



**UNIVERSIDAD MICHUACANA DE
SAN NICOLÁS DE HIDALGO**

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

**“EVALUACIÓN Y MANTENIMIENTO DE
PAVIMENTOS FLEXIBLES”**

TESIS

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

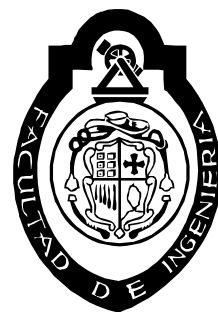
QUE PRESENTA:

J. JESÚS CUEVAS VALENCIA

ASESOR:

ING. OSCAR JUÁREZ CONTRERAS

MORELIA, MICHUACÁN JUNIO 2012



AGRADECIMIENTOS

A mis padres: Margarita y Miguel

Por ser mi mejor ejemplo, por su cariño, amor, comprensión, confianza y apoyo incondicional que siempre me brindaron, gracias por darme la mejor herencia que a un hijo le pudieran dar.

A mis hermanas:

Ma. Luisa, Martha Olivia y Yesenia, porque siempre me brindaron su apoyo incondicional.

A mi esposa:

Berenice, Por ser parte esencial en la etapa final de mi formación profesional, por su cariño, amor y comprensión incondicional, por estar conmigo en mis logros y en mis fracasos, por tener siempre las palabras adecuadas cuando las necesité, gracias.

A mis hijas:

Daiana Sarahí y Naomi Alitzel, Por motivarme con su existencia hacia el camino que debería seguir, hasta llegar a la meta final.

Al Profesor:

Ing. Oscar Juárez Contreras, Por su interés, apoyo, confianza e incondicional ayuda en la realización de esta etapa final, gracias.

A mis amigos:

Por estar siempre en mis triunfos y fracasos, por siempre tener una palabra de aliento cuando los necesité, gracias.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	6
RESEÑA HISTÓRICA DE LA RED CARRETERA.....	7
OBJETIVO DE LA EVALUACIÓN	9
CAPÍTULO I. PAVIMENTO ASFALTICO	10
I.I. Generalidades.	10
I.II. Evaluación de Pavimentos.	12
I.III. Evaluación Estructural.....	12
I.IV. Evaluación Superficial.	14
CAPÍTULO II. MÉTODO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI).....	15
II.I. Condición del Pavimento.	17
II.II. Procedimiento de Evaluación de la Condición del Pavimento.....	17
II.III. Unidades de Muestreo.....	20
II.IV. Determinación de las Unidades de Muestreo para Evaluación.....	21
II.V. Selección de las Unidades de Muestreo para Inspección.....	22
II.VI. Selección de Unidades de Muestreo Adicionales.	23
II.VII. Evaluación de la Condición.	23
II.VIII. Cálculo del PCI de las Unidades de Muestreo.....	24
II.IX. (Ejemplo de evaluación).....	26
II.X. Curvas para la evaluación del método PCI.....	29
CAPÍTULO III. MANTENIMIENTO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES	40
III.I. Definición:	40
III.II. Mantenimiento preventivo.....	41
III.III. Mantenimiento de rutina.....	42
III.IV. Mantenimiento mayor.....	42
III.V. Fisuramiento.	43
CAPÍTULO IV. TIPOS DE GRIETAS, SUS CAUSAS Y SU REPARACIÓN	44
IV.I. Piel de cocodrilo.....	44

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

IV.II. Grietas de borde u hombros.....	46
IV.III. Grietas de Juntas.....	47
IV.IV. Grietas de reflexión.	48
IV.V. Grietas de contracción.....	48
IV.VI. Grietas de deslizamiento.	49
CAPÍTULO V. CAUSAS Y REPARACIÓN DE DEFORMACIONES	50
V.I. Acanalamientos.	50
V.II. Corrugaciones y Desplazamientos.	51
V.III. Depresiones.	52
V.IV. Levantamientos.	53
V.V. Calaveras.....	54
V.VI. Desprendimiento.	55
V.VII. Exceso de asfalto.	56
V.VIII. Agregados pulidos.	57
V.XIX. Pérdida del agregado protector.....	58
V.X. Superficie de rodamiento lisa.	59
V.XI. Desintegración de la carpeta.	59
CAPÍTULO VI: PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO	60
CAPÍTULO VII. BACHEO Y DERECHO DE VÍA.....	62
VII.I. Bacheo profundo.	62
VII.II. Bache superficial.	65
VII.III. Mantenimiento de cunetas.	66
VII.IV. Derecho de Vía.	67
VII.V. Desmonte.	68
VII.VI. Objeto.	68
VII.VII. Normas.	69
VII.VIII. Roza.	69
VII.IX. Tala.....	69
VII.X. Procedimientos.....	70
CAPÍTULO VIII. RIEGO DE SELLO	71

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

VIII.I. Finalidad.....	72
VIII.II. Emulsión Catiónica de Rompimiento Rápido (ECR-65).....	74
VIII.III. El equipo necesario.....	75
VIII.IV. Procedimiento para riego de sello.....	75
VIII.V. Recomendaciones generales.	76
VIII.VI. Técnicas de Precubrimiento.	77
VIII.VII. Preparación de los Materiales.....	77
VIII.VIII. Dilución de la Emulsión.	78
VIII.IX. Preparación de la Petrolizadora.	79
VIII.X. Preparación de Material Pétreo	79
VIII.XI. Riego de Liga	80
VIII.XII. Riego de Material Pétreo.....	81
VIII.XIII. Compactación	82
VIII.XIV. Reposo y Barrido de la Superficie.....	83
CAPÍTULO IX. RENIVELACIÓN.....	84
IX.I. Definición.	84
IX.II. Normas.....	84
IX.III. Procedimiento.....	84
CONCLUSIONES.....	88
GLOSARIO.....	89
BIBLIOGRAFÍA.....	91

INTRODUCCIÓN

Cuando es asignado un recurso para caminos se hace hasta lo imposible por realizar un nuevo proyecto carretero, esto con el fin de realizar una nueva vía de comunicación y beneficiar a cierta población, pero en ocasiones estos recursos no son bien administrados o mejor dicho no son destinados a un proyecto bien justificado, sino que se destinan con fines políticos, para poder hacer alusión a la población que en dicho mandato político se realizó cierta obra de tal envergadura, en cambio si este recurso se destinase a una rehabilitación o mantenimiento rutinario de caminos ya existentes, este recurso no se vería con la misma magnitud que en el caso antes mencionado y cuando se destina recurso para caminos ya existentes, éste es muy poco o insuficiente para la rehabilitación total de alguno de los caminos de la red con mayor importancia.

En los países subdesarrollados (CASO DE MÉXICO) no se podrán asignar recursos suficientes para reparar las redes secundarias en un breve período de tiempo, porque siempre existirán otras necesidades más apremiantes. Sin embargo, preservar el patrimonio vial, que a pesar de todas las dificultades se ha mantenido funcionando en todos estos años, es una responsabilidad que tenemos los ingenieros que nos dedicamos a caminos o carreteras, por lo cual será imprescindible introducir métodos para perfeccionar nuestra labor, haciéndola más eficaz y eficiente.

Para poder lograr esa eficacia y eficiencia es necesario realizar un monitoreo constante en toda la red de caminos para poder identificar de inmediato cualquier problema o falla con dicho camino, el cual se deberá de atender a la brevedad posible, ya que de lo contrario se corre el riesgo inminente de un deterioro más grave, el cual no sólo afecta a la vía de comunicación y a los usuarios que por ahí transitan sino también a la economía y al costo requerido para su reparación que pudiera incrementarse de un 10% hasta un 50% del costo que en un inicio hubiese costado.

RESEÑA HISTÓRICA DE LA RED CARRETERA

Los caminos casi podrían contar la historia del mundo. Desde los primeros tiempos, los hombres los han recorrido de aquí para allá. Si dejaran de hacerlo repentinamente, se acabaría la civilización.

Con el advenimiento del Imperio Romano, comienza la construcción de los caminos en forma científica, el más famoso de los caminos romanos era la Vía Apia y fue construida por Claudio Appio en el año 312 a. de C. Desafortunadamente la caída del Imperio Romano, provocó que la construcción de caminos fuera un arte perdido.

Fueron los religiosos de aquellos tiempos los únicos que, con sus peregrinaciones, mantenían comunicación entre España, Francia e Inglaterra; los caminos no se conservaban y estaban en estado deplorable, realizándose las comunicaciones a pie y a caballo.

A la llegada de los españoles, con la introducción de los caballos y carretas, hubo que modificar las características físicas de los caminos, alterándose las rutas, la pendiente se hizo más suave y la huella más amplia.

Es obvio que los caminos construidos por los indígenas, fueron después útiles a Hernán Cortés durante la época de la Conquista.

Hernán Cortés ordenó la construcción del primer camino real en la Nueva España, entre México y Tampico en 1522, Sebastián de Aparicio, llegó a acondicionar el camino a Veracruz para uso carretero en 1531, por lo que se le considera el primer Ingeniero en la historia de nuestro País, el camino de México a Valladolid (hoy Morelia), lo construyó Don Manuel Mascaró en 1768.

Así al final del Virreinato, había en México 7,000 kilómetros de caminos reales por los que se podía transitar en carretas y 19,000 kilómetros de caminos de Herradura.

La situación creada en la guerra de Independencia, impidió la realización de nuevos caminos. A partir de 1821, en que México se hace independiente hasta 1867, en que el Presidente Juárez destina por primera vez una parte del presupuesto a la Apertura y Conservación de Caminos, no se hacen obras importantes.

El 13 de mayo de 1891, el Presidente de la República Gral. Porfirio Díaz, crea la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas.

En la era del Porfiriato poco se hizo en materia de caminos solo se construyeron alrededor de unos 1000 kilómetros, principalmente para alimentar las estaciones ferroviarias y en menor grado para comunicar zonas que carecían de él.

En 1910, se inicia la Revolución Mexicana, las batallas se libran en torno a los centros ferroviarios de mayor importancia, puesto que del dominio del único sistema de comunicación, depende por sí mismo el destino de las contiendas.

Con la aparición del automóvil, acaecida en México en 1906 y que revolucionó definitivamente los viejos sistemas de transportación por carretera entre 1918 y 1920, el avance en los caminos es de mayor importancia que el registrado en los cuatrocientos años anteriores de la historia de nuestro país.

En el lapso que duró la lucha revolucionaria, en Europa y Norteamérica crecía vertiginosamente la industria automotriz y la Red Caminera. En México en

1925, los caminos carreteros estaban destruidos, difícilmente admitían mejoramientos, Había entonces que comenzar de cero.

En épocas recientes, al iniciarse la industrialización y al desarrollarse la comercialización internacional de los productos del campo, se ha comprendido la necesidad de tener buenas carreteras.

En nuestro País actualmente se construyen con toda actividad y al máximo que permite su capacidad económica, una extensa red de caminos de todos tipos, desde los de cuota de altas especificaciones, hasta las más modestas brechas.

Este importante impulso constructor que constituye una de los factores básicos del desarrollo de nuestro País, se inició 87 años en 1925.

OBJETIVO DE LA EVALUACIÓN

El objetivo principal de la evaluación de un camino, es prestar al usuario un servicio cómodo, eficaz, eficiente y sobre todo seguro. Esto se puede lograr con una evaluación de las condiciones actuales de servicio que el camino presente y sobre todo de la intervención oportuna que se realice cuando se presenten ciertas fallas o problemas que se deberían de atender de inmediato; a mi juicio.

Si la evaluación es correcta, oportuna e inmediata se tendrá un ahorro en economía en cuanto a mantenimiento se refiere, servicio de mejor calidad, un mejor desarrollo económico en la o las regiones que este tramo comunique.

La infraestructura de transporte constituye un elemento detonante indispensable para el crecimiento económico, la competitividad y la integración social de un país. Las carreteras son un ejemplo de lo anterior, ya que en la medida en que amplían su cobertura y mejoran su estado físico, los tiempos de viaje se acortan, la seguridad y la comodidad se incrementan y, en consecuencia,

se generan importantes ahorros y beneficios para los usuarios, lo que deriva en efectos favorables para la economía y el bienestar social.

Si la conservación de esa infraestructura es la adecuada, los costos de transporte de personas, insumos y productos terminados serán decrecientes y crearán un estímulo para la expansión de mercados y abastecimiento de las empresas.

El transporte carretero permite la comunicación y el intercambio entre regiones y en México es el principal modo para el desplazamiento de pasajeros y bienes a través del territorio nacional, lo que lo convierte en un instrumento básico para la integración del espacio económico y social del país. Todos los sectores de la economía se ven beneficiados por el transporte carretero: el agrícola, el ganadero, el industrial, el comercial, el turístico, el energético entre otros.

Considerando lo anterior se comprende la importancia estratégica que tiene para la economía del país la conservación de su infraestructura carretera. En la medida en que la red opere en condiciones más favorables de fluidez y de seguridad del tránsito, aumentará su capacidad de proporcionar un transporte eficiente, con los consecuentes beneficios a la sociedad.

CAPÍTULO I.PAVIMENTO ASFALTICO

I.I. Generalidades.

Un pavimento es una estructura construida por el hombre, con el fin de mejorar la calidad de un terreno existente para que el tránsito sea más rápido, confortable, seguro y económico. Además permite conservar una vía de comunicación en buen estado, lo que redunda en beneficios sociales y económicos.

Para construir un pavimento se colocan en orden ascendente, sobre el terreno al que se le denomina sub-rasante, la sub-base, la base y la capa de rodadura que soporta directamente el tráfico y transmite las cargas a las demás capas.

La base y la sub-base generalmente están conformadas por material pétreo, suelos estabilizados, concreto pobre o concreto asfáltico. La capa de rodadura casi siempre está hecha de uno de los tres materiales siguientes: concreto asfáltico, concreto hidráulico o adoquines de concreto.

Las primeras capas que constituyen la estructura del pavimento son importantes, ya que si no cumplen con los requisitos mínimos de resistencia y de calidad de materiales, no sirve de nada colocar una buena capa de rodadura. Ésta muchas veces es construida con excelentes materiales que cumplen con las normas establecidas, pero debido a malos materiales o a una mala ejecución en las capas inferiores del pavimento, la carretera se puede deteriorar en poco tiempo, es decir, se reduce la vida útil.

Los pavimentos asfálticos constituyen la clase superior de los pavimentos bituminosos. El pavimento asfáltico consiste en una o varias capas compactadas de una mezcla de agregados minerales, asfalto líquido, producido en plantas especializadas o en el sitio con máquinas capaces de mezclar agregados y asfalto sobre la superficie de la vía. Este tipo de pavimento asfáltico se emplea o se puede emplear como capa de rodamiento para tráfico liviano y mediano, como base de pavimentos flexibles para tráficos mediano y pesado, o como capa intermedia.



Figura: I.I.I Estructura de un pavimento asfáltico

El pavimento asfáltico se produce en plantas especializadas formadas por sistemas eléctricos y mecánicos por medio de los cuales los agregados son combinados, calentados, secados y mezclados con el cemento asfáltico, para producir mezclas asfálticas en caliente que cumplan con las especificaciones establecidas por la SCT o el IMT.

I.II. Evaluación de Pavimentos.

La evaluación de pavimentos permite conocer el estado situacional de la estructura y establecer medidas correctivas para cumplir objetivos de serviciabilidad.

I.III.Evaluación Estructural.

Existen diferentes métodos de evaluación de pavimentos. En muchos casos los resultados de varios ensayos pueden compararse entre sí con el objeto de confirmar las razones del deterioro o de la falla y, de esta manera, entender mejor el comportamiento del mismo.

Los métodos de evaluación estructural se dividen en dos grupos, los Ensayos Destructivos y los Ensayos No Destructivos.

Entre los ensayos destructivos más conocidos están las calicatas que nos permiten obtener una visualización de las capas de la estructura expuestas, a través de las paredes de ésta y realizar ensayos de densidad “in situ”. Estas determinaciones permiten obtener el estado actual del perfil a través de las propiedades reales de los materiales que lo componen.

Las calicatas facilitan además la toma de muestras en cantidad, para su posterior clasificación en el laboratorio, de cuyos resultados se puede establecer el uso más efectivo, al momento de realizarse las tareas de rehabilitación. Los trabajos suministran información adicional como:

- Los espesores de las capas conformantes.
- Los contenidos de humedad.
- La posible causa del deterioro de la capa (agrietamientos)
- La densidad de cada capa
- La capacidad de soporte en el material de subrasante.

Por otro lado se pueden efectuar ensayos mediante perforaciones con la ayuda de equipos de calado, barrenos, saca muestras, etc. Esta metodología, en comparación con las calicatas es más sencilla, menos costosa, más rápida y provoca menores interrupciones en el tránsito. Como desventaja, no se puede realizar determinaciones de densidad “in situ” por cuestiones de espacio. Sólo puede registrar potencia de cada capa.

En cuanto a los ensayos no destructivos, éstos se pueden llevar a cabo mediante medidas de las deflexiones que son una herramienta importante en el análisis no destructivo de los pavimentos. La magnitud de la deflexión deformada producida por la carga, son útiles para investigar las propiedades “in situ” del pavimento. Se trata de aplicar una sollicitación tipo y medir la respuesta de la estructura.

El sistema quizás más difundido de medición de deflexiones es mediante el empleo de la Viga Benkelman. Este dispositivo se lo utiliza para realizar mediciones en sectores en los que se observan fallas visibles y en los que no se observan fallas, de esta forma es posible acotar las propiedades actuales del pavimento “in situ”, e integrar sus resultados para una interpretación global.

Otro equipo con el que se pueden realizar mediciones es con un deflectómetro de Impacto. Éste es un método no destructivo, que sirve para la evaluación estructural de pavimentos y conocimiento detallado de su estado. Esta técnica es de alto rendimiento, sin mayores interferencias al tránsito de las vías y además es utilizado de forma rápida y precisa.

Asimismo se puede utilizar para evaluar un pavimento, principalmente en su etapa receptiva, el perfilómetro láser. Éste proporciona información sobre la rugosidad del pavimento. La rugosidad son alteraciones del perfil del camino (a nivel de rasante), que provocan vibraciones en los vehículos y cuya información permite estimar la serviciabilidad presente del pavimento.

I.IV. Evaluación Superficial.

Existen varios métodos utilizados para la evaluación superficial de los pavimentos. Los más conocidos son:

- La propuesta por la Universidad de Wisconsin (PASER)
- Consorcio de Rehabilitación Vial (CONREVIAL)
- Índice de Condición de Pavimentos (PCI)

Estos métodos son sencillos de aplicar y no requieren equipos experimentados. La inspección visual es una de las herramientas más importantes en la aplicación y evaluación de estos métodos, y forma parte esencial de toda la investigación. La inspección visual se realiza generalmente en dos etapas, una inicial y otra detallada.

Con la inspección visual inicial se pretende obtener una inspección general del proyecto. Esta tarea se realiza sobre un vehículo conduciendo a baja velocidad abarcando toda la longitud de la vía.

Por otro lado la inspección visual detallada consiste en inspeccionar la vía caminando sobre ella y tomando notas detalladas de las fallas encontradas en la superficie y se anotan también otras observaciones adicionales que se consideran

necesarias. Los diferentes modos y tipos de falla se describen en función de su severidad, frecuencia y ubicación, de esta forma se tendrá una herramienta importante a la hora de fijar la estrategia de rehabilitación.

CAPÍTULO II. MÉTODO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

El método de evaluación de pavimentos PCI, fue desarrollado por M.Y. Shahin y S.D. Khon y publicado por el cuerpo de Ingenieros de la armada de Estados Unidos en 1978.

El objetivo de este estudio es desarrollar un Índice de Condición de Pavimentos (PCI) para carreteras y calles para proveer al ingeniero de un método estándar para evaluación de la condición estructural y de la superficie de una sección de pavimento, y de un método para determinar necesidades de mantenimiento y reparación en función de la condición de pavimentos.

El Índice de Condición del Pavimento (PCI, por su sigla en inglés) se constituye en la metodología más completa para la evaluación y calificación objetiva de pavimentos, flexibles y rígidos, dentro de los modelos de Gestión Vial disponibles en la actualidad. La metodología es de fácil implementación y no requiere de herramientas especializadas más allá de las que constituyen el sistema y las cuales se presentan a continuación.

Se presentan la totalidad de los daños incluidos en la formulación original del PCI, pero eventualmente se harán las observaciones de rigor sobre las patologías que no deben ser consideradas debido a su génesis o esencia ajenas a las condiciones locales. El usuario de esta guía estará en capacidad de identificar estos casos con plena comprensión de forma casi inmediata.

El deterioro de la estructura de pavimento es una función de la clase de daño, su severidad y cantidad o densidad del mismo. La formulación de un índice que tuviese en cuenta los tres factores mencionados ha sido problemática debido al gran número de posibles condiciones. Para superar esta dificultad se introdujeron los “*valores deducidos*”, como un arquetipo de factor de ponderación, con el fin de indicar el grado de afectación que cada combinación de clase de daño, nivel de severidad y densidad tiene sobre la condición del pavimento.

Entre las características del método de evaluación del PCI, se puede citar las siguientes:

- Es fácil de emplear
- No requiere de ningún equipo especial de evaluación, el procedimiento es enteramente visual.
- Ofrece buena repetibilidad y confiabilidad estadística de los resultados.
- Suministra información confiable sobre las fallas que presenta el pavimento, su severidad y área afectada.

Los pasos requeridos para la evaluación de cada tramo o sección de vía están orientados a:

- Recorrer la vía en un vehículo “estándar” a la máxima velocidad permitida en la misma.
- Seleccionar dentro del tramo un subtramo que represente la condición promedio del pavimento en todo el tramo.
- Determinar el valor del PCI en una sección del subtramo. Es importante que la sección seleccionada sea lo más representativa posible de la condición promedio del pavimento en todo el tramo.

El grado de deterioro de un pavimento estará dado en función del tipo de falla, su severidad (ancho de grieta, etc.) y de su densidad (% del área afectada)

II.I. Condición del Pavimento.

El PCI califica la condición “integral” del pavimento en base a una escala que varía desde 0 hasta 100. A continuación se muestran los puntos para la calificación del PCI:

Rango	Calificación
100-85	Excelente
85-70	Muy Bueno
70-55	Bueno
55-40	Regular
40-25	Malo
25-10	Muy Malo
10-0	Fallado

Tabla: II.I.I. Rangos de calificaciones del PCI.

El cálculo del PCI se fundamenta en los resultados de un inventario visual de la condición del pavimento en el cual se establecen CLASE, SEVERIDAD y CANTIDAD de cada daño presentado. El PCI se desarrolló para obtener un índice de la integridad estructural del pavimento y de la condición operacional de la superficie. La información de los daños obtenida como parte del inventario ofrece una percepción clara de las causas de los daños y su relación con las cargas o con el clima.

II.II. Procedimiento de Evaluación de la Condición del Pavimento.

La primera etapa corresponde al trabajo de campo en el cual se identifican los daños teniendo en cuenta la clase, severidad y extensión de los mismos. Esta información se registra en formatos adecuados para tal fin. La Figura ilustra el formato para la inspección de pavimentos asfálticos. La figura es ilustrativa y en la práctica debe proveerse el espacio necesario para consignar toda la información pertinente.

100 —→ Pavimento en “perfecto” estado.

70 —→ Punto en el que el pavimento comienza a mostrar pequeñas fallas localizadas, es decir el punto en que deben iniciarse acciones de mantenimiento rutinario y/o preventivo menor.

55 —→ Punto en el que el pavimento requiere acciones de mantenimiento localizando para corregir fallas más fuertes. Condición para corregir fallas fuertes. Su condición de rodaje sigue siendo “buena” pero su deterioro o reducción de calidad comienza a aumentar.

40 —→ Punto en el que el pavimento muestra fallas más acentuadas y su condición de rodaje puede calificarse como “regular” o “aceptable”, el deterioro aumenta rápidamente. Este punto es cercano al definido como punto “óptimo” de rehabilitación.

0 —→ El pavimento está fuertemente deteriorado, presenta diversas fallas avanzadas y el tráfico no puede circular a velocidad normal. El pavimento se considera “fallado” y requiere acciones de mantenimiento mayor y eventualmente reconstrucción parcial de

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

un alto porcentaje de su área.

No.	Descripción	Unidades
1	Grieta Piel de cocodrilo	m2
2	Exudación de Asfalto	m2
3	Grietas de contracción	m2
4	Elevaciones y Hundimiento	m
5	Corrugaciones	m2
6	Depresiones	m2
7	Grieta de borde	m
8	Grietas de reflexión de juntas	m
9	Desnivel calzada-Hombrillo	m
10	Grietas longitudinales y transversales	m
11	Baches y zanjas reparadas	m2
12	Agregado pulidos	m2
13	Huecos	No.
14	Acceso y salida a puentes, rejilla de drenaje, líneas férreas	m2
15	Ahuellamientos	m2
16	Deformación por empuje	m2
17	Grietas de deslizamientos	m2
18	Hinchamiento	m2
19	Disgregación y desintegración	m2

Tabla: II.II.I. Tipos de daños a evaluar en el método PCI.

Es importante que el evaluador del pavimento esté familiarizado con estos tipos de falla, sus niveles de severidad y las formas de medición establecidas en el método. Los tipos de fallas más comunes en pavimentos asfálticos son: grieta del tipo piel de cocodrilo, de contracción, de reflexión de juntas, longitudinales y

transversales, baches, huecos, ahuellamientos, y desintegración o disgregación superficial. El resto de los tipos de falla considerados en el método, son encontrados menos frecuentemente.

En algunos casos se requiere entender como es afectada la calidad de rodaje por diversos tipos de falla a fin de determinar su severidad.

BAJO: Las vibraciones o saltos en el vehículo se sienten, pero no es necesario reducir la velocidad por razones de seguridad y/o confort.

MEDIO: Se producen vibraciones o salto significativos, que hacen necesario reducir la velocidad por seguridad y/o confort. Saltos individuales o continuos que producen molestias.

ALTO: Excesivas vibraciones hacen reducir considerablemente la velocidad. Saltos individuales que producen gran molestia, peligro o posible daño vehicular.

II.III. Unidades de Muestreo.

Se divide la vía en secciones o “unidades de muestreo”, cuyas dimensiones varían de acuerdo con los tipos de vía y de capa de rodadura:

a. Carreteras con capa de rodadura asfáltica y ancho menor que 7.30 m: El área de la unidad de muestreo debe estar en el rango **230.0 ± 93.0 m²**. En el Cuadro se presentan algunas relaciones longitud – ancho de calzada pavimentada.

Ancho de calzada (m)	Longitud de la unidad de muestreo (m)
5.0	46.0
5.5	41.8
6.0	38.3
6.5	35.4
7.3 (máximo)	31.2

Tabla: II.III.I. Longitudes de Unidades de Muestreo Asfálticas

Se recomienda tomar el valor medio de los rangos y en ningún caso definir unidades por fuera de aquellos. Para cada pavimento inspeccionado se sugiere la elaboración de esquemas que muestren el tamaño y la localización de las unidades ya que servirá para referencia futura.

II.IV. Determinación de las Unidades de Muestreo para Evaluación.

En la “Evaluación De Una Red” vial puede tenerse un número muy grande de unidades de muestreo cuya inspección demandará tiempo y recursos considerables; por lo tanto, es necesario aplicar un proceso de muestreo.

En la “Evaluación de un Proyecto” se deben inspeccionar todas las unidades; sin embargo, de no ser posible, el número mínimo de unidades de muestreo que deben evaluarse se obtiene mediante la Ecuación 1, la cual produce un estimado del PCI ± 5 del promedio verdadero con una confiabilidad del 95%.

$$n = N \times \sigma^2 / \frac{e^2}{4} \times (N - 1) + \sigma^2$$

Donde:

n: Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar.

N: Número total de unidades de muestreo en la sección del pavimento.

e: Error admisible en el estimativo del PCI de la sección (e = 5%)

σ : Desviación estándar del PCI entre las unidades.

Durante la inspección inicial se asume una desviación estándar (σ) del PCI de 10 para pavimento asfáltico (rango PCI de 25) y de 15 para pavimento de concreto

(rango PCI de 35) En inspeccionessubsecuentes se usará la desviación estándar real (o el rango PCI) de la inspección previa en ladeterminación del número mínimo de unidades que deben evaluarse.Cuando el número mínimo de unidades a evaluar es menor que cinco ($n < 5$), (todas las unidadesdeberán evaluarse).

II.V. Selección de las Unidades de Muestreo para Inspección.

Se recomienda que las unidades elegidas estén igualmente espaciadas a lo largo de la sección depavimento y que la primera de ellas se elija al azar (aleatoriedad sistemática) de la siguiente manera:

El intervalo de muestreo (i) se expresa mediante la Ecuación 2:

$$i=N/n \quad \text{Ecuación 2}$$

Donde:

N: Número total de unidades de muestreo disponible.

n: Número mínimo de unidades para evaluar.

i: Intervalo de muestreo, se redondea al número entero inferior (por ejemplo, 3.7 se redondea a 3)

b. El inicio al azar se selecciona entre la unidad de muestreo 1 y el intervalo de muestreo i .

Así, si $i = 3$, la unidad inicial de muestreo a inspeccionar puede estar entre 1 y 3. Las unidades demuestreo para evaluación se identifican como (S), (S + 1), (S + 2), etc.Siguiendo con el ejemplo, si la unidad inicial de muestreo para inspección seleccionada es 2 y elintervalo de muestreo (i) es igual a 3, las subsiguientes unidades de muestreo a inspeccionarserían 5, 8, 11, 14, etc.

Sin embargo, si se requieren cantidades de daño exactas para pliegos de licitación(rehabilitación), todas y cada una de las unidades de muestreo deberán ser inspeccionadas.

II.VI. Selección de Unidades de Muestreo Adicionales.

Uno de los mayores inconvenientes del método aleatorio es la exclusión del proceso de inspección y evaluación de algunas unidades de muestreo en muy mal estado. También puede suceder que unidades de muestreo que tienen daños que sólo se presentan una vez (por ejemplo, “*cruce de línea férrea*”) queden incluidas de forma inapropiada en un muestreo aleatorio.

Para evitar lo anterior, la inspección deberá establecer cualquier unidad de muestreo inusual e inspeccionarla como una “*unidad adicional*” en lugar de una “*unidad representativa*” o aleatoria. Cuando se incluyen unidades de muestreo adicionales, el cálculo del PCI es ligeramente modificado para prevenir la extrapolación de las condiciones inusuales en toda la sección.

II.VII. Evaluación de la Condición.

El procedimiento varía de acuerdo con el tipo de superficie del pavimento que se inspecciona. Debe seguirse estrictamente la definición de los daños de este manual para obtener un valor del PCI confiable.

La evaluación de la condición incluye los siguientes aspectos:

a. Equipo.

- Odómetro manual para medir las longitudes y las áreas de los daños.
- Regla y una cinta métrica para establecer las profundidades de los ahuellamientos o depresiones.
- Manual de Daños del PCI con los formatos correspondientes y en cantidad suficiente para el desarrollo de la actividad.

b. Procedimiento. Se inspecciona una unidad de muestreo para medir el tipo, cantidad y severidad de los daños de acuerdo con el Manual de Daños, y se registra la información en el formato correspondiente. Se deben conocer y seguir estrictamente las definiciones y procedimientos de medida de los daños. Se usa un formulario u “*hoja de información de exploración de la condición*” para cada unidad

muestreo y en los formatos cada renglón se usa para registrar un daño, su extensión y su nivel de severidad.

c. El equipo de inspección deberá implementar todas las medidas de seguridad para su desplazamiento en la vía inspeccionada, tales como dispositivos de señalización y advertencia para el vehículo acompañante y para el personal en la vía.

II.VIII. Cálculo del PCI de las Unidades de Muestreo.

Al completar la inspección de campo, la información sobre los daños se utiliza para calcular el PCI. El cálculo puede ser manual o computarizado y se basa en los “*Valores Deducidos*” de cada daño de acuerdo con la cantidad y severidad reportadas.

Etapas 1. Cálculo de los Valores Deducidos:

1. a. Totalice cada tipo y nivel de severidad de daño y regístrelo en la columna TOTAL del formato PCI-01. El daño puede medirse en área, longitud ó por número según su tipo.

1. b. Divida la CANTIDAD de cada clase de daño, en cada nivel de severidad, entre el ÁREA TOTAL de la unidad de muestreo y exprese el resultado como porcentaje. Esta es la DENSIDAD del daño, con el nivel de severidad especificado, dentro de la unidad en estudio.

1. c. Determine el VALOR DEDUCIDO para cada tipo de daño y su nivel de severidad mediante las curvas denominadas “Valor Deducido del Daño” que se adjuntan al final de este documento, de acuerdo con el tipo de pavimento inspeccionado.

Etapas 2. Cálculo del Número Máximo Admisible de Valores Deducidos (m)

2. a. Si ninguno ó tan sólo uno de los “Valores Deducidos” es mayor que 2, se usa el “Valor Deducido Total” en lugar del mayor “Valor Deducido Corregido”, CDV, obtenido en la Etapa 4. De lo contrario, deben seguirse los pasos 2.b. y 2.c.

2. b. Liste los valores deducidos individuales deducidos de mayor a menor.

2. c. Determine el “Número Máximo Admisible de Valores Deducidos” (m), utilizando la Ecuación 3:

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$$

Ecuación 3. Carreteras pavimentadas.

Donde:

m_i : Número máximo admisible de “valores deducidos”, incluyendo fracción, para la unidad demuestreo i .

HDV_i : El *mayor valor deducido individual* para la unidad de muestreo i .

2. d. El número de valores individuales deducidos se reduce a m , inclusive la parte fraccionaria. Si sedispone de menos valores deducidos que m se utilizan todos los que se tengan.

Dadas	Inspeccionar
1 a 5 unidades de muestras	1 unidad de muestra
6 a 10 unidades de muestras	2 unidades de muestra
11 a 15 unidades de muestras	3 unidades de muestra
16 a 40 unidades de muestras	4 unidades de muestra
Más de 40 unidades de muestras	10%

Tabla: II.VIII.I.Criterio alternativo para determinar el número de unidades de muestra a inspeccionar.

Etap 3. Cálculo del “Máximo Valor Deducido Corregido”, CDV.

El máximo CDV se determina mediante el siguiente proceso iterativo:

3. a. Determine el número de valores deducidos, q , mayores que 2.0.

3. b. Determine el “Valor Deducido Total” sumando TODOS los valores deducidos individuales.

3. c. Determine el CDV con q y el “Valor Deducido Total” en la curva de corrección pertinente al tipode pavimento.

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

3. d. Reduzca a 2.0 el menor de los “Valores Deducidos” individuales que sea mayor que 2.0 y repitalas etapas 3.a. a 3.c. hasta que q sea igual a 1.

3. e. El máximo CDV es el mayor de los CDV obtenidos en este proceso.

Etapas 4. Calcule el PCI de la unidad restando de 100 el máximo CDV obtenido en la Etapa 3.

II.IX. (Ejemplo de evaluación).

VÍA:

CÓDIGO:

FECHA:

UNIDAD N°:

HECHO POR:

ÁREA DE LA MUESTRA: 210 M2

1 Grieta piel de cocodrilo m2	11 Baches y zanjas separadas m2
2 Exudación de Asfalto m2	12 Agregados pulidos m2
3 Grietas de Contracción m2	13 Huecos N°
4 Elevaciones- Hundimientos m	14 Acceso a puentes m2
5 Corrugaciones m2	15 Ahuellamiento m2
6 Depresiones m2	16 Deformación por empuje m2
7 Grietas de Borde m	17 Grietas de deslizamiento m2
8 Grietas de Reflexion de juntas m	18 Hinchamiento m2
9 Desnivel calzada- Hombrillo m	19 Disgregación y Desintegración m2
10 Grietas longitudinales y Transversales m	

Tabla: II.IX.I. Tabla de daños que acompaña al formato del método PCI.

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

TIPOS DE FALLAS								
		TIPOS DE FALLAS EXISTENTES						
		3	10	1	7	13		
		7M	4L	8L	5L	1L		
		4M	10L					
		4M	3L					
		5L	6M					
			3L					
TOTAL	Baja. (L)	5	20	8	5	1		
	Media. (M)	15	6					
	Alta. (H)							

CALCULO DEL PCI

TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DE DEDUCCIÓN	PCI = 100 – VDC 66 CONDICIÓN DEL PAVIMENTO BUENA
3	2.38	L	2	
3	7.14	M	14	
10	9.52	L	7	
10	2.86	M	8	
1	3.81	L	22	
7	2.38	L	3	
13	0.48	L	12	
Valor Total de Deducción (VDT)			68	
Valor de Deducción Corregido (VDC)			34	

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CALCULO DEL VDC

No.	VALOR DE DEDUCCION							TOTAL	q	VDC
1	22	14	12	8	7	3	0.3	66.3	6	30
2	22	14	12	8	7	2	0.3	65.3	5	32
3	22	14	12	8	2	2	0.3	60.3	4	33
4	22	14	12	2	2	2	0.3	54.3	3	34
5	22	14	2	2	2	2	0.3	44.3	2	33
6	22	2	2	2	2	2	0.3	32.3	1	32

Glosario Inglés – Español de los tipos de los daños

Superficie Asfáltica.

Alligator Cracking

Piel de Cocodrilo

Bleeding

Exudación

Block Cracking

Agrietamiento en Bloque

Bumps and Sags

Abultamientos y Hundimientos

Corrugation

Corrugación

Depression

Depresión

Edge Cracking

Grieta de Borde

JointReflection Cracking

Grieta de Reflexión De Junta

Lane / ShoulderDrop Off

DesnivelCarril / Berma

Longitudinal & Transversal Cracking

Grietas Longitudinales y Transversales

Patching&UtilityPatching

Parcheo y acometidas de servicios

PolishedAggregates

Pulimento de Agregados

Potholes

Huecos

Railroad Crossing

Cruce de VíaFérrea

Rutting

Ahuellamiento

Shoving

Desplazamiento

Slippage Cracking

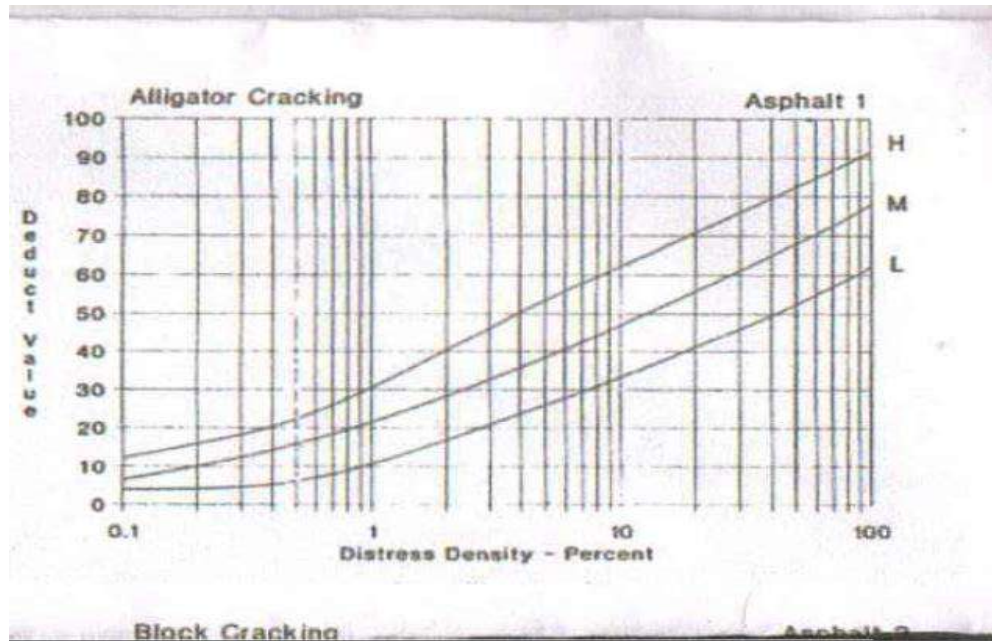
Grietas Parabólicas o por deslizamiento

Swell

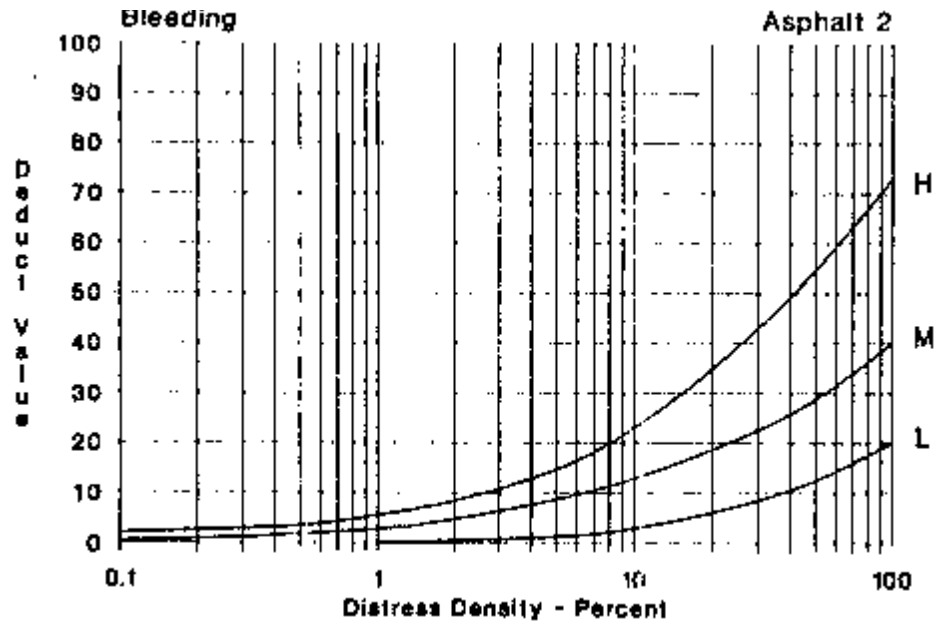
Hinchamiento

Weathering / Raveling Meteorización / Desprendimiento de Agreg

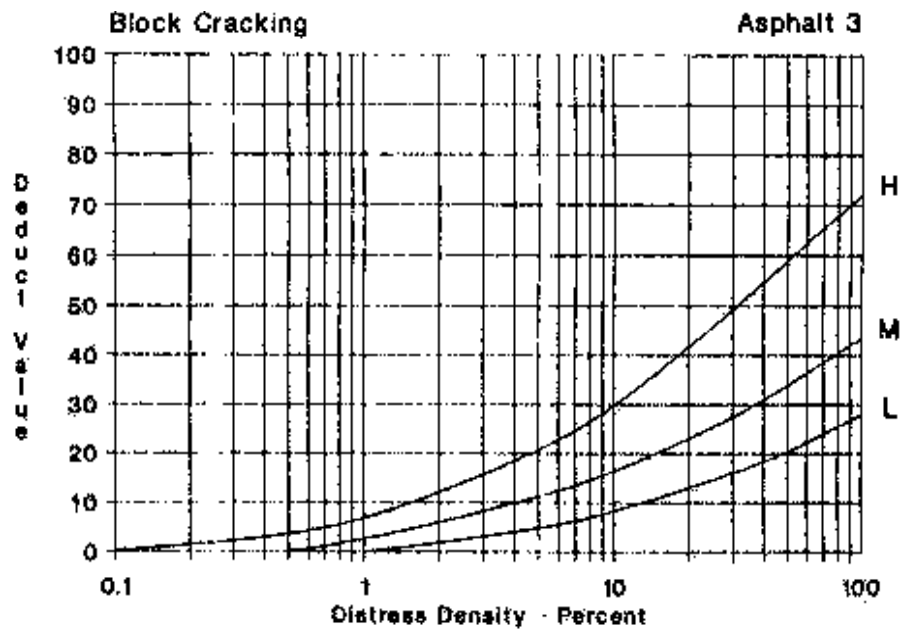
II.X. Curvas para la evaluación del método PCI.



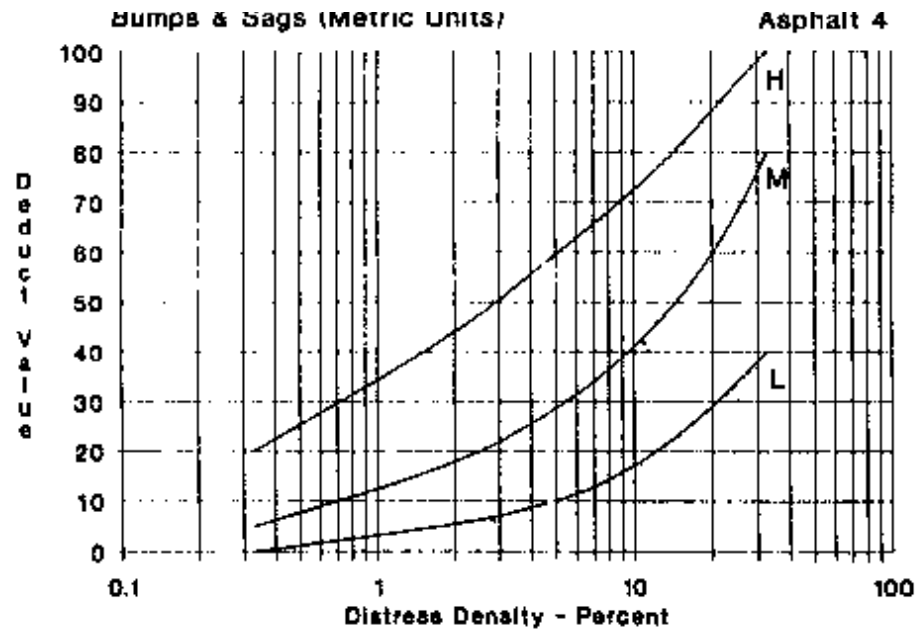
Gráfica: II.X.I. Piel de Cocodrilo



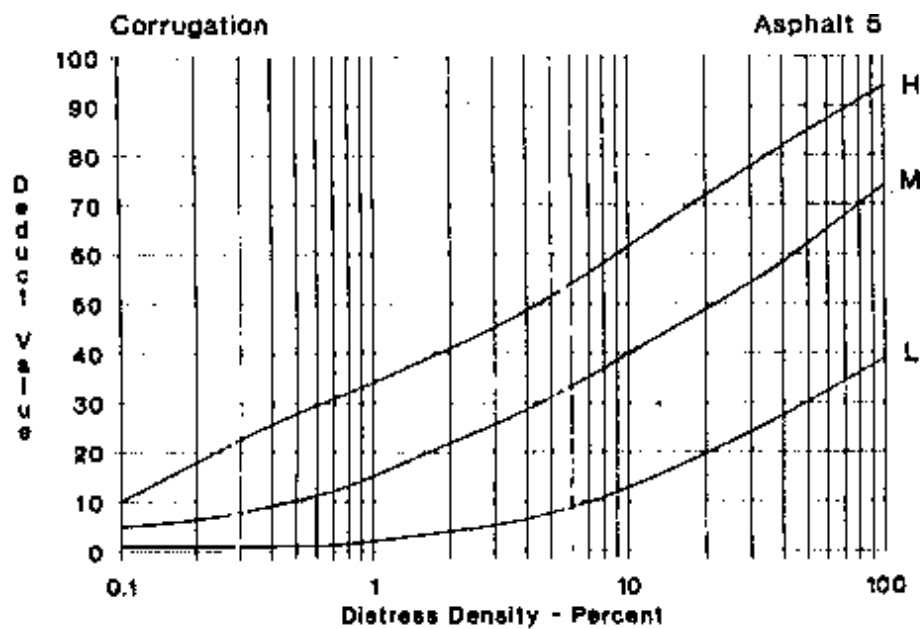
Gráfica:II.X.II. Exudación de asfalto



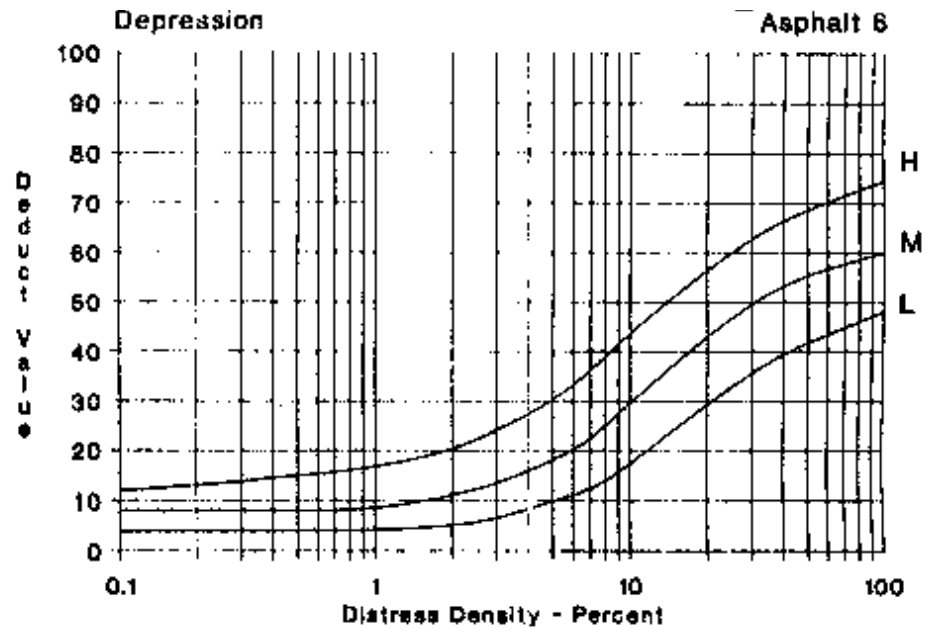
Gráfica:II.X.III. Grieta en Bloque



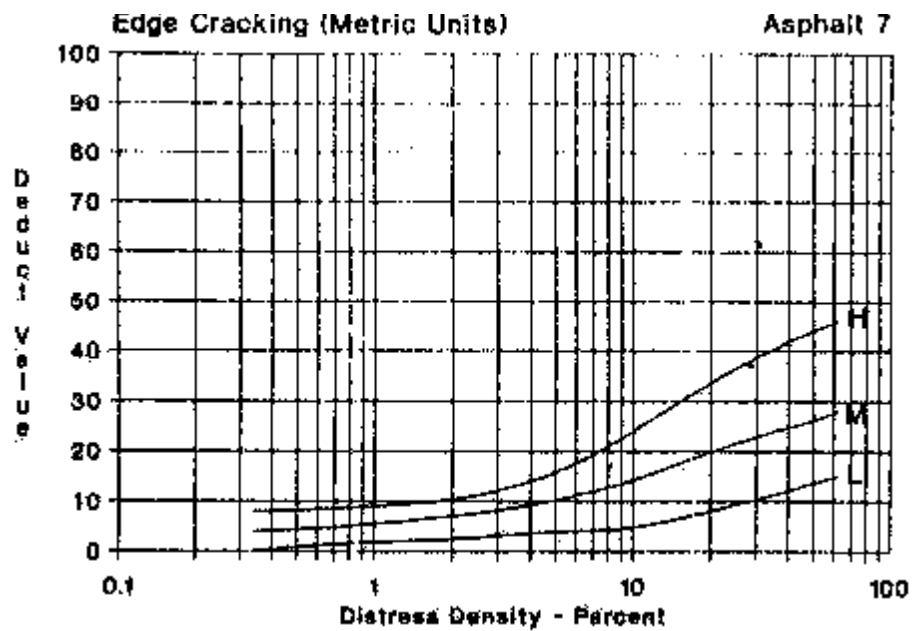
Gráfica:II.X.IV. Abultamientos y Hundimientos



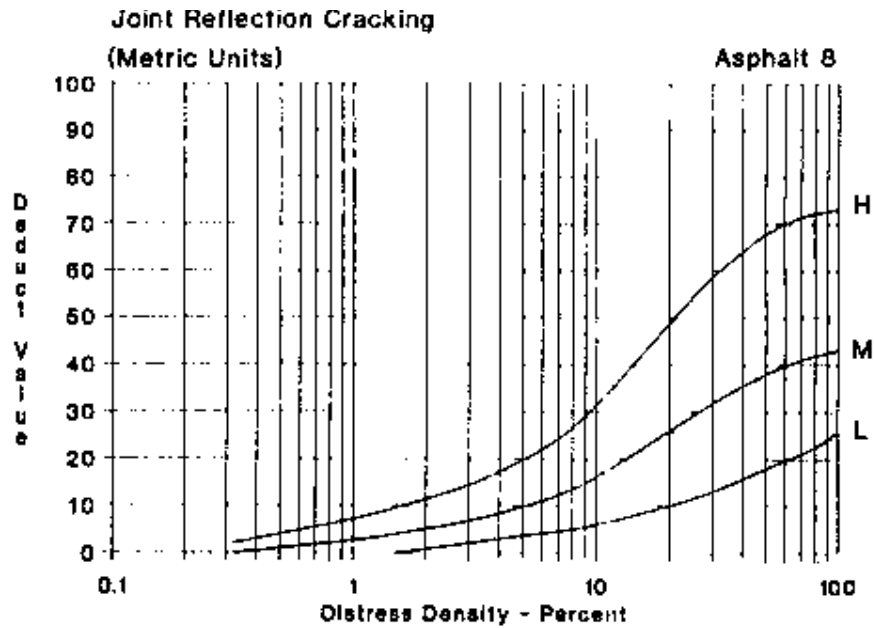
Gráfica:II.X.VCorrugación



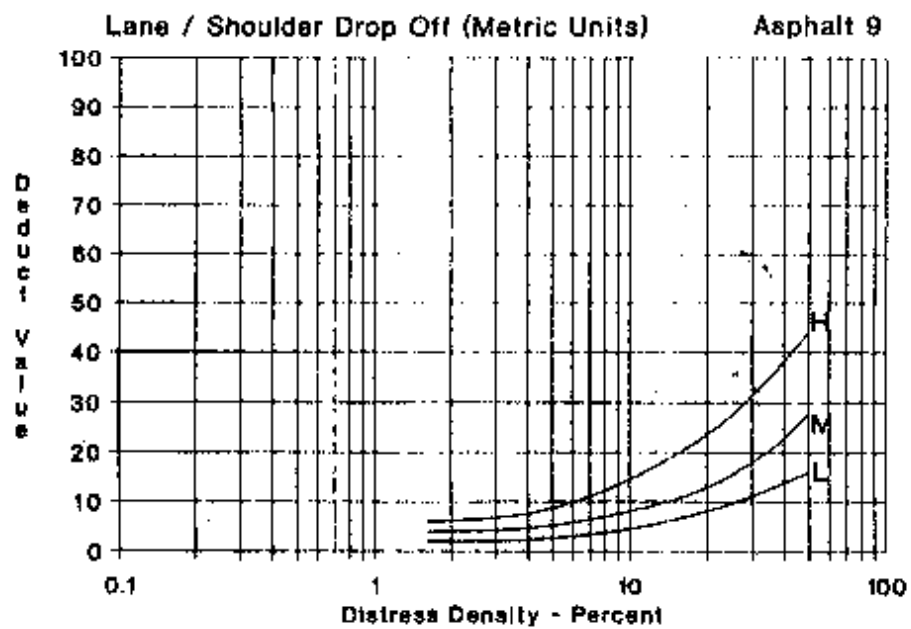
Gráfica:II.X.VI. Depresión



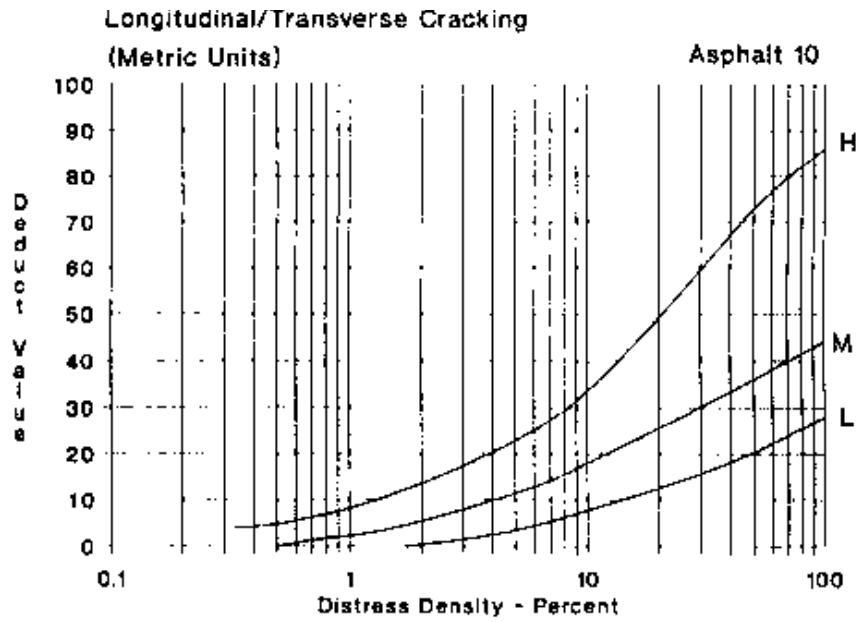
Gráfica:II.X.VII. Grieta de Borde



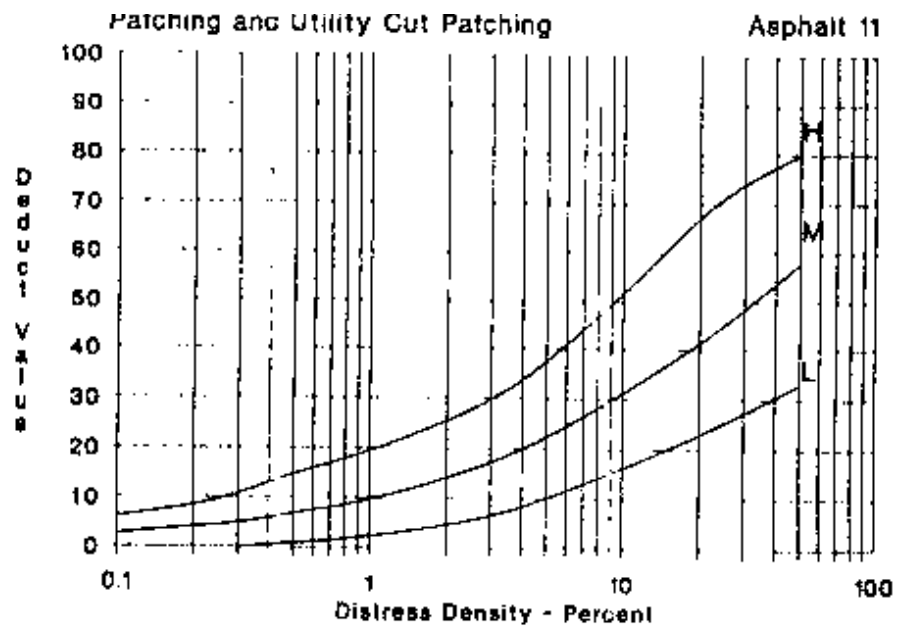
Gráfica:II.X.VIII. Grieta de reflexión



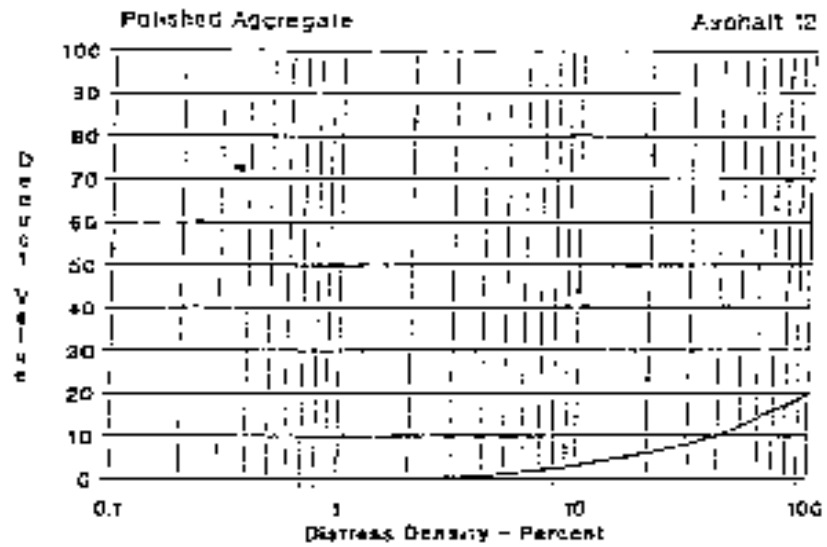
Gráfica:II.X.IX. Desnivel de carril



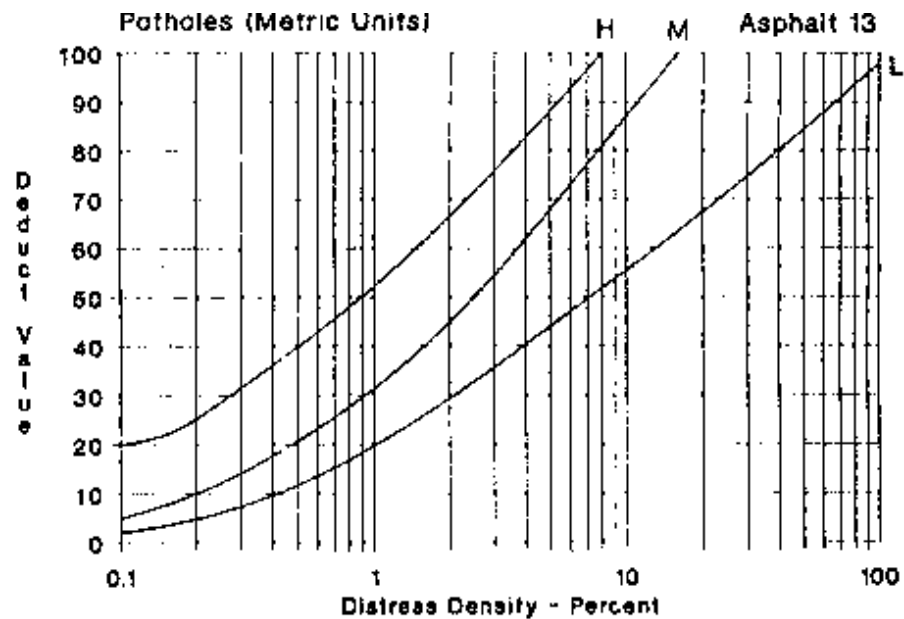
Gráfica:II.X.X.Grieta transversal y longitudinal

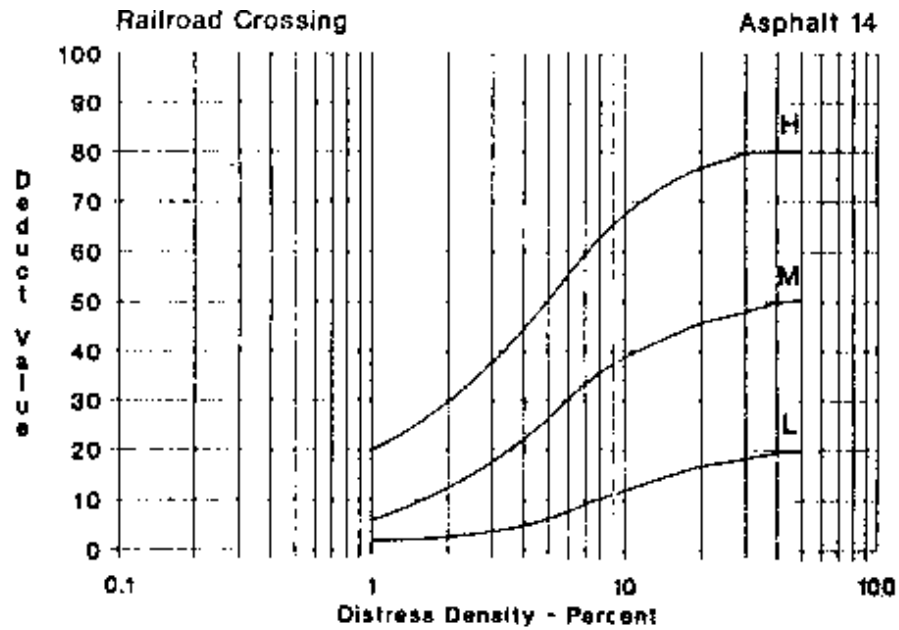


Gráfica:II.X.XI.Parqueo y acometidas de servicio

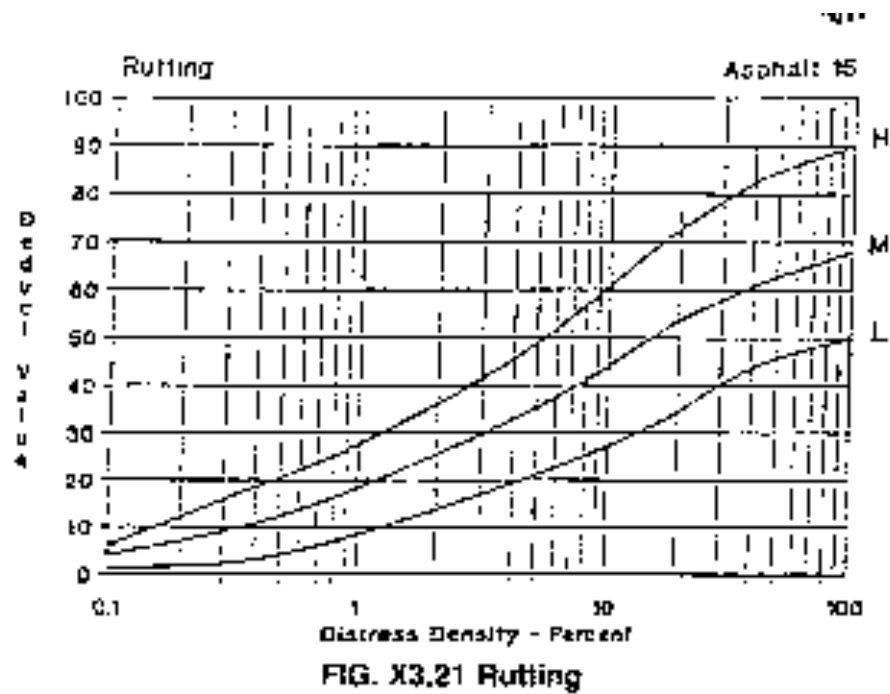


Gráfica:II.X.XII. Pulimiento de agregados

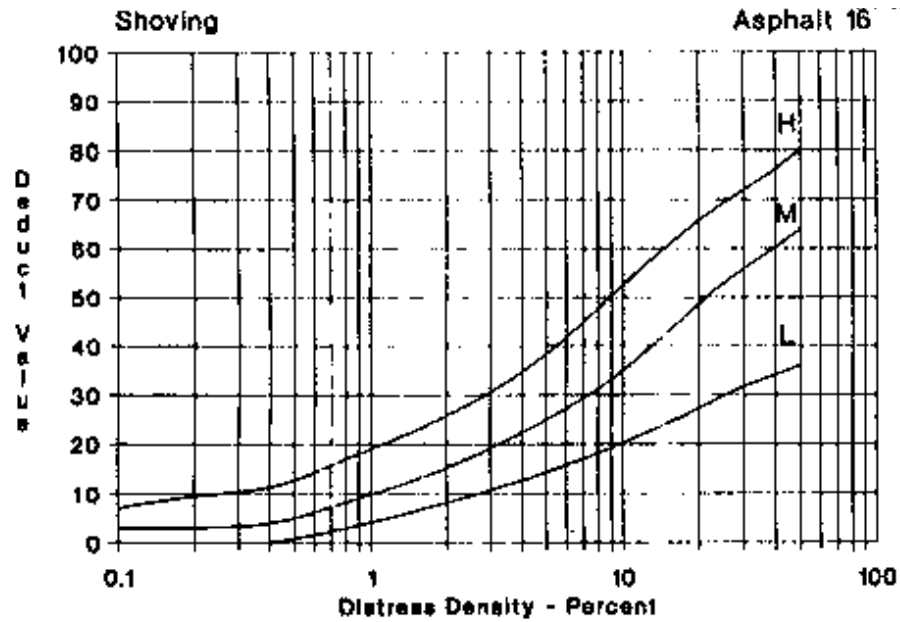




Gráfica:II.X.XIV. Cruce de vía férrea



Gráfica:II.X.XV. Ahuellamiento



Gráfica:II.X.XVI. Desplazamiento

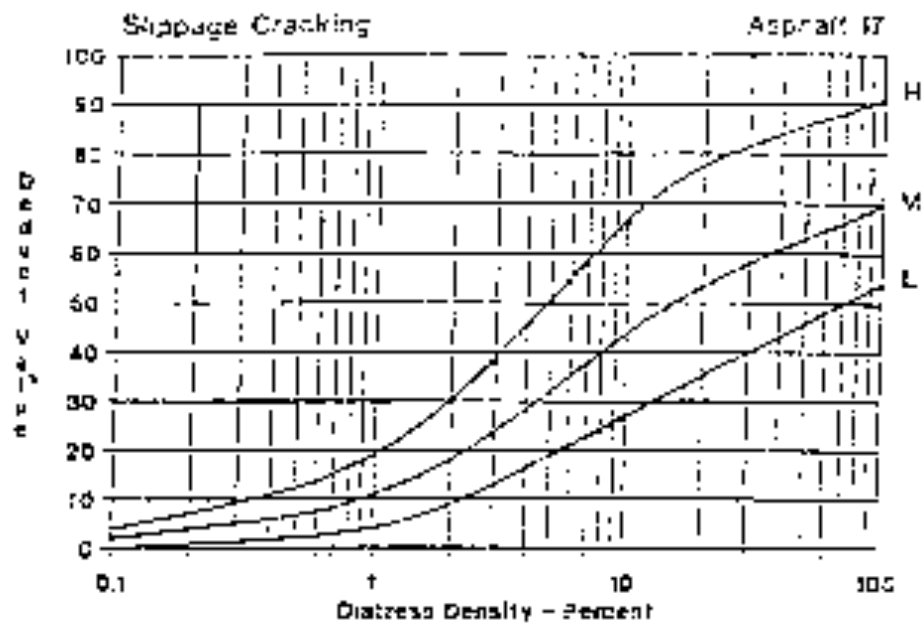


FIG. X3.23 Slippage Cracking

Gráfica:II.X.XVII. Grietas parabólicas o por deslizamiento



D 6433 - 07

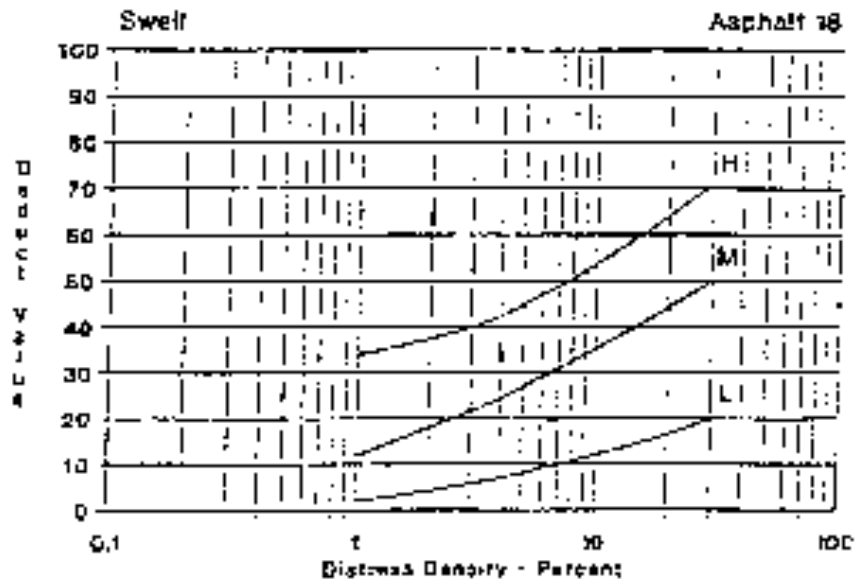
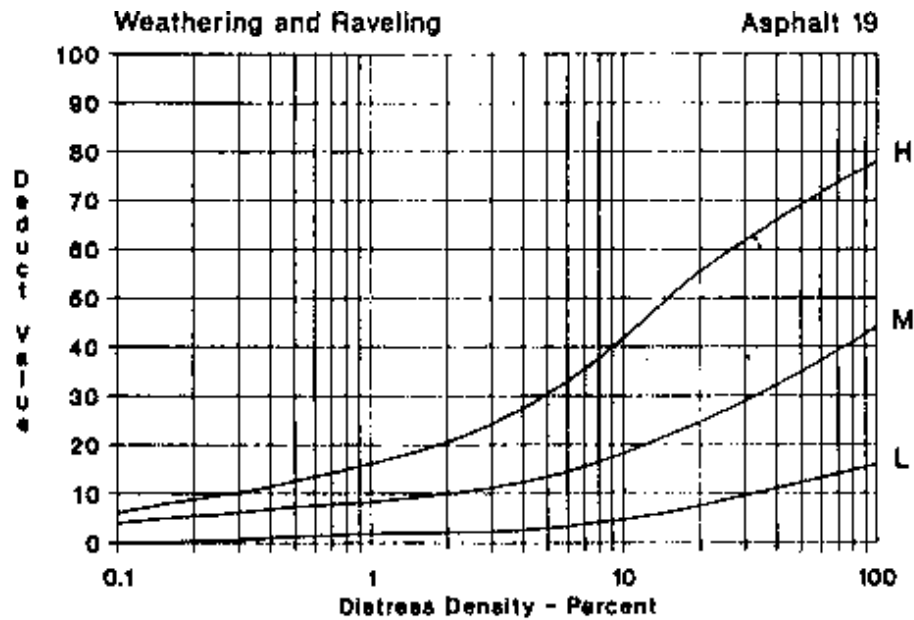
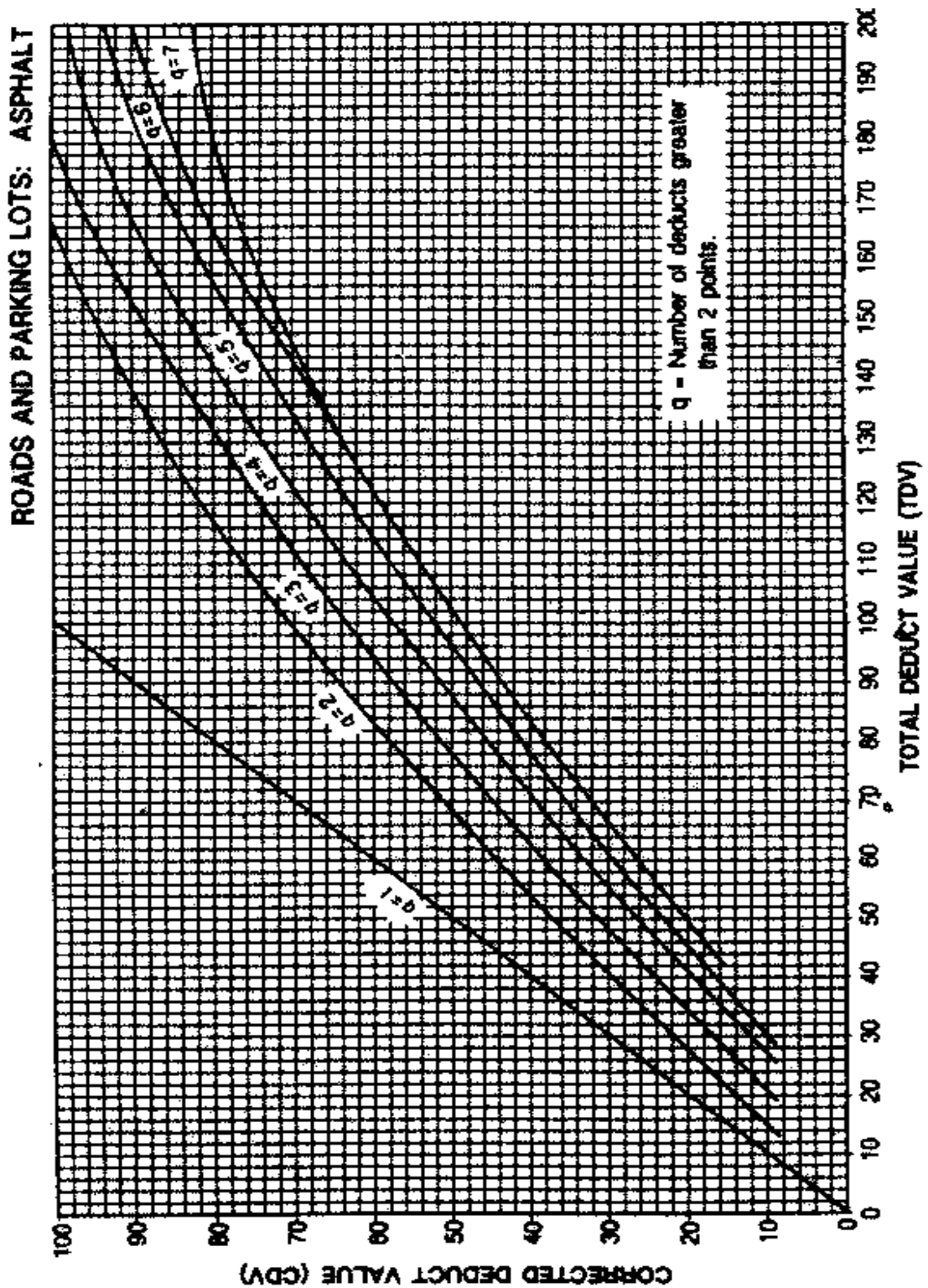


FIG. X3.24 Swell

Gráfica:II.X.XVIII.Hinchamiento



Gráfica:II.X.XIX. Desprendimiento de agregado



Gráfica:II.X.XX. Curva de corrección

CAPÍTULO III. MANTENIMIENTO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES

III.I. Definición:

El mantenimiento de los pavimentos no es fácil de definir. Existen varias acepciones que en general coinciden pero que presentan pequeñas diferencias. Algunos llaman a cualquier trabajo sobre el pavimento “mantenimiento”. Otros sólo incluyen aquellos trabajos que hacen que el camino se mantenga en condiciones como “recién construido”.

Tomando en cuenta éstas consideraciones lo podemos definir de la siguiente manera:

El mantenimiento de pavimentos asfálticos se define como el conjunto de trabajos que se realizan en diferentes periodos de tiempo en los diferentes elementos de una carretera: derecho de vía, hombros, drenajes, cunetas, taludes, etc., con el propósito de conservarlos en buenas condiciones de modo que presten el servicio para el cual fueron diseñados de una manera eficiente.

Las carreteras de pavimento asfáltico requieren de un mantenimiento periódico y efectivo en sus diferentes elementos, para poder mantener la estructura principal del pavimento en buenas condiciones. Recordemos que el principal elemento que daña una carretera es el agua lo que significa que se deben mantener en buenas condiciones las obras auxiliares.

“El mantenimiento es el trabajo rutinario realizado para mantener un pavimento que se encuentre en condiciones de tránsito y medio ambiente normales, tan cerca como sea posible a su estado o condición original (recién construido)”.

En todo tipo de pavimento los deterioros pueden ser pequeños al principio, pero más adelante probablemente sean más serios y aceleren la falla de la vía. Por ello, una obra requiere un mantenimiento adecuado y continuo para cuando menos asegurar su vida útil y proporcionar un servicio adecuado. Los pavimentos se deterioran a medida que pasa el tiempo debido a las cargas del tráfico y por lo tanto estos pavimentos tienen que ser mantenidos para asegurar que cumplan con su función.

Un mantenimiento regular y una buena práctica de limpieza mejorarán la apariencia total del pavimento al igual que de cualquier otro material de superficie.

Si el pavimento es mantenido como en su estado original, teóricamente durará para siempre. Pero en la práctica, el mantenimiento solo ayuda a que el pavimento se comporte satisfactoriamente durante su vida de diseño. Además, esto deberá realizarse con un mínimo de costo e interrupciones de tránsito.

El mantenimiento no solo protege la superficie del pavimento, sino que previene el desgaste acelerado. No debe de tomarse como un costo, sino como una inversión en la estructura del pavimento y un seguro contra los costos de reconstrucción totales.

El mantenimiento puede ser dividido en tres categorías:

III.II. Mantenimiento preventivo.

Es el trabajo realizado para prevenir el deterioro del pavimento, que minimice la necesidad de más trabajo de mantenimiento (limpieza de alcantarillas y cunetas, riegos de taponamientos, deshierbe, etc.)

El mantenimiento preventivo consiste en actividades y obras destinadas a prevenir fallas en la vía antes de que ocurran. Este mantenimiento es muy efectivo

ya que al prevenir posibles fallas en alguno de los elementos de una carretera se evita que falle a corto, mediano o largo plazo y evita que su reparación o reemplazo represente un costo mucho más alto que el del mantenimiento en sí.

Muchas veces, la reparación de algunos elementos de una carretera, como un talud por ejemplo, puede representar un costo más elevado que su construcción, por lo que se hace evidente la importancia del mantenimiento preventivo.

III.III. Mantenimiento de rutina.

Es el trabajo que se realiza día a día y que es necesario para mantener y preservar el estado del pavimento lo más cercano posible a su estado original (“recién construido”).

La conservación rutinaria comprende los trabajos que rutinariamente han de ejecutarse para conservar en buen estado los pavimentos que tengan la capacidad estructural suficiente para soportar adecuadamente las cargas inducidas por el tránsito al que están sujetos, tales como:

- Sellado de grietas aisladas;
- Bacheo superficial aislado, y
- Bacheo profundo aislado

III.IV. Mantenimiento mayor.

Es el trabajo necesario para acercar un pavimento a su estado original. Este incluye tratamientos superficiales, slurryseals, reciclado de superficies y sobrecarpetas de espesores hasta de 2.5 cms.

Son los trabajos que deben ejecutarse periódicamente y de acuerdo con un proyecto específico, para recuperar las condiciones de servicio originales del

pavimento, por la pérdida de sus características superficiales o de su capacidad estructural, como son:

- Renivelaciones locales;
- Carpetas de un riego;
- Carpetas de granulometría abierta;
- Carpetas de mortero asfáltico;
- Carpeta asfáltica de granulometría densa;
- Fresado de la superficie de rodadura;
- Recorte de carpetas asfálticas, y
- Recuperación en caliente de carpetas asfálticas.

III.V. Fisuramiento.

Las fisuras son reflejo de una mala actuación de la capa de pavimento ante las cargas recibidas a diario, estas se pueden producir por distintos factores entre los que se destacan:

- El Tránsito
- El Clima
- Tipo de Carpeta de Rodadura, entre otros

Cuando uno realiza el diseño de un pavimento a n años, normalmente se magnifican las cargas de tránsito, para prever futuros desarrollos automotrices, pero debido a la mala regulación de pesos de los camiones, estas cargas son sobresaturadas por el parque automotriz, produciendo aceleradamente la aparición de fisuras.

Las fisuras no representan necesariamente características de tramos largos de pavimento, sino manifestaciones de cambios locales de corto plazo en la superficie del pavimento.

La aparición de fisuras es el primer aviso de una carretera con problemas. Es indicio de tensiones, debidas a condiciones climáticas o de cargas de tráfico

que han sobrepasado los límites de la resistencia del firme o a problemas con la explanada. Es la señal para el ingeniero de que los costos de conservación se van a disparar si no se actúa con prontitud.

CAPÍTULO IV. TIPOS DE GRIETAS, SUS CAUSAS Y SU REPARACIÓN

Las grietas aparecen en muchas formas. El simple llenado de grietas podría ser el tratamiento adecuado en algunas ocasiones. En otras, podría ser necesario la remoción completa de la sección del pavimento y la colocación de alguna obra de drenaje. Las causas del agrietamiento deben ser determinadas, para realizar las reparaciones adecuadas.

La forma o patrón de agrietamientos es frecuentemente el mismo para varias causas y en etapas diferentes de la falla. Los tipos de grietas que generalmente encuentran las brigadas de mantenimiento son las siguientes:

- Piel de cocodrilo
- Grietas de borde u hombros
- Grietas de juntas
- Grietas de reflexión
- Grietas de contracción
- Grietas de deslizamiento

IV.I.Piel de cocodrilo.

Las grietas en forma de piel de cocodrilo forman una serie de pequeños bloques semejantes a la piel de cocodrilo o al alambre de gallinero, de dimensiones normalmente inferiores a 300 mm. Se originan por fatigamiento del material sometido a cargas reiteradas.

Son generalmente asociados con bases granulares sin tratar que han fallado o con subrasantes débiles. Las áreas afectadas generalmente no son muy grandes. Algunas veces se presentan en secciones enteras del pavimento. Cuando esto pasa, es probablemente debido a la repetición de que cargas que exceden la capacidad de carga del pavimento a la que fue diseñado y construido, es por ello que se dice que el pavimento se ha fatigado.

Ya que las grietas de piel de cocodrilo son causadas por una base o subrasante saturadas, la corrección deberá incluir la remoción del material húmedo y posiblemente la instalación de drenaje. El bacheo con mezcla asfáltica en caliente colocada en todo el espesor, podría ser la solución. Si no se puede disponer de mezcla asfáltica en caliente, puede utilizarse de material de base de buena calidad compactada en capas, impregnada y cubierta con un espesor suficiente de mezcla asfáltica.

El bacheo superficial puede utilizarse como una reparación temporal. En cualquier caso, las reparaciones deberán realizarse oportunamente para evitar un daño mayor en el pavimento.

Causas Posibles:

- Espesor del pavimento inadecuado para el nivel de solicitudes y/o de la capacidad de soporte de la subrasante.
- Drenaje inadecuado en zonas localizadas.
- Mezcla asfáltica muy rígida.



Imagen: IV.I.I. Piel de cocodrilo

IV.II. Grietas de borde u hombros

Esas grietas son grietas longitudinales cercanas al borde extremo del pavimento, con o sin grietas ramificadas hacia el borde. Generalmente son causadas por la falta de hombro o soporte lateral de la sección del camino. Pueden ser causadas por asentamientos o pérdida de capacidad de soporte del material de base que se encuentra bajo el área agrietada. A su vez, esto puede ser el resultado de un drenaje pobre, esfuerzos de congelamiento o la contracción del terreno adyacente por pérdida de humedad.

Para repararse, este tipo de grietas deben ser llenadas con slurryseal o asfaltos rebajados mezclados con arena. Si el extremo del pavimento se encuentra asentado, se podría renivelar con una mezcla asfáltica elaborada en caliente de granulometría correspondiente a una de bacheo.



Imagen: IV.II.I De borde u hombros

IV.III. Grietas de Juntas.

Hay dos tipos de grietas de juntas. Una es la grieta de junta-extremo, que aparece entre el pavimento y el hombro o acotamiento. La otra es la grieta de línea-junta, que aparece entre dos líneas o carriles de pavimento adyacentes.

La pérdida de humedad alternada con saturaciones, o el congelamiento y descongelamiento debajo de la superficie del hombro es una causa común de la aparición de la aparición de las grietas junta-extremo. Esto generalmente sucede por el drenaje escaso donde el agua es atrapada o encharcada en depresiones sobre la junta del pavimento y el hombro.

Por otro lado, las grietas de línea-junta, son generalmente causadas por una débil unión o escasez de liga entre tendidos adyacentes del pavimento.

El drenaje debe ser corregido primero en aquellos casos en que el agua sea un factor de aparición de las grietas. Las grietas serán llenadas con slurryseals elaborado con emulsión asfáltica. Para el llenado de grietas mayores deberán utilizarse asfaltos compuestos o asfaltos cargados o pesados.

IV.IV. Grietas de reflexión.

Estas grietas ocurren en sobrecarpetas asfálticas. Son el reflejo de la forma de las grietas en la estructura del pavimento que se ha cubierto con la sobrecarpeta. Se localizan más frecuentemente en sobrecarpetas asfálticas aplicadas sobre pavimentos de concreto hidráulico y bases tratadas o estabilizadas con cemento.

Las grietas de reflexión son causadas por el movimiento horizontal o vertical que se presenta debajo de la sobrecarpeta y que resulta de las cargas del tránsito, cambios de temperatura y movimientos del terreno.

Si las grietas son menores de 3 mm. De ancho, pudieran ignorarse, a menos que existiera la posibilidad de que el agua penetrara y causara daños mayores futuros. En éste caso podrían ser llenadas con emulsiones o asfaltos rebajados y cubiertas con arena. Las grietas mayores de 6 mm. Son llenadas con slurry seal o asfaltos rebajados de grado ligero mezclados con arena.

IV.V. Grietas de contracción.

Las grietas de contracción son grietas interconectadas que forman una serie de bloques, generalmente con esquinas punteadas o angulares. A menudo es muy difícil determinar si estas grietas son causadas por los cambios volumétricos de las mezclas asfálticas finas que tienen un alto contenido de asfalto de baja penetración.

El envejecimiento del pavimento origina otra forma de grietas de contracción. Después de años de exposición a los elementos, los asfaltos pudieran perder algo de elasticidad o resistencia. Al mismo tiempo, los materiales en el pavimento son sujetos a constantes esfuerzos de contracción y expansión

causados por los cambios de temperatura. Este tipo de grietas no son un indicativo de una deficiencia estructural.

Las grietas de contracción deben ser selladas con un slurry seguida de un tratamiento superficial, slurry seal o una sobrecarpeta en toda el área.

IV.VI. Grietas de deslizamiento.

Son grietas en forma de semicírculo resultantes de las fuerzas horizontales inducidas por el tránsito. Son causadas por falta o escasez de liga entre la capa de rodamiento y la capa subyacente. La falta de liga puede deberse al polvo, suciedad, aceite o la ausencia del riego de liga.

La única forma efectiva de reparar una zona que presente grietas de deslizamiento es removiendo la capa superficial alrededor de la zona fallada hasta el lugar donde se encuentre una buena liga entre las dos capas. El área podrá ser bacheada con mezcla asfáltica en caliente una vez que se haya aplicado un riego de liga adecuadamente.



Imagen: IV.VI.I.De deslizamiento

CAPÍTULO V. CAUSAS Y REPARACIÓN DE DEFORMACIONES

La deformación del pavimento es el resultado del debilitamiento de la subrasante por un reacomodo o consolidación del suelo o por la consolidación o compactación adicional de la base. Podrían o no aparecer grietas, pero en ambos casos se crea un conflicto o peligro para el tránsito, permite la acumulación del agua y eventualmente hace que se empeore. Las deformaciones pueden ser de diferentes formas:

- Acanalamientos
- Corrugaciones
- Desplazamientos
- Depresiones
- Levantamientos

Así como cualquier otra falla, cada tipo de deformaciones tiene su causa y debe ser determinado antes de que un remedio correctivo pueda ser aplicado. Las distorsiones del pavimento generalmente ocurren en intersecciones y otras áreas de parada y arranque donde el tráfico, especialmente los camiones pesados, imponen severos esfuerzos horizontales a la superficie del pavimento. Las técnicas de reparación varían desde la renivelación de la superficie rellenando con material nuevo, hasta remover el área afectada y reemplazar con nuevo material.

V.I. Acanalamientos.

Acanalamientos, surcos o roderas son depresiones en forma de canal que se desarrollan en la zona de rodado de los neumáticos del tránsito. El acanalamiento podría resultar de la consolidación o movimiento lateral bajo las cargas de los vehículos en una o más capas inferiores del pavimento o en la capa asfáltica superior misma. Esto puede ocurrir en pavimentos asfálticos nuevos que se encuentran en operación y que haya tenido una compactación pobre durante la

construcción, o por movimientos plásticos en mezclas que no tengan suficiente estabilidad para soportar cargas.

Las causas del acanalamiento deben ser determinadas. En algunos casos podría ser necesario remover la capa de pavimento para identificar la causa. En las situaciones menos severas, las roderas o acanalamientos podrían ser perfiladas con equipo de pulverización o molido hasta un nivel que garantice la uniformidad en toda la superficie o simplemente rellenadas con mezcla asfáltica en caliente seguida de una sobrecarpeta en toda la sección del pavimento.

Un posible parámetro a evaluar puede ser: si las roderas son menores a 1 cm., se deben a una deformación de la carpeta asfáltica; pero si son mayores, se deben a una insuficiencia en la base o a que ésta no es de la calidad adecuada.

V.II. Corrugaciones y Desplazamientos.

Las corrugaciones o efecto de lavadero, es una forma de movimiento plástico tipificado por ondulaciones transversales sobre la superficie del pavimento asfáltico. Los desplazamientos son movimientos plásticos que se resultan en determinados lugares en forma de abultamientos. Las corrugaciones y desplazamientos generalmente ocurren en puntos donde el tráfico arranca o se detiene, o en las colinas, donde los vehículos frenan al ir cuesta abajo.

Las corrugaciones o desplazamientos también ocurren generalmente en mezclas asfálticas con falta de estabilidad. Esto podría ser resultado de un contenido de asfalto elevado, demasiado agregado fino, granulometría fuera de especificación, o que el agregado grueso fuera demasiado redondeado o de textura muy suave. En el caso de las mezclas elaboradas con asfaltos rebajados o emulsiones asfálticas, esto podría suceder por falta de eliminación de humedad o solventes.

Si el pavimento donde se presentan las corrugaciones, consiste de una base granular con un tratamiento superficial, la capa superior debe ser escarificada y mezclada con la base para posteriormente compactarla antes de colocar la capa superficial nuevamente. Si la capa superficial o carpeta es mayor de 5.0 cm., las corrugaciones leves deberán ser cortadas con una máquina perfiladora (pulverizadora o moledora) en frío. El área puede ser cubierta con un riego de taponamiento o con una capa de mezcla asfáltica en caliente.

Para que una reparación sea efectiva, el material en el área desplazada debe ser removido y bacheado.

V.III. Depresiones.

Las depresiones son áreas localizadas de tamaño limitado que pueden o no estar acompañadas de grietas. El agua se almacena en las depresiones, la cual se convierte no sólo en una falla estructural potencial, sino en un peligro latente para el usuario. Las depresiones son causadas por un tráfico más pesado que aquél para el que el pavimento fue diseñado y por una consolidación o movimiento en la subrasante o terreno natural.

Las depresiones deben de ser llenadas con mezcla asfáltica en caliente para lograr la misma pendiente en el área fallada que en el resto de la sección del pavimento.



Imagen: V.II.I De depresión

V.IV. Levantamientos.

Estos son localizados como desplazamientos del pavimento hacia arriba, debido a la expansión de la subrasante o de alguna porción de la estructura del pavimento. Es muy comúnmente producida por la expansión por congelamiento de las bases granulares o de la subrasante. Los levantamientos pueden ser por el efecto de “expansión” por la humedad en suelos expansivos.

La corrección de las áreas falladas por congelamiento requieren del aislamiento contra el congelamiento del flujo de agua o que éste sea drenado por debajo el pavimento. El flujo de agua puede ser aislado de la temperatura de congelamiento colocando capas de aislamiento debajo de la estructura del pavimento o sustituyendo la subrasante original o natural por material drenante a una profundidad más bajo de la línea de congelamiento. Si se localiza el flujo de agua, en un sistema de drenaje podría funcionar correctamente. En ambos casos es necesario remover el pavimento para permitir la reparación.

Los levantamientos causados por suelos expansivos pueden ser eliminados por medio de la instalación de un sistema de drenaje adecuado, que evite los flujos de agua hacia la subrasante.

Causas y reparación de desintegraciones.

La desintegración es el rompimiento del pavimento en fragmentos pequeños y sueltos. Esto incluye el desalojo o pérdida de las partículas de agregado. Si no es determinada en su etapa inicial, la desintegración puede progresar hasta que el pavimento requiera de una reconstrucción completa. Las “calaveras” y el desprendimiento son dos de las formas más comunes que se presentan en las primeras etapas del desprendimiento. Las reparaciones varían de simples sellos en los inicios de la falla o bacheo profundo si es permitido que el desprendimiento progrese hacia otros niveles de la estructura.

V.V. Calaveras.

Las calaveras son cavidades de tamaño variado que resulta de la desintegración localizada en un pavimento en operación, su tamaño no es mayor a 15 cm.. Estas son causadas generalmente por el debilitamiento del pavimento como resultado de capas de subrasante o bases débiles, carpetas asfálticas pobres en espesor o asfalto, pocos o muchos finos en la mezcla o drenaje escaso.

Las calaveras aparecen frecuentemente cuando el mantenimiento no es aplicado oportunamente, una vez que la falla ha sido detectada.

La reparación temporal incluye la limpieza de la cavidad y el relleno con una mezcla asfáltica premezclada para bacheo. Un bacheo profundo con mezcla en caliente, proporcionaría una reparación permanente.



Imagen: V.V.I. De calavera

V.VI. Desprendimiento.

El desprendimiento es la pérdida progresiva de material superficial por el intemperismo y/o la abrasión del tráfico. Generalmente son los agregados finos los que se desprenden primero, dejando pequeñas marcas en la superficie del pavimento. A medida que la erosión continua, las partículas mayores se sueltan y el pavimento adquiere una apariencia rugosa típica de la erosión superficial. El desprendimiento es causado por un pobre procedimiento de construcción, agregados de mala calidad o mezclas de diseño pobres. Una aplicación de un riego de taponamiento inmediatamente después que el desprendimiento es detectado, por lo regular retarda el proceso de deterioro.

Las superficies “secas” o intemperizadas generalmente requieren de un tratamiento superficial. Los programas emergentes deben incluir riegos de taponamiento aplicados sobre la superficie de rodamiento. Los tratamientos superficiales incluyen slurry seals, sellos con arena, o tratamientos de mezclas agregados-asfaltos, dependiendo del agregado de la superficie y el tránsito.



Imagen: V.VI.I. De desprendimiento

Causas y reparación de las superficies resbaladizas.

V.VII. Exceso de asfalto.

El “llorado” o flujo, es la presencia de un exceso de asfalto o película de asfalto en la superficie del pavimento. Las capas del pavimento construidas con mezclas asfálticas ricas, los riegos de sello aplicados inadecuadamente o los riegos de impregnación o liga muy pesados, pueden causar el llorado de asfalto. Las cargas pesadas pueden forzar el flujo de asfalto hacia la superficie del pavimento en temporadas o zonas calientes. Si en la mezcla en caliente son utilizados agregados hidrofílicos, las condiciones desfavorables de humedad podrían ocasionar la pérdida de adherencia con la subsecuente migración del asfalto hacia la superficie del pavimento.

En muchos casos, el llorado puede ser corregido con aplicaciones repetidas de arena caliente, agregado cribado por mallas medias o incluso con agregado grueso para absorber el exceso de asfalto. Cuando se emplee ésta técnica, al agregado a utilizar debe tener de diámetro dos veces el espesor de la película de asfalto como mínimo. Es más efectivo si el agregado es calentado hasta 230°C aproximadamente, antes de ser aplicado en el área llorada. Después de la

aplicación del agregado, deberá ser apisonado para que se incruste dentro de la película de asfalto. Si el llorado es ligero, puede utilizarse una capa de rodamiento o desgaste elaborada con mezcla asfáltica o un riego de sello utilizando agregados absorbentes.

Una máquina perfiladora de pavimentos puede utilizarse para remover el exceso de pavimento o remover toda la capa.

V.VIII. Agregados pulidos.

Las películas de agregado en la superficie del pavimento, podrían ser exhaustivamente pulidas bajo la acción abrasiva del tráfico. Esto incluye aquellos materiales utilizados sin haber sido sometidos a trituración y aquellos que aunque fueron triturados, se desgastan relativamente rápido bajo la acción del tráfico. Algunos agregados, particularmente del tipo calizo, se pulen más rápidamente. Otros, como algunos tipos de gravas, son pulidos naturalmente y si se utilizan en superficies de pavimento sin trituración, hacen que el pavimento se vuelva deslizante y por lo tanto peligroso. Los agregados pulidos son particularmente resbalosos cuando están mojados.

La única forma efectiva de corregir un pavimento con agregados pulidos, es cubrir la superficie con un tratamiento que garantice una resistencia al deslizamiento, es decir, una superficie con cierta rugosidad. Una sobrecarpeta de espesor pequeño de mezcla en caliente elaborada en planta, un sello de arena, o un riego de sello.



Imagen: V.VIII.I. Pulimiento

Problemas de tratamientos superficiales.

Debido a los procedimientos de construcción, los tratamientos superficiales podrían desarrollar algunos defectos que no ocurren en otros tipos de superficies asfálticas. Esto incluye la pérdida del agregado protector.

V.XIX.Pérdida del agregado protector.

La pérdida del agregado protector es el desprendimiento del agregado de un tratamiento superficial de un pavimento, bajo la acción del tráfico, dejando expuesta la película de asfalto. La pérdida del agregado protector puede ser causado por diferentes factores:

- Agregados esparcidos después que el asfalto se enfrió demasiado.
- Agregados con demasiado polvo o húmedos al aplicarse.
- Agregados no rodados o fijados inmediatamente después de esparcidos.
- Rodados con equipo metálico sobre depresiones.
- La apertura al tráfico demasiado pronto una vez que se hallan aplicado.
- Superficies absorbentes.
- Sobre-rodado especialmente con rodillo metálico.

Arena gruesa y caliente, esparcida sobre el área afectada, pudiera ayudar a reponer el agregado perdido. Esta deberá ser rodada inmediatamente con un compactador neumático de manera que pudiera fijarse en el asfalto.

V.X. Superficie de rodamiento lisa.

Este defecto se debe a un exceso de asfalto en el riego de liga, en la mezcla asfáltica o en el riego de sello. El exceso de asfalto por acción del tránsito se bombea hacia la superficie de rodamiento, provocando así su alisamiento pero aun de esta manera se puede tener una capa de asfalto de 1 ó 2 mm en forma de nata; esto es muy peligroso, pues los vehículos derrapan con facilidad.

Los vehículos también derrapan por la presencia de una capa de polvo sobre la superficie de rodamiento, la cual se forma a menudo en las zonas donde los caminos de terracería o mal revestidos entroncan con la carretera; sin embargo, pueden haber longitudes grandes de camino con este defecto cuando las carpetas sin sello, o los sellos, se elaboren con pétreos suaves como las calizas, que se desgastan con el tránsito y dejan el polvo en la superficie de rodamiento. En ambos casos, en tiempo de lluvias (sobre todo ligeras) se produce una pequeña capa de lodo sumamente peligrosa.

Cuando los riegos de sello se dan en forma inadecuada por exceso de asfalto, escasez de pétreos o mala adherencia de éstos con el asfalto, se alisa la superficie de rodamiento, lo que debe evitarse por su alta peligrosidad.

V.XI. Desintegración de la carpeta.

Se presenta en carpetas asfálticas antiguas por oxidación del asfalto, o en carpetas relativamente recientes con escaso contenido de asfalto; se da también en carpetas elaboradas con material pétreo deleznable.



Imagen: V.XI.I. Desintegración

CAPÍTULO VI: PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO

Las carreteras requieren para su funcionamiento óptimo de una serie de trabajos en sus diferentes partes. Muchas veces se le da importancia únicamente a la carpeta asfáltica y se descuidan las demás partes de la carretera, pero recordemos que el estado de la carpeta de rodadura depende en gran manera del estado de las otras partes que conforman una carretera tales como drenajes, taludes, cunetas, señalización vertical y horizontal, derecho de vía, etc.

Los procedimientos de mantenimiento para corrección de las fallas en pavimentos asfálticos, incluyen:

- Bacheo.
- Sello de la superficie.
- Relleno de grietas.
- Renivelaciones.
- Limpieza de cunetas
- Deshierbe

- Recuperación parcial o total

Una de las definiciones técnicas más comúnmente aceptada para el término bache, es la siguiente: “Oquedad en la estructura de un pavimento cuyo origen se da por el desprendimiento de una parte de la superficie de rodamiento al paso de los vehículos. Posteriormente se van formando oquedades mayores en área y profundidad.” (IMT, Publicación Técnica No. 245). Esta definición comprende, en forma sencilla, desde el inicio del bache en el momento de su formación y continuando con la evolución que sufre con el tiempo.

Se deben a la desintegración de la carpeta y de la base por la mala calidad de los materiales inferiores, incluidas las terracerías con alto contenido de agua. Ocurren también por la presencia de grietas y calaveras que no se trataron en forma adecuada y oportuna.

El bacheo puede ser considerado como una reparación temporal o permanente. Para el relleno de grietas se utilizan emulsiones o asfaltos rebajados, asfaltos modificados, selladores de juntas o grietas especiales o el sellado de toda el área donde se presentan las grietas. Pueden ser parte del mantenimiento los tratamientos superficiales, con o sin agregados y las carpetas con espesores pequeños.

Con el pavimento asfáltico elaborado en caliente se logra un bacheo de larga duración y éste alcanza rápidamente la estabilidad. Puede utilizarse siempre que resulte práctico y económico. Otros materiales utilizados en el mantenimiento son las mezclas asfálticas en frío en planta, o mezclas elaboradas en el lugar utilizando asfaltos de fraguado medio, o emulsiones asfálticas para mezclas de uso inmediato o para almacenar por cortos periodos de tiempo. Los asfaltos rebajados de fraguado lento o las emulsiones asfálticas que contienen solventes pueden ser utilizados en mezclas para bacheo que se vayan a almacenar.

Para el sellado de grietas pequeñas pueden utilizarse emulsiones asfálticas de rompimiento rápido y medio. Para grietas más grandes, se pueden utilizar las mismas emulsiones combinadas con agregados finos. Se pueden utilizar también asfaltos modificados y sellos preparados especialmente.

CAPÍTULO VII. BACHEO Y DERECHO DE VÍA

El bacheo es probablemente el método más variado de reparación en el mantenimiento de pavimentos. Todos los pavimentos requieren de bacheo en un tiempo o en otro. Si los baches no ocurren por causa natural, éstos se presentarán en los lugares donde se hayan efectuado excavaciones para instalaciones o zanjas. Los defectos varían desde áreas agrietadas, desgastes poco profundos hasta baches profundos.

El bacheo requiere supervisión especializada y cercana. La reparación de pequeñas grietas ayudará a reducir los gastos debidos a que una vez que se presentan las grietas y el agua penetra en la subrasante, es muy seguro que se presentará una falla mayor.

VII.I. Bacheo profundo.

Este es utilizado para realizar reparaciones permanentes y son aquellos que se realizan desde 10 cm. De profundidad en adelante. El material en el área a repararse deberá ser removido hasta la profundidad necesaria para encontrar un soporte firme.

La excavación deberá también extenderse al menos 30 cm. Dentro del área del pavimento considerada como en buenas condiciones y que rodea el área a ser bachada. Primeramente deberá definirse y marcarse el área por reparar, cuidando que tenga forma rectangular y que dos de sus lados sean perpendiculares al eje del camino.

Si el fondo del bache es una base granular que forma parte de la estructura del pavimento, deberá ser impregnado antes de colocar la mezcla asfáltica. Si la profundidad del bache se extiende hasta la subrasante, y se decide realizar un bacheo con mezcla asfáltica en todo el espesor, entonces no hay necesidad de impregnar. Para mejores resultados, el bache deberá ser rellenado con una mezcla de concreto asfáltico de granulometría densa elaborada en planta en caliente y esparcida cuidadosamente para prevenir la segregación.

Si no se dispone de ésta mezcla, el relleno del bache podrá ser de un material de base de buena calidad. Parte del material excavado de la parte superior del pavimento podrá ser disgregado y reutilizado en la parte inferior del bache. Si el bache tiene más de 15 cm. De profundidad, el relleno deberá realizarse en capas y cada capa compactarse individualmente. Para que el bacheo sea permanente, deberá presentarse especial cuidado a la compactación.

Un compactador de placa vibratoria es excelente para el bacheo en áreas pequeñas. Un compactador de rodillo lo será en áreas mayores. La reparación es concluida con la colocación de una capa superficial de mezcla asfáltica en caliente y compactándola al ras de la superficie existente.

El bache no deberá ser sobrellenado en espera de que el tráfico lo compacte. Se deberá utilizar una regla o hilo para asegurar la uniformidad de la superficie.



Imagen: VII.I.I Así se encontraba



Imagen: V.I.II. Remoción del área afectada



Imagen: V.I.III. Colocación del material de bacheo

VII.II. Bache superficial.

Si el área a ser reparada consiste en pequeñas estrías o pequeñas grietas, deformaciones menores de la superficie o desprendimientos, se podrá realizar bacheo superficial que resultará ser la técnica más económica a emplear. Las reparaciones superficiales normalmente no requieren la remoción del pavimento existente. Generalmente, sólo se requiere una capa de mezcla asfáltica en caliente o un riego de sello para cubrir el área fallada.

Cuando sea utilizada mezcla asfáltica en caliente para éste propósito, es preferible que sea una mezcla con arena, debido a que éstas reparaciones tienden a tener espesores muy pequeños, tendiendo a cero en los extremos, y los espesores máximos no exceden de 1.2 a 1.8 cm. De este modo, la utilización de mezclas con agregado grueso, deberá ser evitada para este propósito. El área ser reparada deberá limpiarse y barrerse primero o sopletearse con aire a presión. Se aplicará un riego de liga sobre el total del área fallada. Rápidamente se esparcirá la mezcla asfáltica sobre la liga e inmediatamente se procederá a la compactación con un rodillo o con un compactador de placa vibratoria.

VII.III. Mantenimiento de cunetas.

Las cunetas son zanjas laterales paralelas al eje de la carretera, construidas entre los extremos de los hombros y el pie de los taludes, cuya función principal es captar y transportar el agua pluvial que precipita sobre la carretera para ser evacuada adecuadamente.

El agua es el elemento que más problemas causan en una carretera; cuando se acumula sobre la superficie de rodadura y transitan vehículos, se logra filtrar a las capas inferiores, causando fisuras o agrietamientos que con el paso del tiempo se convierten en baches. Por esta razón, las carreteras se diseñan de tal manera que el agua sea drenada lo más pronto posible. Además, el agua acumulada constituye un riesgo para las personas que transitan por la vía y también produce congestionamientos de tránsito.

Es por ello que es necesario dar un adecuado mantenimiento a las cunetas de una carretera. En primer lugar, se deben limpiar las cunetas con regularidad, removiendo la basura u objetos sólidos que puedan obstruir el paso del agua. En segundo lugar, se debe hacer una inspección visual en todo el trayecto de la carretera para detectar grietas o daños mayores que pueda haber en la cuneta, pues el agua se puede filtrar a través de las grietas y afectar la estructura principal de la carretera.

Cuando se detecte algún tipo de grieta, fisura o daño mayor, se debe reparar adecuadamente utilizando materiales especiales para el llenado e impermeabilización de grietas. Si el daño es muy grande, es necesario repararlo con concreto hidráulico.



Imagen: VII.III.I. Limpieza de cunetas

VII.IV. Derecho de Vía.

Generalidades.

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

Zonas laterales del derecho de vía. Son las porciones del mismo, no ocupadas por la estructura del camino.

Anchos. En general el ancho es de veinte (20) metros a cada lado del eje de las carreteras, aunque, por condiciones especiales se fijan anchos mayores o menores según convenga.

VII.V. Desmonte.

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

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

VII.VI. Objeto.

Deberá efectuarse periódicamente el desmonte de las zonas laterales del derecho de vía, principalmente las operaciones de tala y roza, ya que la existencia de árboles e hiervas, excepto en los casos que después se detallan, se considera inconveniente por las siguientes razones:

- 1) Resta visibilidad al usuario del camino.
- 2) Tapa parcial o totalmente el señalamiento, reduciendo su eficiencia o anulándolo.
- 3) Propicia el incremento de la humedad del suelo, lo cual suele ser perjudicial.
- 4) Causa pésima impresión en el usuario, quien lo interpreta como signo de descuido en la conservación del camino.
- 5) Propicia las invasiones al derecho de vía por los propietarios de predios colindantes.

VII.VII. Normas.

Deberán efectuarse las labores de desmonte con la periodicidad necesaria, para lograr lo siguiente:

VII.VIII. Roza.

1) En ningún caso deberá permitirse la existencia de hierba en los acotamientos.

2) La hierba no deberá sobrepasar de treinta (30) centímetros de altura en una faja de cinco (5) metros colindantes a la corona del camino.

3) La hierba no deberá sobrepasar de un (1) metro de altura en el resto del derecho de vía.

4) Cuando el proyecto incluya pasto, plantas de ornato o seto vivo en camellones, glorietas o isletas, éstas deberán conservarse adecuadamente, sin que tengan para estos casos validez las normas anteriores.

VII.IX. Tala.

Deberán quitarse de las zonas laterales del derecho de vía los árboles y arbustos en las siguientes condiciones.

1) Que estén ubicados a una distancia menor de cinco (5) metros del extremo del talud, tanto en caso de corte como de terraplén.

2) Que la proyección vertical de sus ramas quede sobre la corona del camino.

3) Que disminuyan la visibilidad del usuario, sobre todo en el caso de árboles situados en la parte interior de curvas horizontales.

4) Que presenten el peligro, dentro de una posibilidad lógica razonable, de caer sobre la corona del camino.

5) Si se efectúan nuevas plantaciones de árboles o arbustos en las zonas laterales del derecho de vía, éstas deberán ser hechas de preferencia en los extremos exteriores, buscando que formen una barrera natural que marque el límite del derecho de vía.

VII.X. Procedimientos.

A) Roza.

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

B) Tala.

- 1) Previamente a cualquier trabajo de tala de árboles y arbustos en un desmonte, deberá recabarse la autorización correspondiente de la Secretaría de Agricultura y Ganadería.
- 2) Todo el material aprovechable deberá ser estibado en los sitios adecuados dentro del derecho de vía. Dicho material quedará a disposición del propietario afectado o bien si éste no existe, pasará a poder de la Dependencia del Ejecutivo que le corresponda, según las disposiciones legales en vigor.
- 3) Deberán tomarse las precauciones necesarias para que no caigan ramas o trocos sobre la corona del camino. En caso de que exista la posibilidad de que

esto suceda, deberá regularse la circulación con bandereros, para evitar accidentes.



Imagen: V.X.I. Maleza que invade gran parte de la vía.



Imagen: VII.X.II. Limpieza de maleza con deshierbadora

CAPÍTULO VIII. RIEGO DE SELLO

El material pétreo para riego de sello debe ser un material seleccionado. Por sus requerimientos granulométricos de uniformidad casi nunca se encuentra en bancos de material naturales, además no debe de contener arena ni mucho menos polvo. La resistencia individual de las partículas debe de ser alta a la

abrasión y al intemperismo y debe de presentar buena afinidad con el asfalto. Completamente a la granulometría de partículas prácticamente de un solo tamaño, se exige que estas sean equidimensionales, es decir, se limita a la presencia de partículas alargadas y en forma de lámina o laja. De las características antes mencionadas se ha observado que lo que más se dificulta cumplir, es lo relativo al nulo contenido de polvo y afinidad con el asfalto. El polvo que generalmente acompaña a los materiales pétreos para sello, puede provenir de tratamientos deficientes, tales como cribado o trituración parcial, que no incluye el procedimiento final de lavado, ya sea con agua o con aire. También este polvo puede producirse durante las operaciones del transporte y almacenamiento que suceden después de la producción, este sería en el caso de las rocas calizas o los granitos que podemos señalar como casos típicos, pero en la mayoría de los tipos de roca, esto también sucede en menor o mayor grado.

Por las razones anteriores, ya desde hace tiempo se viene aplicando la técnica de cubrir el material pétreo con una muy delgada capa de cemento asfáltico.

VIII.I. Finalidad.

Las ventajas que se obtienen son:

- Disminuye la formación de polvo por el rozamiento o fricción entre las partículas durante las maniobras, desde su producción hasta el momento de su aplicación.
- Mejora la afinidad con el asfalto usado en la liga, al presentar el material pétreo una película de asfalto adherida mediante mezclado energético al material pétreo.

- Impermeabiliza superficialmente al material pétreo y disminuye la absorción de agua por éste. Esto es particularmente ventajoso en el caso de almacenamiento al aire libre, adicionalmente se obtiene una mayor protección contra el intemperismo.
- Se puede disminuir la cantidad de asfalto que usualmente se utiliza en el riego de liga, puesto que parte de éste lo lleva ya el material pétreo.

A las ventajas anteriores se opone el costo y tiempo adicional del precubrimiento.

Este tipo de tratamiento sirve para proteger y sellar la superficie de un pavimento, sea sobre la base hidráulica, base negra o carpeta donde la topografía presenta curvas con ligeros peraltes. Es utilizada con materiales para sello tipo 3-A, 3-B, 3-E, Tipo 1 y Tipo 2 en sistemas de un solo riego, de dos ó tres riegos ó sistemas de riego tipo "Sándwich". Las funciones de este tipo de riego son las de proporcionar:-

- Protección para la estructura del pavimento
- Una capa impermeable y que toma algunos esfuerzos tangenciales de aceleración y frenaje
- Una capa de rodamiento con rugosidad.- Este tipo de riegos pueden ser simples o múltiples.

Dosificación típica es de 1.2 a 1.6 lts/m² siendo la más usual 1.4 para un riego tipo 3-A, y de 1.6 a 1.8 para un tipo 3-E, que son los más utilizados.

Entre mayor sea el tamaño del material pétreo mayor será la cantidad de emulsión por metro cuadrado, además la dosificación también depende del estado de la carpeta ó superficie donde se realice el riego. En una superficie porosa ó cocrileada la cantidad aumenta independientemente de la dosificación establecida por el tamaño de las partículas.

La emulsión catiónica empleada debe cumplir las siguientes características:

- Buena adhesividad con todo tipo de agregados (Calizos y Silicosos).
- Fluidéz suficiente que permita un buen esreado sobre la superficie por parte de la petrolizadora y una fácil humectación de los materiales pétreos.
- Ruptura rápida que permita desarrollar cohesión con el material pétreo en el menor tiempo posible.
- Adecuada viscosidad en relación con el tamaño del agregado y con las características geométricas del trazado de la carretera para evitar escurrimientos.

Las condiciones climatológicas tienen marcada influencia en el tiempo de rompimiento, aun cuando la emulsiones significativamente tolerante a estas condiciones, su rompimiento se afecta sensiblemente bajo condiciones extremas de frío y humedad. Se recomienda que la temperatura mínima del pavimento sea de 20° C en ascenso para evitar problemas de desprendimiento por retención de humedad. Cuando por la noche los riegos de sello se ven sometidos a temperaturas bajo cero grados son muy probables los desprendimientos por cristalización del asfalto, es por eso que no se recomienda que estos sean realizados cuando se tengan estas bajas temperaturas. Temperaturas inferiores a 0° C provocan la cristalización del asfalto aun cuando éste es modificado con polímero o con algún otro modificador.

VIII.II. Emulsión Catiónica de Rompimiento Rápido (ECR-65).

Este tipo de emulsión es la más usada para riegos de sello, usualmente se utiliza a temperaturas superiores a los 5° C, lo cual no sucede con las emulsiones convencionales. La temperatura normalmente para su aplicación en campo es de 40° C a 60° C, calentamientos superiores pueden provocar el rompimiento parcial o total de la emulsión, tampoco recomendamos que la emulsión se caliente en el Auto tanque ya que no cuentan con sistemas de calentamiento adecuados para

éste tipo de productos y se pueden ocasionar los calentamientos por zonas que igual provoca el rompimiento parcial ò total de la emulsión.

VIII.III.El equipo necesario.

El equipo necesario para esta aplicación consta de una barredora mecánica o personal de limpieza, petrolizadora, camiones de volteo equipados con esparcidores y un compactador tipo dúo-pactor o del tipo neumático (de preferencia).

VIII.IV. Procedimiento para riego de sello.

1. - Limpiar la superficie que se va sellar.

2. - Por medio de la petrolizadora regar la cantidad necesaria de la emulsión. Es muy importante una dosificación adecuada de esta última, tomando en cuenta las condiciones de la carpeta. Los difusores de la petrolizadora deben estar limpios para asegurar un riego uniforme de emulsión.

3. - Inmediatamente, por medio de los camiones de volteo y el mecanismo esparcidor, cubrir con el sello el riego de emulsión, dosificándolas de manera que quede una capa con el espesor adecuado permitiendo el perfecto cubrimiento de toda el área por sellar. Es importante que el riego del sello se efectúe en forma uniforme antes de que se produzca el rompimiento de la emulsión regada, con la finalidad de asegurarse que las partículas de material pétreo tengan adecuada adherencia con el ligante asfáltico, evitando su desprendimiento.

Dicho rompimiento puede detectarse cuando la emulsión cambia de un color café a negro brillante

4. - La compactación debe también efectuarse inmediatamente después de la extensión del material pétreo para que éste y el ligante puedan terminar de adherirse convenientemente. Para efectuar esta operación se recomiendan principalmente los compactadores del tipo neumático ya que no destruyen las

partículas dematerial y se adaptan mejor a las irregularidades de la superficie por sellar, dando como resultado una mejor fijación del material sobre la misma.

VIII.V. Recomendaciones generales.

1. - Se recomienda utilizar materiales pétreos libres de polvo para que cumpla con las especificaciones y tenga mejor adherencia con el asfalto. Otra opción es premezclarlo con emulsión antes de efectuar el riego.

2. - Otra observación muy relacionada con el punto anterior es la de humedecer ligeramente el material pétreo con el fin de eliminar el polvo adherido a la gravilla. Una variante de esta opción es la de premezclar con emulsión dicho material pétreo antes de efectuar el riego de sello. El horario más recomendable para su aplicación es de las 09:00 horas a las 16:00 horas con sol, con la temperatura mínima de 20° C en ascenso. La apertura al tráfico, recomendamos se haga dos horas posteriores al riego.

Se recomienda sea almacenada en DEPÓSITOS VERTICALES provisto de algún sistema de recirculación para de esta manera evitar el asentamiento de la misma recirculándola cada diez días. Deberá evitarse la contaminación con cualquier tipo de sustancias para no alterar las características del producto, incluyendo cualquier tipo de emulsión catiónica media, lenta ó superestable así como con cualquier emulsión de tipo aniónico, en éste último caso el rompimiento es inmediato, además no deberá estar expuesta al contacto del aire y del polvo por lo que deberá de taparse inmediatamente después de utilizarse. De ésta manera el tiempo de almacenamiento podrá ser de hasta un año, siempre y cuando las temperaturas ambientales no sean tan extremas (temperaturas mayores a los 45° C y menores a los 5° C), evitando así la una lenta evaporación y el riesgo de rompimiento por congelación ya que el agua inicia su congelamiento a los 4° C.

VIII.VI. Técnicas de Precubrimiento.

Antecedentes.- Ante la reducida existencia de plantas de plantas de mezcla en caliente, se desarrollaron experiencias de laboratorio y campo usando técnicas de mezclado en frío, para lo cual se propone usar emulsiones asfálticas, motoconformadoras y plantas mezcladoras en frío.

Los materiales pétreos se utilizan en muchos trabajos de riego de sello. Contienen cantidades apreciables de polvo y arena fina, que producen grandes nubes de polvo durante su aplicación, depositándose este material sobre el riego de liga, disminuyendo la capacidad de anclaje y adherencia sobre el material de sello, amén de los inconvenientes de impacto ambiental y de seguridad de carreteras en operación.

Dadas las condiciones anteriores, así como el equipo y productos asfálticos con que se dispone en nuestro medio, no es conveniente cubrir totalmente el material pétreo, sino que el precubrimiento se puede considerar aceptable cuando se logra aglutinar a las arenas finas y el polvo con el asfalto y cubrir parcialmente a las partículas en aproximadamente el 50 al 60% de su superficie.

VIII.VII. Preparación de los Materiales.

Para el precubrimiento se pueden usar emulsiones asfálticas de rompimiento rápido. El tipo de emulsión catiónica o aniónica dependerá de los materiales pétreos, por lo que es necesario que el fabricante de la emulsión estudie y formule el tipo más adecuado, además, la emulsión debe permitir ser diluida con agua (tratada) para reducir el contenido de residuo al 25% en relación al volumen total.

Una vez que se tiene la emulsión adecuada, ésta deberá diluirse, la dilución se realizará utilizando agua limpia; en el caso de emulsiones catiónicas, el agua

deberá ser ligeramente ácida (pH menor a 7). En el caso de emulsiones aniónicas, se puede ajustar usando aproximadamente 300 gramos de sosa cáustica en cristales por cada metro cúbico de agua. Puesto que la formulación de los jabones para cada tipo de emulsión depende de cada fabricante, es conveniente consultar con ellos el tipo de reactivo más adecuado para acondicionar el agua.

VIII.VIII. Dilución de la Emulsión.

La dilución de la emulsión se hará de tal manera que el contenido de residuo asfáltico sea de aproximadamente el 25% del volumen total. Usualmente en emulsiones que originalmente contienen el 65% de residuo asfáltico en volumen, se agregan 1600 litros de agua por cada mil litros de emulsión sin diluir.

En el caso de que el material esté húmedo, deberá considerarse esta humedad al momento de hacer la dilución de la emulsión. La dilución podrá hacerse directamente en la petrolizadora, la cual deberá ser limpiada con solventes y agua, para posteriormente colocar la cantidad conveniente de emulsión sin diluir. La dilución solo podrá realizarse cuando la temperatura de la emulsión esté entre 5 y 40°C, debiendo ser la temperatura del agua usar similar a la de la emulsión.

El agua, previamente ajustada en cuanto a temperatura y pH como ya se comentó, deberá agregarse lentamente a la petrolizadora y se mezcla usando el mismo sistema de bombeo en posición de recirculación.

Algunas emulsiones tienden a romper si se diluyen, por lo que en laboratorio deberán realizarse los estudios de dilución y estabilidad diluida previamente.

Dosificación y Mezclado.-La cantidad de emulsión asfáltica diluida, a usar por metro cúbico de material seco y suelto, dependerá de los siguientes factores principales:

Contenido de arena fina y polvo (% en peso que pasa por la malla de 0.425 mm, No. 40).

- Absorción del material.
- Textura y forma de la partícula.

Procedimiento de construcción.

VIII.IX. Preparación de la Petrolizadora.

La petrolizadora deberá ser limpiada usando solventes, (diesel o petróleo diáfano) para eliminar los residuos de otros productos asfálticos. Antes de colocar la emulsión se enjuagará el tanque y sistema usando agua limpia, si la petrolizadora contenía anteriormente emulsión de signo contrario a la que se va a usar; después de la limpieza señalada, se enjuagará el tanque usando agua tratada para ajustar el pH convenientemente, como ya se explicó.

Adicionalmente a la limpieza del tanque, se procederá a la limpieza de la barra de distribuidora y de las espreas; estas además, deberán alinearse de manera que formen un ángulo de 15 a 30° con relación al eje de la barra. La altura de la misma se ajustará para obtener un traslape doble exacto de los abanicos.

VIII.X. Preparación de Material Pétreo.

La emulsión diluida se aplica al material pétreo extendido en una capa delgada de 5 a 10 cm de espesor, sobre una plataforma de piso limpio y firme, para evitar la contaminación del material pétreo. La emulsión diluida se aplica en dos o cuatro riegos mezclando con motoconformadora o cargador frontal, entre cada riego, para volver a formar la cama. Se continuará mezclando con periodo de reposo hasta que la emulsión rompa y el material y el material deje de aglutinarse y pueda fluir libremente.

El material precubierto húmedo, podrá aplicarse inmediatamente, o bien, podrá almacenarse adecuadamente para su uso posterior.

VIII.XI. Riego de Liga.

El espesor de la película necesaria para el anclaje del material varia, dependiendo de las condiciones de la superficie por sellar, de la granulometría y tamaño máximo del material pétreo y de las características de textura superficial; además, influye la temperatura ambiental y el tránsito.



Imagen: VIII.XII.I. Riego de liga

Conviene hacer hincapié en que todos los trabajos de sello se programen cuando las condiciones climáticas sean aceptables, es decir, temperaturas superiores a los 15°C calma o vientos suaves, cielos despejados sin probabilidad de lluvia por lo menos 72 horas después de los trabajos.

En el caso de aplicación de materiales precubiertos, puesto que estos ya traen consigo parte del asfalto, el riego de liga deberá reducirse. De acuerdo a la experiencia local, la reducción podrá ser del orden de 0.3 a 0.4 litros por metro

cuadrado, en relación con las cantidades usualmente aplicadas, tanto en el caso de emulsiones como en los rebajados.

Se recomienda hacer mosaicos de prueba teniendo en cuenta las recomendaciones anteriores, en cada tramo que pretenda sellarse. Estas pruebas deberán realizarse durante la temporada primavera-verano.



Imagen: VIII.XII.II. Riego del material pétreo

Los mejores resultados se han tenido usando emulsiones asfálticas, tanto en la liga como en el precubrimiento.

Como las emulsiones asfálticas son menos viscosas que los rebajados, se deberán tener las precauciones al aplicar el riego de liga en pendientes y en curvas con sobreelevación. Inmediatamente atrás de la petrolizadora se aplica el material pétreo.

VIII.XII. Riego de Material Pétreo.

Antes del uso del material precubierto, deberán eliminarse manualmente todos los grumos o témpanos que existan, para evitar obstrucciones en el

dispositivo de distribución que puede ser compuerta en caja de camión o esparcidor mecánico.

La cantidad de material pétreo a regar dependerá de la granulometría y tamaño máximo del material pétreo principalmente.

En el caso de los materiales precubiertos, éstos por el asfalto que ya tienen adherido, tienden a aglutinar una mayor cantidad de material y por lo tanto, el desprendimiento de partículas disminuye en relación a los riegos tradicionales y no se requiere utilizar material pétreo adicional como colchón. Por esto se requiere reducir las cantidades habituales en aproximadamente 0.5 litros por metro cuadrado, según la experiencia regional y nunca usar más de 10 litros de material precubierto por metro cuadrado. Se ha observado que de esta manera se fija del 90 al 95% del material pétreo usado.

Puesto que los materiales pétreos presentan una gran variación de tamaño máximo, granulometría y forma de la partícula es conveniente partir de las recomendaciones anteriores para fabricar mosaicos de prueba y hacer los ajustes necesarios finales en base a estos resultados.

VIII.XIII. Compactación.

Inmediatamente después del tendido, se acomodará el material pétreo mediante el uso de rodillo liso ligero y rodillo neumático, actuando en forma combinada. Como el material pétreo contiene asfalto en superficie, es posible que algunas partículas se adhieran a los rodillos, y por lo cual se recomienda humedecerlos y se ajuste convenientemente la cuchilla con que estos equipos vienen dotados, para despegar los materiales que se adhieran, por lo demás, la compactadora se irá en forma usual.



Imagen: VIII.XIV.I. Riego del material pétreo.

VIII.XIV. Reposo y Barrido de la Superficie.

Es indudable que una de las causas de los malos resultados en trabajos de riego de sello, es la falta del proceso de reposo o maduración; muchos de los casos las condiciones de vialidad no permiten manejar el tránsito para proporcionar el tiempo de fraguado requerido por los asfaltos.

En el caso de los materiales precubiertos, se ha observado que presentan un mejor anclaje y por tanto, mayor resistencia a ser desprendidos por el tránsito, aun así, es preferible proteger el sello por 24 horas por lo menos, siendo lo óptimo 72 horas y no permitir la circulación del tránsito durante ese tiempo.

Antes de abrir a la circulación, es conveniente barrer mediante equipo mecánico el material suelto; este material podrá ser recuperado para su uso posterior, por lo que esta operación no solo resulta conveniente por los peligros para la circulación vehicular, sino redituable.

CAPÍTULO IX. RENIVELACIÓN.

IX.I. Definición.

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

IX.II. Normas.

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

IX.III. Procedimiento.

La manera de efectuar las revelaciones será la que a continuación se indica:

A) En caso de deformaciones pequeñas, del orden de uno (1) a tres (3) centímetros, estas podrán corregirse empleando el sistema de riegos, como se indica en la cláusula 1-04 de este Capítulo.

B) Cuando las deformaciones sean superiores a los tres (3) centímetros, se usará para su corrección mezcla asfáltica, de acuerdo con los siguientes lineamientos:

1) La zona por renivelar deberá limpiarse de materia extraña como tierra, hierbas, desechos de animales u otros.

2) Deberá definirse y marcarse el área por renivelar, siguiendo aproximadamente el perímetro que abarque en su totalidad la zona fallada.



Imagen: IX.III.I.Demarcación del área a renivelar.

3) Una vez definida el área por renivelar, se abrirá una caja perimetral de aproximadamente cinco (5) centímetros de ancho y espesor, con el objeto de evitar espesores pequeños en las orillas de la revelación, así como que la mezcla se corra.

4) Excepción hecha de cuando esté constituida por una base impregnada o una carpeta de un riego, deberá picarse la superficie de rodamiento en la zona por renivelarse, dando un espaciamiento aproximado entre cada golpe de zapapico de treinta (30) centímetros, barriendo a continuación el material excedente.

5) Se dará un riego de liga, con el tipo de producto asfáltico y temperatura que marquen las Especificaciones, de acuerdo con lo siguiente:



Imagen: IX.III.II. Riego de liga.

a) El asfalto deberá cubrir uniformemente y en su totalidad el área por reparar.

b) La dosificación debe ser tal que logre la perfecta adhesión de la mezcla asfáltica, sin producir exceso de asfalto en la superficie.

c) Se dará el tiempo necesario de fraguado a fin de evitar solvente atrapado y deslizamiento.

6) La mezcla asfáltica deberá cumplir con las Especificaciones de materiales para carpeta o bases asfálticas, pero variando el tamaño del material pétreo, de acuerdo con el espesor de la capa por construir, de forma tal que nunca exceda del cuarenta por ciento (40 %) de ella. Cuando la profundidad del asentamiento exceda de siete (7) centímetros, deberá rellenarse en dos (2) o más capas; la capa superficial podrá tener hasta seis (6) centímetros de espesor suelto y las inferiores un máximo de diez (10) centímetros de espesor suelto.



Imagen: IX.III.II. Nivelación de material de carpeta con motoconformadora

7) Las capas deberán compactarse con rodillo o aplanadora, desde las orillas hacia el centro. El pisón de mano sólo deberá usarse en compactación de revelaciones poco profundas y cuya superficie no exceda de cuatro (4) metros cuadrados. En ningún caso deberá dejarse la zona renivelada a la acción del tránsito, sin antes proporcionarle la debida compactación.



Imagen: IX.III.III. Compactación con rodillo liso

8) Deberá sellarse la zona renivelada en un lapso no mayor de un (1) mes.

CONCLUSIONES

De acuerdo a lo expuesto en esta tesis puedo concluir que la evaluación y los trabajos que se deriven de ésta, son muy importantes para poder mantener en óptimas condiciones las carreteras de pavimento asfáltico o pavimentos flexibles de nuestro país.

Una evaluación se podría decir, es el diagnóstico de los problemas que dicho camino presenta y con ésta poder elaborar un plan bien detallado de la reparación de cada una de las fallas que se hayan encontrado, atacando el problema de raíz.

El éxito para tener en muy buenas condiciones las carreteras sin duda es estar siempre en constante mantenimiento, siempre y cuando el mantenimiento se realice a conciencia, buscando el origen de las fallas que presenten, para poder dar una buena solución que sea económica y durable, y que no ponga en tela de juicio nuestro trabajo como profesionistas.

Es bien sabido que las carreteras de pavimento asfáltico son muy económicas en cuanto a su construcción pero a largo plazo son más costosas debido a su constante mantenimiento, el cual casi siempre es causado por el principal enemigo de este tipo de infraestructura, el agua, por la gran dificultad que se tiene para poder controlarla.

GLOSARIO

Agregado:Material pétreo de composición mineralógica que se combina con un material cementante para formar concreto asfáltico.

Asfalto:Producto derivado de los hidrocarburos que endurece por enfriamiento o evaporación de sus disolventes.

Bache:Desintegración total de la superficie de rodadura que puede extenderse a otras capas del pavimento.

Calicata:Son excavaciones de profundidad pequeña a media, realizadas en un terreno, las cuales permiten conocer los diferentes estratos que forman el terreno por medio de una inspección visual en el sitio “in situ”.

Carpeta asfáltica:Capa del pavimento destinada a la circulación de vehículos que protege las capas inferiores y brinda comodidad y seguridad a los transeúntes.

Carretera:Vía de tránsito público en zonas no urbanas.

Cemento asfáltico:Hidrocarburos provenientes de los aceites lubricantes y los combustibles que sirve como aglutinante en el concreto asfáltico.

Derecho de vía:Área o superficie de terreno propiedad del Estado dentro de la cual se construye una vía.

Emulsión:Material formado por tres ingredientes básicos: cemento asfáltico, agua y agente emulsivo.

Hombro:Área a ambos lados de la vía que proporciona soporte lateral al pavimento y sirve como parada de emergencia para los vehículos que circulan por la carretera.

Intemperismo: Es la acción combinada de procesos (climáticos, biológicos, etc) mediante los cuales la roca es descompuesta y desintegrada por la exposición

continúa a los agentes atmosféricos, transformando a las rocas masivas y duras en un manto residual finamente fragmentado.

Pavimento: Estructura principal de una carretera, construida sobre la subrasante y formada por tres capas principales: la sub-base, la base y la capa de rodadura, cuya función principal es soportar las cargas de los vehículos y transmitir los esfuerzos al terreno, distribuyéndolas en tal forma que no se produzcan deformaciones peligrosas.

Talud: Área de terreno en corte o relleno comprendido entre la cuneta y el terreno original.

Vía: Calle, camino o carretera por donde transitan los vehículos.

BIBLIOGRAFÍA

1. GUZMÁN FERNÁNDEZ, José 2008 Tecnología Innovadora en la Conservación y Reconstrucción de Carreteras. Tesis (Ing.) Michoacán México. U.M.S.N.H.
2. LLOSA GRAU, Joaquín, 2006 Propuesta alternativa para la distribución racional del presupuesto anual municipal para el mantenimiento y rehabilitación de pavimentos. Tesis (Ing.) Lima Perú. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
3. <http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/7301/Capitulo2.pdf>
4. <http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/10577/Capitulo4.pdf>
5. http://cybertesis.upc.edu.pe/upc/2006/llosa_gj/pdf/llosa_gj-TH.3.pdf
6. <http://www.cee.mtu.edu/~balkire/CE5403/ASTMD6433.pdf>