suelo o por el aumento de volumen de éste. La solución del problema estriba en corregir los defectos de la sub-rasante. Obviamente, éste es un proceso que toma mucho tiempo y además es una operación costosa, entonces, medidas menos drásticas son tomadas; como incrementar la resistencia del pavimento por medio de la colocación de nuevas capas.

Usualmente la condición de la sub-rasante puede ser mejorada removiendo el agua en la vialidad, optimizando tanto el drenaje superficial como el subterráneo, mediante la construcción y/o adecuación de obras pluviales. La acción anterior da como resultado una sub-rasante más fuerte y los problemas en el pavimento pueden ser corregidos, inclusive, permanentemente.

Debido a que este tipo de pavimento obtiene el mayor soporte de la sub-rasante, las propiedades impermeables de la carpeta asfáltica proveen un sello que impide al agua afectar la capacidad de sustentación de la sub-rasante; debido a ello, es particularmente importante el mantenimiento de la superficie pavimentada.

El objetivo de dar mantenimiento al pavimento, es el de conservarlo en una condición similar a la original de cuando fue construido.

E.2 DEFINICIÓN

Se denomina **mantenimiento de pavimentos flexibles**, el conjunto de acciones que se llevan a cabo para que un pavimento, construido con anterioridad, continúe en condiciones adecuadas de operación, ofreciendo comodidad y seguridad al usuario.

El mantenimiento de un pavimento puede ser de diferentes tipos, desde renovaciones superficiales a base de riegos de rejuvenecimiento o construcción de sobrecarpetas, hasta reconstrucciones

integrales. También se incluyen en este concepto los trabajos requeridos por ampliación de la sección transversal de la vía.

Todos los planes de conservación están en función de la vida útil de proyecto, desarrollo futuro del tránsito, condición estructural del pavimento existente, condiciones de la superficie de rodamiento, seguridad (estadísticas de accidentes en la vialidad) y los montos estimados para costear la renovación, rehabilitación, reconstrucción y operación de la vía en estudio.

E.3 ÍNDICE DE ESTADO

Con el desarrollo de los sistemas de planeación o administración de pavimentos, se ha generalizado el uso de índices, que representan, a través de un valor numérico, la condición del pavimento. Así, se han estudiado diversas técnicas para desarrollarlos, de manera que respondan a las condiciones locales y los usos requeridos de las zonas urbanas de la República Mexicana.

Los procedimientos recomendados para conservar un pavimento, se basan, además de la determinación de los índices de servicio actual y de rugosidad, en la determinación del Índice de Estado.

En términos generales, puede decirse que un Índice de Estado de 100 (cien), indica que un pavimento se encuentra en condiciones excelentes, sin fallas visibles en la superficie; el valor de 0 (cero), en el otro extremo, es la calificación más baja posible. En una condición deficiente en la cual el Índice de Estado es inferior a 40 (cuarenta), se requerirá una rehabilitación o una reconstrucción, dependiendo de la gravedad del daño.

En la Tabla C-9 del Capítulo "C Evaluación de Pavimentos", se describen las cinco categorías de acciones de conservación que se pueden realizar, de acuerdo a los diferentes rangos de valores del Índice de Estado Superficial del Pavimento.

La forma de presentar los resultados del **Inventario General de Condición - Categorías de Acción**, es en formatos específicos que constituyen una Base de Datos y que deben estar acompañados de un plano que contenga las vías que componen la red vial primaria, clasificándola según el sistema vial al que pertenecen (red primaria, red secundaria, accesos a colonias populares y rutas de transporte público urbano), e identificando con diferente simbología la categoría de acción de conservación requerida para cada vialidad (Tabla C-8 del Capítulo "C Evaluación de Pavimentos")

El plano permitirá visualizar rápidamente el estado de la red al momento de la evaluación, seleccionar los tramos o proyectos en condición crítica y será una valiosa ayuda para apreciar la evolución a través de evaluaciones sucesivas de la condición de cada uno de los sistemas viales que componen la red.

E.4 CATEGORÍAS DE ACCIÓN

Cada una de las categorías de acción para el mantenimiento de pavimentos flexibles se describen a continuación:

a **Mantenimiento Preventivo, Categoría de Acción "A"**

Cuando la superficie de rodamiento del pavimento se encuentra en muy buenas condiciones, ocasionalmente se pueden requerir acciones de mantenimiento mínimo preventivo, éstas se refieren a trabajos de bacheo superficial, renivelaciones ligeras que requiera algún tramo, pintura en señalamiento horizontal, etc.

b Mantenimiento Correctivo Menor, Categoría de Acción "B"

Cuando el pavimento se encuentra en buenas condiciones de operación pero existen condiciones incipientes de falla que requieren acciones inmediatas de mantenimiento y/o acciones en el corto plazo.

Dentro del mantenimiento correctivo menor se pueden incluir las acciones para corregir deterioros que se presentan en forma aislada en algunos tramos relativamente distantes unos de otros, es decir, no existe una falla generalizada en la estructura de la vialidad. Aquí se pueden incluir los trabajos de bacheo superficial, bacheo profundo, renivelaciones con mezcla asfáltica, reparaciones aisladas en las capas de base, sub-base, sub-rasante y/o terracería, mantenimiento del señalamiento horizontal y vertical, pintura del equipamiento urbano, reparaciones necesarias debido a la instalación de servicios públicos, etc.

c Mantenimiento Correctivo Mayor o Intensivo, Categoría de Acción "C"

Cuando el daño que presente un pavimento sea leve, es decir, la falla que se presente sea sólo del tipo funcional; con una renovación superficial se podrá alargar muchos años su vida útil. En pavimentos con carpeta asfáltica, esto podrá consistir en un simple riego de sello, que si se hace con el sistema de mortero asfáltico, como por ejemplo utilizando un slurry seal, la superficie de rodamiento será de mejor calidad y así el pavimento será más duradero. Antes del riego de mortero asfáltico se debe realizar cualquier trabajo de bacheo, sellado de fisuras y nivelación que sean necesarios para terminar con un acabado liso uniforme.

Otra técnica de renovación superficial que podrá utilizarse consiste en usar un equipo que caliente superficialmente la carpeta asfáltica, unos dos centímetros, la escarifique y vuelva a mezclar, usando un aditivo asfáltico especial, que deje la mezcla en condiciones de volver a tenderse y compactarse.

d Rehabilitación - Refuerzo Estructural, Categoría de Acción "D"

Cuando las fallas se presentan en forma generalizada, predominando fuertes deformaciones y agrietamientos, se requiere una rehabilitación, en el corto plazo, para evitar que se propaguen daños irreversibles.

Los pavimentos flexibles se podrán reforzar para alargar varios años su vida útil, colocándoles en la superficie una capa flexible, que consiste en capa base y carpeta asfáltica, o de simple carpeta asfáltica, o una capa consistente en una losa delgada de concreto, construida con el procedimiento conocido como sobrecarpeta de concreto hidráulico de poco espesor.

La sobrecarpeta para refuerzo se conoce como "Reencarpetado" cuando se coloca sobre otra carpeta existente. Los métodos para calcular el espesor de la misma, se describen ampliamente en el tema "Sobrecarpetas" de las presentes Normas Técnicas.

e Rehabilitación - Reconstrucción, Categoría de Acción "E"

Tanto las labores de mantenimiento como las de pavimentación, requerirán de la atención de personal experimentado, sobre todo de ingenieros con sólidos conocimientos en diseño y construcción de pavimentos. Existen métodos para evaluar la condición del pavimento, como los citados Índices de Servicio Actual, de Estado, de Rugosidad y existen muchos métodos para diseñar un pavimento nuevo o rediseñar uno existente. Se cuenta con factores de capa, deducidos de la carretera de prueba AASHTO, o proporcionados por otras instituciones de con injerencia en materia de vialidades.

Antes de realizar una rehabilitación de reconstrucción, se deberá hacer una planeación técnica para su ejecución y control de obra, basada en los resultados de laboratorio para determinar, tramo por tramo, la calidad y espesor de cada capa del pavimento existente y efectuar los ensayos no destructivos y destructivos correspondientes; inclusive, considerando pruebas de placa en el lugar.

Con todo lo anterior, se deberá elaborar un programa de reconstrucción jerarquizado, de acuerdo al resultado de los estudios realizados y con base a los recursos financieros disponibles. Los tipos de repavimentación podrán ser:

- 1 Repavimentación con una carpeta asfáltica sobre otro pavimento flexible existente, que se encuentra en mala condición. Este pavimento flexible construido sobre otro existente, deberá constar, cuando menos de una capa de base y una carpeta asfáltica.
- 2 Repavimentación con sobrecarpeta asfáltica sobre el existente que se encuentre en condiciones de regular a mala. Consistirá en colocar sobre un pavimento existente construido con carpeta asfáltica; una carpeta de concreto asfáltico o de mezcla en lugar, o una carpeta de riegos.
- 3 Repavimentación con losa delgada de concreto, siguiendo el procedimiento de sobrecarpeta de concreto hidráulico de poco espesor. Consistirá en construir sobre un pavimento flexible existente, losas delgadas de concreto.

En muchos casos de repavimentación se podrán aprovechar los materiales existentes, removiendo alguna capa y mejorando el material con cemento Portland, cal o asfalto, según las pruebas de laboratorio correspondientes.

E.5 PROCEDIMIENTOS PARA EL MANTENIMIENTO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES

a Antecedentes

Es importante hacer notar que el mantenimiento preventivo se costea a sí mismo, en el sentido que evita la necesidad de reparaciones costosas en el futuro. El trabajo más importante desarrollado por un mantenimiento es el de detectar y corregir defectos menores tempranamente.

Para sistematizar los diferentes procedimientos de mantenimiento y de rehabilitación de los pavimentos con superficie de rodamiento asfáltica, se clasificarán en tres tipos: inferior, intermedio y superior, definidos en la forma siguiente:

- 1 **Pavimentos Asfálticos de Tipo Inferior.** Son aquellos obtenidos por tratamientos superficiales colocados sobre bases de materiales granulares dentro de especificaciones. El espesor de esta carpeta rara vez sobrepasa de dos centímetros y medio.
- 2 **Pavimentos Asfálticos de Tipo Intermedio.** Son aquellos formados por mezcla en el lugar o mezcla en plantas portátiles, donde los materiales que los integran poseen una estabilidad inherente, suministrada por su graduación granulométrica. La base puede ser del mismo tipo que en el caso anterior.
- 3 **Pavimentos Asfálticos de Tipo Superior.** Son normalmente ejecutados con mezclas preparadas en planta fija. Estos tipos de carpetas se reservan para vialidades de tránsito intenso. La base debe constituirse con materiales de la mejor calidad.

Una conservación eficiente de los pavimentos asfálticos comprende la oportuna reparación de zonas relativamente poco extensas y la vigorización superficial por medio de aplicaciones de riegos asfálticos con o sin cubrimiento pétreo.

Los tratamientos para el mantenimiento son muy variados e incluyen varios tipos de aplicaciones en la construcción de pavimentos en diferentes circunstancias y funciones, además de que cada día se encuentran nuevas formas de mejorar o tratar un pavimento. El procedimiento ejecutivo, el equipo y los materiales que se utilizarán deberán ser autorizados previamente por la Autoridad Correspondiente, previa justificación técnica mediante las pruebas de laboratorio correspondientes.

b Clasificación de los Tipos de Procedimientos para el Mantenimiento de Pavimentos Asfálticos

Los principales procedimientos para el mantenimiento de los pavimentos asfálticos se clasifican en los siguientes tipos:

- 1 Tratamientos superficiales.
 - Riegos de impregnación.
 - Riegos de liga.
 - Riegos de sello con gravilla.
 - Riegos de sello con arena.
 - Riegos de sello con mortero asfáltico.
 - Riegos de vigorización.
- 2 Tratamientos anti-resbaladizos.
- 3 Sobrecarpetas.
- 4 Bacheo.
- 5 Nivelación.
- 6 Reconstrucción.

E.6 TRATAMIENTOS SUPERFICIALES

Los tratamientos superficiales son procedimientos mediante los cuales se mejora o se le da mantenimiento a un pavimento existente, para preservar un nivel de servicio aceptable. La reparación de superficies incluye varias técnicas que usan asfalto, así como mezclas de agregados y asfalto aplicadas en varios espesores. Estas técnicas son preventivas, correctivas o ambas.

La gran mayoría de los pavimentos asfálticos deben ser objeto periódicamente, de tratamientos superficiales que, a la vez de asegurar la impermeabilización de la carpeta, eviten el secado completo de las sustancias volátiles que comunican elasticidad a los productos asfálticos y la reviven cuando presente signos de oxidación o debilitamiento. Estos tratamientos superficiales pueden consistir de riegos livianos de productos asfálticos solos o con materiales pétreos, para darle mayor resistencia y durabilidad a la carpeta.

Una parte muy importante de las operaciones de mantenimiento es la temprana detección y reparación de defectos. Fisuras y resquebrajamiento de la superficie, las cuales pasan casi desapercibidas, pueden desarrollarse en defectos serios si no son reparadas. Por lo tanto, se requiere una frecuente inspección de los pavimentos por personal capacitado. A menudo las fisuras y defectos en la superficie son tan pequeños que su detección desde un vehículo en movimiento no es posible, entonces se debe efectuar un recorrido minucioso para hacer las observaciones de cerca. Una detallada investigación, la cual debe incluir una exploración de la sub-superficie del área fallada, tiene que llevarse a cabo cuando se detecten señales previsoras de daño para así determinar la reparación requerida.

Las técnicas de reparaciones de asfalto de las superficies, son económicas, fáciles de aplicar y durables. El sello contra el aire y la humedad prolonga la vida de uso de la base y superficie. Las técnicas varían desde aplicaciones ligeras de asfalto, hasta aplicaciones de múltiples capas compuestas de asfalto, agregados y mezcla asfáltica en una forma alterna. Todas estas técnicas sellan la superficie y cada una tiene uno o más usos de mantenimiento. Estas pueden ser usadas para combatir problemas como calidad de rodadura, cuarteo de cocodrilo, cortes de la empresa de servicios públicos, hoyos, agregados lisos, meteorización y descarnadura.

a Riegos de Impregnación

Al término riego de impregnación se le conoce como riego de penetración y su objetivo es el de impermeabilizar una superficie terminada, generalmente la base hidráulica, para protegerla de la lluvia y el tránsito normal de vehículos ligeros durante la construcción. Además sirve como zona de transición entre la base y la capa asfáltica, ya que favorece la adherencia entre las mismas.

Este tratamiento se efectúa con emulsiones o con asfaltos rebajados de fraguado medio que contienen solventes poco volátiles, en porcentajes del 40 al 45 % con respecto al volumen total, lo que les da la posibilidad de tener baja viscosidad. El riego de estos productos se efectuará en cantidades de 0.9 a 1.5 litros/m² a fin de que el producto penetre en la superficie ayudado por su baja viscosidad. La superficie impregnada deberá presentar un aspecto uniforme y el material asfáltico deberá estar firmemente adherido; la penetración del riego deberá ser como mínimo de 7 mm.

La impregnación ha de sujetarse a los siguientes lineamientos generales:

- 1 Barrido por medios manuales (escobas, cepillos) o mecánicos (barredoras), con el objeto de eliminar todo el polvo suelto y materias extrañas que se encuentran en la superficie.
- 2 Riego de asfalto, por medio de una petrolizadora dotada con equipo de calentamiento, bomba de presión, tacómetro y todos aquellos aditamentos necesarios para su correcto funcionamiento y la distribución uniforme del número de litros/m² que se hayan especificado.
- 3 El tipo de producto asfáltico será del tipo rebajado de fraguado medio FM-0 o FM-1, emulsiones o material asfáltico similar, aprobados por la Autoridad Correspondiente.
- 4 La superficie de la base impregnada deberá ser cerrada al tránsito hasta que el producto asfáltico haya penetrado y fraguado superficialmente. Cuando esto no sea posible, el riego asfáltico de impregnación deberá cubrirse con arena fina y seca para evitar el afloramiento del asfalto.

b Riegos de Liga

Material asfáltico utilizado para ligar o unir entre sí las capas de sub-base y base hidráulica o de éstas con la carpeta asfáltica. Asimismo, se utiliza para ligar la carpeta asfáltica existente con capas sucesivas asfálticas durante los trabajos de mantenimiento y de rehabilitación.

Previo al tendido de la mezcla asfáltica, en la superficie impregnada o por reencarpetar, las guarniciones deberán ser barridas y/o sopleteadas de preferencia, con la finalidad de eliminar polvo y partículas extrañas. Así mismo, se verificará que en todo remate de pavimento en guarniciones, pozos de visita, cajas para válvulas, coladeras pluviales, etc., exista el espesor de carpeta o sobrecarpeta de proyecto.

En tramos con base impregnada o superficie por reencarpetar, que hayan permanecido un tiempo considerable al intemperismo y paso vehicular, se deberá extraer todo el material extraño a la base o superficie por reencarpetar, formado por acumulación de lodo producto de lluvias, rupturas o riegos de los vecinos, así como zonas contaminadas de aceite o diesel proveniente de vehículos.

Una vez autorizado el tramo, se aplicará, con petrolizadora, un riego de liga en toda la superficie que quedará cubierta con la carpeta o sobrecarpeta, utilizando un producto asfáltico del tipo y en la cantidad que fije el proyecto, se dejará transcurrir el tiempo necesario para que el material asfáltico adquiera una viscosidad adecuada, con el fin de asegurar su adherencia en la superficie impregnada.

Se aplicará riego de liga solamente en los tramos a encarpetar el mismo día, de acuerdo al personal, equipo de compactación y concreto asfáltico disponible, así como a la temperatura ambiente durante las horas laborables, reduciendo en lo posible las juntas transversales y longitudinales.

c Riegos de Sello con Gravilla

Este tratamiento se utiliza como superficie de protección temporal o definitiva para bases o carpetas de una vialidad, como superficies protectoras de desgaste o para el mejoramiento de la superficie de rodamiento en sus características antideslizantes.

Se recomienda su uso en los siguientes casos:

- 1 Cuando se requiera proporcionar una superficie de desgaste a una carpeta.
- 2 Cuando la carpeta existente esté agrietada y/o tenga textura muy abierta, para evitar que se introduzca agua y especialmente que ésta llegue a la base.
- 3 Dar rugosidad a la superficie para hacerla antiderrapante.
- 4 Regenerar el asfalto de una carpeta expuesta a la acción de la intemperie.
- 5 Proteger la carpeta cuando se inicia el proceso de desgranamiento y/o desgaste superficial.
- 6 Obtener en la superficie de rodamiento un color adecuado para mayor visibilidad nocturna.

Por otro lado, los casos en que no debe recurrirse a este tratamiento por no ser su solución óptima son los siguientes:

- 1 Cubrir defectos de construcción que no debieron haberse tolerado.
- 2 Tratar de corregir deformaciones o agrietamientos provocados por defectos en las capas inferiores o el drenaje.
- 3 Tratar de corregir desplazamientos del material debidos a la inestabilidad de las mezclas asfálticas o riegos de liga deficientes.

El material pétreo (gravilla) deberá cumplir con las siguientes características:

- 1 Resistencia a la fragmentación. Debe de presentar un 40% máximo de acuerdo a la prueba de "Los Angeles".
- 2 Coeficiente de aplastamiento.
- 3 Angularidad. Su tamaño debe ser menor a la cuarta parte de la grava natural.
- 4 Limpieza. Debe estar seca y con menos del 5% de finos.

- 5 Graduación. En material 3A puede aceptarse hasta un 5% de material retenido en la malla de 3/8" siempre que éste no sea mayor a 1/2", y del material que pase la malla # 8 se admite un 5% siempre que éste se retenga completamente en la malla # 40. Con respecto al material 3B se toleran también 5% de material retenido en la malla de 1/4" si éstos no son mayores a 3/8" y 5% que pase la malla # 8 si se retienen en la malla # 40.

El material asfáltico deberá cumplir con las siguientes características:

- 1 El asfalto debe presentar óptimas cualidades de adherencia y cohesión.
- 2 El tiempo de rompimiento de la emulsión debe ser suficiente para lograr cubrir completamente el material pétreo
- 3 Una vez regada la emulsión no debe re-emulsificarse.
- 4 El espesor de la película debe ser uniforme y continuo en toda su aplicación.

Algunos ejemplos para las dosificaciones del material pétreo y del material asfáltico para la elaboración del riego de sello, se indican en la siguiente tabla.

CONCEPTO	MATERIAL 3 A	MATERIAL 3 B
Material pétreo		
a Granulometría		
1 Que pase por la malla de	3/8"	1/4"
2 Y se retenga en la malla de	# 8	# 8
b Dosificación en litros/m ²	8 a 10	6 a 8
Material asfáltico		
a Cemento asfáltico (temperatura de aplicación de 130° a 160° C).	0.7 a 1.0	0.7 a 0.9
b FR-3 (75% de cemento asfáltico, temperatura de aplicación de 60° a 80° C).	0.9 a 1.3	0.9 a 1.2
c FR-4 (80% de cemento asfáltico, temperatura de aplicación de 80° a 100° C).	0.9 a 1.3	0.9 a 1.1
d Emulsión catiónica (60% de cemento asfáltico, temperatura de aplicación de 5° a 40° C).	1.2 a 1.7	1.2 a 1.5
e Emulsión aniónica (55% de cemento asfáltico, temperatura de aplicación de 5° a 40° C).	1.3 a 1.8	1.3 a 1.6

Tabla E-1 Dosificaciones de los materiales pétreo y asfálticos para el riego de sello con gravilla.

El riego de sello puede realizarse en una o varias capas de la siguiente manera.

- **Tratamiento de Superficie Simple**

Un tratamiento simple de la superficie consiste en una única aplicación de asfalto a una superficie de la vialidad, seguida inmediatamente por una única capa de agregados de tamaño aproximadamente uniforme. El espesor del tratamiento es casi igual al tamaño máximo de las partículas del agregado. El tratamiento de la superficie es usado para corregir descarnadura de la superficie y oxidación del pavimento viejo, para proveer de impermeabilización al pavimento existente y para corregir el desgaste por un tránsito excesivo. Este tratamiento es especialmente apropiado para vialidades con tránsito ligero y como un procedimiento provisional de mantenimiento. También es usado después de una operación de sellado de fisuras.

Cuando un tratamiento de superficie debe hacerse, tanto el tipo de asfalto como las razones convenientes de aplicación de asfalto y agregados deben de ser determinados. Agregados duros, como piedra triturada y grava, son usados para tratamientos de superficie.

La condición del equipo de construcción de tratamientos de superficie es de fundamental importancia para la calidad del producto final. El equipo debe de mantenerse ajustado; en buenas condiciones de operación por medio de mantenimiento rutinario, frecuentemente inspeccionado por desgaste excesivo y descomposturas, además deberá ser apropiadamente calibrado. Las piezas más importantes de equipo usado en la construcción de tratamientos de superficie son el distribuidor de asfalto o petrolizadora, la cual incluye un rociador de mano para áreas pequeñas o irregulares y el esparcidor de agregados para cobertura uniforme.

La piedra de cobertura debe de estar adecuadamente sumergida en la película de asfalto para prevenir su pérdida bajo la acción de desgaste a causa del tránsito. El material de cobertura luego es presionado hacia adentro del ligante asfáltico para prevenir su descarnadura. La primera compactación deberá consistir en una cobertura completa, ésta debe de empezarse inmediatamente detrás del esparcidor. Una cobertura completa compactada con un rodillo de tambor de acero (5 a 8 toneladas) debe de estar completada a los 30 minutos después de que el material de cobertura haya sido aplicado. No debe esparcirse ligante ni agregados a más de 750 metros del área completamente consolidada por primera vez. Una compactación con rodillo neumático debe comenzar inmediatamente después de completar la compactación inicial. La cantidad de esta segunda compactación tiene que ser suficiente como para asentar los agregados finos; sin embargo, ésta debe de consistir de por lo menos tres pasadas completas. Muchas veces se eligen compactadores neumáticos pues no trituran los agregados. Cuando la compactación está terminada, puede permitirse el tránsito de vehículos sobre la superficie recién tratada, pero éste debe de ser controlado por autos piloto a una velocidad no mayor de 25 Km/hr por un periodo de 2 a 4 horas.

Después que los agregados estén asentados en el ligante asfáltico, pero no antes de 24 horas y no más de 4 días, el exceso de agregados debe ser removido de tal forma que los agregados sumergidos no sean desplazados. Cualquier exceso de agregados que haya quedado en la superficie después de la primera aplicación, en un tratamiento múltiple de superficie, deberá removerse antes de la segunda aplicación del ligante bituminoso.

Para asegurar que la operación se realiza con un mínimo de interrupción, debe disponerse de un suficiente número de camiones. Debe evitarse que los equipos que realizan la operación estén parando y arrancando puesto que esto causa variaciones en la distribución del asfalto rociado y en el porcentaje de aplicación de agregados de cobertura; a la vez, todo esto resulta en un tratamiento de superficie no uniforme.

Antes que la construcción comience, la Autoridad Correspondiente deberá inspeccionar el equipo propiedad del Contratista y verificará que trabaja correctamente. Se debe asegurar un aprovisionamiento suficiente de agregados en el lugar de trabajo o que se haya organizado el transporte de los mismos en intervalos apropiados. Las operaciones de esparcimiento de asfalto deberán ser continuas. Las cantidades de asfalto requeridas deben de ser almacenadas en el lugar de trabajo o hacer los arreglos para organizar un horario apropiado para el transporte de éste y así prevenir retrasos en la construcción.

El asfalto no se podrá adherir a la superficie a menos que esté completamente limpia. Para limpiarla se usará un cepillo mecánico giratorio antes de rociar el asfalto. Si la superficie está polvorosa o sucia deberá limpiarse con aire comprimido. Un lavado con agua quizás sea necesario para completar la limpieza de la superficie.

Los tratamientos de superficie no deben ser llevados a cabo durante periodos de clima frío o lluvioso. Mejores resultados serán obtenidos si la temperatura ambiente es de por lo menos 15 °C a la sombra. La construcción de tratamientos de superficie no debe ser llevada a cabo durante la lluvia o cuando exista la amenaza de ésta, puesto que el agua puede causar que la emulsión parcialmente curada sobre los agregados de cobertura se pierda o puede evitar que

haya una apropiada cobertura. El clima caliente y seco acelerará el proceso de ruptura de la emulsión.

La emulsión asfáltica debe de sellar justo después que la compactadora haya pasado una vez. Esto supone que el equipo de compactación va siguiendo lo más cerca posible al esparcidor de agregados y que éste último opera lo más cerca posible del distribuidor de asfalto. Esta secuencia resulta en un buen cubrimiento de asfalto a los agregados y en un desarrollo satisfactorio de adhesión entre la emulsión y los agregados de cobertura.

- **Tratamiento de Superficie Múltiple**

Un tratamiento de superficie múltiple consiste en dos o más tratamientos hechos sucesivamente uno tras otro. El tamaño de agregados de cada tratamiento sucesivo es usualmente un medio del tamaño de agregados usados en el tratamiento previo y el espesor total de cada tratamiento es aproximadamente igual al tamaño nominal de los agregados usados en la primera capa. La pérdida de agregados de cobertura es minimizada puesto que el tamaño de la piedra de cobertura de la segunda capa es menor que el de la primera.

Los tratamientos de superficie múltiple pueden producir pavimentos con espesores de 1/2" a 3/4" (13 a 19 mm). Un refuerzo adicional puede ser añadido con este tipo de tratamiento y si este es diseñado y colocado adecuadamente, proporcionará una vida de servicio aproximadamente 3 veces mayor que la vida de un tratamiento de superficie simple por un costo cerca de 1 1/2 veces mayor.

Los materiales, equipos y procedimientos de colocación para los tratamientos de superficie múltiple son iguales a los descritos para los tratamientos de superficie simple.

d Riegos de Sello con Arena

El sello de arena consiste en una aplicación de emulsión asfáltica rociada de fraguado rápido, seguidas de una cobertura ligera de arena limpia y angular. El sello de arena es usado para reponer una superficie seca, meteorizada u oxidada, para prevenir la pérdida de materiales debida al desgaste por el tránsito y para prevenir la intrusión de humedad y aire, cuando la superficie de un pavimento en servicio comienza a agrietarse, la humedad y el aire pasan a través del pavimento hasta la cara subyacente del mismo. El aire acelera la oxidación y la humedad reduce la capacidad de carga de la estructura. También el sello de arena provee una superficie con textura antideslizante.

El sello de arena es aplicado usando el siguiente procedimiento. Los dispositivos y mecanismos para el control del tránsito deben ser colocados para que el manejo del tránsito vehicular sea seguro, apropiado y fuera del área de trabajo. El área por sellar debe de ser barrida con un cepillo mecánico para remover la suciedad, arena, grava y otros escombros. La emulsión de asfalto es aplicada a razón de 0.7 a 0.9 lt/m² y con una temperatura entre 60 y 85 °C.

Inmediatamente después de haber aplicado la emulsión de asfalto, se cubre con arena limpia aplicada a una razón de 5.5 a 8.0 kg/m². Preferentemente la arena deberá ser aplicada con una máquina esparcidora del tipo tolva con compuerta de descarga o del tipo de pinula.

Después que la arena haya sido esparcida, la superficie es consolidada con un rodillo neumático de 3 a 5 Ton. Lo anterior se efectuará, cuando la emulsión haya curado totalmente.

El exceso de arena se deberá remover con un cepillo mecánico, para posteriormente repintar las líneas de piso y reponer los implementos del señalamiento de piso que se dañaron durante la ejecución de los trabajos. Por último, se retiran los señalamientos para control del tránsito. Salvo indicación en contrario, en la siguiente tabla se muestra la granulometría que debe cumplir la arena que se utilizara para los riegos de sello.

Graduación de arena para sellos	
Número de criba	Porcentaje que pasa
3/8"	100
No. 4	90 a 100
No. 16	55 a 75
No. 50	12 a 20
No. 200	0 a 4

Tabla E-2 Graduación de la arena para sello.

• Riegos de Sello con Mortero Asfáltico (Lechada)

Un sello de mortero asfáltico es una mezcla de agregados finos bien graduados, de un relleno mineral (usualmente cemento Portland), de aditivos y de una emulsión asfáltica de fraguado lento, medio o rápido según se indique en el proyecto correspondiente. La emulsión es usada cuando se requiere una pronta apertura al tránsito. Los sellos de mortero asfáltico son usados como mantenimiento preventivo, así como para mantenimiento correctivo, ya que proporcionan una mezcla homogénea que será aplicada sobre un pavimento proporcionando una capa con textura resistente, antideslizante y adherida firmemente sobre la superficie.

El propósito del sello de mortero asfáltico es el de reparar defectos en la superficie; por ejemplo, sellar las fisuras que aparecen en ésta, detener la descarnadura, sellar superficies con aberturas y mejorar la resistencia antideslizante. Las aplicaciones a su debido tiempo corregirán problemas que surgen en la superficie como resultado de la oxidación del pavimento asfáltico existente.

El sello de mortero asfáltico no incrementa la resistencia estructural del pavimento. Un pavimento que es estructuralmente débil en ciertas áreas localizadas, deberá de ser reparado antes de aplicar el sello de lechada. Huellas, túmulos, bordes bajos en el pavimento, ondulaciones y otras irregularidades en la superficie que reducen la calidad de rodamiento deben también ser corregidas antes de poner un sello de lechada.

Los sellos de mortero asfáltico no deben de ser aplicados en áreas pequeñas. El área de sello tiene que abarcar el ancho de un carril y no menos de 0.15 Km de largo. Los espacios entre áreas selladas no deben de ser menores de 0.20 Km. Cuando la distancia entre superficies a ser selladas es menor de 0.20 Km, el sello deberá extenderse entre las áreas selladas.

El espesor de los sellos de mortero asfáltico es de 1/8" a 1/4" (3 a 6 mm). La lechada es fabricada en una planta de mezcla transportable, siendo colocada en una caja de distribución adaptada, que la esparce al espesor deseado. Las plantas de mezcla transportables son unidades independientes de flujo continuo, capaces de dosificar con exactitud, predeterminadas cantidades de agregados, rellenos minerales, agua y emulsiones asfálticas, a las cámaras de mezcla. La caja esparcidora debe estar equipada con orugas para mantener la lechada en movimiento y así mantener la mezcla uniformemente distribuida a lo ancho de ésta.

1 Materiales

• Pétreos

La mayoría de los agregados duros son satisfactorios para usarlos en las mezclas de mortero asfáltico. Dentro de estos materiales están los agregados pétreos que pueden ser naturales o producidos por trituración, tales como granito, basalto, escoria, calizas o algún material de alta calidad, o la combinación entre éstos. Los agregados deben de estar limpios, ser angulares, bien graduados y triturados.

- **Agua de Mezcla**

El agua deberá ser potable y no contener ningún tipo de sales y es usada en la mezcla de mortero asfáltico para ajustar y controlar la consistencia. La cantidad de agua necesaria depende del tipo y tamaño de los agregados, del porcentaje de emulsión de asfalto en la mezcla y de la cantidad de humedad en los agregados.

- **Emulsión o Ligante**

Para la elaboración de la mezcla para el mortero se utilizarán las emulsiones asfálticas del tipo aniónico o catiónico.

Con lo que respecta al tipo aniónico existe el superestabilizado o de curado muy lento, su rompimiento ocurre por reacción química y debe ocurrir entre media hora a dos horas de acuerdo a la temperatura ambiente.

En el grupo de las catiónicas, se consideran las emulsiones de rompimiento rápido controlado, con 3 minutos como mínimo de mezclado y deberá haber expulsión de agua clara de forma inmediata al romper la emulsión. La emulsión de rompimiento medio controlado con más de 3 minutos de mezclado con un rompimiento entre los 10 a 30 minutos y deberá haber expulsión de agua clara en el momento de romper la emulsión.

Con lo que respecta a las cantidades de asfalto que se le agregará al mortero se tiene que entre más fino sea el material pétreo será mayor la cantidad de asfalto necesario para cubrirlo, sin embargo también dependerá del tipo de material, absorción y de la cantidad de finos de la malla 0.074 mm.

La parte más importante del diseño de una mezcla de mortero asfáltico, es el contenido de emulsión de asfalto. El tipo y cantidad de emulsión asfáltica a ser usada deberá ser indicada en el proyecto. La temperatura de la emulsión asfáltica deberá ser entre 20 y 70 °C. Los materiales de relleno como el cemento Portland o la cal hidratada, son usados para mejorar la calidad de la mezcla, manteniendo las partículas más pesadas y más grandes de los agregados dispersas uniformemente en toda la mezcla de la lechada. Los materiales de relleno también ayudan a dar una consistencia apropiada a la mezcla y a mejorar el proceso de curación. El tipo y cantidad de relleno a usar deberá ser indicado en el proyecto.

Después que las proporciones de la mezcla han sido determinadas en el laboratorio, siempre es recomendable colocar una o más mezclas de ensayo. Esto puede efectuarse en el lugar de trabajo o en un lugar donde pequeñas aplicaciones de sellos de lechadas no traigan consecuencias. A menudo es necesario hacer varios ensayos para encontrar la mejor mezcla de materiales, aún cuando la mezcla primera haya sido determinada en el laboratorio.

Salvo indicación en contrario, en la siguiente tabla se muestran las graduaciones y dosificaciones de la mezcla del mortero asfáltico según su uso.

GRADUACIONES DE MEZCLA DE MORTERO ASFÁLTICO			
Tipo de lechada	I	II	III
Uso	Sello fino para relleno de fisuras	Sello general para superficies de textura media	1ª y 2ª. Aplicación de dos capas de lechada a superficies de alta textura
No. de criba	Porcentaje que pasa		
9.50 mm (3/8")	-----	100	100
4.75 mm (No. 4)	100	94 a 100	70 a 90
2.36 mm (No. 8)	90 a 100	65 a 90	45 a 70
1.18 mm (No. 16)	60 a 90	40 a 70	28 a 50
600 µm (No. 30)	40 a 65	25 a 50	19 a 34
75 µm (No. 200)	10 a 20	5 a 15	5 a 15
Contenido de residuo de asfalto en % de peso.	10.0 a 12.0	8.0 a 11.0	7.0 a 12.0
Rango de aplicación basado en el peso de agregados secos.	2.2 a 5.5 kg/m ²	5.5 a 8.2 kg/m ²	8.2 a 13.7 kg/m ²

Tabla E-3 Graduaciones y dosificaciones de la mezcla de mortero asfáltico.

El tipo I es usado para penetración máxima de fisuras en áreas con bajo volumen en densidad de tránsito. También puede ser usado como pre-tratamiento de una superficie que va a recibir una capa de mezcla caliente o un sello de gravilla.

El tipo II es la graduación más usada en áreas con tránsito moderado. Es usado para sellar, para corregir una severa descarnadura y oxidación o para mejorar la resistencia antideslizante.

El tipo III es usado como una capa primaria para corregir condiciones severas en la superficie donde se necesitan usar aplicaciones de varias capas.

Inmediatamente antes de la aplicación del sello de lechada, la superficie debe de limpiarse de toda suciedad, polvo, lodo, vegetación y otras materias extrañas. En superficies viejas un riego de emulsión asfáltica diluida 1:1 es esparcido antes de que el sello de lechada sea aplicado, a una razón de 0.25 a 0.75 lt/m². La graduación y tipo de emulsión usadas en el riego deben ser iguales a las usadas en el sello de lechada. En superficies de asfalto nuevo puede omitirse este riego, en caso de ser así, la superficie debe ser mojada previamente con una capa ligera de agua para humedecerla pero no encharcarla.

En terrenos planos la lechada en la caja de esparcimiento debe de ser mantenida a un espesor uniforme. En pavimentos con coronas altas o curvas sobreelevadas, la mezcla de lechada debe de mantenerse con un espesor más alto en la parte más elevada de la caja de esparcimiento puesto que la acción de la gravedad mantendrá la parte baja llena. El regar lechada en áreas montañosas o con pendientes pronunciadas se hace más fácil si la máquina camina cuesta arriba. Si las circunstancias requieren que la lechada sea colocada cuesta abajo, ésta tiene que ser espesada para evitar que fluya hacia el frente de la máquina.

La compactación del sello de lechada es necesaria en áreas selectas para mejorar la durabilidad. Áreas como éstas incluyen terminales de autobuses e intersecciones de vialidades con alto nivel de tránsito, las cuales están sujetas a continuas fuerzas de maniobras, frenos y aceleración. Deberá usarse un rodillo neumático de 3 a 5 Ton con una presión en las llantas de 3.5 kg/cm². En la mayoría de los casos el tránsito cerrará cualquier fisura fina presente y la compactación no es necesaria; a menos que el espesor de la capa sea mayor que 1/4" (6 mm) o que la temperatura sea templada.

La lechada debe ser colocada únicamente cuando la temperatura ambiente sea por lo menos de 4 °C en ascenso y cuando no se esperen lluvias. La humedad relativa no debe ser menor de 86%. Una lechada recién colocada no debe ser abierta al tránsito hasta que esté completamente curada. Una vez permitido el flujo vehicular, deberá ser controlado el tiempo que indique la Autoridad Correspondiente para evitar frenadas repentinas, aceleraciones y maniobras de vehículos sin que estén en movimiento para evitar daños a la superficie terminada.

f Riegos de Vigorización

Estos riegos encabezan la serie de trabajos de conservación de tipo preventivo y consisten en la aplicación de un riego de asfalto para vigorizar y revivir zonas aisladas del pavimento donde se advierten signos de desgaste, grietas o inminente desintegración de la superficie.

Los riegos de vigorización son aplicaciones ligeras de emulsiones de asfalto diluido y de fraguado lento.

La emulsión de asfalto es diluida con agua en una proporción de 1:1 partes de emulsión a agua y luego aplicada a una razón de 0.90 l/m² dependiendo de la textura y porosidad del pavimento existente. Los agregados de cobertura no son necesarios y bajo condiciones normales el comienzo de reacción es rápido, lo cual permite a los vehículos transitar después de una o dos horas. No hay que aplicar más material del que puede ser absorbido por la superficie.

El propósito del riego de vigorización es reducir la entrada del aire y agua en el pavimento existente y una vez tratado, prevenir que durante las transiciones climáticas extremas y repetitivas se desmorone. Al mismo tiempo, éste renovará o revitalizará la superficie del pavimento.

La emulsión asfáltica es una mezcla homogénea de agua y asfalto; la cual es usada como cemento asfáltico. Esta emulsión asfáltica tiene varias aplicaciones en el trabajo de mantenimiento, pues puede ser mezclada con agua y agregados mojados y no requiere que sea calentada para ser manejada. Cuando el agua contenida en la emulsión se evapora, el residuo de asfalto queda como un cemento. La cantidad de residuo de asfalto en una emulsión varía desde 55% hasta 65%.

No se deben diluir con agua emulsiones de asfalto de fraguado rápido; solamente aquellas de fraguado medio a lento pueden ser diluidas, recordando que el agua tiene que ser añadida a la emulsión de asfalto lentamente. No se deberá añadir la emulsión de asfalto a un tanque de agua al diluirla.

El área por sellar debe de estar seca. Debe de ser limpiada con un cepillo mecánico para remover la suciedad, arena, grava y otros escombros. Se aplica la emulsión asfáltica a la superficie limpia con una barra rociadora de un distribuidor. La temperatura de aplicación deberá ser entre 20 °C y 70 °C.

El manejo del tránsito debe ser seguro y apropiado, manteniendo el paso de vehículos fuera del área de trabajo hasta que la emulsión selle o hasta que ésta no se adhiera a las llantas de los vehículos.

Una vez terminados los trabajos de reparación, así como de limpieza de escombros, se deberán repintar las franjas y líneas, así como también se deberán reponer los elementos del señalamiento de piso que se dañaron con motivo de la ejecución de los mismos. Finalmente, se removerán todos los dispositivos de protección y para el control del tránsito del área de trabajo.

En la Tabla E-4 siguiente se muestran las estrategias generales para el tratamiento superficial de pavimentos flexibles.

ESTRATEGIA	DESCRIPCIÓN	MATERIAL EMPLEADO	COMENTARIOS
Sellado de grietas	Productos líquidos puros	Caliente: Asfalto modificado con polímeros o asfalto ahulado. Frio: Emulsión asfáltica modificada con polímeros o tipo de vigonzación.	Para grietas lineales únicamente, no para grietas tipo cocodrilo. Es necesario limpiar y secar la grieta con aire comprimido. No sobrellenar las fisuras con selladores y se debe barrer el exceso de arena.
Fog Sealing (Riego de vigorización)	Rociado ligero	Emulsión de fraguado o rompimiento lento.	Sencillo. En áreas de tránsito lento solamente. No aplicar en exceso. Considerar fog seal de vigorización en vialidades de tránsito ligero.
Sealcoats (Mortero asfáltico)	Mezcla líquida muy delgada tipo Slurry	Emulsión de fraguado o rompimiento lento + Arena + Aditivos.	Para estacionamientos y entradas de autos. Resistente a ralladuras.
Chip Seals (Sellos con gravilla)	Emulsión + Gravilla limpia	Emulsión de fraguado o rompimiento rápido + Gravilla de un solo tamaño.	Para vialidades de largo trayecto. Evítese en vialidades residenciales y en estacionamientos. No utilizarse en pavimentos con exceso de asfalto (llorado). Utilice fog seal previamente en los baches nuevos. Aplicar en clima cálido (>70°F, >21.1°C). Aplicar la grava inmediatamente después de aplicar la emulsión. Pasar el rodillo lentamente. Considerar aplicar fog seal al final sobre la gravilla (ejemplo: flush coat).
Flush Coat (Riego de vigorización + Sello con gravilla)	Chip seal + Fog seal	Emulsión de fraguado o rompimiento rápido + Gravilla de un solo tamaño.	Vigoriza el asfalto en la superficie existente, y se protege con un sello con gravilla.
Slurry Seals (Mortero asfáltico)	Mezcla fría muy delgada	Emulsión de fraguado o rompimiento rápido + Agregado finamente graduado (Tipo 1/8", 1/4" o 3/8").	Tipo I, II o III para diferentes usos. Aplicar en clima cálido (>60°F, >15.55°C). Verificar el diseño de mezcla por utilizar. Considerar el compactado de áreas de tránsito pesado.
Capo Seals (Sellos en capa)	Chip Seal + Slurry Seal	Emulsión de fraguado o rompimiento rápido + Agregado finamente graduado.	Proporciona una superficie de rodamiento uniforme y cómoda, mejorando el sello con gravilla.
Microsurfing (Microcarpeta)	Slurry Seal especial con emulsión asfáltica modificada con polímeros y otros aditivos	Emulsión asfáltica modificada con polímeros + Agregado graduado.	Capa resistente; puede usarse para rellenar rodadas o baches y para nivelar bajo tránsito pesado. Nivelar previamente las áreas con rodadas o baches. Espesor mínimo de 1 1/2" (3.81 cm). Pasar rodillo cuando menos 3 veces con mezcla aún caliente (>185°F, >85°C). Considerar utilizar concreto asfáltico de textura abierta para vialidades de alta velocidad.

Tabla E-4 Estrategias generales para el tratamiento superficial de los pavimentos flexibles.

E.7 TRATAMIENTOS ANTI-RESBALADIZOS

En muchos pavimentos asfálticos, ya sea por exceso de asfalto o por exceso de finos, la superficie de la carpeta se alisa hasta volverse resbaladiza y peligrosa, especialmente en tiempo húmedo. En estos casos es necesario recurrir a un tratamiento que subsane esa situación, que se agrava aún más, en las fuertes pendientes y en las curvas.

Un método a seguir puede ser el calentamiento de la superficie y el inmediato cubrimiento con el material pétreo clasificado entre las mallas de $\frac{1}{4}$ " y #10, el cual se plancha con rodillo liso liviano a fin de incrustar el material pétreo en el asfalto sobrante y sin dañar a la carpeta existente

a Afloramiento

El afloramiento es una concentración de asfalto sobre la superficie pavimentada que usualmente comienza en la senda que dejan las ruedas de los vehículos. Esto produce una superficie brillante que a menudo se vuelve pegajosa durante los días calientes. La superficie también se vuelve resbaladiza cuando se moja. Cuando se conduce sobre áreas con afloramiento, frecuentemente las llantas de los vehículos producen un sonido parecido a cuando pasan sobre una superficie mojada

El afloramiento puede resultar por exceso de asfalto en las mezclas o en la aplicación de los riegos, por demasiada compactación debida al paso de vehículos pesados u otro tipo de tránsito, por mezclas inestables, por dispersión de los agregados, por derrames de asfalto o cualquier otra circunstancia que resulte en un elevado contenido de asfalto en el pavimento

Durante días con temperaturas altas, el volumen de asfalto aumentará y si llega a ser mayor que el volumen de aire entre los huecos de los agregados, entonces el asfalto aflorará a la superficie. Esto ocurre frecuentemente en la línea de trayectoria de las ruedas de los vehículos y más a menudo cuando se ha hecho un tratamiento de superficie. Puede también ocurrir en bacheos asfálticos

El afloramiento es indicativo de un deterioro estructural progresivo y deberá corregirse según el nivel de severidad que presente.

Cuando es lo suficientemente intenso como para causar peligro en un pavimento debido a la reducción en la resistencia al deslizamiento volviéndose resbaladizo y no existe otro tipo de irregularidad en la superficie, la reparación a seguir es la de darle un tratamiento de secado con arena caliente o agregados porosos calientes como la escoria. Dependiendo del tamaño del área, la arena o los agregados deberán ser esparcidos manualmente usando palas o métodos mecánicos. Inmediatamente después de haberse esparcido éstos, el área deberá compactarse usando rodillos neumáticos. Cuando la arena o los agregados se hayan enfriado, el exceso de material de cobertura deberá barrerse. El proceso deberá repetirse cuantas veces sea necesario para secar todo el exceso de asfalto en la superficie.

El afloramiento en áreas de 0.1 m² o menos, puede producir hoyos e irregularidades en la superficie si las reparaciones se retrasan. La reparación de áreas de 1.9 m² o menos, con esta anomalía, han de repararse removiendo todo el material que contenga un exceso de asfalto y siguiendo los procedimientos que se describen para el bacheo de áreas deterioradas, según corresponda.

Frecuentemente, un afloramiento excesivo, está acompañado de distorsiones, ondulaciones, desplazamientos o huecos, y puede que se requiera de un equipo para devastar, cortar, cepillar o alisar la superficie. En algunos bacheos podría ser conveniente usar materiales mezclados en planta con un contenido bajo de asfalto. En situaciones donde otros métodos de reparación han sido efectivos para corregir el problema, será necesario remover la porción de la superficie donde el afloramiento está presente, y reemplazarla con un material de bacheo asfáltico más estable.

E.8 SOBRECARPETAS

Los pavimentos flexibles se pueden reforzar varios años para alargar su vida útil, colocándoles en la superficie una capa flexible, que consiste de capa de base y carpeta asfáltica, de simple carpeta asfáltica, o una capa consistente en una losa de concreto hidráulico.

a Sobrecarpetas de Concreto Asfáltico

Existen métodos muy elaborados para calcular el espesor de la sobrecapa, necesitando todos ellos un estudio previo de las condiciones del pavimento existente, tanto en la calidad y estado de daño de cada capa, incluyendo la sub-rasante hasta una medida del comportamiento del sistema de capas.

El procedimiento general, consiste en colocar una capa asfáltica sobre un pavimento flexible. La sobrecapa se conoce como sobrecarpeta o reencarpetao, cuando se coloca sobre otra carpeta existente.

Para calcular el espesor de la sobrecarpeta, en cualquier caso, se requerirá un estudio previo de las condiciones del pavimento existente, tanto en la calidad y estado de daño de cada capa, incluyendo la sub-rasante, hasta una medida del comportamiento del sistema de capas, que puede ser la medida del rebote por deflexión en la prueba de la viga Benkelman. El Instituto del Asfalto (E.U.A.), ha elaborado dos métodos completos que se utilizan para calcular el espesor de la sobrecarpeta elaborada de concreto asfáltico, siendo los siguientes:

- 1 Método de Análisis de Componente. Requiere una evaluación del pavimento existente, el cual se compara con el diseño de un nuevo pavimento de espesor total de asfalto.
- 2 Método de Deflexión de Pavimento. Necesita un análisis de la deflexión del pavimento y usar parcialmente la teoría de Capas Elásticas.

Los dos métodos, con base en la experiencia (empíricos), proporcionan directamente el espesor de sobrecarpeta de concreto asfáltico.

El espesor de una sobrecarpeta asfáltica, también se podrá calcular usando la ecuación del número estructural:

$$NE = a_1D_1 + a_2D_2 + a_3D_3$$

En donde D_1 , D_2 y D_3 son respectivamente los espesores de las capas superficiales (carpeta o losa), base y sub-base. Los coeficientes a_1 , a_2 y a_3 , son los factores de capa, que son variables, dependiendo del estado o calidad que tenga el material, sobre todo su daño estructural. En la E-5 siguiente se indican los valores de capa citados.

Estos valores sólo se aplicarán para diseñar sobrecarpetas asfálticas, no pavimentos nuevos. Los espesores resultantes de multiplicar el espesor de cada capa por su factor correspondiente, son espesores equivalentes de concreto asfáltico.

CLASIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	FACTOR DE CONVERSIÓN "a"
1	Sub-rasante natural, todos los casos.	$a = 0.0$
2	Sub-rasante mejorada o de buena calidad	$0.0 < a \leq 0.2$
3	Sub-bases y bases de regular calidad.	$0.2 < a \leq 0.3$
4	Bases y sub-bases de buena calidad, carpetas asfálticas con grietas, deformaciones y partes desgranadas, losas de concreto rotas.	$0.3 < a \leq 0.5$
5	Carpetas de concreto asfáltico con pequeñas grietas y leves deformaciones, losas de concreto agrietadas.	$0.5 < a \leq 0.7$
6	Carpetas de concreto asfáltico con pequeñas grietas, losas de concreto ligeramente agrietadas.	$0.7 < a \leq 0.9$
7	Carpetas asfálticas en magnífico estado, losas de concreto sin grietas.	$0.9 < a \leq 1.0$

Tabla E-5 Factores de capa que dependen del estado o calidad que tenga el material

Ejemplo:

Un pavimento existente, en buenas condiciones, pero que se quiere reforzar para mayor vida útil, consiste de:

Capa	Espesores (cm)
Carpeta asfáltica con pequeñas grietas.	5
Base de buena calidad.	15
Sub-base de regular calidad.	20

El diseño de un nuevo pavimento de asfalto indica la necesidad de un espesor de 19 centímetros.

El espesor de la sobrecarpeta asfáltica será:

Capa	Conversión (cm)
Carpeta asfáltica con pequeñas grietas.	$5 \times 0.80 = 4.0 \text{ cm}$
Base de buena calidad.	$15 \times 0.40 = 6.0 \text{ cm}$
Sub-base de regular calidad	$20 \times 0.25 = 5.0 \text{ cm}$
Total:	15.0 cm

$$\text{Espesor faltante: } 19.0 - 15.0 = \underline{4.0 \text{ cm.}}$$

Los valores 0.80, 0.40 y 0.25, fueron tomados de la Tabla E-5, referente a los Factores de conversión de capa, dependen de la calidad que tenga el material estimando su valor de acuerdo al estado que tiene cada material al estudiarlo.

b Sobrecarpetas de Concreto Hidráulico de Poco Espesor

Esta técnica de rehabilitación de pavimentos asfálticos, consiste en la colocación de una sobrelasa convencional de poco espesor de concreto hidráulico. La finalidad que se persigue con su utilización

es la de extender la vida útil de pavimentos dañados y disminuir el gasto en su mantenimiento. Se puede aplicar sobre carpetas asfálticas que exhiban cualquier condición de deterioro superficial.

La losa de concreto hidráulico varía de 5 cm a 10 cm (2" a 4") de espesor. Se deben formar juntas longitudinales y transversales aserradas para obtener tableros regulares con dimensiones mayores de 90 cm, no excediendo de 1.25 en la relación ancho a largo; la profundidad del corte será de 1/4 a 1/3 del espesor de la losa. La resistencia del concreto se puede incrementar con el empleo de fibras de acero o de polipropileno (en proporción de 0.1 a 0.3% en volumen), que además proporcionan resistencia al agrietamiento, resistencia al impacto y reducción del agrietamiento por contracción en estado plástico del concreto.

En este tratamiento, por corresponder a una capa de concreto hidráulico sobre concreto asfáltico, la primera es quien queda trabajando las cargas aisladamente por lo que no se puede decir que es un tratamiento ni una sobrecarpeta, sino una nueva carpeta rígida.

Los procedimientos o métodos a seguir son los siguientes:

- 1 **Colocación Directa.** La superficie no recibe ningún tratamiento y las roderas son rellenadas por la sobrecarpeta de concreto hidráulico. No es necesario fresar, nivelar u otro procedimiento. Se recomienda el tendido directo en todos los casos en que las roderas no excedan los 5 centímetros.
- 2 **Fresado de la Superficie Existente.** Las distorsiones en la superficie pueden ser removidas utilizando una fresadora o equipo para devastar adecuado. Para dejar un perfil uniforme se requiere normalmente remover de 3 cm a 8 cm dependiendo del espesor del pavimento. El fresado establece la rasante final y se puede ajustar a la sección transversal como sea necesario por lo que la sobrecarpeta de concreto hidráulico se construye como si fuera sobre una rasante recortada. El material fresado se puede reciclar y reutilizar según convenga.

El fresado que se efectúa como preparación previa del pavimento asfáltico existente, aumenta la adherencia con la sobrecarpeta.

- 3 **Capa de Nivelación.** Otra opción puede ser la colocación de una capa de nivelación, pero representa la alternativa más costosa.

La decisión del uso de cualquiera de las alternativas antes mencionadas depende del costo que cada una de ellas representa. Por obvias razones la más económica siempre será la de colocación directa.

E.9 BACHEO

De los problemas asociados con pavimentos asfálticos, la mayoría tendrá como resultado superficies con hoyos cóncavos de diferentes tamaños y profundidades, estos son conocidos como baches.

El bacheo debe llevarse a cabo cuando la superficie del pavimento presente puntos deteriorados o deformados y de carácter aislado. Esta operación puede ser utilizada en la corrección de problemas como cuarteo de cocodrilo, corte de la empresa de servicios públicos, hoyos, agregados lisos, meteorización y descamadura.

Antes de iniciarse el bacheo, es necesario como práctica de ingeniería, inspeccionar la zona afectada con el objeto de determinar la causa o causas originadoras de los deterioros, es decir, se debe identificar desde que capa del pavimento proviene el problema y tomar entonces las medidas necesarias para evitar o reducir al mínimo, la repetición de fallas.

Una vez identificada la capa, es necesario hacer una excavación de forma regular por lo general rectangular y renovar el material dañado de cada una de las capas reproduciendo el procedimiento original de construcción. Con el mantenimiento del pavimento asfáltico se debe procurar una adecuada estabilidad en los materiales de bacheo, un establecimiento de la base o sub-rasante igual al de las áreas adyacentes y superficies que resistan la penetración del agua.

Para el caso de bacheo en superficies con varias capas de reencarpetado, una vez repuestas las capas inferiores, la capa superior o superficie de rodamiento se repondrá con un espesor mínimo de 10 cm, colocada y compactada en dos capas.

a Bacheo Ligero de Áreas Deterioradas

Hoyos en la superficie de 2.5 cm (1") de profundidad o menos, pueden ser reparados usando métodos de bacheo con mezclas frías o calientes a base de material pétreo y asfalto. El uso de este método requiere que la superficie afectada sea marcada con pintura, crayón o instrumento adecuado. Se debe asegurar que toda el área de fallo esté incluida dentro de las marcas y que el área de bacheo sea rectangular o cuadrada con dos lados aproximadamente paralelos a la dirección del tránsito. Debe cortarse a lo largo de las líneas marcadas en la superficie utilizando preferentemente máquina de corte de disco. En caso de que se autorice, se utilizará el taladro hidráulico o de aire comprimido equipado con una punta de barreno de paleta.

El corte se debe efectuar en forma continua y uniforme, a una profundidad mínima del espesor de la carpeta existente y no se deberán dañar los bordes o paredes resultantes del corte al retirar la carpeta.

El corte debe resultar en una área de bacheo rectangular o cuadrada con bordes verticales. La siguiente fase de operación, sin importar qué método sea usado, es remover todo el material suelto del hoyo barriendo y soplándolo con aire comprimido.

1 Material de Bacheo Premezclado

Un riego asfáltico ligero es aplicado sobre el área marcada luego que el hoyo este limpio, utilizando bacheadora con aspersor. Las emulsiones son usadas frecuentemente puesto que pueden ser diluidas sin problemas con agua fresca limpia. La emulsión es adelgazada con una cantidad igual de agua, luego el riego es aplicado a una razón de 0.25 a 0.70 l/m². Para conseguir una completa separación entre el asfalto y el agua, después de haber aplicado el riego asfáltico, debe dejarse pasar suficiente tiempo, evitando el tránsito de vehículos sobre el área de trabajo, luego debe colocarse el material de bacheo.

El material es regado, confinado y nivelado con un rastrillo. Posteriormente éste es compactado mediante un rodillo neumático de 3 a 5 Ton o rodillo de tambor de acero. El material derramado fuera del área de trabajo debe ser removido antes de compactar el material de bacheo. Una vez terminado el proceso de compactación según la normatividad vigente, el nivel de la carpeta del bacheo deberá cumplir con la rasante del pavimento circundante existente, proporcionando una superficie uniforme y cómoda.

b Bacheo Moderado de Áreas Deterioradas

Hoyos en la superficie con una profundidad de 2.5 cm a 5 cm (1" a 2") son reparados con un material bituminoso premezclado de bacheo, bien sea en caliente o frío. La extensión de la falla debe ser determinada y debe incluirse en la zona de reparación toda el área dañada más un poco del área circundante a ésta, pero con cuidado de no incluir más de la necesaria. Con pintura, crayón o

instrumento adecuado, se marca el área por reparar, teniendo en cuenta que el bacheo debe de ser cuadrado o rectangular con dos lados aproximadamente paralelos a la dirección del tránsito.

Usando preferentemente una máquina de corte con disco, o un compresor hidráulico o de aire comprimido equipado con un barreno de paleta, se efectúa el corte en forma continua y uniforme, a lo largo de las líneas que marcan el área de bacheo a una profundidad mínima del espesor de la carpeta existente, dejando un hoyo cuadrado o rectangular con bordes verticales. No se deberán dañar los bordes o paredes resultantes del corte al retirar la carpeta.

Se remueve todo el material suelto del hoyo y se barre con equipo manual, mecánico o con aire comprimido y se dispone de este material adecuadamente. Luego que el área a reparar haya sido limpiada, un riego de emulsión asfáltica diluida es aplicado al fondo y a los lados. La aplicación del riego con la emulsión puede ser hecha con un esparcidor o bacheador a razón de 0.70 lt/m². Cuando el riego asfáltico haya curado, el material premezclado de bacheo puede ser colocado manualmente en el hoyo utilizando palas.

El material es regado, confinado y nivelado con rastrillo. Posteriormente éste es compactado mediante un rodillo neumático de 3 a 5 Ton o rodillo de tambor de acero. El material derramado fuera del área de trabajo debe de ser removido antes de compactar el material de bacheo. Una vez terminado el proceso de compactación según la normatividad vigente, el nivel de la carpeta del bacheo deberá cumplir con la rasante del pavimento circundante existente, proporcionando una superficie uniforme y cómoda.

c Bacheo Profundo de Áreas Deterioradas

Esta reparación puede ser usada en aquellos tipos de problemas que requieren un bacheo profundo como cuarteo en bloques, cortes de la empresa de servicios públicos, hoyos, baches, protuberancias y fisuras severas localizadas.

Estos baches son causados probablemente por la filtración de agua en una fisura abierta en la superficie, por inestabilidad en la base como resultado de una compactación inadecuada, por graduación de agregados inadecuada, por saturación debido a la humedad, por materiales inadecuados, o por falta de asfalto en la superficie que puede resultar en una descarnadura debido a la acción del tránsito en movimiento.

Los hoyos en la superficie con una profundidad de 5 cm o más (2" o más), requerirán de una reparación profunda utilizando un material de bacheo bituminoso premezclado caliente. La fase inicial consiste en determinar la extensión de la falla incluyendo aproximadamente 30.5 cm (12") de pavimento en buenas condiciones circundando ésta, luego se marca el área a reparar en forma de cuadrado o rectángulo usando preferentemente una máquina de corte de disco, o un taladro hidráulico o de aire comprimido equipado con barreno de paleta. Luego debe de cortarse a lo largo de los límites marcados a una profundidad igual a la porción más profunda del hoyo para que los lados de éste sean verticales. El fondo del hoyo preparado debe de proveer un soporte firme, esto puede requerir que el material inestable de la sub-rasante tenga que ser removido.

Si el fondo del hoyo es concreto asfáltico o base granular que forma parte de la estructura del pavimento, los lados y el fondo deben tratarse aplicándoles un riego con emulsión de asfalto diluido. Si el fondo del hoyo preparado llega hasta la sub-rasante y un bacheo bituminoso de profundidad va a ser hecho en todo éste, el riego asfáltico es requerido únicamente a los lados del hoyo. Cada una de las capas se repone reproduciendo el procedimiento original de construcción.

Después que el riego asfáltico haya curado, el hoyo es rellenado en capas con el material de bacheo, reponiendo cada una de ellas de acuerdo con la estructura del pavimento existente. Las capas no deben exceder una profundidad de 10 cm (4") cuando el material aún no haya sido compactado. Cada una de éstas debe de ser esparcida cuidadosamente con un rastrillo o una pala con punta

cuadrada para prevenir que haya segregación. Luego, cada capa debe de ser compactada según la normatividad vigente. Una herramienta excelente a usar en bacheos pequeños es un compactador vibratorio de placa. Las capas son colocadas sucesivamente y compactadas hasta que el hoyo este lleno.

El material de la última capa es regado, confinado y nivelado con un rastrillo. Posteriormente este es compactado mediante un rodillo neumático de 3 a 5 Ton o rodillo de tambor de acero. El material derramado fuera del área de trabajo debe de ser removido antes de compactar el material de bacheo. Una vez terminado el proceso de compactación, el nivel de la carpeta del bacheo deberá cumplir con la rasante del pavimento circundante existente, proporcionando una superficie uniforme y cómoda. Finalmente se remueven los escombros del lugar de trabajo y se retiran los dispositivos de protección y de control del tránsito.

Para el caso de bacheo profundo o en superficies con varias capas de reencarpetao, una vez repuestas las capas inferiores, la capa superior o superficie de rodamiento se repondrá con un espesor mínimo de 10 cm, colocada y compactada en dos capas.

d Bacheo de Grietas (Sellado de Fisuras)

Existen muchas formas de grietas y técnicas para su reparación, las cuales varían desde un simple relleno de las fisuras hasta la remoción completa del área con problemas. Algunas de las formas de cuarteo con ocurrencia más frecuente son las fisuras de cocodrilo en la superficie, las fisuras en los bordes y las fisuras en las juntas de las vialidades.

1 Grietas del Tipo Piel de Cocodrilo o por Fatiga

Una superficie cuarteada por fatiga o con fisuras de cocodrilo es reconocida, ya que éstas se unen y forman polígonos. Después de una repetida carga de tránsito, el área con fallas desarrolla un patrón de fisuras que son parecidas a la piel de cocodrilo. Las áreas afectadas son usualmente pequeñas, aunque si no se toman medidas para corregirlas en corto tiempo, el área deteriorada puede extenderse sobre la sección entera del pavimento.

Cuando un cuarteo de mediana severidad no es corregido a tiempo, un alto nivel de severidad de cuarteo de cocodrilo se desarrollará. Fisuras adicionales aparecerán en el área dañada y el tamaño de los polígonos será reducido. La ruptura en lajas se hace más severa y los polígonos se aflojan hasta que se desmoronan y algunos son removidos debido a la acción del tránsito, dejando entonces hoyos en la superficie. La deformación de la superficie bajo cargas pesadas de vehículos es obvia y el deterioro de la sub-rasante, base o sub-base puede ocurrir.

Debido a que el cuarteo de cocodrilo es el resultado de fallas en la sub-rasante o en la base, el único método permanente de reparación es la remoción del material dañado y la reconstrucción de la sub-rasante, la base y la superficie. Sin embargo, el cuarteo de nivel bajo y mediano pueden ser temporalmente reparados aplicando una superficie de tratamiento de asfalto o un relleno de fisuras. Algunas veces el tratamiento de la superficie o el relleno de fisuras puede detener la penetración del agua en la superficie, en la base o en la sub-rasante y el deterioro progresivo puede ser retrasado o detenido. La eficiencia de este tipo de reparación depende de las condiciones de drenaje debajo de la superficie, del tipo de suelo de la sub-rasante, de la cantidad de distorsión y de las condiciones de drenaje superficial. Este tipo de reparación no es apropiado en niveles altos de deterioro generado por las grietas de cocodrilo.

En el proceso de reparación, primero, el tránsito tiene que ser desviado del área de trabajo usando señales apropiadas y otros implementos que sean seguros. El área a ser tratada y una región aproximada de 0.3 m (1/8") afuera de los límites de las fisuras, tiene que ser limpiada removiendo suciedad, polvo y materiales sueltos, utilizando aire comprimido. Luego, un material bituminoso debe ser aplicado usando barras distribuidoras de rodamiento de asfalto o una

manguera de mano, dependiendo del área por reparar, en una región que incluya el área previamente limpiada más 15 cm (6") fuera de ésta. Asfalto líquido o emulsión asfáltica deben ser aplicados en razón de 1.4 a 2.3 lt/m². Inmediatamente después de haber rociado el asfalto, agregados de recubrimiento de tamaño 0.6 cm (1/4") máximo, deben ser aplicados y esparcidos uniformemente sobre la superficie utilizando un esparcidor de agregados autopropulsado a una razón de 100 m²/m³. El material de recubrimiento debe ser compactado usando un rodillo neumático antes de que el asfalto líquido se enfríe, asegurando un mínimo de tres pasadas sobre la superficie de trabajo.

Tratamientos adicionales deberán ser aplicados si es necesario reconstruir la superficie con cuarteo de cocodrilo al mismo nivel que el pavimento adyacente. La proporción de asfalto líquido o emulsión asfáltica tiene que ser reducida a 1.1 y 1.6 lt/m² cuando múltiples tratamientos son requeridos para propósitos de nivelación. Los agregados de recubrimiento para el primer tratamiento también tienen que ser reducidos a 80 m²/m³. Para el segundo tratamiento y otros subsecuentes el rango de aplicación del asfalto líquido o emulsión asfáltica será de 1.6 a 2.0 lt/m² y el de agregados será de 165 m²/m³.

Después de terminados los trabajos de reparación y/o de repavimentación, el área debe ser cerrada al tránsito vehicular para evitar el deterioro prematuro o desprendimientos. El tiempo para la apertura al tránsito será determinado en campo por la Autoridad Correspondiente de acuerdo con las condiciones del clima, tipo de material asfáltico, proporciones de los componentes y su comportamiento.

Las áreas pequeñas con cuarteo de cocodrilo de mediana severidad, con fisuras de 0.6 cm (1/4") de ancho o más y, con polígonos (fisuras con numerosos ángulos y lados) sin estar sueltos; pueden ser reparadas rellenándolas con un material asfáltico aplicado en caliente.

En regiones de alta severidad de cuarteo de cocodrilo, los métodos de reparación requieren la remoción del material inestable de la base y de la sub-rasante, así como el reemplazo de éstos por un material estable aprobado. Cuando el problema está relacionado con el drenaje, las mejoras en el sistema del mismo deben hacerse antes de reemplazar la sub-rasante, la base y las capas de la superficie.

Cuando se determina que una extensa área se requiere reparar y es necesario remover y reemplazar el material de la base y la sub-rasante; el pavimento debe ser colocado utilizando una pavimentadora y la compactación será obtenida mediante rodillos compactadores autorizados.

Una vez terminados los trabajos de reparación, se deberán remover los escombros y material excedente del área de trabajo y se recogerán los dispositivos de protección y de control del tránsito.

2 Grietas en los Bordos

Son fisuras longitudinales que se desarrollan a una distancia aproximada de 0.3 m del borde del pavimento. Estas grietas algunas veces están acompañadas de fisuras transversales dirigidas hacia los hombros o guarniciones de la vialidad.

Cuando se trata de fallas en la zona del acotamiento y éste no cuenta con carpeta asfáltica, una motoconformadora puede esparcir el asentamiento y una vez que el corte apropiado es obtenido con el requerido contenido de humedad, la compactación se obtiene por medio de rodillos neumáticos. En caso de ser requerido, se deberá utilizar material selecto de préstamo para proveer el soporte lateral.

- Grietas en los bordes de severidad baja

En zonas donde el hombro de la vialidad está muy bajo, debe construirse una capa de concreto asfáltico en caliente para nivelarlo con el borde del pavimento. Secciones cortas de este tipo de reparación deberán de ser hechas a mano, colocando el material en el borde del pavimento y nivelando con palas. Una reducción gradual del material hacia la superficie del hombro debe de hacerse y luego se compactará con un rodillo vibratorio para baches.

Las fisuras de los bordes de 0.6 cm (1/4") de ancho o menos, deben de ser reparadas con un sellador de asfalto y arena debido a que éstas son muy pequeñas como para permitir que sean tratadas individualmente. El área por ser reparada debe de limpiarse barriéndola o por medio de aire comprimido. Seguidamente, una mezcla uniforme de emulsión asfáltica de rompimiento rápido debe aplicarse a razón de 0.7 a 1.1 lt/m². Inmediatamente después de la aplicación del asfalto, una capa de arena debe ser tendida sobre el área en una cantidad un poco mayor de la que el asfalto pueda cubrir. Usando cepillos se nivela la arena para posteriormente ser compactada mediante un rodillo neumático de 3 a 5 Ton. El exceso de arena deberá ser retirado.

- Grietas en los bordes de severidad mediana

Las fisuras de mediana severidad en los bordes normalmente requieren no solo de sellado de la superficie pavimentada, sino también de la nivelación de las depresiones causadas por un asentamiento. Si en lugares donde no existe soporte lateral se advierte la presencia de fisuras de borde, el procedimiento de reparación a seguir deberá de ser igual al descrito para la reparación de fisuras de bordes de severidad baja del tipo del hombro de la vialidad.

Después que el hombro sea constituido para dar el soporte lateral necesario, las fisuras deben de ser reparadas. Esto se hace para fisuras de 0.6 cm (1/4") o más anchas llenándolas con una mezcla caliente de un sellador asfáltico. Primero, las grietas deben de ser limpiadas usando aire comprimido, luego, usando un contenedor o dispositivo adecuado, el material sellador debe de ser vertido adentro de las mismas o áreas circundantes con un alisador manual. También las fisuras pueden ser llenadas usando una manguera de mano alimentada por una caldera caliente. Una cobertura ligera de arena seca se tiende sobre la grieta recién reparada para evitar que el tránsito remueva el sellador.

Cuando ha ocurrido asentamiento, un material premezclado de bacheo de asfalto y arena es colocado para nivelar el área fallada con la pendiente del pavimento circundante. Debe de tenerse cuidado de disminuir gradualmente el material de bacheo hacia el pavimento circundante para así proveer de una superficie de rodamiento uniforme.

- Grietas en los bordes de severidad alta

Las fisuras de severidad alta de los bordes son el resultado de fallas en la base y/o sub-base. Este problema requiere que todo el material fallado tenga que ser removido y remplazado.

3. Grietas en las Juntas de las Vialidades

Las grietas en las juntas de las vialidades son separaciones longitudinales a lo largo de las juntas entre dos vías pavimentadas, o entre un pavimento nuevo y uno viejo. Estas fisuras usualmente son el resultado de una incorrecta preparación de las juntas en frío durante el proceso de pavimentación.

- Grietas de baja severidad en las juntas de las vialidades

Las fisuras de baja severidad en las juntas de las vialidades son demasiado angostas como para ser reparadas con un sellador asfáltico; por lo tanto, ninguna actividad de mantenimiento

es requerida. Las primeras grietas angostas son señales de la debilidad estructural del pavimento. Las fisuras deben de ser inspeccionadas frecuentemente y a la primera señal de hacerse más severas, acciones apropiadas deben de ser ejecutadas.

- **Grietas de mediana severidad en las juntas de las vialidades**

Las fisuras de mediana severidad en las juntas de las vialidades deben de ser rellenadas con una aplicación de sellador asfáltico en caliente. El procedimiento de corrección consiste primero en limpiar la grieta y segundo, rellenarlas con el material asfáltico. Las fisuras no deben de ser sobrellenadas para evitar un sobreflujo del material utilizado en las áreas del pavimento circundante. Una vez que las grietas estén reparadas, una capa ligera de arena seca debe ser tendida para evitar que el tránsito de vehículos remueva el sellador.

- **Grietas de alta severidad en las juntas de las vialidades**

Las fisuras de alta severidad en las juntas de las vialidades deben de ser rellenadas con una emulsión de lechada. Usando un alisador manual y un cepillo, la emulsión debe ser distribuida y dirigida hacia adentro de la grieta. El proceso de reparación consiste primero en limpiar la fisura y las áreas con rotura en las juntas usando aire comprimido, luego verter la lechada sobre esta área hasta el nivel de rasante del pavimento circundante. Después que ésta haya curado, cubrir la grieta con un material sellador, el cual proveerá de un sello impermeable. Por último aplicar arena seca a la superficie con el material caliente para prevenir que el tránsito de vehículos remueva el sellador.

En situaciones donde las fisuras sean de 5 cm (2") o más anchas, se deberá analizar el origen o causa del deterioro, con la finalidad de determinar el procedimiento apropiado para su reparación.

E.10 NIVELACIÓN

Muchos de los problemas encontrados en los pavimentos asfálticos resultan en una distorsión de la superficie. Estos problemas incluyen la calidad de rodadura, los túmulos y depresiones, huellas, desplazamientos, cuarteos por deslizamiento y las ondulaciones; todos estos pueden ser reparados por varias operaciones de nivelación.

La reparación de distorsiones y depresiones genera una superficie de rodamiento uniforme al mejorar la pendiente y el corte de la vialidad. Esto es conseguido rellenando la distorsión con una mezcla adecuada de bacheo bituminoso. El método preciso de reparación dependerá de la profundidad de la distorsión.

a Reparación de Ligera Nivelación

Las distorsiones con un nivel de severidad muy bajo puede que no requieran de reparación alguna, sin embargo, ésta condición debe de ser evaluada periódicamente para asegurarse que ninguna otra forma de deterioro comience como consecuencia de la distorsión de baja severidad. Cuando se determina que se requiere reparar una depresión inesperada de baja severidad, un escantillón o un cordel son usados para determinar sus límites, los cuales son luego marcados con pintura, crayón o instrumento adecuado. El área por reparar es limpiada con un cepillo para remover la suciedad y después se aplica un riego con una emulsión asfáltica aplicada a razón uniforme no mayor de 0.25 a 0.70 l/m². Tan pronto como la emulsión haya curado, en corto lapso, un material de bacheo premezclado de arena y asfalto es colocado usando palas, después es nivelado con rastrillos para la distribución requerida de espesores en la superficie. Posteriormente, se efectúa el proceso de compactación con rodillo neumático hasta cumplir con el nivel de rasante del pavimento circundante existente, para proporcionar una superficie de rodamiento uniforme y cómoda. Finalmente se

remueven los escombros del área de trabajo y se retiran los dispositivos de protección y de control del tránsito

b Reparación de Mediana Nivelación

Las secciones que muestran problemas y que requieren de reparaciones de mediana nivelación, son corregidas con una capa de concreto asfáltico. El proceso de nivelación tiene la capacidad de corregir, por un periodo relativamente largo de tiempo, un problema que traiga como efecto la presencia de huellas en la superficie. Esta capacidad dependerá del tipo de origen del problema. Si el problema es causado por un error en el diseño del pavimento, en la mezcla, por un problema en la construcción de la sub-rasante, o en cualquiera de los elementos básicos de la estructura del pavimento, entonces, las reparaciones temporales tendrán que dejar de efectuarse y otras medidas como quitar y reemplazar la superficie, o como reciclarla serán necesarias. El pavimento a ser nivelado debe barrerse para quitar el polvo, la suciedad y materiales sueltos; un riego asfáltico debe aplicarse en una región que incluya el área a reparar más 15 cm (6") del pavimento adyacente a esta, usando una emulsión diluida de asfalto y aplicada en proporción de 0.25 a 0.70 lt/m². El material de la capa de nivelación es esparcido sobre las huellas en diferentes espesores, reduciéndolos gradualmente hacia las orillas de la misma con rastrillos hasta el nivel de rasante del pavimento existente. Inmediatamente después que la capa haya sido colocada y antes que el material de la capa de nivelación se haya enfriado, se compacta usando un rodillo neumático. Las huellas deben rellenarse con el material de la capa de nivelación, compactado hasta un nivel igual al del pavimento circundante, para proporcionar una superficie de rodamiento uniforme y cómoda al tránsito, sin dejar depresiones ni túmulos en el área reparada. Finalmente se remueven los escombros fuera de la zona de trabajo y se recogen los dispositivos de protección y de control del tránsito

c Reparación de Alta Nivelación

La reparación de alta nivelación es usada en pavimentos que tengan grandes distorsiones y que requieren de reparaciones más extensas que aquellos casos con distorsiones menos severas. Además del proceso de nivelación previamente descrito, una capa superpuesta debe de colocarse para proveer al pavimento de una estructura adicional. Toda la superficie debe de limpiarse usando un cepillo mecánico. Una vez que la superficie esté limpia, un riego de una emulsión asfáltica diluida deberá ser aplicada en proporción de 0.25 a 0.70 lt/m². Para asegurar una cobertura uniforme, el riego asfáltico deberá aplicarse usando la barra rociadora del distribuidor. Después que éste haya curado, la capa sobrepuesta de concreto asfáltico es colocada con una asfaltadora o tendedora de asfalto. Inmediatamente después, se compacta con un rodillo de tambor de acero y rodillo neumático, operando justo detrás de la asfaltadora. La temperatura de la mezcla asfáltica, al iniciarse el acomodo por compactación con rodillo liso metálico, será de 100 °C a 110 °C, el compactador neumático se aplicará mínimo a 85 °C; y en general, la compactación de la carpeta deberá terminarse a una temperatura mínima de 65 °C. Finalmente se remueven los escombros fuera de la zona de trabajo y se recogen los dispositivos de protección y de control del tránsito.

E.11 RECONSTRUCCIÓN

En muchas ocasiones los deterioros del pavimento pueden abarcar un área bastante grande y resultan entonces anti-económicos los métodos de bacheo ordinario. En la mayoría de los casos la falla en zonas grandes de pavimentos flexibles obedece a deficiente drenaje de la sub-rasante o a baja capacidad de soporte de la misma o de la sub-base o base.

Cuando la falla es por deficiente valor de soporte de la base, se hace necesario reemplazar el material de base por otro de mejor calidad, o estabilizarlo si con ello se corrige el defecto

Cuando los pavimentos de tratamientos superficiales exigen una reparación general sobre una extensión considerable de su superficie, generalmente deben ser escarificados y reconformados, restituyéndoles su perfil transversal y longitudinal, así como la tersura superficial. Tendiendo la base reconstruida, perfilada, compactada, barrida e impregnada, se le coloca finalmente la nueva carpeta asfáltica seleccionada.

En los pavimentos asfálticos de calidad intermedia y superior, también puede seguirse el procedimiento anterior pero triturando, la carpeta la cual puede formar parte de la nueva base que debe ser de buena calidad.

a Desplazamientos

A pesar de que las fallas de desplazamiento se parecen a algunos tipos de defectos que requieren de una capa niveladora para su reparación, las primeras son causadas por una mala mezcla y su reparación requiere que el material sea retirado y reemplazado.

b Reparación de las Fallas en los Bordes

Las fallas en los bordes pueden ser el resultado de varios factores, como la falta de soporte lateral, una base de espesor insuficiente, una falla en la base, excesivas cargas en las ruedas de los camiones, una compactación inadecuada, falta de asfalto en la mezcla, la oxidación y el endurecimiento del ligante asfáltico o un drenaje inadecuado. Las fallas son causadas por una combinación de los factores antes señalados y no únicamente solo por uno de ellos.

Para guiar el proceso de reparación debe de determinarse cuál es la causa probable que genera las fallas en los bordes. Por ejemplo, si se creyera que la causa principal del problema es la insuficiencia de base, cuando en realidad es el peso excesivo de los camiones; cualquier reparación a seguir puede que no tenga ningún efecto si los pesos de los vehículos no son controlados.

1 Fallas en los bordes de baja severidad

Las fallas en los bordes de baja severidad pueden ser reparadas por un sello asfáltico de arena. Se marca el área por sellar con pintura, crayón o instrumento adecuado, y luego se barre removiendo la suciedad y los materiales sueltos. El área limpiada debe de incluir por lo menos 50 cm de la región adyacente a la zona de reparación. Se aplica el material asfáltico con una manguera de mano, o si el área a reparar es muy grande, con la barra rociadora de asfalto del distribuidor o petrolizadora. Se debe incluir dentro de la región rociada 15 cm (6") del pavimento circundante a aquel que se va a reparar. El material bituminoso o la emulsión asfáltica son aplicados en una proporción de 1.5 a 2.0 lt/m². Se tiende un material fino de agregados uniformemente usando palas, un esparcidor con compuerta trasera o un esparcidor autopropulsado. Se compacta inmediatamente antes de que el material bituminoso se enfrie usando un rodillo neumático. El soporte lateral del hombro adyacente a la falla de borde debe de ser cuidadosamente inspeccionado. Si este soporte no existiera o fuera débil, tendrá que restablecerse reconstruyendo el hombro de la vialidad.

2 Fallas en los bordes de mediana severidad

Las fallas en los bordes de mediana severidad pueden ser reparadas usando los procedimientos antes mencionados siempre y cuando la superficie dañada esté intacta. Cuando la superficie existente esté severamente agrietada y floja, independientemente de la cantidad existente de la distorsión, la superficie vieja debe de ser removida y el soporte lateral del pavimento tiene que ser restablecido. Se debe inspeccionar cuidadosamente la base antes de reemplazar la superficie. Si la base ha sido empujada hacia arriba y hacia afuera en la dirección al hombro de la vialidad, éste deberá ser corregido reemplazando la base fallada usando el

procedimiento descrito para fallas severas en los bordes. Cuando la base está intacta a profundidades hasta 15 cm (6"), el área debe de ser bacheada con una capa asfáltica. Bacheos más profundos de 15 cm (6") deben ser reparados usando una capa asfáltica como base y un material bituminoso como capa para superficie de rodamiento. Para preparar el área por bachear, se remueve el material no deseado de ésta, dejando un hoyo con lados verticales. Luego el área es limpiada usando cepillos o aire comprimido para remover todo el material suelto. Un riego asfáltico compuesto de emulsión debe de ser aplicada dentro del hoyo y en una región de 15 cm (6") afuera de éste. La proporción máxima de aplicación del material de riego asfáltico es de 0.25 a 0.70 lt/m². Posteriormente, la base de asfalto o la capa para superficie de rodamiento, cualquiera que fuera necesaria, dependiendo de la profundidad del bacheo, debe de colocarse en capas sucesivas, las cuales no deben de ser más gruesas de 10 cm (4") cuando aún no han sido compactadas. Cada capa es compactada usando apisonadores mecánicos o compactadoras adecuadas (vibratorias o rodillo neumático), teniendo cuidado en las orillas del bacheo antes de proseguir con la siguiente capa. La última de éstas, deberá cumplir con el nivel de la rasante del pavimento circundante existente, proporcionando una superficie uniforme y cómoda. El objetivo es el de tener un hoyo completamente relleno con un material compactado y que no existan depresiones ni tumulos después que el área sea abierta al tránsito.

3 Fallas en los bordes de alta severidad

La reparación de fallas en los bordes de alta severidad requiere que se remueva toda la superficie, base y sub-rasante dañada. Debe justificarse técnicamente, la determinación de cuál superficie, base y sub-rasante está en condiciones satisfactorias cuando la remoción de éstos está siendo llevada a cabo y determinar cuando una mayor excavación es necesaria. El objetivo es únicamente el de remover las capas de pavimento o sub-rasante que estén dañadas.

La remoción a consecuencia de las fallas de alta severidad en los bordes incluye cualquier excavación necesaria para corregir las fallas en los hombros de la vialidad, las cuales reducen el soporte lateral del pavimento. También debe inspeccionarse el área adyacente a la falla al igual que zonas de varios metros de largo a cada lado de ésta. Cualquier evidencia que indique la causa posible de la falla debe de considerarse antes que el proceso de reparación esté terminado. Por ejemplo, si el exceso de agua es el que ha contribuido a la falla en los bordes, la pendiente de las zanjas deberá ser revisada. Si ésta estuviera en buenas condiciones deberá considerarse la instalación de un sistema de drenaje adecuado, si no estuviera en buenas condiciones, el ajuste de pendientes de las zanjas deberán incluirse en la reparación.

Al terminar la excavación de la superficie, base y sub-rasante falladas, los lados del hoyo excavado deberán ser verticales y todo el material suelto deberá de ser removido barriendolo o soplándolo con aire comprimido. Todo el hoyo, más aproximadamente 15 cm (6") del pavimento adyacente, deberá de recibir un riego de emulsión asfáltica en proporción de 0.25 lt/m². Posteriormente, capas de material asfáltico de base son colocadas sucesivamente sin exceder cada una de ellas un espesor de 10 cm (4") sin haber sido aún compactadas. Cada capa tendrá que ser completamente compactada usando apisonadores mecánicos o compactadoras adecuadas, teniendo cuidado en las orillas del bacheo antes de colocar la siguiente capa. El material asfáltico de base deberá ser colocado hasta una profundidad aproximadamente igual a la de la parte superior de la base existente. El bacheo será completado con una capa asfáltica para superficie de rodamiento de un espesor aproximadamente igual al de la superficie existente. La capa final deberá de compactarse hasta cumplir con el nivel de la rasante del pavimento circundante existente, proporcionando una superficie uniforme y cómoda. El objetivo es el de tener un hoyo completamente relleno con un material compactado sin la presencia de depresiones o tumulos.

Después de que el pavimento haya sido bacheado el hombro es reconstruido, si este fuera de tierra, una compactación adecuada deberá llevarse a cabo con un óptimo contenido de humedad del material, si fuera de agregados, la reconstrucción deberá hacerse en capas a un

contenido de humedad que permita su compactación. La estabilización de los hombros de la vialidad tiene igual importancia que la colocación del material asfáltico de base.

c Reparación de la Base y Sub-base

Las secciones transversales típicas pueden constar en su estructura, desde una capa única de base o sub-base, hasta capas múltiples de varios tipos de base y sub-base. Se diseñan los pavimentos para transferir la carga de las ruedas a la sub-rasante. Cada vez que pasa una carga, un poco de deformación ocurre en la superficie y en la base. Repetidas aplicaciones de ruedas sobrecargadas y su consecuente deformación del pavimento, causarán una falla de la base y superficie. Las señales prematuras del desarrollo de fallas son las distorsiones y el cuarteo en la superficie. Un mantenimiento hecho a tiempo puede evitar un deterioro más serio de ésta; sin embargo, no podrá solucionar problemas causados por diseños inadecuados o por excesivas cargas en los camiones. Las fallas en la base son la causa de severos problemas como túmulos y depresiones, cuarteo en bloque, baches, huellas y ondulaciones.

Las fallas también pueden ser el resultado de una penetración excesiva de agua en la base o en la sub-rasante. El agua puede saturar la sub-rasante y la base infiltrándose desde fuentes profundas, lateralmente a causa de un mantenimiento pobre de las zanjas, o de la falta de sistemas de drenaje adecuados. También el agua puede penetrar hasta la base o sub-rasante desde la superficie colándose entre las fisuras. La causa de las fallas también puede ser debido al desempeño de los materiales de la base y de la superficie.

Antes de hacer las reparaciones a una superficie asfáltica de rodamiento, deberá de determinarse si el daño es el resultado o no de una falla en la base o en la sub-rasante. Si una falla en la base es evidente, deberá de ser reparada.

Durante el proceso de reparación de la base o sub-base, primero se marcan con pintura los límites de la superficie dañada. Se corta a través de la capa asfáltica de rodamiento a lo largo de las líneas que marcan el área a repararse, usando un taladro de aire comprimido con un barreno de paleta o máquina de corte con disco, luego se remueve el material de esa capa. En forma similar se remueve el material dañado de la base y/o sub-base. Las orillas del corte en la base deberán estar a una distancia de 5.0 a 7.5 cm hacia la parte de adentro de las orillas del corte en la superficie, para que así una porción de la base vieja quede para darle soporte al nuevo material de la capa superior.

Posteriormente se remueve el material dañado de la sub-rasante. Los lados de la excavación, tendrán que ser verticales y el fondo paralelo a la superficie. Se instalarán sistemas de drenaje o geotextiles permeables si es necesario. La excavación en la sub-rasante se rellena con un material adecuado colocándolo en capas de espesor uniforme sin excederse de 15 cm (6") una vez compactadas.

El material de la base y/o sub-base se reemplaza, por uno de mayor calidad estructural, que será similar al usado en la estructura original del pavimento. Se aplica un riego asfáltico según se indique y se coloca una capa para superficie de rodamiento.

1 Base y Sub-base

La sub-rasante está lista para recibir la capa de material de la sub-base y/o de la base, cuando la primera esté compactada a un nivel y pendiente de acuerdo con el proyecto y/o lo indicado por la Autoridad Correspondiente. Debe evitarse la remoción o desplazamiento del material de la sub-rasante a causa del tránsito de construcción. Estas irregularidades producen variaciones en la estructura del pavimento y establecen condiciones que pueden contribuir a futuras fallas, entonces, el equipo de mantenimiento y los camiones deben evitar cruzar o dar vueltas sobre la sub-rasante. Debe de revisarse que el corte transversal esté de acuerdo con lo especificado.

El material de sub-base y/o de base, es colocado en capas de espesor uniforme no mayores de 15 cm (6") y no menores de 7.5 cm (3"). Debe usarse un esparcidor mecánico pero puede ser necesario el trabajo manual para mantener el nivel adecuado pero éste debe de ser minimizado para reducir la segregación y pérdida de humedad del material. Las áreas que presenten segregación deben remezclarse y recompactarse.

El material de la capa de sub-base y/o de base, tiene que compactarse tan pronto como se coloque. Si se ha perdido humedad durante el transporte o durante la colocación del material, este debe de ser reemplazado. El material debe tener el contenido de humedad apropiado al momento de la compactación. La capa debe regarse con precaución puesto que un exceso de agua puede dar como resultado la presencia de áreas débiles. La densidad se consigue con el equipo de compactación, el cual será vibratorio y rodillo neumático.

Después de la compactación, los agregados de la sub-base y/o de la base, deberán ser mantenidos y protegidos de cualquier daño, hasta que un negro asfáltico u otro tipo de superficie sea aplicado, según se indique.

2 Capas Asfálticas de la Sub-base y/o de la Base

Las capas bituminosas en la sub-base y/o en la base, tienen requerimientos con determinadas especificaciones cuando éstas han de ser colocadas y compactadas. Son parte de la estructura del pavimento y pueden colocarse sobre una sub-base o sobre una capa de agregados de la base, dependiendo de los requerimientos fijados.

3 Sobrecarpeta

Una capa sobrepuesta está hecha de agregados calientes mezclados y de un ligante asfáltico. Ésta es mezclada en una planta central y colocada con una máquina pavimentadora. El espesor de una capa sobrepuesta es aproximadamente de 1.8 cm (3/4") y el tamaño máximo de los agregados en una capa delgada no debe ser mayor que un medio del espesor total de la misma, pues cuando los agregados son más grandes que lo recomendado, éstos usualmente son separados por la pavimentadora. La compactación se debe efectuar utilizando rodillo de tambor de acero y rodillo neumático. La temperatura de la mezcla asfáltica, al iniciarse el acomodo con rodillo liso metálico, será de 100 °C a 110 °C, el neumático se aplicará como mínimo a los 85 °C; y en general, el proceso deberá terminarse a una temperatura mínima de 65 °C.

4 Mezcla en el Sitio de la Vialidad

La mezcla en el sitio de la vialidad es un reproceso de toda la capa de superficie usando plantas mezcladoras, mezcladoras transportables o motoconformadoras, según se indique. Es usada en vialidades poco transitadas donde defectos como ondulaciones, huellas, desplazamientos y baches se han hecho extensivos.

Antes que las operaciones de mezcla en vialidades comiencen, las fallas en la base o sub-base deben de ser reparadas. Un adecuado planeamiento sobre el control del tránsito debe de ser iniciado. Debe asegurarse de que haya un manejo del tránsito seguro y adecuado.

Cuando se utilicen plantas mezcladoras para la elaboración de la mezcla asfáltica, el tendido de la misma se ejecutará utilizando máquinas del tipo pavimentadora-extendidora autopropulsada, capaz de esparcir y precompactar de manera uniforme la capa de carpeta que se extienda, con el ancho, sección y espesor establecidos en el proyecto, incluyendo los acotamientos y zonas similares. Estarán equipadas con los dispositivos necesarios para un adecuado tendido de la carpeta asfáltica, como son: un enrasador o aditamento similar, que pueda ajustarse automáticamente en el sentido transversal y proporcionar una textura lisa y uniforme, sin protuberancias o canalizaciones, una tolva receptora de la mezcla asfáltica con capacidad para

asegurar un tendido homogéneo, equipada con un sistema de distribución mediante el cual se reparta la mezcla uniformemente frente al enrasador y sensores de control de niveles. En áreas irregulares, la mezcla puede extenderse y terminarse a manualmente, con el procedimiento y equipo que apruebe la Autoridad Correspondiente.

Cuando se autorice el empleo de mezcladoras transportables, para efectuar la mezcla de los materiales pétreo y asfáltico, el procedimiento de ejecución será fijado por la Autoridad Correspondiente, de acuerdo con el tipo de equipo que haya sido autorizado. Al final del mezclado, el producto deberá ser homogéneo.

Cuando el proyecto indique o la Autoridad Correspondiente autorice el empleo de motoconformadoras para efectuar la mezcla de los materiales pétreo y asfáltico en el lugar o sitio de la obra, a superficie será escarificada, cortada y distribuida uniformemente con la cuchilla de la máquina o procesada por una mezcladora pulverizadora hasta que el material pasa por una malla de 2.54 cm (1"). Luego, ésta se amontona o acamellona en forma de cordón y se lleva a cabo un análisis de mallas sobre muestras representativas de este material para encontrar deficiencias en la granulometría. Estas deficiencias son corregidas añadiendo agregados en una cantidad y con una graduación tal que cuando sean mezclados con el material inicial, salvo indicación en contrario, cumplan con la granulometría indicada en la siguiente tabla.

TAMAÑO DE AGREGADOS EN MEZCLAS EN EL SITIO DE LA VIALIDAD	
No. de criba	Porcentaje que pasa (%)
1"	100
3/4"	80 a 100
3/8"	60 a 80
No. 4	48 a 65
No. 8	35 a 50
No. 30	19 a 30
No. 200	0 a 8

Tabla E-8 Tamaño de los agregados en mezclas en el sitio de la vialidad.

Los materiales añadidos y los amontonados son mezclados con motoconformadora pasándola una y otra vez sobre la vialidad. Cuando el proceso de mezcla es completado, el material es amontonado en dos cordones de igual tamaño. La mitad de los agregados ya mezclados es esparcido uniformemente sobre la mitad de la vialidad. Asfalto líquido o emulsión asfáltica de curación mediana son aplicados usando un distribuidor o petrolizadora, en proporción fijada en el proyecto y/o indicada por la Autoridad Correspondiente. Una mejor uniformidad se obtiene rociando el asfalto en dos o más aplicaciones. Después de cada aplicación se mezclan los materiales haciendo pasar la motoconformadora una y otra vez.

Cuando la aplicación del ligante bituminoso haya terminado, el material debe de mezclarse hasta alcanzar uniformidad. Si la mezcla muestra exceso o deficiencia de asfalto líquido o muestra una distribución dispareja, la condición de la mezcla debe de corregirse antes de esparcirla y compactarla añadiendo agregados o asfalto líquido; cualquiera que fuese necesario y remezclando. Después de mezclar el material, será amontonado en un cordón a un lado del área de mezcla y el material al lado opuesto es procesado usando el procedimiento descrito anteriormente.

Después de que el material de ambos lados haya sido mezclado, éste debe ser amontonado en un sólo cordón en el centro del área de mezcla y luego será revuelto por lo menos cuatro veces completas.

El material mezclado en un día debe de compactarse a más tardar al siguiente día de trabajo, sin embargo, con la aprobación de la Autoridad Correspondiente, el material mezclado puede permanecer amontonado por un periodo mayor de tiempo.

Después que las operaciones de mezcla hayan sido completadas, el material se tiende uniformemente sobre lo ancho de la vialidad y en cantidad suficiente para que cuando sea compactado, tenga el espesor requerido. Si el espesor requerido es mayor de 7.5 cm (3"), la mezcla debe de ser tendida y compactada en dos capas.

Después de que el material sea tendido, se compactará con rodillos de tambor de acero, empezando el proceso en las orillas más bajas y prosiguiendo hacia las partes más elevadas. Bajo ninguna circunstancia el centro del área deberá ser compactado primero. Durante el tendido y compactación, todos los terrones, grumos o masas comprimidas de mezcla deberán de ser remezclados y compactados una vez más. Un rodillo neumático deberá ser usado durante la última compactación. Las orillas de la superficie recién compactada deben de ser recortadas uniformemente hasta que la vialidad alcance el ancho requerido. Una vez que el proceso de poner la nueva superficie sea completado, deberá compactarse y no se permitirán huellas, tómulos, depresiones o irregularidades. Por lo menos una semana después que la vialidad haya sido abierto al tránsito, un tratamiento de superficie debe ser aplicado.

Pueden obtenerse buenas mezclas en el sitio de las vialidades solamente durante los periodos no lluviosos y con temperaturas que no sean frías. Si por alguna razón los agregados y el material amontonado en cordones llega a mojarse, deberán ser secados antes de que el asfalto sea añadido. El proceso de secado será indicado por la Autoridad Correspondiente y salvo indicación en contrario, podrá efectuarse revolviendo el material con una motoconformadora sobre la vialidad.

E.12 UNIDAD DE MEDIDA

Los diferentes tipos de mantenimiento para los pavimentos asfálticos o flexibles, se medirán para efectos de pago por tonelada, metro cúbico, metro cuadrado, metro cuadrado para un espesor determinado o por metro lineal, terminados en obra y según aplique, de acuerdo al catálogo de conceptos del tratamiento correspondiente.

Las cantidades aceptadas, determinadas en la forma indicada anteriormente, se pagarán al precio contractual por unidad de medida, respectivamente, para cada uno de los conceptos generados.

MANTENIMIENTO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS

F MANTENIMIENTO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS

F.1 DEFINICIÓN

Se entenderá por **mantenimiento de pavimentos rígidos** el conjunto de acciones que se llevan a cabo para que un pavimento construido con anterioridad con losas de concreto hidráulico continúe en condiciones adecuadas de operación, ofreciendo comodidad y seguridad al usuario.

El mantenimiento deberá ser ejecutado por personal con experiencia en la realización de este tipo de trabajos para cumplir con las condiciones establecidas y realizar las técnicas especiales requeridas. En las zonas donde se ejecuten los trabajos de mantenimiento, se deberá cumplir con la estructura, materiales, acabados y apariencia, similares a las del pavimento existente.

F.2 GENERALIDADES

La pérdida de soporte en pavimentos de concreto hidráulico es una de las causas principales del deterioro (bombeo, agrietamiento y hundimiento de losas). Si se ha hecho un bombeo significativo y el soporte de la losa no se ha restaurado se observarán deflexiones altas, especialmente en zonas de gran aforo vehicular y la tasa de deterioro se acelerará. Aún después de un reencarpetado asfáltico, las deflexiones altas causarán severas grietas de reflexión. Por lo tanto, si la rehabilitación incluye o no un reencarpetado asfáltico, es necesario estabilizar la losa existente si hay pérdida de soporte.

Los procedimientos para el mantenimiento de pavimentos de losas de concreto hidráulico han evolucionado y se han perfeccionado continuamente, debido a los avances tecnológicos en la materia. Lo anterior se manifiesta principalmente en la utilización de materiales perfeccionados, personal especialmente capacitado, equipo específicamente diseñado y la implementación de técnicas innovadoras de diseño y evaluación. Los principales procedimientos que se utilizan para el mantenimiento de los pavimentos de concreto hidráulico, son los siguientes:

- a Bacheo a profundidad parcial o total.
- b Reparación de losas que presentan grietas.
- c Reparación de zonas con desprendimientos.
- d Estabilización de losas.
- e Nivelación de losas.
- f Rectificación de la superficie.
- g Reparación de juntas.
- h Sobrecarpetas.

F.3 MATERIALES

Los materiales que se utilicen en los trabajos de mantenimiento de pavimentos rígidos, deberán cumplir con lo establecido en el proyecto o lo indicado por la Autoridad Correspondiente. Cuando se trate de la combinación de materiales, éstos se mezclarán con el proporcionamiento requerido para producir un producto homogéneo, con las características de calidad establecidas en el proyecto o aprobadas por la Autoridad Correspondiente. Los materiales y el diseño de las mezclas serán responsabilidad del Contratista.

Si en la ejecución de los trabajos y a juicio de la Autoridad Correspondiente, los materiales presentan deficiencias respecto a las características establecidas, se suspenderán inmediatamente los trabajos en tanto que el Contratista los corrija por su cuenta y costo. Los atrasos en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, que por este motivo se ocasionen, serán imputables al Contratista.

El transporte y almacenamiento de todos los materiales, son responsabilidad exclusiva del Contratista y los realizará de forma tal que no sufran alteraciones que ocasionen deficiencias en la calidad de la obra o del medio ambiente.

El transporte, almacenamiento y disposición de los materiales y residuos se sujetarán en lo que corresponda, a las leyes y reglamentos de protección ecológica vigentes. El banco para la disposición de materiales excedentes, desperdicios y residuos, se establecerá en el proyecto y deberá ser aprobado por la Autoridad Correspondiente.

Los desperdicios, residuos y excedentes producto del mantenimiento de pavimentos rígidos, se cargarán y transportarán al sitio o banco de desperdicios que apruebe la Autoridad Correspondiente, en vehículos con cajas cerradas y protegidos con lonas, que impidan la contaminación del entorno o que se derramen. Cuando se trate de materiales que no vayan a ser aprovechados posteriormente y que hayan sido depositados en un almacén temporal, serán trasladados al banco de desperdicios lo más pronto posible.

Es responsabilidad del Contratista la conservación de las superficies de rodamiento de pavimentos rígidos, a las cuales se le aplicaron trabajos de mantenimiento, hasta que hayan sido recibidas por la Autoridad Correspondiente, junto con todo el tramo de vialidad.

F.4 EQUIPO

La operación del equipo que se utilice en los trabajos de mantenimiento y rehabilitación de pavimentos de concreto hidráulico, no deberán dañar las losas existentes que no deban ser retiradas, o la base, sub-rasante, materiales y en general, todos los elementos que se encuentren en la zona donde se realiza el trabajo y que no vayan a ser reparados.

- a. **El equipo para demoler y retirar** el concreto del pavimento existente se limitará a martillos de caída, hidromartillos y martillos perforadores, según sea el trabajo que se realiza. El equipo no deberá dañar las losas existentes que no deban ser retiradas, o la base o sub-rasante que se encuentre en la zona donde se realiza el trabajo.
- b. **Las herramientas y máquinas perfiladoras**, de preferencia máquinas de corte con disco, deberán ser adecuadas para mantener la profundidad y el control del ancho del corte exigidos y no deberá dañar el concreto o el material de las juntas del pavimento adyacente.
- c. **El equipo empleado para efectos de limpieza de las juntas** será de dos tipos:
 - 1 **Equipo de aplicación de arena a presión.** Deberá ser adecuado para eliminar cualquier residuo de sustancia de sellado, aceite u otro material extraño depositado en las juntas que impida la adherencia de la nueva sustancia de sellado.
 - 2 **Equipo de aplicación de agua a presión.** Se realizará mediante una máquina de chorro de agua de alta presión que garantice la eliminación de cualquier residuo de sustancia de sellado, aceite u otro material extraño depositado en las juntas que impida la adherencia de la nueva sustancia de sellado empleada.
- d. **El equipo para el sellado de las juntas y grietas** se ajustará a las indicaciones establecidas por la Autoridad Correspondiente para la aplicación del material especificado.
- e. **La planta de lechada** comprenderá una bomba de inyección de cemento de desplazamiento positivo y una mezcladora coloidal de alta velocidad. La máquina mezcladora coloidal funcionará a las velocidades necesarias para obtener una mezcla uniforme. Si se aprobara el empleo de lechadas de

polvo calizo. se podrá emplear una mezcladora coloidal de alta velocidad en lugar de la mezcladora de paletas. La bomba de inyección tendrá una capacidad de presión de 17.6 a 21.1 kg/cm² (250 a 300 lbs/pulgada²; 1.72 a 2.07 MPa) cuando se inyecte una pasta de lechada mezclada a una duración de cono de flujo de 12 segundos y deberá ser la adecuada para realizar el bombeo continuo en proporciones bajas de hasta 5.68 litros (1½ galones) por minuto, o bien se modificará el sistema agregando una manguera y una válvula de recirculación en el extremo descargado de la bomba.

Se medirán con precisión los materiales secos por peso o por volumen si se manejan a granel o se envasarán en sacos que contengan un volumen uniforme. El agua se debe colocar mediante un contador o balanza adecuada para medir el consumo.

Se dispondrá de todas las mangueras, accesorios y controles necesarios para suministrar un sellado firme durante la inyección de la lechada. El tubo inyector tendrá suficiente presión de aire para descargar el desecho suelto. La barrena tendrá un tamaño y longitud suficientes como para abrir los agujeros obstruidos y para levantar el pavimento existente.

- f El **equipo de perforación** para roca u otros dispositivos serán adecuados para realizar una perforación recta y agujeros que tengan un diámetro mínimo de 3.8 cm (1½") en la losa de concreto, el refuerzo de acero y el material de base. Los perforadores para rocas no excederán los 27 kilogramos (60 libras) de peso y la presión perforadora no excederá los 14.1 kg/cm² (200 lbs/pulgada²).
- g El **equipo de ensayo de estabilización** de la losa incluirá un camión de dos ejes con ruedas traseras dobles. El eje trasero se cargará hasta alcanzar las 8.2 toneladas (18,000 libras) uniformemente distribuidas entre los dos pasos de las ruedas. Se colocarán cuatro instrumentos de precisión para medición (galgas) de las cargas estáticas sobre dos montantes, dos por cada uno, los cuales serán adecuados para detectar el movimiento de la losa sometida a carga. Se empleará una viga Benkelman modificada u otra equivalente aprobada.
- h El **equipo de rectificación** del pavimento rígido será una máquina a motor autopropulsada, especialmente indicada con bordes de diamante para alisarlo y darle textura. No deberá causar presión o daño a la superficie adyacente del pavimento y no causará esquirlas en las grietas, juntas u otros emplazamientos. Asimismo, tendrá una forma y dimensiones tales que cortara o alisará un ancho de por lo menos 91 cm (3') y no entorpecerá el movimiento del tránsito fuera de la zona de trabajo.

F.5 PROCEDIMIENTOS PARA EL MANTENIMIENTO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS

a Bacheo a profundidad parcial o total con Concreto Hidráulico

Los pavimentos de concreto hidráulico con un porcentaje limitado de deterioros deben ser bacheados con concreto a fin de no desmejorar su aspecto.

En otros casos puede suceder que sea más conveniente utilizar el pavimento existente como base después de bachearlo con mezcla asfáltica y luego colocarle una capa total y uniforme de mezcla asfáltica de un espesor determinado.

Las mezclas de concreto hidráulico de cemento Portland que se utilizarán para los trabajos de bacheo, deberán cumplir con los requisitos establecidos en las "Normas de Construcción de Pavimentos" en el apartado correspondiente a Superficies de Rodamiento para Pavimentos Rígidos. Para los casos de bacheo profundo, las capas de la estructura del pavimento, incluyendo la de rodamiento, se renovarán como mínimo reproduciendo el procedimiento y las condiciones originales de construcción.

1 Bacheo a profundidad parcial

Este trabajo consiste en el bacheo de esquirlas, hoyos, roturas de esquinas u otro daño en el pavimento de concreto hidráulico.

El área de reparación no será menor de 10 cm (4") fuera del área de deslaminado. Las áreas adyacentes a las juntas que tengan una longitud menor de 15 cm (6") y 3.8 cm (1½") en el punto más ancho, se rellenarán con el material sellante similar al de las juntas existentes o el que indique el proyecto. Si se requiere utilizar sellado de compresión de neopreno, las áreas que tengan una longitud menor de 15 cm (6") y un ancho menor de 6 cm (2½") se aplicará un epóxico adecuado antes de la instalación de las juntas.

Se realizará un corte de sierra alrededor del perímetro del área de bacheo para obtener una cara vertical en el borde y una profundidad suficiente para realizar íntegramente el bacheo. El corte de sierra tendrá una profundidad mínima de 3.8 cm (1½"). Se considerarán aceptables los bordes casi verticales resultantes del uso de máquinas fresadoras o rectificadoras. Todos los cortes con sierra se harán paralelos a las juntas existentes.

El concreto que se encuentre dentro del área de bacheo se romperá hasta una profundidad mínima de 3.8 cm (1½") mediante herramientas neumáticas y hasta alcanzar concreto sano y limpio. Si la profundidad de la reparación excede los 10 cm (4"), se retirará y se reemplazará toda la zona. El martillo neumático será de un tamaño máximo tal que no se fracture el concreto que se encuentre debajo de aquél requerido para alcanzar el concreto sano y limpio.

Las áreas adyacentes se cortarán longitudinalmente hasta la profundidad del bacheo y hasta alcanzar un ancho que no exceda de 30.5 cm (12"). Las caras expuestas del concreto se limpiarán con chorro de arena a presión para liberarlas de partículas sueltas, aceite, polvo, restos de concreto asfáltico y otros elementos contaminantes, antes de proceder al bacheo. Se retirarán todos los residuos de la limpieza por chorro de arena inmediatamente antes de la colocación del agente adhesivo.

En zonas protegidas del tránsito durante un período mínimo de 24 horas, para los trabajos de bacheo se utilizará concreto hidráulico de cemento Portland. Se deberá aplicar una lechada de arena-cemento para adherir el material de bacheo. La lechada adhesiva estará compuesta por una parte de cemento Portland y una parte de arena, en volumen, con agua suficiente para producir una mezcla que tenga una consistencia cremosa y gruesa. La duración del contacto del cemento-agua no excederá los 90 minutos.

La lechada se cepillará en forma pareja sobre la superficie del bacheo. No se permitirá que la lechada sobrante se acumule en las cavidades. Se aplicará el material de bacheo de concreto antes de que se seque la lechada de adherencia. Se retirará la lechada seca o endurecida mediante limpieza con chorro de arena a presión. La mezcla de bacheo se colocará y compactará para eliminar todos los huecos y vanos en la superficie de contacto entre la zona de bacheo y el concreto adyacente.

El concreto de cemento Portland de resistencia acelerada con materiales de fraguado rápido, se empleará cuando se requiera una apertura al tránsito anticipada (4 a 6 horas). Se requiere un agente adhesivo epoxidico cuando se realice el bacheo para la apertura del tránsito anticipada. El riego epoxidico se aplicará en una capa fina y se integrará a la superficie mediante escobillado con cepillo duro. Se retardará la colocación del concreto hasta que el epóxido se espese.

Si un área de reparación a profundidad parcial se apoyara sobre una junta de trabajo o una grieta que penetrara la profundidad total de losa, se empleará una inserción u otro medio que rompa la adherencia para mantener las juntas o grietas de trabajo. Se moldeará una nueva junta hasta alcanzar el mismo ancho que la junta o grieta existente.

El bacheo se terminara hasta alcanzar el nivel de rasante, la sección transversal y la textura del pavimento existente

2 Bacheo a profundidad total

Este trabajo comprende la reparación o rehabilitación de todas las secciones unidas por barras de trabazon simples con refuerzo continuo, o refuerzo de malla de pavimento de concreto hidráulico

El pavimento de concreto hidráulico con refuerzo de malla, barras de trabazón o juntas simples se retirara mediante el corte con sierra de la profundidad total de la losa dejando bordes verticales en los limites del bacheo. El pavimento de concreto con refuerzo continuo se retirara cortando en primer término con sierra los limites de bacheo transversales exteriores hasta alcanzar una profundidad de 3.8 a 5 cm (1½ a 2"). En ningún caso, la sierra cortará el refuerzo de acero. Los limites longitudinales se cortaran en toda su profundidad mediante un martillo-cinzel hasta llegar al acero. Si debiera soldarse el acero de reemplazo, el acero de refuerzo existente se cortará dejando por lo menos una longitud de 20 cm (8") de acero expuesto. Si debiera sujetarse el acero de reemplazo se cortará el acero existente dejando por lo menos la longitud de los empalmes a la que sumaran 5 cm (2).

La longitud de empalme requerida para distintos tamaños de barras de acero de refuerzo se indican en la Tabla F-1 siguiente:

Tamaño de la barra	Longitud de empalme
No 4	38.1 cm (15")
No 5	45.7 cm (18")
No 6	55.9 cm (22")

Tabla F-1 Longitud de empalme del acero de refuerzo

La operación de ruptura comenzará a partir del centro de la zona de bacheo hacia los cortes de sierra en los extremos. Se retirarán los trozos de concreto mediante equipo que no dañe la base. Cuando se utilicen dispositivos elevadores se levantará la losa en una o más partes sin dañar la base ni la sub-rasante. Luego se limpiará la zona con herramientas manuales.

Si más del 10% del acero de refuerzo presenta corrosión y daños visibles, los limites del bacheo se extenderán hasta que se rectifique esa condición en la longitud de empalme requerida

Se dejarán espacios libres de 7.6 cm (3") entre los extremos del acero de refuerzo y la cara de la losa existente. El número, el tipo y espaciado del nuevo refuerzo coincidirán con el pavimento existente a menos que se indique lo contrario.

Cuando sea necesario, se excavará el material de la base y de la sub-rasante y se reemplazara con una capa de agregado triturado. La profundidad máxima de remoción será de 30.5 cm (12") por debajo de la profundidad inicial de remoción. Se tomarán las precauciones para evitar daños en las capas inferiores de las losas de concreto adyacentes. El material de la base y de la sub-rasante se compactará según el proyecto, antes de la colocación de la capa de agregado triturado.

Cuando el proyecto lo indique se colocarán barras de trabazón o barras reforzadas en la losa existente. Se perforarán los orificios de las barras en la cara, al diámetro especificado, con el equipo adecuado apoyado rigidamente. El diámetro de los orificios será levemente mayor al de las barras de trabazón o las barras de refuerzo a insertar. Se rellenarán totalmente los orificios alrededor de las barras de trabazón y de refuerzo, con lechada epoxidica para asegurar que se encuentren permanentemente sujetas al concreto existente. Los extremos de las barras de

trabazón se engrasarán levemente, pero no las reforzadas que sobresalgan en la zona de bacheo.

Cada bacheo se vaciará en una operación continua a la profundidad total.

Las juntas del pavimento de concreto hidráulico, de juntas simples o concreto hidráulico reforzado con mallas a la profundidad total, tendrán una profundidad mínima equivalente a $\frac{1}{4}$ del espesor de reparación, pero no será menor que 3.8 cm ($1\frac{1}{2}$ "). Las juntas se moldearán empleando una herramienta de canteado, franjas separadoras de polietileno, o un corte de sierra. Se sellarán todas las juntas de acuerdo con lo indicado en el proyecto.

Los emplazamientos y longitudes de las juntas se ajustarán en el terreno según se indique, en las intersecciones, los pasos en las franjas centrales y en otras zonas, que tengan losas conformadas de manera desigual; de tal modo que las juntas no tengan una longitud menor a 46 cm (18") y que las losas no tengan un ángulo menor a 60°.

F.6 REPARACIÓN DE LOSAS QUE PRESENTAN GRIETAS

El trabajo consiste en el sellado de las grietas que presentan los pavimentos de losas de concreto hidráulico, con la finalidad de evitar las infiltraciones del agua superficial a través de dichas aberturas y además evitar la acumulación en ellas de materiales extraños.

Se limpiará la grieta y se retirará todo el material extraño utilizando para esta operación, alguno de los procedimientos establecidos en el apartado correspondiente a la reparación de juntas existentes.

Los principales procedimientos para la reparación de grietas en la superficie de los pavimentos de concreto hidráulico se indican a continuación.

- a En grietas que no presentan despostillamientos o asentamientos, se puede utilizar la inyección de productos epóxicos.
- b Las losas que presentan grietas con despostillamientos o asentamientos severos, se deben demoler y efectuar su reposición con concreto premezclado. En estos sitios se deberán colocar barras de transferencia de carga de acero redondo de $\frac{1}{4}$ " de diámetro, dos capas de malla de acero electrosoldadas y adhesivo para concreto endurecido con concreto fresco.
- c Otro procedimiento por utilizar en grietas con despostillamiento pero sin asentamiento, consiste en la colocación de varillas (anclas), de $\frac{1}{2}$ " de diámetro con una longitud de 90 cm. Se deberán efectuar cortes transversales a la grieta a cada 60 cm, de modo que se puedan alojar las varillas para posteriormente rellenar el corte con productos epóxicos.

Se deberá tener cuidado con el equipo de corte y de demolición para no afectar las losas o zonas aledañas.

F.7 REPARACIÓN DE ZONAS CON DESPRENDIMIENTOS

En pavimentos rígidos, cuya losa de concreto tenga una falla funcional, como desprendimiento de la capa de acabado dejando la grava expuesta, se podrá aplicar un riego de sello asfáltico a fin de evitar una progresiva desintegración.

El trabajo se ejecuta limpiando la zona a reparar, eliminando el concreto deteriorado y todo material suelto. Inmediatamente después se le da una o varias aplicaciones del riego de sello asfáltico, del tipo, en la proporción, procedimiento de ejecución y con los requerimientos establecidos en el proyecto o indicados por la Autoridad Correspondiente.

F.8 ESTABILIZACIÓN DE LOSAS

a Definición

La **Estabilización** se define como la inyección bajo presión de un material debajo de la losa, en la base o en la sub-base, para llenar los huecos y proveer una capa deigada que reducirá las deflexiones y resistirá la acción de bombeo. El propósito de la estabilización es restaurar el soporte de la losa relleno con material los huecos existentes en la base sin levantarla.

b Materiales

Los materiales que se utilizan en trabajos convencionales de estabilización de losas son los siguientes:

- Mortero de cemento hidráulico, incluyendo cal, arena y estabilizantes como relleno (filler)
- Cemento asfáltico oxidado de alta viscosidad.

Los morteros de cemento hidráulico se usan más extensamente que los de cemento asfáltico. Otros materiales se encuentran en etapa de prueba, como por ejemplo el fabricado con silicon y caucho espumoso, con el cual se obtienen buenos resultados en la prevención de la acción futura de bombeo.

c Estabilización con Mortero de Cemento Hidráulico

La estabilización de losas con mortero de cemento hidráulico es un trabajo complejo que requiere de la experiencia de la Autoridad Correspondiente. Por lo tanto, deberá requerir que los Contratistas ejecutores, cuenten con experiencia positiva en trabajos de este tipo. Se realizarán además, investigaciones adicionales para dar solución a los problemas asociados con la estabilización de losas.

Los materiales que conforman el mortero influyen bastante en la consistencia, resistencia y durabilidad de la mezcla. Salvo indicación en contrario, los materiales que se utilicen serán los siguientes:

- Mortero de cemento puzolánico
- Mortero de cemento y cal.
- Mortero de cemento y arena fina.

La mezcla de mortero que se utilice para la *estabilización* de losas debe ser lo suficientemente líquida para fluir a pequeños huecos y desarrollar una resistencia adecuada y propiedades suficientes de durabilidad. El uso de mortero de cemento y arena fina no proporciona buenas características de flujo, especialmente cuando los huecos son pequeños y dispersos. El otro gran problema que ocurre con el uso de este material es la infiltración de arena en las juntas transversales, perjudicando así su funcionamiento. Las otras mezclas de mortero no causan este problema.

Una mezcla recomendada para la *estabilización* de losas es la siguiente:

- Una parte por volumen de Cemento Portland Ordinario
- Tres partes por volumen de cemento puzolánico (natural o artificial) o cal
- Agua para obtener la fluidez necesaria.
- Aditivos (Si requieren por clima o condiciones especiales locales).

La utilización de aditivos u otro tipo de cemento, deberá ser indicada en el proyecto o autorizado por la Autoridad Correspondiente, cuando se justifique técnicamente la necesidad de características y condiciones especiales; como por ejemplo, resistencia rápida, clima adverso, etc.

No se debe aplicar esta mezcla en temperaturas ambientales menores de 10 °C.

Por la variación en los materiales, el Contratista deberá proporcionar a la Autoridad Correspondiente, los resultados de las pruebas de laboratorio mostrando las propiedades químicas y físicas del material, así como la fuerza de compresión (en uno, tres y siete días), contracción y expansión observadas y el tiempo de colocación inicial.

1. Localización de Áreas que Necesitan Estabilización de Losas.

La estabilización de losas se debe hacer solamente en las juntas y en las fracturas donde exista la pérdida de soporte.

Se dan las recomendaciones generales siguientes:

- Pavimentos de Losas de Concreto. El bombeo con frecuencia se presenta en las juntas y fracturas transversales. La estabilización de losas se debe considerar solamente en estos lugares. Si hay una evidencia de bombeo a lo largo de las orillas de la losa entre las juntas, la estabilización de losas debe ser considerada también a lo largo de las orillas.
- Pavimentos Continuos de Concreto Reforzado. El bombeo ocurre a través del carril exterior del pavimento, o sea, el carril de máxima carga vehicular y más usualmente en hundimientos o depresiones localizadas, resanes existentes y perforaciones.

La estabilización de losas generalmente se debe realizar sólo en áreas localizadas de deflexiones altas o donde se observe el bombeo. Si hay una prueba visual de bombeo extenso a lo largo de todo el proyecto, la mayoría de éste se debe considerar para cubrirse con la estabilización de losas.

- Reparaciones Efectuadas del Espesor Total de la Losa. La estabilización debe ser realizada en aquellas reparaciones efectuadas en el espesor total de las losas, que muestren cualquier evidencia de bombeo o sedimentación; esto alargará la vida de la reparación y de las losas de alrededor.

La pérdida de soporte (o huecos en la base) se evalúa empleando el método de ensayos no destructivos. Hay métodos que usan un dispositivo de carga pesada (Prueba de Placa) capaz de adaptarse a cargas niveladas y excedentes como las cargas de camión, es usado para estudiar las deflexiones del borde. La viga Benkelman es un instrumento simple para la medición de deflexiones. La medición de deflexiones bajo las cargas pesadas permite una evaluación real y puntual del soporte de base. Algunos huecos son detectados debajo de la base estabilizada, los cuales pueden ser localizados con deflexiones por carga pesada.

2. Procedimiento de Estabilización

Después de que se localizan las áreas específicas de estabilización de losas, se puede comenzar su reparación. El bombeo y los huecos generalmente ocurren en la vía externa de tránsito porque la mayoría de los camiones pesados la utilizan. Por lo tanto, en muchos casos, es probablemente el costo efectivo para estabilizar solamente las losas de los carriles de máxima carga vehicular. El primer paso es la localización del sitio para las perforaciones y la definición de su profundidad. La secuencia de perforaciones puede variar dependiendo de los resultados obtenidos durante la ejecución del trabajo.

La perforación de 5 centímetros de diámetro se realiza con un extractor de corazones o el equipo adecuado, penetrando mas allá del fondo de la losa cuando una sub-base granular se presente. Si la sub-base está estabilizada (con cemento o asfalto) el pavimento deberá ser perforado hasta el fondo de la sub-base. Frecuentemente los huecos existen debajo de la sub-base estabilizada y es importante que éstos se rellenen. Se debe tener cuidado en presionar en forma inclinada en la perforación para no descascarar el fondo de la losa.

Este trabajo consiste en bombear una mezcla de lechada tipo pasta, a través de agujeros perforados en el pavimento, en los vanos que se encuentren debajo de las losas para estabilizar y subsellar el pavimento de concreto hidráulico. La mezcla de lechada deberá ser capaz de formar una masa dura e insoluble que llenará los vanos que se encuentren debajo del pavimento. Las losas que estén inestables luego de un intento inicial de subsellado, volverán a ser objeto de lechada en la forma que indique la Autoridad Correspondiente.

Se deberán someter a prueba cada una de las losas existentes que deban permanecer en su sitio de acuerdo con lo especificado, mediante métodos estáticos.

El proyecto indicará la localización de los agujeros a perforar en cada losa a los efectos del subsellado. El trabajo de perforación se iniciará empleando el patrón de orificio indicado en el proyecto. Los agujeros perforados tendrán un tamaño tal que cumplirán con los requisitos mínimos especificados y proporcionarán un sello total para la boquilla de la bomba mediante un obturador o tapón de caucho. Para la primera prueba de subsellado, se perforarán los agujeros hasta alcanzar una profundidad de aproximadamente 7.6 cm (3") debajo de la parte inferior del concreto. El número, la profundidad y localización de los agujeros para todas las pruebas de subsellado después de la prueba inicial, deberán estar aprobados por la Autoridad Correspondiente.

Una vez perforados los agujeros y antes de proceder al bombeo de la lechada de subsellado, se limpiarán totalmente mediante la inserción de un tubo con suficiente presión de aire, para eliminar los desechos y permitir la circulación de la lechada.

Se requerirá el bombeo de lechada en todas las perforaciones. Se asegurará la boquilla de la manguera de descarga en el orificio de modo tal que proporcione un sellado adecuado para mantener la presión de la inyección debajo de la losa. El extremo de la boquilla no se extenderá por debajo de la superficie inferior del pavimento de concreto hidráulico. El bombeo proseguirá en un orificio hasta que la lechada fluya por otros hoyos, juntas o grietas, o hasta que la losa comience a elevarse excesivamente. Otro indicio de que debe suspenderse la inyección es el levantamiento rápido de la losa o que haya un levantamiento de la zona adyacente a las losas laterales. Será necesario un levantamiento mínimo de la losa para introducir la lechada en las cavidades y huecos existentes, pero este levantamiento no deberá exceder un movimiento acumulativo total de 1.27 mm (0.050") para cualquier losa medida en el borde exterior de la esquina de la junta. Durante el bombeo, se vigilarán estrechamente los dispositivos de medición de la lechada y del levantamiento para evitar presiones excesivas de bombeo que sobrepasen 7 kg/cm² (100 lbs/pulg²; 0.69 MPa). No se deberán tapar los agujeros durante las operaciones de lechada. Se tomarán precauciones para evitar que se agriete o se rompa la losa durante la operación de subsellado. Las losas que se agrieten o se rompan durante esta operación, deberán ser reparadas.

Se retirará toda la lechada de los agujeros en toda la profundidad de la losa y se rellenan con una mezcla dura de arena-cemento o con cualquier otro material de bacheo de fraguado rápido indicado en el proyecto o por la Autoridad Correspondiente, para un sellado permanente. Se deberán reparar las perforaciones rellenas que se desmoronen o estén dañados.

3 Eficacia de Estabilización de Losas

La eficacia de la estabilización de losas en cada proyecto se demuestra por el monitoreo del pavimento sobre tiempo.

- El método más rápido indicador de la suficiencia de la obra se obtiene midiendo las deficiencias con la viga Benkelman, después de la inyección del mortero para asegurar que la losa tendrá pleno soporte. El Contratista deberá garantizar los trabajos y su funcionalidad mediante la ejecución de esta prueba y cumpliendo con los lineamientos establecidos. La deflexión bajo la carga del eje equivalente, 8.2 toneladas, no debe exceder de 0.76 milímetros (0.030").
- Un segundo método consiste en la colocación de un conjunto de deflectómetros, con uno de ellos tomando como referencia la esquina de cada losa a ambos lados de la junta, cerca del borde del pavimento. Luego se colocarán los deflectómetros en cero, sin cargas en la losa a ambos lados de la junta. El camión de prueba se moverá en posición y se detendrá con el centro del eje de prueba a aproximadamente 30.5 cm (12") por detrás de la junta y la rueda externa de prueba a aproximadamente 30.5 cm (12") del borde del pavimento. Se leerá el deflectómetro trasero. El camión de prueba se moverá a cruzar la junta hasta alcanzar una posición similar, aproximadamente 30.5 cm (12") por delante de la junta. Se leerá luego el deflectómetro delantero. Se repetirá la misma operación para cada una de las juntas que se someterán a prueba. Se subsellarán todas las losas que tengan en las juntas una deflexión mayor de 0.76 mm (0.030"). La prueba se suspenderá anticipadamente si hubiera evidencia de que las losas estén trabadas debido a la expansión térmica de las mismas.

Una vez que se haya inyectado la lechada a presión en las losas indicadas y éstas se hayan sometido a prueba de acuerdo con lo previsto anteriormente; transcurrido un período mínimo de 24 horas, todas las losas que todavía presenten un movimiento excesivo se subsellarán nuevamente. Se deberán reemplazar las losas que continúen presentando movimiento que exceda al especificado, luego de dos procedimientos efectuados adecuadamente.

4 Determinación de Cantidades de Mortero de Cemento Hidráulico para Estabilización de Losas

La cantidad de mortero que se requiere para rellenar los huecos y estabilizar losas depende de la condición del pavimento, especialmente la acción de bombeo. Los métodos mecánicos para determinar la cantidad de material para estabilización de losas requieren de equipo especializado. Cuando el bombeo es evidente en losas aisladas, se justifica la estabilización puntual.

En proyectos de rehabilitación o mantenimiento intensivo que van a evaluarse estructuralmente por ensayos no destructivos con viga Benkelman, se deben medir las deflexiones en cada junta transversal e inyectar el material estabilizante, únicamente en las losas donde las deflexiones excedan las Normas. Sin ser limitativo, se puede estimar un volumen aproximado 0.03 a 0.1 m³ de mortero estabilizante para cada junta.

d Estabilización con Asfalto

La técnica de estabilización con asfalto requiere un alto control de calidad, debido a lo cual la Autoridad Correspondiente deberá requerir que los Contratistas ejecutores, cuenten con experiencia positiva en trabajos de este tipo.

Para la estabilización de losas, se utilizarán cementos asfálticos que reúnan los requerimientos de la especificación para estabilización AASHTO M 238 o ASTM D 3141, "Asfalto para el sellado inferior (subsello) de pavimentos de concreto hidráulico de cemento Portland" (Instituto del Asfalto).

El cemento asfáltico debe caracterizarse por una baja penetración (por ejemplo 15 a 30) y un alto punto de reblandecimiento (82 a 93 °C). También debe tener una viscosidad adecuada para el bombeo, cuando tenga un calentamiento entre 204 y 232 grados °C. El uso de un grado normal de cemento asfáltico de pavimentación puede llevar a expulsar grandes cantidades de asfalto fuera de las juntas sobre la superficie del pavimento en el futuro.

1. Localización de Áreas que Necesitan Estabilización de Losas.

Frecuentemente se aplica este procedimiento sobre toda la longitud de los tramos que han presentado bombeo, agrietamiento y otros deterioros asociados con la inestabilidad o erosión de la base. Sin embargo, es recomendable utilizar los ensayos no destructivos para precisar las juntas que deben ser tratadas y ejecutar los trabajos únicamente en las losas así afectadas.

2. Procedimiento de Estabilización

Para inyectar el material en las losas afectadas, se deberán perforar cada 3 metros longitudinalmente a través del eje central de cada carril, ajustando las distancias para evitar que se haga una perforación dentro de un metro de una junta existente (longitudinal o transversal). Para estabilizar las esquinas de las losas, se debe perforar a un metro de la junta en cada lado de ella, y a un metro de la losa más cercana a la esquina.

Una vez perforada la losa se debe secar el material por debajo, introduciendo aire comprimido bajo presión de 5 kg/cm² (70 lbs/pulgada²) para cada perforación durante un periodo comprendido entre los 15 y 60 segundos (dependiendo del clima), antes de empezar la inyección del asfalto. Si no se logra el secado de los huecos en este tiempo, se deberá postergar la actividad, ya que la calidad del trabajo se afecta por el agua. De acuerdo al juicio de la Autoridad Corresponsable, se puede adoptar uno de los procedimientos siguientes:

- Calentar el asfalto hasta el rango comprendido de 204 a 232 °C antes de empezar a bombear. Dejar circular el material en la bomba y manguera para normalizar la temperatura del equipo y asegurar flujo libre. Después de secar la base con el aire comprimido se introduce el material en cada perforación bajo presión entre el rango de 2.8 a 4.2 kg/cm² (40 a 60 lbs/pulgada²) hasta que los huecos se rellenen o se vea el asfalto saliendo de las juntas, o la losa empiece a levantarse ligeramente. Cuando se termine de bombear, quitar la manguera y cerrar la perforación con un tapón adecuado para mantener la presión hasta que se enfríe el material.
- Seguir el procedimiento anterior, dejando que la losa se levante entre 2 y 3 milímetros antes de que se deje de bombear el asfalto. Esta alternativa requiere que se coloque un medidor sobre la junta más cercana a la perforación.

3. Determinación de Cantidades de Asfalto para Estabilización de Losas

La cantidad de asfalto inyectado por cada perforación depende de cual de los procedimientos anteriores se haya indicado y de la magnitud de los huecos que existan por debajo de la losa. Sin ser limitativo, donde el bombeo de las juntas no sea muy evidente, se puede estimar el empleo de 35 a 40 litros de asfalto para cada perforación, y en zonas donde el bombeo sea evidente, es probable que se necesiten entre 120 y 150 litros de asfalto por perforación.

4. Trabajos Paralelos

La estabilización de losas bien realizada, disminuirá las deflexiones en las juntas y las fracturas donde el material de la losa de concreto hidráulico se haya erosionado de alguna manera debilitado. Sin embargo, el beneficio de este trabajo no será permanente si no se elimina la causa del problema que generalmente es una deficiencia del sistema de drenaje que se manifiesta por la penetración del agua pluvial y su retención en el pavimento durante varios días.

después de una lluvia normal. La falta de mantenimiento del sellante en las juntas es la causa principal de penetración del agua superficial. Otro factor, es una deficiencia en la operación de juntas transversales por mala transferencia de la carga dinámica del tránsito y que resulta en deflexiones excesivas en las juntas y esquinas.

Cada vez que se realice la estabilización de losas se debe evaluar la necesidad de ejecutar las tres actividades siguientes:

- Mejorar el sistema de subdrenaje.
- Sellar todas las juntas, fracturas y grietas existentes, y/o
- Adecuar los mecanismos de transferencia de carga entre losas (pasajuntas).

F.8 NIVELACIÓN DE LOSAS

a Definición

La **Nivelación** se refiere al levantamiento de una losa en los puntos de depresión, restaurándola a su posición y perfil original. El propósito es nivelar una depresión y restaurar la integridad del pavimento sin reconstruirlo, mejorando notablemente su nivel de servicio al mínimo costo.

Este trabajo consiste en levantar y apoyar el pavimento de concreto hidráulico hasta alcanzar los niveles de la rasante de proyecto, mediante la perforación y la inyección bajo suficiente presión de la lechada (mortero) debajo de las áreas hundidas.

b Nivelación con Mortero de Cemento Hidráulico

Una mezcla de mortero de consistencia firme es utilizada para la *nivelación* de losas, más que para la *estabilización*.

1 Localización de Áreas que Necesitan Nivelación de Losas.

El asentamiento o hundimiento de losas que resulte en una superficie rugosa puede ocurrir en cualquier tramo de un pavimento, pero, frecuentemente se observa este daño en secciones de relleno, sobre alcantarillas y en los accesos a puentes.

2 Procedimiento de Nivelación

Para inyectar el mortero que debe introducirse para levantar las losas, es necesario perforarlas. Los agujeros para inyección de la lechada se perforarán siguiendo el patrón indicado en el proyecto, y se tomarán las precauciones para evitar una rotura en el fondo del pavimento. Los agujeros serán verticales, redondos y sus diámetros no excederán de 5 cm (2"). Podrán lavarse levemente para crear una cavidad pequeña debajo de la losa que permita el tendido inicial de la lechada.

Para localizar las perforaciones, es conveniente considerar el procedimiento como si fuera un levantamiento con un gato hidráulico, perforando la losa en los lugares donde teóricamente se colocarían éstos, si fuera posible meterlos por debajo de la losa. Para evitar que una losa se fracture, es importante evitar que la presión sea excesiva en los puntos de inyección. Por esto, se recomienda que las perforaciones se coloquen entre 1.5 y 1.8 metros entre sí para no levantar una área mayor de 2.8 m².

La presión que levanta la losa disminuye en proporción a la distancia de la perforación. Cuando la losa está agrietada, se requieren más perforaciones para reducir la presión puntual alrededor de las grietas. Las perforaciones deben de colocarse a una distancia mínima de 30 centímetros de las juntas y bordes de las losas, pero no excediendo de 45 centímetros. Las fracturas y grietas

severas aisladas se consideran como si fueran juntas en la colocación de las perforaciones. Cuando es imposible seguir estas Normas por la localización de unas fracturas muy segundas, deberá programarse una reparación total.

Para eliminar bombeo de juntas donde todavía no hay asentamiento de la losa, se necesita un mínimo de dos perforaciones.

Se establecerán líneas de cuerda y se sujetarán con bloques a los puntos altos del pavimento para observar el movimiento. Se colocará en los hoyos un obturador de goma o un sellado total y conectado a la manguera de descarga en los planos de lechada. El extremo de descarga de la manguera no se extenderá por debajo de la superficie inferior del pavimento de concreto hidráulico. Cuando se efectúe un levantamiento en un pavimento de concreto hidráulico con refuerzo continuo, el bombeo se realizará de acuerdo con el patrón y en la cantidad requerida para levantar el pavimento hasta el límite de 0.30 cm (0.12") aproximadamente desde cualquier rasante de la línea de cuerdas. Cuando se levante el pavimento de juntas y los paneles en los extremos de un puente, el bombeo se realizará de acuerdo con el patrón y en la cantidad requerida para levantarlo hasta el límite de 0.61 cm (0.24") de la rasante especificada, mientras que para el pavimento de juntas, este límite podrá aumentarse hasta 0.91 cm (0.36"). Los límites indicados se aplicarán a las rasantes transversales y a las rasantes longitudinales. Se admitirán presiones continuas de hasta 14.1 kg/cm² (200 lbs/pulg²; 1.38 MPa). Se admitirán presiones de hasta 21.1 kg/cm² (300 lbs/pulg²; 2.07 MPa) solo durante lapsos breves. En la eventualidad que el pavimento se encuentre adherido a la base, se admitirán aumentos breves de presión (10 segundos o menos) hasta 42.2 kg/cm² (600 lbs/pulg²; 4.14 MPa). No se admitirá la pérdida excesiva de lechada a través de las grietas, juntas, o en virtud de la contrapresión en la manguera, o áreas adyacentes.

Es importante monitorear el proceso de levantamiento para asegurar que el perfil por nivelar alcance al terminar el proceso, el nivel y perfil de diseño. El método de cuerda en tensión (con instrumentos de topografía, cuando se trata de proyectos largos) es el método más fácil de control del avance de la obra. Con la cuerda fijada por lo menos 3 metros sobre la depresión y utilizando radios de 2 cm en las superficies alrededor las juntas, se controla el levantamiento y la duración del bombeo de mortero por cada perforación.

El pavimento elevado por encima de las tolerancias indicadas, se enrasará mediante el rectificador. Si la elevación excesiva superara 3.05 cm (1.2"), se requerirá la remoción y la sustitución del pavimento.

Las nuevas grietas radiando diagonalmente a través de los agujeros de inyección de lechada se presumirán causadas por técnicas de inyección inadecuadas. Se requerirá la sustitución del panel o de una parte del mismo si las grietas excedieran 4.6 m (15') lineales por losa.

Una vez terminado el levantamiento se sellarán todos los agujeros de perforación, rellenándolos hasta el nivel de la superficie del pavimento, con una mezcla de arena-cemento de fraguado acelerado u otro material indicado en el proyecto.

F.10 RECTIFICACIÓN DE LA SUPERFICIE

a Definición

Este trabajo consiste en la eliminación de defectos en las juntas y grietas, mediante el corte con equipo especial del plano superficial del pavimento de concreto hidráulico, para alisarlo y darle textura, a la vez que proporciona el drenaje lateral total manteniendo un talud transversal constante entre los extremos de la vialidad corregida. La rectificación de la vialidad de rampa o de la vialidad auxiliar se efectuará uniformemente en la forma requerida desde el borde de la línea principal para proporcionar el drenaje adecuado y una superficie de tránsito aceptable.

b Procedimiento de Rectificación

Se rectificará la zona total indicada en el proyecto hasta que la superficie del pavimento en los lados adyacentes de las juntas transversales y las grietas, se encuentren aproximadamente en el mismo plano, o tenga como resultado, un pavimento que se ajuste a la sección transversal típica y que las características generales de la superficie de tránsito se encuentren dentro de los límites especificados.

Se retirará el residuo sólido de la superficie del pavimento antes que la acción del tránsito o el viento lo arrastre. No se admitirá que los residuos fluyan en las vialidades abiertas al tránsito público, en las cunetas o instalaciones de drenaje.

El proceso de rectificación tendrá como resultado una superficie de pavimento que se ajuste a la rasante y que tenga una apariencia uniforme con una textura tipo lineal. La superficie del pavimento tendrá una textura formada por estrias de entre 2.3 a 3.3 mm (0.090" y 0.130") de ancho. La superficie entre las estrias será de 1.5 a 3.2 mm (0.60 a 0.125"). El vértice de los caballetes será aproximadamente de 1.6 mm (1/16") más alto que el fondo de las ranuras. Se proporcionará textura a por lo menos el 98% de todas las secciones de 0.91 m (3') por 30.5 m (100') de superficie de pavimento.

El acabado de la superficie se realizará según lo indicado en la siguiente tabla:

Propiedad	Agregado calizo	Otros agregados
Espesor mínimo promedio de lasca en mm (en pulgadas)	2.5 mm (0.100")	2.0 mm (0.080")
Número de ranuras por metro (por pie)	164 - 177 (50 - 54)	174 - 187 (53 - 57)

Tabla F-2 Acabado de la superficie.

Las superficies rectificadas del pavimento tendrán un valor del índice de rugosidad que no excederá 79 cm/Km (50 pulgadas/milla) cuando se le someta a prueba con un Contador Mays (Maysmeter). Todos los segmentos en la longitud de prueba que no cumplan con este valor, se someterán a la prueba del valor del Índice del Perfil de Pavimento mediante el Perfilómetro de Rainhart. Las lecturas no deberán exceder los 11 cm/Km (7.0 pulgadas/milla) de pavimento cuando se le someta a prueba de acuerdo con las indicaciones de proyecto.

Todas las zonas de la longitud de prueba que excedan los 11 cm/Km (7.0 pulgadas por milla) se rectificarán nuevamente para que se ajusten al valor especificado. Cuando sea necesaria la nueva rectificación para ajustarse a las especificaciones de uniformidad, se deberá rectificar el ancho total de la vialidad en la zona a corregir.

Se controlarán las juntas transversales y las grietas irregulares empleando un emparejador de 3 m (10'), para asegurar que las superficies adyacentes se encuentren en un mismo plano. El desalineamiento de los planos de la superficie en los lados adyacentes a las juntas o grietas y entre cada pasada de rectificación será menor de 1.6 mm (1/16"). El talud transversal del pavimento será uniforme, de modo que no haya depresiones o desalineamientos que excedan los 4.8 mm (3/16") en 3 m (10') cuando se someta a prueba con un emparejador colocado perpendicular a la línea central. Los requisitos del emparejador no se aplicarán a las juntas longitudinales o fuera de las zonas rectificadas.

F.11 REPARACIÓN DE JUNTAS

a Definición

El trabajo consiste en la reposición de los elementos de sellado de las juntas que presentan daño o deterioro, con la finalidad de evitar las infiltraciones del agua superficial a través de dichas aberturas y además evitar la acumulación en ellas de materiales extraños que harían que las juntas no trabajasen en forma eficiente. La mejor época para la ejecución de estos trabajos es la de máxima contracción del pavimento pero en caso necesario, puede ejecutarse en cualquier época del año siempre y cuando se tomen las precauciones necesarias para que la operación se haga sobre pavimento seco y a una temperatura arriba de los 10 °C

b Procedimiento para la Reparación de Juntas

El trabajo consiste en la reparación y el nuevo sellado de las juntas existentes en el pavimento de concreto hidráulico

Los selladores pueden ser líquidos o preformados, deben ser elásticos y resistentes a los efectos de combustibles y aceites automotrices.

Los selladores líquidos pueden aplicarse en caliente o en frío, ser de uno o de dos componentes y ser autoenrasables o labrables. Todos los selladores líquidos dependen de la adherencia a largo plazo con la cara de la junta para que sean efectivos. Las cintillas de respaldo o de resguardo, evitan que el sellador se escape por el fondo de la junta y evitan la adherencia del sellador con el fondo de la caja de la junta. El diámetro de esta barra de respaldo será 25% mayor que el ancho de la caja para asegurar un ajuste hermético.

Los selladores preformados dependen de la recuperación de la compresión a largo plazo para conseguir un asiento adecuado. El sello de compresión preformado deberá permanecer comprimido dentro de un rango de 20 a 50% en todo momento, es decir, deberán trabajar a tensión durante toda su vida útil. El ancho del sello seleccionado deberá ser del doble del ancho de la caja

El material de sellado (líquido o preformado) y la cintilla de respaldo se especificarán en el proyecto y deberán ser aprobados por la Autoridad Correspondiente antes de su incorporación a la obra

El trabajo debe ejecutarse mediante una previa limpieza de la junta, retirando todo material existente de relleno por reponer, polvo y materias extrañas. La profundidad de la limpieza debe ser tal que asegure un sellado satisfactorio y permita la libre expansión de ésta

Si lo indica el proyecto o la Autoridad Correspondiente, en el sellado de juntas se utilizará el cemento asfáltico de penetración 30-40. De igual forma, puede mezclarse con un 10% de polvo fino de piedra. En juntas de regular anchura deberá emplearse un material de más cuerpo como mezcla fina, sellos preformados u otro producto semi-elástico similar.

Cuando el material de relleno sea expulsado de la junta, por el movimiento de la losa, se removerá el sobrante por debajo del nivel del pavimento para permitir el sellado inmediato, hasta una profundidad establecida en el proyecto o indicada por la Autoridad Correspondiente

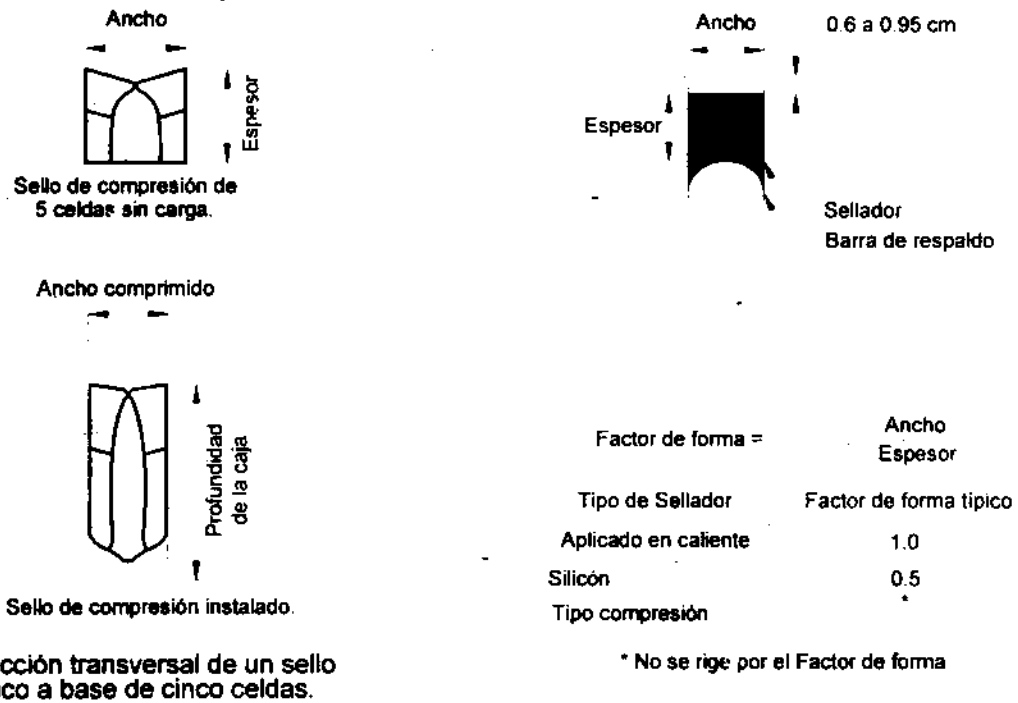


Figura F.1 Detalles diversos de selladores y factores de forma típicos

Todas las juntas existentes, tanto longitudinales como transversales, que se indiquen en el proyecto deberán permanecer en su sitio, se limpiarán y se les retirará el material existente procediendo a sellarlas nuevamente. Las operaciones de limpieza finales no se realizarán con más de un día de anticipación al nuevo sellado de las juntas. No se admitirán los procedimientos de limpieza que dañen las juntas o los bacheos previamente realizados, causando fragmentos o residuos.

Se retirará el material de sellado en ambas caras de la junta existente mediante fresado. El sellado se retirará hasta alcanzar una profundidad mínima desde la parte superior de la losa, de $2 \frac{1}{2}$ veces el ancho de la junta para colocar la cintilla de apoyo y para mantener la profundidad especificada, para que se instale el nuevo sellado. Una vez terminadas las operaciones de perfilado, se limpiará la superficie del pavimento adyacente mediante barredora a vacío u otro método adecuado.

Las juntas se alisarán con una sierra para concreto hidráulico con hojas de diamante y/o abrasivas, de diámetro pequeño. Se retirará todo el material de sellado existente por reponer de las caras de las grietas para exponer concreto nuevo y limpio. Cuando el ancho de la junta varíe y las caras de la misma sobresalgan y sean irregulares, se cortará una profundidad adicional de junta de aproximadamente 1.9 cm ($\frac{3}{4}$ ") como mínimo.

Se limpiará la junta y se retirará todo el material extraño utilizando para esta operación, una o más combinaciones de los siguientes métodos:

- 1 Limpieza con cepillo de alambre y ácido clorhídrico. La junta se limpia con un cepillo mecánico de alambre y otras herramientas necesarias. Una vez eliminado mediante cepillado todo el material extraño, incluyendo el de sellado existente por reponer; para exponer las caras de las juntas del concreto nuevas y limpias, se aplicará una solución al 10% de ácido clorhídrico. Una vez terminada la acción espumante del ácido, se limpiará con chorro de agua y se cepillará nuevamente la junta, terminada esta operación, se limpiará con aire comprimido.

- 2 Limpieza con chorro de arena. La junta se limpiará con una máquina de chorro de arena a presión y otras herramientas, según sea necesario. Una vez realizada la limpieza, a la junta se le aplicará aire comprimido. Este procedimiento se repetirá hasta que la junta esté libre de todo material extraño y hasta que queden expuestas las caras del concreto nuevas y limpias en la superficie de las juntas.
- 3 Limpieza con chorro de agua de alta presión. Se limpiarán las juntas con una máquina de chorro de agua de alta presión y otras herramientas necesarias. Una vez limpia la junta se le aplicará aire comprimido. Este procedimiento se repetirá hasta que la junta esté libre de todo material extraño y hasta que queden expuestas las caras del concreto nuevas y limpias en la superficie de las juntas.

El uso de la sierra, se limitará únicamente a exponer las caras del concreto limpias y nuevas en las juntas, mediante un corte mínimo admisible de 1.6 mm (1/16") en cada cara de la junta. Se retirará todo el polvo, los residuos del corte con sierra u otros materiales contaminantes de las caras de la junta y zona inmediata aplicando aire comprimido. Si se empleara el corte con sierra en seco con hojas de diamante o abrasivas, el residuo del aserrado o pasta resultante se retirará totalmente de la junta y de la zona inmediata mediante limpieza con un chorro de agua limpia de alta presión, aplicando posteriormente aire comprimido a la junta.

Para el caso de aplicación de selladores líquidos, una vez limpias y secas las juntas, se instalará la cintilla de respaldo hasta la profundidad indicada en el proyecto con una rueda de acero u otro dispositivo adecuado, evitando estirarla, retorcerla o dañarla durante el proceso. La colocación de la cintilla de respaldo se limitará a aquella cantidad de m (pies) lineales de junta que pueda sellarse en un solo día de trabajo. Deberá ser compatible con el material sellante, estar limpia y libre de costra, materia extraña, aceite o humedad y no deberá ser absorbente. Las dimensiones del medio de bloqueo requerido dependerán del ancho de las juntas después de la preparación adecuada, según se indica en la siguiente tabla:

Las juntas se sellarán inmediatamente después de la limpieza final y la colocación de la cintilla de respaldo. Se sellarán las juntas solo cuando las caras expuestas de concreto estén libres de polvo, materias extrañas y secas, además de que se cumplan las condiciones climáticas. En el caso de que la junta se contamine, se humedezca o se moje, se retirará la cintilla de respaldo, se limpiará y secará la junta y se colocará una nueva, antes de colocar el material sellante.

No se colocará ningún material sellante hasta que las juntas por sellar no hayan sido inspeccionadas y aprobadas por la Autoridad Correspondiente. El material sellante se colocará continua y uniformemente hasta llegar a la parte inferior de la superficie del pavimento empleando equipo que no produzca huecos o incorporación de aire. En el caso de material sellante de silicona, inmediatamente después de que se aplique el mismo, éste se trabajará para proporcionar contacto firme con las caras de las juntas y para formar las escotaduras requeridas debajo de la superficie de la losa según se detalle en el proyecto.

Antes de iniciar el sellado de las juntas se deberán seleccionar un mínimo de 15 juntas transversales para prueba en un emplazamiento aprobado y se limpiarán y sellarán con el material y procedimiento indicados para la totalidad de la obra. Después del sellado de las juntas de prueba y antes de proceder al sellado de cualquier otra, se inspeccionarán para determinar si el material sellante y la colocación cumplen con los requisitos establecidos. Si se determina que el material o la colocación no cumplen con los requisitos, se retirará el material y se repetirá el proceso de sellado. Una vez aprobadas las juntas de prueba, se realizará el sellado de las restantes empleando los mismos materiales y los mismos procedimientos.

F.12 SOBRECARPETAS

Cuando las fallas se presentan en forma generalizada, predominando fuertes deformaciones y agrietamientos, se requiere una rehabilitación, en el corto plazo, para evitar que se propaguen daños irreversibles. Los pavimentos rígidos se podrán reforzar colocándoles en la superficie una capa flexible, que consiste en capa base y carpeta asfáltica, o de simple carpeta asfáltica, o una capa construida con el procedimiento consistente en losas de concreto hidráulico de poco espesor.

Para calcular el espesor de la sobrecapa, en cualquier caso, se requerirá un estudio previo de las condiciones del pavimento existente, tanto en la calidad y estado de daño de cada capa, incluyendo la sub-rasante, hasta una medida del comportamiento del sistema de capas, que puede ser la medida del rebote por deflexión en la prueba de la viga Benkelman.

Se deberá elaborar un programa de reconstrucción, jerarquizado de acuerdo al resultado de los estudios realizados y con base a los recursos financieros disponibles. Los tipos de reencarpetao podrán ser:

- a Reencarpetao con un pavimento flexible sobre el existente que se encuentra en mala condición. Este pavimento flexible construido sobre un pavimento rígido de concreto hidráulico, de adoquines o de empedrado existentes, deberá constar cuando menos de una capa de base y una carpeta asfáltica.
- b Reencarpetao con sobrecarpeta asfáltica sobre el existente que se encuentre en condiciones de regular a mala. Consistirá en colocar sobre un pavimento existente construido con adoquines, empedrado o losas de concreto hidráulico, una carpeta de concreto asfáltico, de mezcla en lugar o una carpeta de riegos, según se indique.
- c Reencarpetao con losas de concreto de poco espesor. Consistirá en construir sobre un pavimento existente, una losa delgada de concreto. El pavimento existente podrá ser con superficie adoquinada, empedrada o con losas de concreto hidráulico. En este último caso, se deberá asegurar la unión de las dos losas, trabajando como una sola.

En muchos casos de repavimentación se podrá aprovechar los materiales existentes, removiendo alguna capa y mejorando el material con cemento Portland, cal o asfalto, según lo indique el proyecto o la Autoridad Correspondiente.

F.13 ACCESO DEL TRÁNSITO A LAS ZONAS REPARADAS

A menos que se especifique lo contrario, el pavimento restaurado no se abrirá al tránsito hasta que el concreto hidráulico haya alcanzado la resistencia a la compresión mínima indicada en el proyecto o por la Autoridad Correspondiente, probada de acuerdo con lo previsto en la Norma AASHTO T 22, o hasta que la lechada empleada para la elevación o el subsellado del pavimento haya alcanzado el fraguado inicial. El fraguado inicial se define como 14.1 kg/cm² (200 lbs/pulgada²; 1.38 MPa) con una cala de 1.6 cm² (0.25 pulgadas²) de acuerdo con lo previsto en la Norma AASHTO T 197 correspondiente a la prueba de la aguja sensor de Proctor.

No se permitirá el tránsito por las juntas selladas hasta que el material utilizado esté libre de adherencia o hasta que los residuos del tránsito no se incrusten en mismo.

F.14 UNIDAD DE MEDIDA

El bacheo se clasificará de acuerdo a los siguientes tipos y se medirán para el pago en la manera especificada a continuación:

- a Bacheo Tipo 1 La superficie de bacheo no será menor de 5 cm y cuya profundidad no será mayor de 5 cm. Se medirán en metros cuadrados sobre la superficie de pavimento terminada y aceptada.
- b Bacheo Tipo 2. Es el que se emplea para una junta o una obstrucción de grieta que tenga un ancho no mayor de 5 cm y una profundidad no mayor de 5 cm. Se medirá en metros lineales a lo largo del centro de la junta o grieta, extremo a extremo terminado y aceptado.
- c El bacheo de pavimento de profundidad extra del Tipo 1 o Tipo 2 que se ajuste a los requisitos de dimensión de medición de la superficie, aplicables a los bacheos de pavimento Tipo 1 o Tipo 2, requerirá de la medición de la profundidad promedio. La profundidad que exceda los 5 cm se medirá como profundidad extra hasta el centímetro más cercano. La unidad de medida será el número de centímetros por metro cuadrado sobre la superficie de pavimento para el bacheo Tipo 1 y el número de centímetros por metro lineal a lo largo del centro de la junta o grieta para el bacheo Tipo 2 terminadas y aceptadas.
- d Bacheo Tipo 3 Comprende el retiro de la profundidad total del pavimento existente y su sustitución por concreto hidráulico. Se medirá por metro cuadrado sobre la superficie del pavimento, por la zona retirada, sustituida y aceptada.
- e Para el caso de elevación del pavimento, la cantidad de lechada para elevar a medir a efectos del pago, será el número de litros o metros cúbicos de la mezcla de lechada terminada y aceptada en la obra.
- f Cuando se efectúe el subsellado, la medición se realizará de la siguiente forma:
 - 1 La cantidad de agujeros de perforación se medirá por unidad.
 - 2 La cantidad de lechada de subsellado a medir será el número de litros o metros cúbicos de la mezcla de lechada terminada y aceptada en la obra
- g La medición de la cantidad para efectos de pago de la rectificación, será por metro cuadrado en la superficie del pavimento terminada y aceptada
- h La medición del pago por el sellado de las juntas, será por metros lineales a lo largo del alineamiento de la junta de extremo a extremo, terminados y aceptados

Las cantidades aceptadas y determinadas en la forma establecida anteriormente, se pagaran al precio contractual por unidad de medida, respectivamente, por cada uno de los conceptos generados

F.15 CONCLUSIONES

Cada tipo de problema en pavimentos es muy particular, por lo tanto, será la Autoridad Correspondiente quien tome la decisión del tratamiento que se le dará a cada uno de ellos

La Autoridad Correspondiente deberá contar con una base de datos referente a las vialidades de su jurisdicción y el nivel de servicio que presentan. Con esta información, elaborará un programa de mantenimiento y rehabilitación de vialidades, soportado técnicamente mediante el análisis, revisiones y estudios de laboratorio correspondientes

La priorización de los trabajos se efectuará tomando en cuenta el techo financiero disponible o que se programa disponer para este fin, la jerarquía de las vialidades, el desarrollo y las necesidades del tránsito así como el grado de deterioro que presentan

**VERIFICACIÓN Y CONTROL DE CALIDAD EN LA
CONSTRUCCIÓN Y EL MANTENIMIENTO DE
PAVIMENTOS**

G VERIFICACIÓN Y CONTROL DE CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN Y EN EL MANTENIMIENTO DE PAVIMENTOS

G.1 DISPOSICIONES GENERALES Y DEFINICIONES

Existen diversas razones de peso para justificar la ejecución de las actividades de Verificación y Control de Calidad durante la ejecución de trabajos de construcción y de mantenimiento de pavimentos. algunas de las más importantes son las siguientes

- 1 La construcción y el mantenimiento de las vialidades representan una inversión importante, de parte de los ciudadanos de una comunidad. Es decir, que el servicio que presentan los trabajos realizados a los usuarios, responda a las expectativas técnico-económicas que llevaron a su instrumentación
- 2 El Estado y los Municipios, como clientes, deben conocer en que condiciones reciben las obras y si el precio que están pagando por cada trabajo es adecuado a la calidad resultante. Cuando los trabajos son realizados por administración directa, aplican los mismos conceptos siendo la propia empresa que los lleva a cabo, el primer interesado en lograr un buen resultado

a Control de Calidad

El **Control de Calidad** durante la construcción o mantenimiento, es el conjunto de actividades que permiten evaluar las propiedades inherentes a un concepto de obra y sus acabados, así como a los materiales y equipos de instalación permanente que se utilicen en su ejecución, comparándolas con las especificadas en el proyecto y/o en las Normas vigentes aplicables, para decidir la aceptación, rechazo o corrección del concepto y determinar oportunamente si el proceso de producción o el procedimiento de construcción se está realizando correctamente o debe ser corregido.

Las actividades de Control de Calidad comprenden principalmente el muestreo, las pruebas de campo y laboratorio, así como los análisis estadísticos de sus resultados, entre otras.

Si la construcción o mantenimiento se ejecuta por contrato, el **Control de Calidad** es responsabilidad exclusiva del Contratista de la obra; o si se realiza por administración directa, de la Supervisión de la Autoridad Correspondiente

• Requisitos para el Control de Calidad

La Supervisión de la Autoridad Correspondiente, o cuando la obra se ejecute por contrato, el Contratista, no podrá iniciar los trabajos de construcción o mantenimiento si no cuenta en campo con

- 1 El programa detallado de Control de Calidad, que sea técnicamente factible y aceptable desde el punto de vista de su realización física, así como comprobable en todas y cada una de las actividades programadas; que incluya la forma y los medios a utilizar para evaluar la calidad de los materiales correspondientes a todos los conceptos de obra terminada y de sus acabados, así como de los equipos de instalación permanente que vayan a formar parte integral de la obra. Este programa ha de ser congruente con el programa de ejecución de los trabajos, detallado por concepto y ubicación en la obra.
- 2 El personal profesional, técnico y de apoyo, las instalaciones, equipo y materiales de laboratorio, así como el equipo de transporte, que sean adecuados y suficientes de acuerdo con el programa detallado de Control de Calidad

b Verificación de Calidad

La **Verificación de Calidad** durante la construcción o mantenimiento, es el conjunto de actividades que permiten corroborar que los conceptos de obra cumplan con las especificaciones del proyecto y/o con las Normas vigentes aplicables, ratificar la aceptación, rechazo o corrección de cada uno, y comprobar el cumplimiento del programa detallado de Control de Calidad.

Las actividades de Verificación de Calidad comprenden principalmente la inspección, el muestreo y las pruebas, así como el seguimiento de los resultados del análisis estadístico del Control de Calidad. Con la ejecución de las actividades anteriores, se establecen:

- o Los parámetros que definen el nivel de calidad.
- o Los procedimientos y equipos para lograrlo.
- o Los ensayos y su interpretación para comprobarlo.
- o El cumplimiento de la obra con las Normas y especificaciones técnicas

Si la construcción o mantenimiento se ejecuta por contrato, la *Verificación o Aseguramiento de Calidad* deberá ser realizada directamente por la Supervisión de la Autoridad Correspondiente; y cuando la obra se realiza por administración directa, estas actividades deberá realizarlas una organización independiente de la que ejecute el Control de Calidad, dentro de la propia Autoridad Correspondiente.

• Requisitos para la Verificación de Calidad

Cuando la obra se ejecute por contrato, la Supervisión de la Autoridad Correspondiente, previamente a la iniciación de los trabajos de construcción o mantenimiento, contará en campo con:

- 1 El programa detallado de Verificación de Calidad, que sea técnicamente factible y aceptable desde el punto de vista de su realización física, así como comprobable en todas y cada una de las actividades programadas; que incluya la forma y los medios a utilizar para la Verificación de la Calidad, y que sea congruente con el programa de ejecución de los trabajos, detallado por concepto y ubicación en la obra.
- 2 El personal profesional, técnico y de apoyo; las instalaciones, equipo y materiales de laboratorio, así como el equipo de transporte, que sean adecuados y suficientes de acuerdo con el programa detallado de Verificación de Calidad.

c Muestreo

Salvo que en las especificaciones del proyecto se indique lo contrario, las muestras para el Control de Calidad serán del tipo y con la frecuencia que establezca la Autoridad Correspondiente o que determinen las Normas vigentes aplicables en la materia.

Cuando se trate de comprobación aleatoria, se realizarán los muestreos necesarios y con la frecuencia que indique la Autoridad Correspondiente.

En todos los casos las muestras se seleccionarán al azar, mediante un procedimiento estadístico y objetivo, que garantice que todos y cada uno de los elementos de la población por muestrear, tengan la misma probabilidad de ser seleccionados.

Durante los trabajos de construcción o mantenimiento, el Contratista deberá disponer de Laboratorio y Topografía permanentes, para la realización eficiente de las actividades relativas al Control de Calidad de la obra contratada.

El Laboratorio del que dispondrá el Contratista o la Autoridad Correspondiente, para la ejecución de las actividades de Control de Calidad de la obra, deberá contar con registro vigente en el Padrón de Contratistas y Proveedores del Estado, siempre que no contravenga la legislación vigente aplicable.

G.2 SUPERVISIÓN DE OBRA

El término **Supervisión de Obra** se refiere a la inspección permanente que realiza la Autoridad Correspondiente a través de su Representante, quien además vigila de que se cumplan las condiciones estipuladas en el contrato, las fijadas en el proyecto, en las Normas vigentes aplicables, o por el mismo. El Representante de la Autoridad Correspondiente deberá tener conocimientos y capacidad en la rama materia de la Supervisión y se auxiliará de profesionales o técnicos interdisciplinarios durante el desarrollo de la actividad contratada.

La responsabilidad de la ejecución de los trabajos necesarios para lograr calidad en la actividad contratada, recae principalmente en el Profesionista Representante de la Autoridad Correspondiente, el cual se denomina **Supervisor de Obra**. Su función es la de verificar, revisar, observar y registrar las actividades que comprenden el estudio, el plan, el proyecto y o la construcción y el mantenimiento de obras de infraestructura, tendientes a lograr su ejecución dentro del costo programado, calidad especificada y en tiempo de ejecución planeado.

Son funciones básicas del Supervisor de Obra

- Garantizar el cumplimiento de las Normas y especificaciones técnicas, así como la normatividad vigente aplicable, para el diseño y ejecución de los trabajos
- Efectuar el seguimiento, la medición y valoración de los trabajos apropiados para su pago y llevar un control de la marcha de los mismos.
- Registrar la información recopilada durante la etapa de ejecución, que será de utilidad en el futuro para establecer la eficiencia y productividad de los procedimientos
- Mantener una relación fluida entre el Contratista y la Autoridad Correspondiente, a manera de asegurar la mejor operación y eficiencia de los trabajos para la comunidad.

A tal efecto, el Supervisor deberá contar con los instrumentos legales y físicos para llevar a cabo eficazmente sus funciones

- 1 Los *instrumentos legales* están constituidos por los documentos de licitación, las Normas y las especificaciones técnicas; estos componen la documentación del contrato, en la que debe existir una definición precisa de los trabajos, con Normas y especificaciones concisas y actualizadas y un medio flexible, apto para conducir con eficacia los trabajos de construcción y/o de mantenimiento de pavimentos
- 2 Los *instrumentos físicos* están constituidos por el laboratorio de materiales y los equipos de medición, actuando en forma coordinada y programada con el Supervisor. Se espera de este, preparación técnica, experiencia de obra, sentido común y ecuanimidad

G.3 ORGANIZACIÓN DE LA VERIFICACIÓN DE CALIDAD

La mayoría de las actividades tanto de la construcción como del mantenimiento de pavimentos requieren, por su naturaleza, una inspección permanente del Supervisor y con este criterio han sido elaboradas las Normas y las especificaciones técnicas. Esto implica una permanencia física en el lugar de trabajo, contrariamente a la práctica de limitar su participación en las instancias iniciales (para delimitar las áreas a construir o reparar) y finales, para comprobar la calidad final, efectuar la

medición y preparar la evaluación. Algunos principios básicos en los que se apoya el esquema de verificación permanente o integrada son:

- a La Verificación de Calidad antes y durante la ejecución, permite corregir sobre la marcha prácticas inapropiadas, evitando que se prolonguen las obras, por reconstruir o reparar trabajos defectuosos inspeccionados a destiempo.
- b Muchas etapas del proceso constructivo pueden vigilarse por simple observación, resultando más sencillo y económico que un intenso muestreo y ensayos finales que puedan poner en evidencia dichos aspectos. Un ejemplo característico es la inspección de compactación de los bacheos, para la cual puede establecerse un número mínimo de pasadas de rodillo que asegure un nivel de compactación adecuado, en vez de tener que efectuar ensayos de densidad en cada uno de los baches.
- c Habiendo seguido las etapas constructivas, el Supervisor podrá eventualmente interpretar las anomalías que puedan hallar en algunos resultados, que de otra manera resultarían siendo interrogantes. Esto es esencial en el desarrollo de "experiencia".
- d La inspección durante la ejecución y su aprobación por parte del Supervisor, facilita la aceptación definitiva del producto al concluir los trabajos. La inspección posterior a la ejecución del trabajo deja como alternativa la no aceptación de lo construido, que no beneficia ni al Contratista ni a la Autoridad Correspondiente, originando conflictos.
- e La verificación permanente o integrada, armoniza los recursos del Contratista con los del Supervisor, permitiendo comprobar la real aplicación de las exigencias. El Supervisor se orienta a asegurar la calidad de la obra y no a comprobar la mala calidad.
- f El Supervisor no puede cambiar, revocar o suspender los requisitos de las especificaciones, sin la justificación técnica correspondiente; tampoco debe forzar al Contratista a la aplicación de métodos rígidos, sino darle la posibilidad de acceder a nuevos procesos, que al fin se traducirán en adelantos de la técnica y en beneficios económicos, aunque siempre salvaguardando los requerimientos de calidad definidos en las Normas y especificaciones. El Supervisor tampoco debe caer en el riesgo de convertirse en Director de los Trabajos, tarea que recae sobre el Ingeniero a cargo de la obra, por parte del Contratista.
- g La Verificación de Calidad comprende tanto materiales, equipos y procesos constructivos, siendo necesario establecer los parámetros relevantes de cada actividad o etapa.

1 Verificación de Materiales

La Verificación de Calidad comprende en primera instancia la inspección de provisión de los materiales necesarios. Esto lleva a diferenciar los mismos según quién y como los provee en dos categorías básicas:

- **Materiales locales**, son aquellos suministrados y elaborados por el Contratista, quien es responsable de todo lo relativo al procesamiento y calidad final del producto.
- **Materiales comerciales**, son aquellos suministrados por un Proveedor responsable de su procesamiento, aunque el Contratista continúa siendo responsable de su calidad; éstos pueden ser elaborados a escala industrial como por ejemplo la provisión de cementos Portland, o bien en condiciones de producción limitada, en el otro extremo, como por ejemplo, el suministro de material granular por parte de las canteras comerciales que puedan existir en el Municipio.

Obviamente esta diferenciación tiene repercusión en la verificación de calidad y el Supervisor debe intensificar la inspección de aquellos elaborados en procesos no industriales, ya sean

de origen local o comercial, donde se requiera una vigilancia de toda la cadena de producción

Una porción mayoritaria de las actividades tanto de la construcción como del mantenimiento de pavimentos, involucra el uso de agregados pétreos. Por ende, es oportuno definir algunos conceptos básicos que se refieren a la inspección de la producción de agregados pétreos

Las propiedades del material granular, como producto terminado de una explotación dependen

- Del banco o cantera del cual proceden (características petrográficas y mecánicas, intrínsecas de la roca o grava explotada)
- Del procedimiento y equipo utilizados para el procesamiento del material de la cantera. La instalación deberá cumplir un número de funciones esenciales, como la reducción, trituración, eliminación de finos y clasificación, según sea el caso

Esta diferenciación es importante, porque en algunos casos pueden condicionar la aceptación de un banco o cantera, ya sea en forma total o parcial. En la Tabla G-1, "Estudios para las Características de Fuentes de Provisión de Materiales Granulares y Determinación de las Propiedades de los Mismos", se indican los principales factores a considerar para la caracterización de los materiales granulares y la evaluación de canteras, con relación a diferentes posibilidades de uso. Las especificaciones proveen límites y exigencias para los diversos requerimientos. El cuadro es suficientemente explicativo para ilustrar que información debe requerirse de una cantera determinada para autorizar su uso.

Aspectos Principales a Evaluar	Objetivo	Características y Propiedades a Evaluar	Ensayos a Realizar	De Sub-base	Aplicación Base	Para uso Asfalto	En Concreto
a Identificación de la cantera o fuente de material.	Definir en forma preliminar las posibilidades de utilización de material desde los puntos de vista técnico y económico	1 Características primarias del material sin procesar. 2 Características de la cantera.	- Análisis petrográfico. - Granulometría. - Constantes físicas. - Clasificación. - Humedad natural / Densidad in-situ. - Ensayo de compactación. - V.R.S. - Contenido de sales y sulfatos. - Volumen disponible. - Rendimiento. - Distancia de transporte. - Forma de explotación.	- x x x x x x x x x x x x	- x x x x x x x x x x x x	x x x - x - x x x x x x x	x x x - - - - x x x x x x
b Calidad del agregado.	Determinar la calidad del agregado con relación a los usos previstos. Establecer las necesidades de procesamiento y pautas para su inspección con base a éstas, revisar la conveniencia de su utilización.	1 Durabilidad. 2 Características de la superficie del agregado. 3 Grado de uniformidad.	- Estado de conservación del material (grado de alteración). - Abrasión: Desgaste "Los Ángeles". - Ataque Sulfato de Sodio. - Alterabilidad térmica - Equivalente de arena. - Limpieza: polvo adherido. - Terrones de arcilla. - Materia orgánica. - Control en cantera. - Control en planta trituradora. - Control de acopios.	x x x - - - - - - - - -	x x x - x x x x x x x x	x x x x x x x x x x x x	x x x - x x x x x x x x
c Características físicas vinculadas con el proyecto de mezclas para bases hidráulicas, revestimientos, mezclas asfálticas y concretos de cemento Portland.	Determinar las diversas propiedades del agregado procesado, de interés para el proyecto de las mezclas en las que se contempla su utilización y la necesidad eventual de incorporar aditivos u otros materiales correctores.	1 Graduación. 2 Forma y textura de las partículas. 3 Pesos específicos. 4 Adherencia.	- Tamaño Máximo. - Granulometría (vía seca/vía húmeda). - Forma de la curva granulométrica. - Módulo de finura. - Forma. - Rugosidad superficial. - Porcentaje de caras fracturadas. - Cubicidad. - Pesos específicos. - Absorción de agua y de asfalto. - Adherencia con asfalto.	x - - - - - - - - - - - -	x x x - x x x x x x x x	x x x - x x x x x x x x	x x x x - - - - x x x x -

Table G-1 Estudios para las características de fuentes de provisión de materiales granulares y determinación de las propiedades de los mismos.

Un aspecto que puede llamar la atención se refiere al grado de uniformidad del material obtenido. Desde el punto de vista de utilización de un material, tan importante es la calidad como la homogeneidad del mismo. Las Normas y especificaciones introducen el concepto de "**Fórmula de Obra**" y establecen límites muy estrechos para la variación de las propiedades del material. El propósito es ser exigentes en la preparación de los materiales para facilitar la inspección de su puesta en obra, reduciendo significativamente las pruebas durante la ejecución de los trabajos (granulométricas y ensayos de compactación) manteniendo un mismo nivel de confianza. Por el contrario, no se prescriben los sistemas de procesamiento a emplear los que no solamente varían con el uso sino también con las necesidades de cada banco en particular.

Los fenómenos de segregación son con frecuencia causales para la obtención de un producto poco uniforme. Se entiende por segregación la tendencia de las partículas mayores a separarse del resto del producto, o dicho de otra manera, la tendencia a clasificarse y separarse por tamaños, bajo ciertas condiciones de manipuleo. Estas condiciones están presentes a lo largo de las distintas etapas del proceso constructivo:

- Durante la elaboración o procesamiento del material (a la salida de bandas transportadoras, por ejemplo)
- Durante la ejecución de almacenamiento, cuando se emplean equipos inapropiados y/o bandas transportadoras que dejan caer el material desde gran altura
- Durante la puesta en obra (mayor variación puede esperarse cuando los materiales se proveen en estado seco)

Para garantizar el cumplimiento de las Normas y especificaciones, el Contratista o Proveedor deberá considerar como actividad de Control de Calidad, a través de su laboratorio de materiales, la implantación de un programa de control que involucre

- El control de las plantas de procesamiento, a través de inspecciones periódicas que permitan constatar el funcionamiento de equipos, uniformidad de alimentación de bandas transportadoras, permanencia de la calibración, estado de las mallas y cribas, desgaste de las trituradoras, etc.
- El muestreo y ensayo en laboratorio del material procesado en términos de granulometría. Los resultados deberán ser vaciados en gráficas de control, preparadas para apreciar rápidamente la secuencia de producción y las variaciones inherentes a ésta; se emplean gráficas de control de medida (promedio de las muestras obtenidas en un día determinado), o de rangos (diferencia entre el valor mayor y menor obtenido en un día determinado)

Este seguimiento permite diferenciar dos situaciones. Primero, los cambios de graduación se deben a una alteración del proceso de transportación / trituración, (desgaste de componentes del equipo o mallas, etc.); en cuyo caso debe ajustarse el proceso de elaboración; y segundo, los cambios se deben a modificaciones del material de origen, no imputables al proceso de extracción, en cuyo caso el procesamiento no permite corregirlos, debiéndose estudiar una nueva dosificación del material, notificando al Supervisor de Obra los cambios solicitados.

Estos mismos conceptos se aplican a la elaboración de mezclas asfálticas que, por su importancia requieren un control continuo a través de un laboratorio de materiales.

2 Verificación de Ejecución

La verificación de ejecución de los trabajos se basa en un conjunto de tareas de inspección las cuales se repiten con cierta frecuencia. Sin entrar en los detalles propios de cada

actividad o trabajo, las frecuencias con que se realizan estas tareas de inspección se pueden dividir en las siguientes:

- **Inspección Única.** Ciertas actividades requieren una sola inspección en circunstancias normales. Por ejemplo, la revisión del equipo del Contratista, cuando llega por primera vez al sitio, a menos que el equipo no funcione apropiadamente o que una unidad haya sido reemplazada, normalmente no hay necesidad de revisar otra vez.
- **Inspección en Punto Crítico.** Una inspección de punto crítico, es esencialmente la que se lleva a cabo sólo una vez y que debe ser realizada en un momento específico en la secuencia de ejecución, antes que se lleve a cabo la siguiente etapa de ésta. Un ejemplo es la inspección de moldes y disposición de barras de acero, antes del colado del concreto, en trabajos de bacheado. En las Normas y especificaciones técnicas se indican algunas situaciones que, para continuar requieren de la aprobación del Supervisor de Obra. Es necesario entonces que el Contratista de aviso anticipado para que el Supervisor de Obra proceda a efectuar la inspección del punto crítico; la falta de aviso se considera como una infracción seria de las especificaciones, por parte del Contratista.
- **Inspecciones Intermitentes del Sitio.** Muchas de las actividades pueden ser inspeccionadas y controladas adecuadamente a través de inspecciones casuales o regulares de los sitios donde se realizan, a medida que avanza el trabajo.
- **Inspección Continua.** Debido a su naturaleza inherente, crítica o variable, algunas operaciones requieren la presencia permanente del Supervisor de Obra. La colocación del concreto, la elaboración de mezclas asfálticas, son buenos ejemplos en los cuales, la inspección continua es justificada.

En la Tabla G-2 se señalan ejemplos de las principales actividades de inspección y el tipo de frecuencia con que deben ser llevadas a cabo. La lista incluye las tareas relevantes de las principales actividades de construcción y de mantenimiento de pavimentos.

FRECUENCIA	ACTIVIDAD DE INSPECCIÓN
Únicas	<ul style="list-style-type: none"> - Revisar el equipo del Contratista. - Inspeccionar el material en los establecimientos del Proveedor para aprobar la fuente de estos materiales. - Inspeccionar las instalaciones de laboratorio y pruebas para dar la aprobación antes de su uso. - Revisar el trazo inicial, el error final y la topografía. - Revisar la topografía de la línea central y el estaqueado. - Revisión final de la textura y acabado de la superficie del pavimento. - Revisión final del acabado de las estructuras. - Revisión final del drenaje. - Revisión final de aceptación de los elementos de instalación permanente, alumbrado, etc. - Medida del trabajo para el pago. - Revisar los planos del montaje, los planos de armaduras provisorias, dibujos, etc.
Punto crítico	<ul style="list-style-type: none"> - Inspeccionar la sub-base antes de colocar la base. - Inspeccionar la base antes de colocar la capa de rodamiento. - Revisar la base antes de colocar la mezcla asfáltica o el concreto de cemento Portland. - Inspeccionar el encofrado, la armadura provisoria y el refuerzo antes de poner el concreto, etc. - Revisar todo el material a cubrirse antes de las operaciones de relleno. - Revisar las excavaciones antes de colocar el drenaje o elementos de instalación permanente. - Revisar el apuntalamiento temporal antes de trabajar en excavaciones profundas. - Inspeccionar otros puntos críticos misceláneos en situaciones especiales.
Inspección de sitio	<ul style="list-style-type: none"> - Inspeccionar las estacas para la línea central de elevación. - Inspeccionar el material (agregados) para el relleno, lugar de acumulación. - Inspeccionar la remoción del suelo orgánico, acumulación y reemplazamiento. - Inspeccionar las operaciones de relleno y terraplén. - Inspeccionar estructuras misceláneas de drenaje, pozos de visita, sumideros, tuberías, etc. - Inspeccionar la sub-base y la base, el nivel de la línea, contenido de humedad, etc. - Realizar pruebas y muestreos. - Revisar los requerimientos de seguridad, control de tránsito, armadura provisional, apuntalamiento de excavaciones, andamiaje, etc. - Inspeccionar el concreto durante su curación.
Continuo	<ul style="list-style-type: none"> - Inspeccionar la producción de concreto en la planta. - Inspeccionar la planta de mezcla asfáltica durante la producción - Inspeccionar la compactación de las mezclas asfálticas

Tabla G-2 Frecuencias sugeridas de las principales actividades de inspeccion

3 Muestreo y Pruebas de Laboratorio

Dentro de estos lineamientos generales, cabe hacer referencia también a las técnicas de muestreo para la aceptación tanto de materiales como de los procesos de ejecución. El muestreo es un proceso de selección de una parte o muestra representativa, la cual será utilizada para juzgar la tolerancia del lote del cual procede, basada en los requerimientos inicialmente establecidos, las variables que intervienen durante el proceso en estudio y los resultados obtenidos; éstos últimos dependen en gran parte de:

- Las técnicas de muestreo, es decir, los procedimientos para obtener y ensayar una muestra.
- El tamaño de la muestra, el número de muestras en relación con el grado de uniformidad del proceso a controlar y el grado de confianza deseado.

Errores y defectos en el muestreo pueden ser introducidos por una técnica de muestreo mal empleada. El muestreo casual o aleatorio, incluye la selección de una muestra o de un área de trabajo de tal forma que, cada una de las partes tenga la misma oportunidad de ser escogida. Esta técnica de muestreo identifica defectos conocidos y desconocidos, ciclos y patrones de variación, con un rango inherente bajo.

Mientras mayor sea el número de muestras que se tomen, el riesgo de aceptar un material y/o un trabajo insatisfactorio se reduce. Sin embargo, a medida que se incrementa el número de muestras, también se incrementa el costo de las pruebas y el tiempo requerido para la realización de las mismas. De esta manera, la elección de la frecuencia de muestreo apropiada a manera de compatibilizar ambos aspectos, es una de las consideraciones más importantes. Factores que afectan la frecuencia y que deben tenerse en cuenta por el Supervisor de Obra son los siguientes:

- Variabilidad del producto; materiales con características de calidad o procesos constructivos que sean muy variables, deberán ser sometidos a muestreos más frecuentes.
- Uso; materiales que cumplan una función crítica deben ser sometidos a un muestreo más frecuente.
- Experiencia previa; materiales o productos provenientes de una fuente que no ha sido usada o aquellos que tienen una historia de no satisfacer los requisitos deben ser muestreados e inspeccionados más frecuentemente que aquellos que han demostrado en el pasado un buen funcionamiento.
- Concordancia con los parámetros establecidos; cuando por resultados de las pruebas, o por inspección visual, se presume que un producto pueda no estar de acuerdo con las Normas y especificaciones, esto indicará que es necesario ordenar un aumento en la frecuencia de muestreo.

El muestreo culminará con las pruebas de laboratorio que permitan certificar el grado de cumplimiento de los materiales, las cuales deberán estar previstas en las Normas y especificaciones vigentes. Las pruebas deben realizarse en laboratorios calificados, de probada capacidad, ya sean éstos de la propia Autoridad Correspondiente, de Universidades, o privados con registro vigente en el Padrón de Contratistas y Proveedores del Estado, siempre que no contravenga la legislación vigente aplicable.

En todos los casos el Supervisor de Obra y el laboratorio deben trabajar en forma conjunta. El laboratorio efectúa las pruebas, evalúa los resultados de éstas y provee asistencia técnica al Supervisor de Obra.

El Supervisor de Obra actúa como parte final de la inspección en el proceso de ejecución y juega un papel importante en detectar cambios en la calidad de los materiales y/o procesos constructivos; sabe que las pruebas están basadas en el tipo de muestreo. Por ende, el Supervisor de Obra no puede delegar su responsabilidad en el laboratorio de materiales.

Para asegurar la rapidez que requieren los trabajos de construcción y de mantenimiento de pavimentos es conveniente disponer la Verificación de Calidad en dos etapas. Durante la primera, al inicio de cada actividad se intensificarán las inspecciones y pruebas de laboratorio para definir los procesos de ejecución específicos para los equipos y personal empleados. Una vez comprobada la eficiencia de éstos y aprobado el procedimiento, comienza una segunda etapa en la que se disminuyen significativamente las inspecciones y pruebas de laboratorio a condición de que el proceso constructivo se apege estrictamente a las condiciones aprobadas durante la etapa inicial.

Existen diversas etapas constructivas que requieren efectuar un muestreo teniendo cada una de ellas objetivos diferentes. Típicamente pueden diferenciarse tres situaciones:

- Durante las inspecciones de producción de agregados y mezclas, se toman las muestras directamente de la planta de procesamiento a la salida o en los lugares especialmente diseñados para tal efecto. El objeto de estas es permitir la ejecución de pruebas destinadas a la Verificación de Calidad, en particular a comprobar la uniformidad del material.
- Durante la ejecución de los trabajos, estas muestras condicionan la aceptación del material debiendo ser representativas de la mezcla o material distribuido, involucrando la segregación propia de esta actividad. Los lugares de muestreo se determinan al azar y extrayendo las cantidades de material que establece el proyecto o indique la Autoridad Correspondiente, para asegurar tal representatividad.
- Para la aprobación de materiales a almacenar en obra, suelen tomarse las muestras en las fuentes de producción, en las unidades de transporte o bien de los almacenamientos. La toma de muestras efectuadas directamente de las unidades de transporte facilita la inspección y pruebas, ya que permite relacionar el resultado de los ensayos con la fecha de ingreso y cantidad correspondiente a cada partida.

G.4 GUÍA DE PROCEDIMIENTOS DE VERIFICACIÓN DE TRABAJOS DE CONSTRUCCIÓN Y MANTENIMIENTO DE PAVIMENTOS

Las Normas de ejecución y los procedimientos constructivos definen, de una manera precisa, los materiales, equipos y procesos constructivos a emplear para llevar a cabo con eficiencia los trabajos de construcción y de mantenimiento de pavimentos, debido a lo cual, el Supervisor de Obra debe tener pleno conocimiento de las mismas. Con la finalidad de facilitar la aplicación de éstas y de las técnicas de Verificación de Calidad, se presenta la siguiente guía, que resume los aspectos más importantes que no deben escapar a la inspección del Supervisor de Obra.

El lugar, frecuencia y minuciosidad con que se haga la inspección, puede variar dependiendo de la actividad, el tipo de contrato, el tipo de Norma y de especificación o el grado de cumplimiento demostrado por un Contratista y/o Proveedor de un determinado material. Esta guía es complementaria y no reemplaza a las Normas y especificaciones técnicas de proyecto.

Se presenta un conjunto de preguntas claves a modo de guía o lista de Supervisión, que orienta la inspección de las principales actividades de construcción y de mantenimiento de pavimentos. Las inspecciones se han separado en tres categorías:

- a Inspecciones previas; llevadas a cabo al inicio de los trabajos; generalmente se canalizan una vez sin necesidad de repetirlos hasta que no varien las condiciones iniciales.
- b Inspecciones durante la ejecución; se realizan en forma repetitiva a lo largo del proceso de construcción.
- c Inspecciones finales y registros; se refieren a las tareas a llevar a cabo para la aprobación de trabajos y para el archivo de la información técnica y contractual.

A los elementos mencionados se añade una indicación del tipo de frecuencia y el lugar donde se llevan a cabo las inspecciones, así como notas técnicas aclaratorias de interés para el Supervisor de Obra, explícitas en el rubro de observaciones, las cuales deberán ser ampliadas e informadas en una hoja complementaria como anexo. Se proporciona la información en forma de Tablas que faciliten una interpretación rápida. En todos los casos, mayores precisiones se deberán incluir en las especificaciones técnicas. La guía está destinada a su uso en el campo.

Las guías de Verificación de Calidad que se incluyen a continuación se han ordenado, según el esquema siguiente:

- 1 Guías para Verificación de Calidad de provisión de materiales básicos (agregados pétreos, mezclas asfálticas, mezclas de cemento Portland).
- 2 Guías para Verificación de Calidad de actividades de construcción y/o mantenimiento de pavimentos y que deben emplearse conjuntamente con la o las guías correspondientes a los materiales específicos de cada actividad.

Ejemplos de listas de Supervisión o guías de Verificación de Calidad.

Provisión de mezclas de concreto de cemento Portland

ETAPA	INSPECCIONES PREVIAS	FRECUENCIA	LOCALIZACIÓN
1	¿El Contratista ha informado la fuente de origen de los materiales, la localización, tipo y características de la planta de elaboración del concreto?	Unica	Obra
2	¿Se inspeccionó el sitio para comprobar las características de la planta y la aptitud de las mismas? ¿Se verificaron los requerimientos de equipo que le son aplicables? ¿La planta es dosificadora o dosificadora / mezcladora?	Unica	Planta
3	Definidas las características de resistencia y fraguado de la mezcla ¿Los materiales cumplen los requerimientos de calidad? ¿Se han efectuado los estudios de dosificación? ¿Se ha comprobado que el concreto permite alcanzar las resistencias especificadas en el plazo estipulado?	Unica	Planta
4	Los acopios de los agregados. ¿Están hechos adecuadamente? ¿Se producen segregaciones? ¿Hay suficiente separación entre las pilas?	Unica	Planta
5	Inspección de la planta de elaboración. ¿El sistema de medición de agua ha sido calibrado? ¿Las balanzas tienen la precisión correcta? ¿La unidad de mezclado (ya sean en la planta o sobre camión de transporte) es de capacidad suficiente? ¿El estado de sus paletas es satisfactorio?	Unica	Planta
6	¿Se han efectuado las coordinaciones necesarias para el suministro oportuno y eficiente de la mezcla? ¿Se ha definido el camino que seguirán las unidades de transporte?	Unica	Obra
ETAPA	INSPECCIONES DURANTE LA PROVISIÓN	FRECUENCIA	LOCALIZACIÓN
7	¿Se han inspeccionado los camiones de transporte de la mezcla?	Punto Crítico	Obra y Planta
8	La mezcla a su llegada a obra ¿tiene aspecto homogéneo? ¿El asentamiento se encuentra dentro de los rangos establecidos? ¿Se efectúan los ensayos de asentamiento?	Punto Crítico	Obra
9	En caso de observarse anomalías ¿se han tomado las medidas necesarias? ¿Se ha prohibido la adición de agua a la llegada a obra? ¿Se ha rechazado el suministro de concreto fuera del rango de revenimiento establecido?	Punto Crítico	Obra
10	¿Se moldean regularmente los cilindros para el control de resistencia? ¿Se prepara el número apropiado de cilindros para verificar la resistencia a la compresión a las edades estipuladas (ver Nota 3)? ¿Los cilindros son identificados con tiza y colocados en inmersión en agua hasta la fecha de ser ensayados?	Punto Crítico	Obra
11	¿Los cilindros de obra son ensayados en un laboratorio calificado a las edades estipuladas? ¿Se reciben con prontitud los informes? ¿Se informan las edades verdaderas corregidas por laboratorio según fecha de ensayo? ¿Se llevan gráficas de control? ¿Los resultados se encuentran dentro de los valores especificados?	Intermitente	Obra
12	¿El laboratorio de planta informa regularmente los ensayos de control de calidad? ¿Los resultados son congruentes con los obtenidos en cilindros de obra? ¿Se notificaron las eventuales anomalías o incongruencias?	Intermitente	Planta
13	El suministro de material a obra. ¿se realiza racionalmente sin generar situaciones de riesgo para el tránsito y en el momento oportuno? ¿Los volúmenes suministrados son suficientes para las necesidades de manera de no tener que interrumpir el trabajo en un bache con un llenado parcial?	Punto Crítico	Obra
14	¿Se lleva el registro de los volúmenes suministrados a obra, fecha y hora de remisión, extracción de muestras y preparación de cilindros?	Punto Crítico	Obra
ETAPA	INSPECCIONES FINALES - REGISTROS	FRECUENCIA	LOCALIZACIÓN
15	¿Se han vaciado los datos de volúmenes y calidad del concreto en los archivos de obra?	Continuo	Obra

OBSERVACIONES

- 11. Punto Crítico, toda vez que llega a obra un camión con concreto

Tabla G-3 Ejemplo de lista de Supervisión o guía de Verificación de Calidad. Provisión de mezclas de concreto de cemento Portland

Provisión de mezclas asfálticas

ETAPA	INSPECCIONES PREVIAS	FRECUENCIA	LOCALIZACIÓN
1	¿El Contratista ha informado la fuente de origen de los materiales, la localización, tipo y características de la planta de asfalto que empleará para la producción de la mezcla?	Única	Obra
2	¿Se inspeccionó el sitio para comprobar las características de la planta y la aptitud de las mismas? ¿Se comprobó si se trata de una planta de tipo discontinuo (por pistones), de tipo continuo (volumétrica) o de tipo tambor mezclador? ¿Se checkaron los requerimientos de equipo que le son aplicables?	Única	P. Asf.
3	¿Los materiales cumplen las especificaciones? ¿Se han realizado ensayos de calidad respectivas?	Única	P. Asf.
4	¿Se han realizado los estudios de dosificación pertinentes? ¿Se ha suministrado toda la documentación correspondiente a la Fórmula de Obra? ¿Ha definido con el Contratista / Proveedor los límites de tolerancia? ¿La Fórmula de Obra cumple todos los requerimientos especificados?	Única	P. Asf.
5	Los acopios de agregados ¿están hechos adecuadamente? ¿Se producen segregaciones? ¿Hay suficiente separación entre las pilas? ¿El material de relleno fino (filler) está suficientemente protegido de la intemperie?	Única	P. Asf.
6	Inspección de la Planta de Asfalto ¿Se han inspeccionado los silos de agregados fríos? ¿La descarga de agregados se produce normalmente? ¿Se ha verificado la abertura de las compuertas de los silos?	Única	P. Asf.
7	¿Las mallas de la unidad clasificadora de la planta, son las correspondientes a las indicadas por la calibración? ¿No hay roturas o excesivo desgaste?	Única	P. Asf.
8	¿Se pueden tomar muestras de agregados y de la mezcla en forma adecuada? ¿Se ha verificado la abertura de las compuertas de los silos?	Única	P. Asf.
9	¿El material asfáltico cumple las especificaciones? ¿Se conoce su carta viscosidad-temperatura para establecer la temperatura de calentamiento del material?	Única	P. Asf.
10	¿Se mantiene controlada y estable la temperatura de calentamiento de los áridos durante la elaboración de la mezcla?	Única	P. Asf.
11	¿Todas las partes de la mezcladora están bien ajustadas y sin desgaste?	Única	P. Asf.
12	¿Se han efectuado las coordinaciones necesarias para el suministro eficiente y oportuno de la mezcla? ¿Se ha definido el camino que seguirán las unidades de transporte?	Única	P. Asf.
13	¿Se han inspeccionado los camiones de transporte de mezcla? ¿Se han ubicado e identificado cada unidad de transporte?	Punto Crítico	P. Asf.
ETAPA	INSPECCIONES DURANTE LA PROVISIÓN	FRECUENCIA	LOCALIZACIÓN
14	¿La mezcla a su llegada a obra tiene la temperatura especificada en la Fórmula de Obra? ¿Se mantiene uniforme durante las entregas?	Punto Crítico	Obra
15	¿La mezcla tiene aspecto homogéneo? En caso de observarse anomalías, ¿se han tomado las medidas pertinentes?	Punto Crítico	Obra
16	¿Se toman muestras representativas en número suficiente? ¿Son realmente representativas (tamaño y lugar de extracción)? ¿Los ensayos de extracción de asfalto indican contenidos de ligante y gradaciones satisfactorias?	Punto Crítico	Obra/ P. Asf.
17	¿El laboratorio de planta informa regularmente los ensayos de control de calidad? ¿Se llevan gráficas de control? ¿Los resultados se encuentran dentro de las tolerancias de la Fórmula de Obra?	Continuo	Obra/ P. Asf.
18	La provisión de material a obra ¿Se realiza racionalmente sin generar situaciones de riesgo para el tránsito y en el momento oportuno?	Intermitente	P. Asf.
19	¿Se lleva el registro de los volúmenes suministrados a obra, fecha y hora de remisión y extracción de muestras?	Punto Crítico	Obra
ETAPA	INSPECCIONES FINALES - REGISTROS	FRECUENCIA	LOCALIZACIÓN
20	¿El contrato contempla el pago por separado de la mezcla asfáltica? En caso afirmativo, ¿efectúa la medición de la mezcla provista y lleva un registro de volúmenes acumulados suministrados?	Punto Crítico	P. Asf.
21	¿Se contempla la llegada a obra, repitiendo los registros indicados en (20)?	Punto Crítico	Obra
22	¿Se han vaciado los datos de volúmenes y calidad en los archivos de obra?	Continuo	Obra

Tabla G-4 Ejemplo de lista de Supervisión o guía de Verificación de Calidad. Provisión de mezclas asfálticas.

Reparación de baches con capa delgada de mezcla asfáltica en áreas aisladas y reducidas

ETAPA	INSPECCIONES PREVIAS	FRECUENCIA	LOCALIZACIÓN
1	¿Se ha definido la modalidad de ejecución y los dispositivos para el control del tránsito durante la ejecución de los trabajos? ¿Se han dispuesto las señales y elementos de canalización? ¿Las condiciones del sitio son seguras para trabajadores y tránsito vehicular?	Única	Obra
2	¿Se han definido las áreas a reparar? ¿Se han delimitado convenientemente de acuerdo a las instrucciones de diseño? ¿Los bordes son rectos?	Única	Obra
3	¿Se han definido las características de los materiales a emplear? (Ver Nota 1)	Única	Obra
4	¿El Contratista dispone de todos los equipos y herramientas requeridas para los trabajos? ¿Cumplen las especificaciones? De encontrarse alguna deficiencia ¿se ha ordenado su corrección antes de iniciar las tareas?	Única	P. Asf
ETAPA	INSPECCIONES DURANTE LA EJECUCIÓN	FRECUENCIA	LOCALIZACIÓN
5	Tratándose de pavimentos flexibles. ¿se ha efectuado el perfilado de la cavidad o diente para cuidar el recubrimiento asfáltico?	Intermitente	Obra
6	¿Se ha eliminado todo el material suelto en la superficie e alojado en "surcos y cavidades"? ¿Se ha removido el material que pudiera encontrarse fijo mediante una barrera? ¿Se ha efectuado la limpieza final con aire comprimido?	Punto Crítico	Obra
7	En pavimentos de concreto ¿se ha aplicado el riego de agua dentro de fisuras y cavidades?	Intermitente	Obra
8	¿Se han rellenado fisuras y cavidades con mezcla asfáltica fina o mortero asfáltico? ¿Se ha apisonado esto con energía?	Intermitente	Obra
9	¿Se ha pasado sobre la superficie preparada el rodillo neumático múltiple? ¿El número de pasadas es adecuado?	Intermitente	Obra
10	¿Se ha aplicado un riego de liga con material apropiado a la temperatura y dotación especificada? ¿Cubre más del 70% de la superficie? ¿No se observan excesos perjudiciales?	Punto Crítico	Obra
11	¿El extendido de la capa asfáltica de recubrimiento se realiza en los espesores especificados? ¿La compactación de la mezcla asfáltica se realiza con equipo apropiado? ¿Permite este alcanzar una buena dosificación en el número de pasadas establecidas? ¿La textura es uniforme, cerrada y libre de segregación?	Intermitente	Obra
12	¿Se ha procurado empalmar el espesor de recubrimiento en correspondencia con los bordes de la reparación? ¿Se han efectuado las correcciones necesarias para mejorar el acabado del parche?	Intermitente	Obra
13	Quando se prescribe el uso de equipo mecánico ¿La extendidora se desplaza a velocidad reducida dejando una textura uniforme que solo requiere pequeñas correcciones? ¿Se observan deficiencias en el extendido? ¿La terminación provee una compactación inicial aceptable? ¿La plancha de enrase mantiene una temperatura apropiada? ¿Se controla con frecuencia a los espesores de extendido?	Punto Crítico Intermitente	Obra Obra
ETAPA	INSPECCIONES FINALES – REGISTROS	FRECUENCIA	LOCALIZACIÓN
14	¿Se han tomado las precauciones para mantener cerrado al tránsito las reparaciones? ¿Se han respetado los plazos establecidos para la habilitación al tránsito? ¿Los resultados de los ensayos de resistencia son compatibles con los requerimientos de la especificación?	Continuo	Obra
15	¿Se han medido los trabajos ejecutados para su pago? ¿Se ha reportado la información en los formatos correspondientes?	Continuo	Obra
16	¿Se han llenado los registros correspondientes para archivo de información técnica y de costos?	Continuo	Obra

REACCIONES

- 1. Complementariamente debe consultarse a lista de supervisión para provision de mezclas asfálticas
- 2. Punto Crítico requiere aprobación del Supervisor

Tabla G-5 Ejemplo de lista de Supervisión y copia de Verificación de Calidad. Reparación de baches con capa delgada de mezcla asfáltica en áreas aisladas y reducidas

Bacheo superficial con mezcla asfáltica

ETAPA	INSPECCIONES PREVIAS	FRECUENCIA	LOCALIZACIÓN
1	¿Se ha definido la modalidad de ejecución y los dispositivos para el control del tránsito durante la ejecución de los trabajos? ¿Se han dispuesto las señales y elementos de canalización? ¿Las condiciones del sitio son seguras para trabajadores y tránsito vehicular?	Única	Obra
2	¿Se han definido las áreas a reparar? ¿Se han delimitado convenientemente de acuerdo a las instrucciones de diseño? ¿Los bordes son rectos?	Única	Obra
3	¿Se han definido las características de los materiales a emplear? (Ver nota 1)	Única	Obra
4	¿El Contratista dispone de todos los equipos y herramientas requeridas para los trabajos? ¿Cumplen las especificaciones? De encontrarse alguna deficiencia ¿Se ha ordenado su corrección antes de iniciar las tareas?	Única	Obra
5	¿Se ha definido el procedimiento para la ruptura y retiro de la carpeta asfáltica dañada? ¿Se ha definido el proceso constructivo, el número de pasadas de los equipos que permitan asegurar la compactación específica? ¿Se han verificado los resultados con prueba de laboratorio?	Única	Obra
ETAPA	INSPECCIONES DURANTE LA EJECUCIÓN	FRECUENCIA	LOCALIZACIÓN
6	¿Se han efectuado el corte de los bordes de la reparación mediante martillos neumáticos provistos de puntas planas? ¿Se han tomado las precauciones para obtener bordes rectos y verticales?	Intermitente	Obra
7	¿Se han efectuado la remoción de la carpeta asfáltica en todo el perímetro, sin dañar los bordes de la reparación y con mínima distribución de la base? ¿La base se encuentra en condición satisfactoria? ¿No se requiere saneamiento a profundidad?	Punto Crítico	Obra
8	¿Se ha recompactado firmemente la capa de base, empleando equipo apropiado de acuerdo a especificaciones? ¿Se ha aplicado el riego de agua en la cantidad requerida?	Intermitente	Obra
9	¿El material bituminoso para impregnación de liga, cumple las especificaciones respectivas? ¿Se conoce la temperatura de calentamiento para alcanzar la viscosidad apropiada? ¿El sistema de calentamiento permite mantener la temperatura sin sobrecalentamiento? ¿La superficie a impregnar se encuentra limpia? ¿La aplicación del material bituminoso es uniforme y en la dotación especificada?	Intermitente	Obra
10	¿La impregnación ha curado adecuadamente al momento de colocar las capas asfálticas? ¿La distribución de la mezcla asfáltica se hace paleando hacia los bordes primero para minimizar la posibilidad de segregación? ¿Las capas asfálticas se extienden uniformemente en espesores menores de 7.5 cm?	Intermitente	Obra
11	¿La compactación de las capas asfálticas se realiza con equipo adecuado, iniciando por los bordes, de acuerdo a la especificación? ¿El equipo y número de pasadas son adecuados? ¿La textura de pavimento es uniforme, libre de segregación y cerrada? ¿Se han alcanzado las densidades especificadas?	Intermitente	Obra
12	¿Se ha verificado el acabado del bacheo terminado con relación a los bordes contiguos? ¿Se han efectuado las correcciones necesarias?	Intermitente	Obra
13	Cuando se prescriba el uso de equipo mecánico, ¿la extendidora se desplaza a velocidad reducida, dejando una textura uniforme que sólo requiere correcciones? ¿Se observan deficiencias en el extendido?	Intermitente	Obra
ETAPA	INSPECCIONES FINALES - REGISTROS	FRECUENCIA	LOCALIZACIÓN
14	¿Se han tomado las precauciones para mantener cerrada al tránsito las reparaciones? ¿Se han respetado los plazos estipulados para la habilitación al tránsito? ¿Los resultados de los ensayos de resistencia son compatibles con los requerimientos de la especificación?	Continuo	Obra
15	¿Se han medido los trabajos ejecutados, para su pago? ¿Se ha reportado la información en los formatos correspondientes?	Continuo	Obra
16	¿Se ha llenado los registros correspondientes para archivo de información técnica y de costos?	Continuo	Obra

OBSERVACIONES:

- 1) Complementariamente debe consultarse las listas de Supervisión para provisión de mezclas asfálticas.
- 2) Punto Crítico, requiere aprobación del Supervisor.

Tabla G-6 Ejemplo de lista de Supervisión o guía de Verificación de Calidad. Bacheo superficial con mezcla asfáltica.

Bacheo profundo con mezcla asfáltica

ETAPA	INSPECCIONES PREVIAS	FRECUENCIA	LOCALIZACIÓN
1	¿Se ha definido la modalidad de ejecución y los dispositivos para el control de tránsito durante la ejecución de los trabajos? ¿Se han dispuesto las señales y elementos de canalización? ¿Las condiciones del sitio son seguras para trabajadores y tránsito vehicular?	Única	Obra
2	¿Se han definido las áreas a reparar? ¿Se han delimitado convenientemente de acuerdo a las instrucciones de diseño? ¿Los bordes son rectos?	Única	Obra
3	¿Se han definido las características de los materiales a emplear? (Ver Nota 1)	Única	Obra
4	¿El Contratista dispone de todos los equipos y herramientas requeridas para los trabajos? ¿Cumplen las especificaciones? De encontrarse alguna deficiencia ¿Se ha ordenado su corrección antes de iniciar las tareas?	Única	Obra
5	¿Se ha definido el procedimiento para la rotura y retiro del concreto dañado? ¿Se ha definido el proceso constructivo, el número de pasadas de los equipos que permitan asegurar la compactación especificada? ¿Se han verificado los resultados con pruebas de laboratorio?	Única	Obra
ETAPA	INSPECCIONES DURANTE LA EJECUCIÓN	FRECUENCIA	LOCALIZACIÓN
6	¿Se ha efectuado el corte de acuerdo con la especificación? ¿Se han tomado las precauciones necesarias para no dañar los bordes rectos de la reparación durante la operación de rotura?	Intermitente	Obra
7	¿Se ha efectuado la excavación hasta la profundidad especificada? ¿La condición de la fundación es aceptable o requiere saneamiento? Verificar que no existan puntos débiles ni húmedos ¿Se ha compactado firmemente la subrasante?	Punto Crítico	Obra
8	¿El material de base suministrado responde a las exigencias establecidas? ¿Se produce segregación en la descarga? ¿El riego de agua luego de la distribución es uniforme y en el número de pasadas establecidas oportunamente en (5)? En caso contrario, ¿se han realizado los controles de compactación? ¿Los espesores respetan los máximos establecidos en la especificación y los espesores de diseño?	Intermitente	Obra
9	¿El material bituminoso para impregnación y liga, cumple las especificaciones respectivas? ¿Se conoce la temperatura de calentamiento para alcanzar la viscosidad apropiada? ¿El sistema de calentamiento permite mantener la temperatura sin sobrecalentamiento? ¿La superficie se encuentra limpia? ¿La aplicación del material bituminoso es uniforme y en la dotación especificada?	Intermitente	Obra
10	¿La impregnación ha curado adecuadamente al momento de colocar las capas asfálticas? ¿La distribución de la mezcla asfáltica se hace paleando hacia los bordes primero para minimizar la posibilidad de segregación? ¿Las capas asfálticas se extienden uniformemente en espesores menores de 7.5 cm?	Intermitente	Obra
11	¿La compactación de las capas asfálticas se realiza con equipo adecuado, comenzando por los bordes, de acuerdo a la especificación? ¿El equipo y número de pasadas son adecuados? ¿La textura del pavimento es uniforme, libre de segregación y cerrada? ¿Se han alcanzado las densidades especificadas?	Intermitente	Obra
12	¿Se ha verificado la fisura y enrase del bacheo terminado con relación a los bordes continuos? ¿Se han efectuado las correcciones necesarias?	Intermitente	Obra
13	Cuando se prescriba el uso de equipo mecánico. ¿La extendidora se desplaza a velocidad reducida, dejando una textura uniforme que sólo requiere pequeñas correcciones? ¿Se observan deficiencias en el extendido? ¿La terminadora provee una compactación inicial aceptable? ¿La plancha de enrase mantiene una temperatura apropiada? ¿Se controlan con frecuencia los espesores de extendido?	Intermitente	Obra
ETAPA	INSPECCIONES FINALES - REGISTRADOS	FRECUENCIA	LOCALIZACIÓN
14	¿Se han tomado las precauciones para mantener cerrado al tránsito las reparaciones? ¿Se han respetado los plazos estipulados para la habilitación al tránsito? ¿Los resultados de los ensayos de resistencia son compatibles con los requerimientos de la especificación?	Continuo	Obra
15	¿Se han medido los trabajos ejecutados, para su pago? ¿Se ha reportado la información en los formatos correspondientes?	Continuo	Obra
16	¿Se han llenado los registros correspondientes para archivo de información técnica y de costos?	Continuo	Obra

OBSERVACIONES

- 1) Complementariamente debe revisarse la lista de Supervisión de provision de mezclas asfálticas
- 2) Punto Crítico requiere aprobación del Supervisor.

Tabla G-7 Ejemplo de lista de Supervisión o guía de Verificación de Calidad Bacheo profundo con mezcla asfáltica

DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

H DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

Para precisar el significado de algunos términos empleados en el presente documento, se han formulado estas definiciones, según las consideraciones de los párrafos siguientes:

Afloramiento. Aparición de un material en la superficie de una estructura, proveniente de capas inferiores

Afloramiento de Humedad. Aparición en la superficie de zonas impregnadas de agua o de otro líquido, proveniente de capas inferiores.

Agregados pulidos. Materiales alisados en la superficie de rodamiento a causa de la repetida acción del tránsito

Agrietamiento Parabólico. Grietas en forma de curva o media luna que apuntan en la dirección contraria al movimiento del tránsito, causadas por el frenar de los vehículos que hacen que la carpeta asfáltica se deslice o se deforme

Asentamiento. Áreas localizadas del pavimento que están más bajas que las adyacentes

Autoridad Correspondiente. Término que se utiliza para hacer referencia a la Secretaría de Infraestructura y Desarrollo Urbano del Estado, Dirección de Obras Públicas Municipales, Paraestatales etc Organismos y Dependencias gubernamentales que licitan y contratan públicamente un proyecto, obra, servicio o suministro a los Contratistas o Constructores

Azolve en Drenaje Superficial. Arrastre de material suelto que obstruye las obras y estructuras pluviales, interfiriendo con la captación, conducción, desalajo o cruce de los escurrimientos de la superficie del terreno natural que afluyen o entran a la vialidad.

Bacheo. Reparación de las oquedades de la capa de rodamiento

Bacheos y Cortes de la Empresa de Servicios Públicos. Área del pavimento que ha sido reemplazada por un nuevo material por motivo de construcción, reparación o mantenimiento de alguno o algunos de los servicios públicos

Baches. Oquedades o depresiones de diferentes tamaños y profundidades en la capa de rodamiento asociados con problemas del pavimento

Baches de Nido. Pequeñas depresiones en forma de tazon en el pavimento, causadas por mezclas pobres o puntos débiles en la sub-rasante, debidas a la acción del tránsito

Bitácora. Libro de actas, con carácter legal, tamaño carta, de hoja fija foliada, con renglones y pasta dura en el cual se anotara todo lo relativo al seguimiento de la obra contratada

Bituminoso. Que contiene algún material asfáltico

Burbuja. Protuberancias de tamaño variable en forma de ampollas localizada en una superficie

Caida de las Vías / Hombro. Diferencia en elevación entre el pavimento y los hombros de la vialidad causada por el asentamiento o la erosión de los materiales en éstos

Carpeta asfáltica. Capa de la estructura del pavimento construida con materiales pétreos seleccionados y un aglutinante asfáltico, que forma la superficie de rodamiento

Concepto de trabajo. Conjunto de operaciones y materiales que, de acuerdo con las Normas y especificaciones respectivas, integran cada una de las partes en que se dividen convencionalmente los estudios y proyectos; la ejecución y equipamiento de las obras, la puesta en servicio, su conservación o mantenimiento y la supervisión de estos trabajos con fines de medición y pago.

Contaminación de Agregado. Inclusión de materiales diferentes o ajenos a los materiales pétreos especificados.

Contratista. Persona física o moral que ejecuta un proyecto, obra, servicio o suministro; contratada por la Autoridad Correspondiente, para su desarrollo dentro del costo programado, calidad especificada y tiempo de ejecución planeado.

Corrimiento de la Carpeta Asfáltica. Falla debida principalmente a la baja estabilidad de la mezcla, ya sea por exceso de asfalto o por haberse usado un asfalto blando en zonas de alta temperatura; también se presentan en el carril de ascenso en tramos de fuerte pendiente y en curvas en las que los esfuerzos de tracción de los vehículos son muy grandes.

Crestas. Montículos en sentido paralelo al eje de la vialidad.

Cuarteo en Bloque. Fisuras interconectadas las cuales dividen el pavimento en piezas aproximadamente rectangulares, causadas por la contracción y los ciclos de temperatura en el asfalto endurecido, no se asocia con cargas.

Descarnado de la Carpeta. Deterioro debido al uso de aditivos inadecuados en las mezclas. Se presentan en zonas de fuertes esfuerzos horizontales provocados por el tránsito, o como en la zona de arranque y frenado, en avenidas o calles de ciudad.

Descascarado de las Orillas. Daño originado por la presencia de partículas duras que se han introducido en las juntas de pavimentos rígidos por insuficiente calafateo (material de sello) y que les producen esfuerzos concentrados muy grandes.

Desintegración de la Carpeta. Falla que consiste en pequeños fragmentos con pérdida progresiva de materiales componentes. Se presenta en carpetas asfálticas antiguas, por oxidación del asfalto o en carpetas relativamente recientes con insuficiente contenido de asfalto; también se presenta en carpetas elaboradas con material pétreo deleznable (que se rompe fácilmente), o entre las grietas si no se atienden en forma oportuna.

Desplazamiento de la carpeta. Protuberancias prolongadas de longitudes considerables, es decir, desplazamientos longitudinales permanentes de áreas específicas, en la dirección del tránsito.

Desprendimiento de Agregados. Separación de los materiales pétreos gruesos de la carpeta asfáltica. Se deben a la desintegración de la carpeta y la base por mala calidad en los materiales inferiores, incluyendo las terracerías con alto contenido de agua. También se puede deber a la presencia de grietas y oquedades que no fueron tratadas en forma adecuada y oportuna.

Desprendimiento de Rocas. Derrumbe del material que compone los taludes sobre la vialidad, obstruyendo parcial o totalmente el flujo.

Desprendimiento de Sello. Pérdida del material pétreo en un tratamiento por el sistema de riegos aplicado en la superficie de rodamiento, originada por la falta de afinidad, la utilización de materiales contaminados o insuficiencia de asfalto.

Efecto de Bombeo en Losas de Concreto. Cavidades que se forman bajo las losas, que se llenan de agua y de lodo y que brota por el paso de vehículos.

Erosión. Agrietamientos que con el tiempo y acción del medio ambiente va formando oquedades o canalizaciones que producen destrucción de los terraplenes

Escamado o Escarapelado. Desintegración superficial del pavimento de concreto hidráulico

Esponjamiento. Levantamiento cóncavo en el pavimento causado por un aumento en volumen del suelo o por la acción del congelamiento

Eyección de la Junta. Material que sale por la junta de dilatación entre losas de concreto adyacentes.

Expulsión de Finos. Afloramiento de material fino proveniente de las capas inferiores, que se acumula en zonas adyacentes a las grietas sobre la superficie de rodamiento

Exudación o Llorado del Asfalto. Flujo de liberación del asfalto hacia la superficie de una carpeta asfáltica.

Falla Estructural. Implican la incapacidad del pavimento para resistir los efectos de las cargas aplicadas debido al deterioro de alguna o varias de sus capas o por incapacidad del suelo que lo soporta. Son causadas por la terminación de la vida útil del pavimento si es que la falla se presenta después de 20 o 15 años de construido según corresponda, o a mal proyecto si es un pavimento reciente. También se presenta muy a menudo en calles o avenidas que sin haberse tomado en cuenta en el proyecto, se permite el paso de numerosos vehículos pesados. Se puede presentar en forma prematura en zonas con fuerte pendiente longitudinal y sub-bases naturales que se tubifiquen fácilmente con el agua que escurra bajo de la losa.

Falta de Calidad de la Superficie de Rodamiento. Deficiencias superficiales del pavimento a las que se asocia el índice de Servicio, originada por fallas como tumulos, ondulaciones, protuberancias y desplazamientos. Los factores causantes son la estabilidad de la sub-rasante, de la base y quizás, la estabilidad de la mezcla.

Fractura. Agrietamiento total en la losa de concreto que la separa en dos o más partes

Galga. Instrumento de precisión para efectuar mediciones.

Grietas de Reflexión. Fisuras que reflejan el patrón de agrietamiento o de juntas de un pavimento de concreto hidráulico existente, cuando es reencarpetado con mezcla asfáltica.

Grietas en los Bordes. Fisuras longitudinales y paralelas al eje, en y cerca de los extremos u orillas del pavimento, causadas por las cargas de tránsito sobre una base débil. Este problema se presenta en terracerías, ya sea por contracciones que se presenten en ellas o por estar construidas en terrenos blandos, también puede deberse a que el tránsito se acerca mucho a las orillas cuando la carpeta cubre toda la corona de la vialidad, en cuyo caso no se tiene suficiente confinamiento lateral. También se presentan cuando las ampliaciones no se realizan en forma adecuada, con materiales sin compactación o sin anclaje adecuado con la parte antigua. Con el tiempo, a veces corto, estas grietas van apareciendo en la superficie de rodamiento propagándose hacia el centro.

Grietas Finas. Pequeñas fisuras superficiales muy próximas una con otra. No conforman un patrón regular y se extienden a cierta profundidad, pero no al espesor total de la carpeta

Grietas Longitudinales o Transversales Cercanas a las Orillas o en las Esquinas de la Losa. Deterioro debido a que la losa de concreto hidráulico se construye sobre material fino y se presenta el fenómeno de bombeo, o sea que carece de sub-base, o a mala compactación de las capas inferiores incluyendo ésta última

Grietas Longitudinales. Fisuras sin reflexión causadas por una mala construcción de las juntas de la vialidad, por una contracción del concreto asfáltico o por el endurecimiento del asfalto.

Grietas Transversales. Losas demasiado largas sin pasajuntas o sin armado continuo. Pueden ser fallas estructurales incipientes.

Grietas o Agrietamiento. Fisuras en la losa de concreto o en la carpeta asfáltica.

Grietas Piel de Cocodrilo. Fisuras interconectadas formando pequeños polígonos que asemejan la piel de cocodrilo. Se debe a una carpeta de mala calidad o que ésta se colocó sobre una base con rebote; en caso de que la carpeta se haya elaborado con concreto asfáltico, esta falla se debe a que la base no se rigidizó en forma adecuada. Se presenta también en carpetas con asfalto oxidado.

Indentación. Es la incrustación de objetos duros en la superficie de rodamiento, la cual produce el desgaste localizado en la superficie.

Levantamiento de la Losa de Concreto. Desniveles transversales en las juntas de las losas.

Marcado de Huella. Depresiones o impresiones en relieve en la superficie de rodamiento, en la dirección del paso de las ruedas de los vehículos. Se deben a la deformación de la sub-rasante causada por el paso de vehículos con ejes pesados.

Meteorización. Desgaste del pavimento causado por la acción de los agentes atmosféricos, que se manifiesta por la pérdida del material aglomerante y luego, de los agregados.

Muestreo. Metodología que se sigue para la selección y elaboración de los especímenes (muestra representativa) de los distintos materiales, para la verificación de la calidad, antes y después de su utilización.

Obstrucción de Alcantarillas. Acumulación de hierbas, basura o materias extrañas en las obras pluviales de cruce tipo conducto cerrado, que obstruye el flujo de agua de un lado a otro, por debajo de la vialidad.

Ondulaciones (Corrugaciones). Crestas y valles alternados en una superficie. Son una serie de levantamientos poco separados unos de otros los cuales ocurren en intervalos regulares y son causados por la acción del tránsito sobre una base o pavimento inestable.

Pavimento. Estructura formada por una o varias capas de materiales apropiados comprendido entre el nivel superior de terracerías y la superficie de rodamiento, cuya función principal es soportar las cargas rodantes y transmitir las a las terracerías, proyectándolas en tal forma que no se produzcan deformaciones perjudiciales en ellas.

Pavimento flexible. Estructura cuya superficie de rodamiento está construida con material pétreo seleccionado y un aglutinante asfáltico.

Pavimento rígido. Estructura cuya superficie de rodamiento está construida con concreto hidráulico, con o sin armado de acero de refuerzo.

Pequeñas Deformaciones Transversales Rítmicas. Falla que se presenta cuando la base no está adecuadamente cementada, o que en definitiva se construyó con materiales inertes. La capa de base se deforma por la vibración y esfuerzos tangenciales provocados por vehículos, reflejándose hacia la superficie de rodamiento; en caso de que ésta sea de concreto asfáltico, se agrieta muy poco después de abierta al tránsito.

Presencia de Calaveras. Las calaveras son huecos que se presentan en la superficie de rodamiento y que pueden llegar a ser muy numerosos; su tamaño no es mayor a 15 cm. Se deben a una

insuficiente calidad en la base o a carpetas con contenido de asfalto menor al óptimo o porque se coloca una carpeta sobre otra agrietada y con oquedades reflejándose en la nueva las fallas de la anterior

Protuberancias. Montículos de considerables dimensiones formadas por el desplazamiento de parte del cuerpo de la carpeta asfáltica.

Pulido. Áreas lisas producidas por el desgaste superficial acelerado

Reología. Mecánica de los cuerpos deformables, incluye la elasticidad, viscosidad y fluidez

Resiliencia. Fenómeno que se manifiesta al aplicar presión deformante sobre un material y este es capaz de regresar y/o mantener su forma original

Resquebrajamiento. Desmoronamiento del borde de la losa al nivel de la junta

Roderos o Canalizaciones. Asentamiento o deformación permanente de la carpeta asfáltica en el sentido longitudinal debajo de las huellas o rodadas de los vehículos. Se presentan en la superficie de rodamiento, en zona de mayor incidencia de las ruedas de los vehículos si son menores a 1 cm se deben a deformación de la carpeta asfáltica; pero si son mayores se debe a una insuficiencia en la base, o esta no es de la calidad adecuada

Rugosidad. Material petreo que aparece en relieve en una superficie por el desgaste de esta, originando una superficie de rodamiento áspera e incómoda

Superficie de Rodamiento Lisa por Exudación. Este defecto se debe a exceso de asfalto en el negro de liga, en la mezcla asfáltica o en riego de sello. El exceso de asfalto por acción del tránsito se bombea hacia la superficie de rodamiento, provocando su alisamiento y aún se puede tener una capa de asfalto de 1 o 2 mm en forma de nata. Esto es muy peligroso por que los vehículos derrapan con facilidad

Supervisión. Conjunto de tareas y funciones a realizar por parte de la Autoridad Correspondiente durante el desarrollo de la actividad contratada, tendiente a lograr de parte del Contratista, la ejecución dentro del costo programado, calidad especificada y tiempo de ejecución planeado. La **Supervisión** se llevará a cabo por medio del **Supervisor de Obra**.

Supervisor de Obra. Con este término se denomina al (los) profesionista(s) y/o técnicos interdisciplinarios representantes directos de obra por parte de la Autoridad Correspondiente, con capacidad técnica en la rama materia de la Supervisión

Túmulos. Pequeños levantamientos en el pavimento. Pueden ser causados por heladas del suelo, acumulación de materiales en las fisuras sumadas a las cargas de tránsito o por pandeo de las losas de concreto debajo del pavimento asfáltico.



**PERIÓDICO OFICIAL
DEL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA**

**CUOTAS
EN VIGOR QUE SE CUBRIRAN CONFORME A**

I.- SUSCRIPCIONES Y EJEMPLARES.

1.- Suscripción anual:	\$ 1,660.00
2.- Ejemplar de la semana:	\$ 28.00
3.- Ejemplar atrasado del año en curso:	\$ 33.00
4.- Ejemplar de años anteriores:	\$ 42.00
5.- Ejemplar de Edición Especial:	\$ 60.00

II.- INSERCIONES.

1.- Publicación a Organismos Descentralizados, Desconcentrados y Autónomos Federales, Estatales y Municipales, así como a Dependencias Federales y Municipios, por plana:	\$ 1,150.00
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------

No se estará obligado al pago de dicha cuota, tratándose de las publicaciones de Acuerdos de Cabildo, Leyes de Ingresos, Tablas Catastrales, Presupuestos de Egresos, Reglamentos y Estados Financieros de los Ayuntamientos del Estado, excepto cuando se trate de **FE DE ERRATAS** a las Certificaciones de Acuerdos de Cabildo de los Ayuntamientos del Estado.

2.- Publicación a particulares, por plana:	\$ 1,660.00
--------------------------------------------	-------------

**Tarifas autorizadas por el Artículo 28 de la Ley de Ingresos
del Estado para el Ejercicio Fiscal 2004.**

INFORMACIÓN ADICIONAL

El Periódico Oficial se publica los días VIERNES de cada semana. Solo serán publicados los Edictos, Convocatorias, Avisos, Balances y demás escritos que se reciban en original y copia en la Oficialía Mayor de Gobierno a más tardar **5 (cinco) días hábiles** antes de la salida del Periódico Oficial.

OFICIALÍA MAYOR DE GOBIERNO
Edificio Poder Ejecutivo, Sótano
Centro Cívico, C.P. 21000
Tel.: 558-10-00 Exts. 1711 y 1532
Mexicali, B.C.

Delegación de Oficialía Mayor
Av. Oriente No. 10252, Zona del Río
Tel. 824-20-00 Ext. 2313
Tijuana, B.C.

Delegación de Oficialía Mayor
Blvd. Las Dunas y Calle de Las Rocas
Fracc. Playa Ensenada, C.P. 22860
Tel.: 172-30-00 Ext.: 3209
Ensenada, B.C.

**DIRECTOR
JOSÉ MARÍA VALDEZ MORALES**

**SUBDIRECTOR
MAURICIO M. DÍAZ DÍAZ**

**COORDINADOR
ERNESTO ALONSO HERNÁNDEZ UNZÓN**

CONSULTAS EN PÁGINA DE INTERNET: www.bajacalifornia.gob.mx