

**MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS, TRANSPORTE,
Y DE VIVIENDA Y DESARROLLO URBANO**

VICEMINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS

**UNIDAD DE INVESTIGACION Y
DESARROLLO VIAL**

**Técnicas de Rehabilitación
de Superficies Asfálticas**



SAN SALVADOR, REPUBLICA DE EL SALVADOR.

OBSERVACION

El contenido de este informe refleja las opiniones de los Autores, quienes son responsables de los hechos y la exactitud de los datos presentados. El contenido no refleja necesariamente las opiniones y políticas oficiales del Ministerio de Obras Públicas de El Salvador. Este informe no Constituye una norma, una especificación ni regulación.

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS DE EL SALVADOR
VICEMINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS
UNIDAD DE INVESTIGACION Y DESARROLLO VIAL

TÉCNICAS DE REHABILITACIÓN DE SUPERFICIES ASFÁLTICAS

Daniel A. Hernández Flores, Ing. Civil; Director Unidad de Investigación y Desarrollo Vial
César Adolfo Carrillo, Ing. Civil; Gerente Depto. de Auditoria de Calidad de La Unidad de Investigación y Desarrollo Vial.

Resumen.

Se presentan las técnicas más conocidas en la rehabilitación de superficies de pavimentos de concreto asfálticos, así como sus principales aplicaciones, consideraciones generales para su diseño, procesos constructivos y equipo. Las técnicas de rehabilitación de superficies asfálticas revisten mucha importancia en vista que contribuyen a prolongar la vida útil, mejorar las condiciones de servicio y apariencia de pavimentos de concreto asfáltico existentes.

Introducción.

Un pavimento asfáltico adecuadamente diseñado y construido debe proporcionar una superficie de rodamiento adecuada para permitir el tránsito de las cargas de diseño y debe requerir únicamente un mantenimiento rutinario para alcanzar su período de diseño satisfactoriamente.

Se considera como el mantenimiento de un pavimento asfáltico el trabajo desarrollado para lograr que éste, bajo las condiciones normales de tráfico y las fuerzas naturales, se mantenga funcionando lo más cerca posible a las condiciones iniciales de construcción.

Generalmente las actividades de mantenimiento se clasifican en dos categorías: mantenimiento preventivo y mantenimiento correctivo. El mantenimiento preventivo comprende todas las actividades desarrolladas para conservar las condiciones presentes y extender la vida del pavimento; se incluye dentro de esta categoría la aplicación de capas de sello, el mantenimiento de drenajes, etc...

El mantenimiento correctivo comprende todas las actividades llevadas a cabo para corregir daños o defectos en el pavimento, con la finalidad de conservarlo en condiciones aceptables de servicio; en esta categoría se incluye trabajos de bacheo, tratamientos de superficie y sobrecapas no mayores de 25 mm.

Funciones de las técnicas de rehabilitación.

La rehabilitación de superficies asfálticas comprende la aplicación de una capa de asfalto o de una mezcla asfáltica con o sin agregado a una superficie. Las mezclas se colocan

comúnmente en espesores de 8 a 25 mm, el incremento de espesor de este orden generalmente no mejora la capacidad estructural del pavimento.

Las principales funciones de las técnicas de rehabilitación de superficies asfálticas son las siguientes:

- Proporcionar una nueva superficie de desgaste
- Sellar grietas de la superficie
- Impermeabilizar la superficie
- Mejorar la fricción y el drenaje de la superficie
- Reducir el efecto del intemperismo y envejecimiento
- Mejorar la apariencia de la superficie

Tipos de técnicas de rehabilitación y aplicaciones.

Fog Seal: Es una aplicación ligera de una emulsión asfáltica (no se emplea agregados) a la superficie de un pavimento.

Es usado principalmente para sellar la superficie de pavimentos de concreto asfálticos que han comenzado a presentar defectos en la superficie clasificados como Desprendimientos (Raveling) de Severidad Baja (sin pérdida de agregado) debido al endurecimiento del cemento asfáltico cercano a la superficie a raíz del envejecimiento y oxidación de éste.

Sand Seal: Es la aplicación rociada de una emulsión asfáltica a la superficie de un pavimento, seguido de una ligera cobertura de agregado fino como arena limpia o material tamizado (Screening).

Se aplica frecuentemente en superficies de pavimentos de concreto asfáltico que presentan desprendimientos de agregado fino (Desprendimientos de Severidad Moderada). El Sand Seal es además usado como tratamiento previo para uniformizar la superficie de un pavimento antes de la construcción de un Chip Seal y para sellar grietas de baja severidad por fatiga del pavimento.

Asphalt Chip Seal: Consiste en aplicaciones secuenciales de asfalto y agregado mineral (stone chip); es construido en una sola capa (Chip Seal Sencillo) y en varias capas (Chip Seal Múltiple) en espesores de no más de 25 mm.

Algunas de las principales aplicaciones del Chip Seal son las siguientes:

- Para recuperar superficies de estructuras de pavimento de concreto asfáltico que presentan deterioro por envejecimiento, defectos superficiales de desprendimiento y fallas por fatiga.
- Proporcionar una superficie friccionante a las superficies de los pavimentos de concreto asfáltico que se han vuelto resbaladizas como consecuencia de exudación del asfalto (Bleeding) o desgaste de los agregados (Polished).

Slurry Seal: Es una emulsión asfáltica diluida mezclada con agregados finos, la operación de mezclado se realiza en la obra en un equipo especial (Slurry Seal Equipment). Diferentes tipos de Slurry Seal son usados, difieren por el tipo de agregado usado y se construyen en espesores de 3 a 9 mm.

Es aplicado efectivamente en superficies de pavimentos de concreto asfáltico donde el principal problema es la oxidación excesiva y endurecimiento del asfalto existente. Además es usado para sellar grietas menores y evitar o retardar el defecto de desprendimiento (Raveling) particularmente en las calles de ciudad.

Microsurfacing: Es un Slurry Seal mejorado mediante la adición de un polímero (Polymer-Modified Slurry Seal). Los materiales constituyentes del Microsurfacing son asfalto y latex (polímero mayormente usado) mezclados con agregados, filler y otros aditivos. Es usado para muchos de los mismos propósitos del Slurry Seal pero la posibilidad de utilizar mayores tamaños de agregados permite que sea comúnmente empleado para corregir deformaciones superficiales del tipo ahuellamiento (Rutting) y restaurar superficies friccionantes.

Open-Grade Friction Course (OGFC): Esta técnica también conocida como Sellos Producidos en Planta o Pop Corn, son mezclas porosas con gran cantidad de vacíos (15 % mínimo), construidas satisfactoriamente en espesores de 16 mm a 19 mm, permiten el drenaje rápido del agua a través de ellas misma, expulsando el flujo de agua a los lados de la vía.

Estas mezclas se emplean donde se requiere mejorar las propiedades friccionantes de la superficie y remover rápidamente el agua sobre la superficie, evitando con ello el efecto de hidropneumático al eliminar la capa de agua que se puede formar entre la superficie y las llantas. Además comparativamente con las mezclas de graduación densa mejoran la visibilidad bajo la lluvia.

Consideraciones de diseño

Debe observarse que cuando el pavimento de concreto asfáltico no reúne las condiciones estructurales para soportar el tráfico proyectado para los próximos tres años o si ya evidencia problemas estructurales, técnicas de rehabilitación de superficies como: OGFC, Slurry Seals y Microsurfacing no deben considerarse; no obstante Chip Seals pueden ser usados dentro de ciertos límites en secciones de pavimentos estructuralmente deficientes.

Al considerar las técnicas de rehabilitación deben observarse la textura de la superficie a rehabilitar y las características de grietas presentes, en vista que estos elementos inciden en la cantidad de material asfáltico requerido en el tratamiento.

En lo que concierne a los procedimientos de diseño, cuando se trata de Fog Seal y Sand Seal se indica la tasa de aplicación de los materiales; para Slurry Seals y Microsurfacing el diseño esta gobernado por las indicaciones del fabricante, mientras que para Chips Seals y OGFC se requiere de un procedimiento para seleccionar el tipo y cantidad apropiada de agregado y material asfáltico.

Fog Seal: Generalmente una emulsión asfáltica de fraguado lento es empleada, la emulsión es diluida hasta en proporciones uno a cinco (1:5), pero en la mayoría de casos se utiliza una disolución uno a uno (1:1). Las cantidades aplicadas de Fog Seal varían de 0.45 a 0.70 lts/m², aunque la cantidad exacta es determinada a partir de la textura de la superficie y la sequedad y agrietamiento del pavimento.

Sand Seal: Se aplica comúnmente una emulsión asfáltica de fraguado rápido, la razón de aplicación varía de 0.70 a 0.90 lts/m² ; como agregado se usa arena limpia con aplicaciones que oscilan entre 5.4 y 8.1 Kg/m².

Slurry Seal: La International Slurry Surfacing Association (ISSA) recomienda tres clasificaciones de Slurry Seal, que difieren por el tipo de agregado usado (Véase tabla 1). La clasificación Tipo I es utilizada en carreteras con bajo volumen de tráfico para sellar grietas e impermeabilizar superficies; también es utilizada como tratamiento previo antes de la colocación de sobrecapas o Chip Seal. La clasificación Tipo II es la más usada y se emplea en carreteras con un volumen de tráfico de moderado a pesado, para sellar la superficie y mejorar la fricción. La Tipo III se usa en carreteras con volumen de tráfico pesado para restaurar superficies friccionantes; también es recomendada como primera capa en tratamiento múltiples. El material asfáltico comúnmente usado es una emulsión de fraguado lento.

Tabla 1. Clasificación de Slurry Seal recomendado por la International Slurry Surfacing Association

Clasificación Tipo	I	II	III
Uso General	Relleno de grietas y sello fino	Sello general y superficies de textura media	Produce superficies de alta textura
Tamiz	% que pasa	% que pasa	% que pasa
3/8"	100	100	100
No. 4	100	90 - 100	70 - 90
No. 8	90 - 100	65 - 90	45 - 70
No.16	65 - 90	45 - 70	28 - 50
No. 30	40 - 65	30 - 50	19 - 34
No. 50	25 - 42	18 - 30	12 - 25
No. 100	15 - 30	10 - 21	7 - 18
No. 200	10 - 20	5 - 15	5 - 15
Contenido de asfalto residual, % en peso del agregado seco	10 -16	7.5 - 13.5	6.5 -12
Tasa de aplicación Kg/m ² , basado en el peso seco de los agregados	3.6 - 5.4	5.4 - 9.1	8.2 - 13.6

Microsurfacing: Una emulsión con la adición de un polímero (emulsificador de fraguado rápido) es utilizado como material asfáltico. La granulometría de los agregados normalmente corresponde a las sugeridas por ISSA para Slurry Seal Tipo II y Tipo III (véase tabla 1); la mayoría de especificaciones requieren que la mezcla esté constituida entre el 82 y 90 por ciento por agregados, la cantidad de los otros materiales constituyentes de la mezcla y referidos al peso seco de los agregados generalmente son:

- Filler (cemento portland): 1.5% a 3.0%
- Contenido de asfalto residual: 5.5% a 9.5%
- Tasa de aplicación: Las indicadas en la tabla 1

Asphalt Chip Seal: Los componentes a considerar en el diseño de Chip Seal son el material asfáltico y los agregados.

El material asfáltico tiene la función de sellar la superficie y mantener los agregados en su posición bajo condiciones de servicio, materiales como cemento asfáltico, asfalto rebajado (Cutback) y asfalto emulsificado pueden ser usados en el diseño y construcción de Chip Seal; la cantidad de material asfáltico necesario es función del tipo de ligante seleccionado, las condiciones de la superficie y las características de los agregados.

El material asfáltico debe llenar los vacíos entre las partículas de agregados para evitar que éstos sean desplazados por el movimiento de las ruedas. En un Chip Seal bien diseñado los agregados resultan embebidos en la capa de material asfáltico de 50 a 70 por ciento de su espesor, esto significa que entre el 50 y 70 por ciento del espesor del agregado esta cubierto por el ligante, mientras que entre el 30 y 50 por ciento del espesor del agregado esta expuesto por arriba de la capa de material asfáltico.

Cuando se emplea asfalto rebajado o asfalto emulsificado, la cantidad de material asfáltico a utilizar se determina por el factor residual, que es el porcentaje de cemento asfáltico remanente después que los solventes o el agua se han evaporado. Para asfaltos rebajados de uso común en Chip Seal (asfaltos de fraguado rápido y fraguado medio) el factor varía de 65 a 80 por ciento, para emulsiones asfálticas (emulsiones de fraguado rápido) de 55 a 65 por ciento, mientras que para cemento asfáltico el factor residual es 1.0 ya que todo el material aplicado es un cementante.

Los agregados usados para Chip Seal deben ser: partículas trituradas de textura superficial rugosa, de baja absorción, tener buena resistencia a la abrasión y cumplir requerimientos de forma, tamaño y limpieza. Los agregados deben ser lo más próximo a un solo tamaño si resulta económicamente práctico, preferiblemente en el rango de 6 a 16 mm para Chip Seals Sencillos. Los mayores tamaños pueden ser usados en Chip Seals Múltiples, generalmente el diámetro de las partículas de mayor tamaño no debe ser mayor de dos veces el diámetro de las de menor tamaño. En la tabla 2 se muestran algunas graduaciones de agregados para Chip Seals.

La forma ideal de los agregados para Chip Seal es la cúbica, las partículas planas o elongadas y las redondas son indeseables por que generan problemas constructivos.

Tabla 2. Graduaciones típicas de agregados para CHIP SEAL

Tamaño Nominal de Agregados	3/4" a 3/8"	3/4" a No.4	3/4" a No.8	1/2" a No.4	1/2" a No.8	3/8" a No.16
Tamiz	% que pasa en peso					
1"	100	100	100	--	--	--
3/4"	90-100	90-100	90-100	100	100	--
1/2"	20-55	--	--	90-100	90-100	100
3/8"	0-15	20-55	30-65	40-70	40-75	85-100
No.4	0-5	0-10	5-25	0-15	5-25	10-30
No.8	--	0-5	0-10	0-5	0-10	0-10
No.16	--	--	0-5	--	0-5	0-5

Open-Grade Friction Course (OGFC): La producción de mezclas de OGFC es semejante a la de mezclas de concreto asfáltico en caliente y de manera similar al Chip Seal en el diseño de OGFC los componentes a considerar son el Material asfáltico y los Agregados.

En lo referente al Material Asfáltico, cementos asfálticos grado AC-10, AC-20, AC-40 (85-100, 60-70 y 40-50 por penetración respectivamente) y AR-4000 y AR-8000 son recomendados como ligantes para OGFC. Algunas organizaciones prefieren los grados más blandos considerando que el ligante endurecerá rápidamente debido a la circulación libre de aire y agua a través de la mezcla, sin embargo, otras organizaciones prefieren los grados más duros especialmente cuando son usados en localizaciones con altos volúmenes de tráfico, con el propósito de minimizar el desprendimiento y arrastre de agregados.

En cuanto a los agregados para un mejor comportamiento de una mezcla de OGFC los agregados gruesos deben ser completamente triturados, tener buena resistencia a la abrasión y al desgaste; en las mezclas de OGFC también se requiere una cierta cantidad de agregados finos y de filler con el propósito de incrementar la resistencia y estabilidad de la mezcla. En la tabla 3 se muestra la graduación de agregados recomendada para una OGFC con tamaño máximo de agregado de 1/2" (12.7 mm).

Tabla 3. Graduación de agregados recomendada para OGFC

Tamiz	% que pasa en peso
1/2"	100
3/8"	95-100
No.4	30-50
No.8	5-15
No.200	2-5

Consideraciones sobre procesos constructivos y equipos empleados.

Dentro de las etapas previas a los procesos constructivos que se llevan a cabo para los distintos tratamientos, existen factores comunes entre los que se puede mencionar la inspección del equipo y materiales y la preparación adecuada de la superficie a tratar. Las cantidades de agregado y asfalto son de vital importancia para el buen funcionamiento de los tratamientos superficiales, por lo que el equipo utilizado para su colocación deberá estar correctamente revisado y calibrado.

Dentro de los aspectos a considerar en la inspección de equipos, se encuentran los siguientes:

Distribuidor de asfalto: Estos son camiones especiales provistos entre otros de un tanque y una barra rociadora. Los distribuidores de asfalto deberán poder realizar una aplicación uniforme del mismo, por lo que se deberá revisar y calibrar la tasa de riego. Para la revisión de esto se aplicará un rociado de asfalto en una lámina (pieza de material) de peso y área conocida y luego verificar la tasa de riego (lts/m² por ejemplo). Se recomienda que lo anterior se haga dentro de un tramo de prueba. De la prueba sobre la lámina se determinará el rociado longitudinal y transversal.

Es de suma importancia tener siempre presente la altura de la barra distribuidora, la cual según figura 1, presentaría diferentes cantidades de asfalto aplicado.

La altura extrema de la barra puede verse influenciada por el viento. El ángulo de las boquillas deberá oscilar entre los 15 y 30 grados ver figura 2.

No se recomienda que el distribuidor mantenga temperaturas sobre el asfalto arriba de las requeridas en vista que, para el caso de las emulsiones, se puede dar una ruptura prematura de estas.

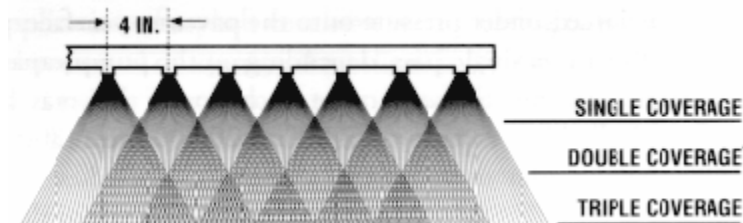


Fig. 1. Aplicaciones de asfalto según altura de barra (Tomado de: A Basic Asphalt Emulsion Manual , MS-19).

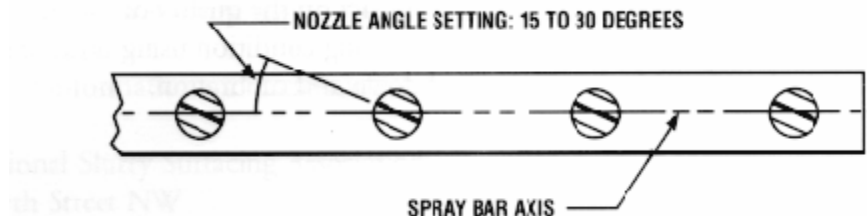


Fig. 2. Orientación de las boquillas de la barra de distribución (Tomado de: A Basic Asphalt Emulsion Manual , MS-19).

Distribuidor del agregado: Estos pueden ser camiones de compuerta trasera o máquinas especializadas autopropulsadas, capaces de esparcir el agregado de manera uniforme a una tasa preestablecida. Una lámina podrá ser usada para medir la tasa de riego (kg/m² por ejemplo).

Equipo para slurry seal: Este equipo cuenta con una planta mezcladora móvil en la cual se hace el proporcionamiento y mezclado. Un tramo de prueba deberá ser llevado a cabo para revisar y ajustar cantidades.

Equipo para microsurfacing: Esta cuenta con una planta mezcladora móvil y se deberán chequear sus cantidades en un tramo de prueba.

Equipo compactador: Este deberá ser del tipo rodillo liso metálico o neumático, según sea requerido por el tratamiento a emplear. Se deberá chequear también el peso y la presión de las llantas.

En cuanto a los materiales se refiere, se deberá verificar previo al inicio de los trabajos de rehabilitación, que los materiales se dispongan en las cantidades suficientes, que reúnan las características exigidas, así como también que estos se encuentre localizados a una distancia apropiada. De no ser así se deberá tomar las medidas necesarias para controlar el suministro.

En lo concerniente a la superficie a rehabilitar, esta deberá ser reparada previamente si fuese necesario, además deberá estar libre de suciedad o agentes extraños así como de partículas sueltas. La superficie deberá estar seca o levemente húmeda en caso de que se apliquen emulsiones.

Toda superficie a rehabilitar deberá ser capaz estructuralmente de soportar la carga del equipo de limpieza y de aplicación del tratamiento.

Dentro de los procesos constructivos para cada técnicas de rehabilitación, deberán tenerse en cuenta las siguientes consideraciones:

Chip Seal

- Aplicación de la tasa de asfalto deseado.
- Aplicación del agregado a la tasa apropiada (previo al rompimiento de la emulsión o rebajado, si fuera el caso).
- Compactación del agregado (inmediatamente después de la colocación del mismo).
- Curado del cemento.

Además de los pasos generales enunciados anteriormente, se deberán tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- La superficie deberá estar seca a menos que se vaya a utilizar emulsión.
- Deberá ser llevada a cabo en clima cálido y no proceder cuando el aire presenta una temperatura inferior a los 16 °C.

- El acomodamiento es llevado a cabo con rodillo neumático. El rodillo metálico no es usado debido a que quiebra el agregado y no los compacta cuando la superficie presenta ciertas irregularidades.
- Se deberá disponer de los suficientes rodillos a fin de lograr el acomodamiento de los agregados antes de que rompa la emulsión.
- No realizar menos de tres pasadas con el rodillo neumático.
- El rompimiento de la emulsión se deberá dar al menos cuando el rodillo haya pasado una vez.
- Se puede dar paso al tráfico después del curado.
- Es posible el uso de cemento asfáltico, para lo cual se necesita una temperatura del ambiente arriba de los 27 °C. La aplicación del agregado y la compactación tienen que ser rápidos para lograr la alta temperatura del asfalto.

Open Grade Friction Course (OGFC): El proceso constructivo consistirá en la colocación de la capa, de forma similar a la colocación de una mezcla asfáltica en caliente. El acomodamiento de la mezcla se hará utilizando únicamente rodillo metálico no vibratorio.

Dentro de los aspectos a considerar para la utilización de un OGFC están:

- El equipo a utilizar para el compactado será de mediano peso (7.3 - 9.1 ton métrica).
- Debe ser construida sobre superficies sanas, libres de ahuellamiento y grietas.
- Su colocación se hará cuando las capas inferiores presenten una temperatura superior a los 15 °C.
- Se colocará un ligante previo su construcción.
- El rodillo neumático no es recomendable pues tiende a cerrar vacíos.
- Las operaciones se deberán realizar de una manera rápida en vista que la mezcla pierde temperatura con gran facilidad.
- Los espesores más recomendados son entre 16-19 mm.

Slurry Seal: La superficie deberá limpiarse, y se aplicará previamente un riego de material asfáltico en caso de superficies oxidadas, desgastadas o que presenten desprendimientos. Posteriormente se aplicará la capa de material. Para superficies nuevas, bastará un humedecimiento de la misma utilizando agua. Este tratamiento es a base de emulsión asfáltica.

Para la utilización de esta técnica será necesaria la utilización de una máquina especial la cual coloca el material en capas que van de 3 a 9 mm. La capa de slurry seal no necesariamente se compactará. En caso de compactar, esto se hará especialmente donde la superficie haya sido expuesta a la abrasión, o donde el tráfico no lo pueda compactar lo suficiente.

Para la compactación se utilizará el rodillo neumático.

Dentro de las consideraciones a tomar en cuenta en la aplicación del slurry están:

- La aplicación del rodillo neumático será posterior al rompimiento de la emulsión.
- El tráfico deberá evitarse hasta que la emulsión haya curado (2 horas para clima caliente y de 6 a 12 horas para clima frío, aproximadamente).
- Las áreas donde se colocará será reparada previamente (ahuellamientos, protuberancias, etc.).
- El uso de rodillo metálico deja huellas y quiebra el agregado mas grande.

Microsurfacing: Dentro de esta técnica no es necesario aplicar asfalto en la superficie previo a la colocación del tratamiento, a menos que la superficie este demasiado seca o haya desprendimiento de agregados. El material es colocado mediante una planta móvil mezcladora. Su espesor puede variar entre los 6 a 12 mm aprox. Esta técnica no requiere de compactación a menos que la superficie no sea expuesta al trafico. Esto se llevará a cabo con un rodillo neumático.

Entre las consideraciones a tomar en cuenta están:

- La superficie podrá ser abierta al tráfico después de una hora aproximadamente.
- Esta técnica deberá ser llevada a cabo en superficies con temperaturas arriba de los 10 °C y en climas soleados y sin neblina o amenazas de lluvia.
- Es necesaria la reparación de fallas en el lugar de la colocación.

Fog Seal: Unicamente requiere el uso de un distribuidor de asfalto y deberá tenerse en cuenta lo siguiente:

- El uso excesivo de asfalto no es recomendable pues puede ser levantado por los vehículos y hacer la superficie resbaladiza.
- El paso de vehículos se permitirá hasta después de 2 o 4 horas y hasta que el agua haya sido evaporada (para el caso de emulsión).

Sand seal: Comienza con la aplicación de una emulsión asfáltica y posteriormente con la aplicación de la arena . La arena deberá aplicarse inmediatamente después de la emulsión; aunque si se persigue una superficie más abrasiva , se deberá esperar que la emulsión rompa.

El uso de neumática es deseable para introducir la arena en el asfalto, pudiendo habilitarse el tráfico dos horas después de haber finalizado.

En general, las anteriores consideraciones no deben excluir el exhaustivo control sobre los procesos constructivos que incluirán el cumplimiento de la Fórmula de Trabajo, las Especificaciones Técnicas y demás indicaciones de los Documentos Contractuales del Proyecto.

Defectos constructivos en la aplicación de técnicas de rehabilitación.

Algunos de los problemas que se pueden presentar durante la aplicación de los tratamientos, podemos mencionar:

Rayado (Streaking): Esto produce la pérdida de efectividad del sello a través de la pérdida de agregados en la superficie del mismo.

Dentro de las causas de esto se pueden mencionar:

- Problemas en la barra esparcidora (altura, ángulo de las boquillas, etc.).
- El cambio de altura al descargarse el distribuidor.
- Incorrecta presión del esparcidor.
- Emulsión asfáltica fría.

Exudación o sangrado (Bleeding): Esto puede producir una superficie resbaladiza y muy peligrosa especialmente en condiciones húmedas.

Dentro de las causas de esto se pueden mencionar:

- Alta tasa de asfalto.
- Baja tasa de agregados.
- Existencia de exudación en la capa donde se aplica el tratamiento.

Desprendimiento de agregado: Esto produce una superficie resbaladiza por el exceso de asfalto y representa un peligro dado que el desprendimiento de los agregados puede provocar daños en los parabrisas de los vehículos.

Dentro de las causas se pueden mencionar:

- Una mala distribución del agregado sobre el asfalto.
- Un agregado muy seco o sucio que hace que la emulsión rompa muy rápido y no logre envolver al agregado.
- Un acomodamiento tardío del agregado.
- Baja tasa de asfalto.
- Temperaturas muy bajas.
- Alta humedad del ambiente.
- La superficie sucia o muy húmeda.
- Superficie absorbente de asfalto.
- Lluvia.

Bibliografía.

A Basic Asphalt Emulsion Manual, MS-19, Third Edition, Asphalt Institute.

Asphalt in Pavement Maintenance, MS-16, Third Edition, Asphalt Institute.

Asphalt Overlays for Highway and Street Rehabilitation, Asphalt Institute, Manual Series No. 17 (MS-17), 1983.

Distress Identification Manual for Long-Term Pavement Performance Project, Strategic Highway Research Program, National Research Council, SHRP-P-338, 1993.

Emulsiones Asfálticas, Gustavo Rivera E. ,Tercera Edición, 1987.

Standard Specifications for Construction of Roads and Bridges on Federal Highway Projects, FP-96, U.S. Department of Transportation Federal Highway Administration, 1996 Edition.

Techniques for Pavement Rehabilitation, Reference Manual, Sixth Edition, National Highway Institute - Federal Highway Administration, 1998.

The Asphalt Handbook, Manual Series No. 4, MS-4, Asphalt Institute, 1989 Edition.

[Pagina Pricipal](#)

E-mail: uidv.contacto@mop.gob.sv