

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

**VICEMINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS**

**UNIDAD DE INVESTIGACION Y  
DESARROLLO VIAL**

**Técnicas de Rehabilitación  
Superficial de Pavimentos Asfálticos.**



**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 SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS ASFALTICOS.**

---

Alejandro Salazar Meléndez, Ing. Civil.; Gerente Depto. Suelos y Materiales <sup>1</sup>

Jaime Guillermo De León Sierra, Ing. Civil. <sup>2</sup>

Douglas Antonio Hernández, Ing. Civil. <sup>3</sup>

Daniel Antonio Hernández Flores, Ing. Civil; Director Unidad de Investigación y Desarrollo Vial

<sup>1</sup> El Ing. Alejandro Salazar Meléndez, laboró en la Unidad de Investigación y Desarrollo Vial (UIDV) del Ministerio de Obras Públicas hasta el mes de mayo de 2006

<sup>2</sup> El Ing. Jaime Guillermo De León Sierra, laboró en la Unidad de Investigación y Desarrollo Vial (UIDV) del Ministerio de Obras Públicas hasta el mes de septiembre de 2002.

<sup>3</sup> El Ing. Douglas A. Hernández, laboró en la Unidad de Investigación y Desarrollo Vial (UIDV) del Ministerio de Obras Públicas hasta el mes de febrero de 2002.

---

## Introducción

Las Técnicas de Rehabilitación Superficial incluyen cualquier aplicación de una capa de asfalto o mezcla asfáltica con o sin agregado sobre una superficie de carretera. El espesor de tales aplicaciones varía comúnmente en el rango de 8 mm a 25 mm. Su propósito es la de sellar el pavimento y mejorar o proteger las características de la superficie de la carretera, pero generalmente no provee incremento en la capacidad estructural del pavimento.

Las funciones de las Técnicas de Rehabilitación Superficial pueden ser resumidas de la siguiente forma:

- Proveer una nueva superficie de desgaste.
- Sellado de grietas en la superficie.
- Impermeabilización de la superficie.
- Mejoramiento de la fricción y drenaje de la superficie del pavimento.
- Reducción del envejecimiento del pavimento.
- Mejoramiento de la apariencia superficial.
- Demarcación de los hombros, diferenciándolos de los carriles de tránsito.

Todas las Técnicas de Rehabilitación Superficial proveen una nueva superficie de desgaste, sin embargo, aquellas aplicaciones que incluyen agregados, especialmente los agregados de mayor tamaño son frecuentemente aplicados para mejorar específicamente las características de desgaste del pavimento.

Las Técnicas de Rehabilitación Superficial se clasifican por su composición (las cuales pueden ser sólo de asfalto o una combinación de asfalto, agregado, modificadores), y por su uso.

A continuación se presentan características y especificaciones de algunas de las Técnicas de Rehabilitación Superficial.

## **1. TRATAMIENTO SUPERFICIAL SIMPLE (Chip Seal)**

### **Definición.**

Un tratamiento superficial simple implica el riego de un ligante asfáltico, el cual puede ser cemento asfáltico, asfalto rebajado o emulsión asfáltica, seguido de un inmediato extendido y rodillado de una fina capa de agregado.

### **Usos.**

- Como medida provisoria, previo a la aplicación de una mezcla asfáltica
- Para corregir desprendimientos en la superficie y oxidación de pavimentos.
- Para proveer una superficie impermeable, resistente al deslizamiento, sobre una estructura de pavimento existente.
- Como un procedimiento de mantenimiento preventivo o provisorio, particularmente adecuado para tráfico liviano y medio.
- Los tratamientos simples se pueden aplicar a continuación de un sellado de fisuras.
- El tratamiento superficial es aplicado para resistir la acción abrasiva del tráfico.

### **Especificaciones de procesos constructivos y control de calidad de materiales**

Los procesos constructivos y control de calidad de los materiales de un Tratamiento Superficial Simple deberán cumplir con lo estipulado en Standard Specifications for Construction of Roads and Bridges on Federal Highways Projects (FP 96), **SECTION 409). ASPHALT SURFACE TREATMENT.**

## **2. TRATAMIENTO SUPERFICIAL MÚLTIPLE (Doble, Triple, Cuádruple)**

### **Definición.**

Un tratamiento superficial múltiple consiste en una aplicación alterna de capas de ligante asfáltico y agregados, considerando que el tamaño del agregado en la primera aplicación es mayor y disminuyen en cada una de las aplicaciones sucesivas, pudiéndose alcanzar espesores hasta de 25 mm.

### **Usos.**

- Provee nivelación a la superficie tratada.
- Provee una superficie impermeable, resistente al deslizamiento, sobre una estructura de pavimento existente.
- Proporciona una superficie de sellado muy resistente al desgaste.

### **Especificaciones de procesos constructivos y control de calidad de materiales**

Los procesos constructivos y control de calidad de los materiales de un Tratamiento Superficial Simple deberán cumplir con lo estipulado en Standard Specifications for Construction of Roads and Bridges on Federal Highways Projects (FP 96), **SECTION 409). ASPHALT SURFACE TREATMENT.**

### **3. SELLO CON LECHADA ASFALTICA (Slurry Seal)**

#### **Definición.**

Un sello con lechada asfáltica consiste en una mezcla de emulsión diluida con agregado fino en un mezclador especial en el sitio de trabajo y colocada sobre la superficie del pavimento. El espesor de la lechada asfáltica es generalmente menor a 9.5 mm, produciéndose una mínima pérdida de altura del cordón.

#### **Usos.**

- Es una técnica de mantenimiento preventivo y/o correctivo.
- Corrige irregularidades superficiales menores. Sella fisuras superficiales.
- Evita el desprendimiento de agregados.
- Mejora la resistencia al deslizamiento para velocidades inferiores a 64 km/h. Se recomienda para el tratamiento de calles urbanas.
- Impermeabiliza la superficie del pavimento.
- Reduce el deterioro por oxidación.
- Proporciona una superficie de sellado muy resistente al desgaste.

### **Especificaciones de procesos constructivos y control de calidad de materiales**

Los procesos constructivos y control de calidad de los materiales de una Lechada Asfáltica deberán cumplir con lo estipulado en Standard Specifications for Construction of Roads and Bridges on Federal Highways Projects (FP 96), **SECTION 410.) SLURRY SEAL.**

#### 4. MICRO-AGLOMERADO (Micro-Surfacing).

##### Definición.

Consiste en una mezcla de asfalto emulsificado modificado con polímeros, agregados bien graduados, material de relleno (filler), aditivos y agua, utilizando camiones autopropulsados con compartimientos para su colocación, los cuales son diseñados específicamente para esta actividad.

##### Usos.

- Ofrece protección al pavimento subyacente.
- Mejora los valores de fricción superficial.
- Puede aplicarse para el relleno de ahuellamientos. Existen equipos especiales que permiten rellenar huellas hasta de 40 mm (1 ½") en una sola pasada.
- Puede aplicarse para realizar reperfilados menores en el pavimento.
- El Micro-Aglomerado puede ser empleado para el recapado general de calles y carreteras de tráfico medio y pesado.

##### Materiales

##### Agregados:

Deberán consistir en piedras procesadas, 100% trituradas, debiendo cumplir las siguientes especificaciones:

- Equivalente de Arena ASTM D 2419 (AASHTO T 176) 60% mínimo.
- Sanidad utilizando sulfato de sodio, después de 5 ciclos 15% máximo.  
ASTM C 88 (AASHTO T 104)
- Abrasión Los Angeles ASTM C 131 (AASHTO T 96) 30% máximo.  
Composición C ó D.
- Graduación (ver tabla 1)

Tabla 1. Granulometría para Micro-Aglomerado (Tomado de Manual Básico de Emulsiones Asfálticas, MS 19, Asphalt Institute).

Tipo de Graduación	II	III
Uso General	Recapado general, sellado y restauración de la fricción superficial.	Recapado de carreteras de alto volumen de tráfico, relleno de huellas. Provee superficie de alta fricción.
Abertura de malla	Porcentaje que pasa	Porcentaje que pasa
9.5 mm (3/8")	100	100
4.75 mm (No 4)	90-100	70-90
2.36 mm (No 8)	65-90	45-70
1.18 mm (No 16)	45-70	28-50
600 µm (No 30)	30-50	19-34
300 µm (No 50)	18-30	12-25

150 µm (No 100)	10-21	7-18
75 µm (No 200)	5-15	5-15
Contenido de residuo de asfalto, en porcentaje de peso de agregado seco	5.5 - 9.5	5.5 - 9.5
Distribución unitaria de aplicación, en kg/m <sup>2</sup> , basada en el peso de agregado seco	5.4 - 9.1	8.2 - 13.6

#### *Emulsión Asfáltica:*

Para Micro-Aglomerados, las emulsiones CSS-1h-p son las más ampliamente utilizadas, debiendo cumplir lo establecido en ASTM D 2397 (AASHTO M 208).

#### *Agua:*

Al igual que con la lechada asfáltica, el agua utilizada en Micro-Aglomerados debe ser potable y compatible con la mezcla. Véase Standard Specifications for Construction of Roads and Bridges on Federal Highways Projects (FP 96), **SUBSECTION 725.01). Water.**

#### *Material de relleno:*

Deberá cumplir lo establecido en ASTM D 242 (AASHTO M 17)

Si se utiliza cemento Pórtland como material de relleno, las cantidades como porcentaje del agregado seco generalmente se encuentran entre 1.5% - 3.0%.

#### **Requisitos para la construcción:**

- El contratista presentará la dosificación correspondiente de un Micro-Aglomerado, y aprobado por el propietario del proyecto.
- Una correcta combinación de materiales deberá producir una mezcla semifluida de material totalmente recubierto. No deberá haber escurrimiento de la emulsión. La rotura del material y la aparición del agua clara deberán tener lugar dentro de los 30 minutos después de colocado.
- Como verificación final del diseño deberán realizarse aplicaciones de prueba.
- Antes de la aplicación de Micro-Aglomerados, deberán repararse todas las áreas de falla.
- La superficie a tratar debe estar limpia, libre de materiales sueltos, vegetación, manchas de aceite y otros elementos extraños.
- Si se emplea agua para la limpieza, las fisuras deberán estar secas antes de aplicación del Micro-Aglomerado.
- No se requiere riego de liga a menos que la superficie a tratar este extremadamente seca y haya sufrido severos desprendimientos.
- El riego de liga deberá cumplir con lo estipulado en Standard Specifications for Construction of Roads and Bridges on Federal Highways Projects (FP 96), **SECTION 411) ASPHALT PRIME COAT.**

- Las cantidades reales de riego de liga deberán ser fijadas en la obra.
- El riego de liga debe curar antes de aplicarse el Micro-Aglomerado.
- Las juntas longitudinales deben ser minimizadas y ubicadas en las líneas de carriles centrales, cuando sea posible. Traslapes máximos de 6" son permitidos. Las juntas transversales deben ser lo suficientemente suaves para permitir un desplazamiento confortable.
- La colocación del Micro-Aglomerado debe ser llevado a cabo en donde la temperatura de la superficie de la carretera es de 10° C e incrementándose, sin la amenaza de lluvia.
- Cuando, debido a condiciones especiales, se requiere compactación, un compactador neumático de 9 ruedas con un peso entre 9 y 11 toneladas, con una presión de 50 - 60 lb/plg<sup>2</sup>, es adecuado, y en general son suficientes dos pasadas.
- No deben utilizarse compactadores de ruedas de acero.
- Ahuellamientos mayores de 25 mm de profundidad deben ser llenados en múltiples pasadas para evitar el sangrado.
- Las áreas a ser trabajadas manualmente, primero deberán ser ligeramente humedecidas con agua. Luego el Micro-Aglomerado puede ser colocado e inmediatamente trabajado con escobas de goma. Se debe tener cuidado de no dejar las áreas trabajadas a mano con apariencia desagradable. La aplicación manual del Micro-Aglomerado debe ser limitada a aquellas áreas inaccesibles para el equipo.

## **5. CAPE SEAL.**

### **Definición.**

Es una combinación de tratamiento superficial simple o múltiple y lechada asfáltica (Slurry Seal). Inicialmente se aplica el tratamiento superficial y entre cuatro y diez días después se aplica la lechada asfáltica. Se emplean a menudo debido al color del tratamiento superficial ya terminado.

### **Ventajas.**

- Provee un tratamiento superficial de alta durabilidad.
- Provee un tratamiento superficial altamente flexible.
- La lechada asfáltica liga los agregados gruesos para prevenir pérdidas, impidiendo la excesiva abrasión del tráfico.
- Provee una superficie densa y confortable.
- Incrementa la vida de servicio en carreteras de alto volumen de tráfico.

### **Especificaciones de procesos constructivos y control de calidad de materiales.**

Los procesos constructivos y control de calidad de los materiales de un Tratamiento Superficial deberán cumplir con lo estipulado en los numerales 1) y 2) y la lechada asfáltica deberá cumplir con lo estipulado en el numeral 3), del presente documento.

Adicionalmente a lo anterior es importante que el tratamiento superficial simple o múltiple tenga un menor contenido de asfalto que el correspondiente a un tratamiento convencional. Realizar limpieza a la superficie del tratamiento superficial barrido antes de la colocación de la lechada asfáltica.

La condición más crítica en un Cape Seal es un exceso de lechada, el cual afecta la textura superficial del pavimento. Esta condición debe ser evitada.

Para carreteras sin carpeta de rodadura, un asfalto rebajado (MC 70 ó SC 70) debe ser aplicado como un riego de imprimación. El tratamiento superficial debe aplicarse alrededor de dos días después de haber sido aplicado el riego de imprimación. La lechada asfáltica debe ser aplicada alrededor de dos semanas después de haber sido aplicado el tratamiento superficial.

## **6. RIEGO PULVERIZADO (FOG SEAL).**

### **Definición.**

Es una ligera aplicación de emulsión asfáltica de rotura lenta diluida en agua, distribuida sobre una superficie asfáltica existente.

Esta aplicación sella y rejuvenece la superficie asfáltica, dependiendo del tipo de emulsión usada y la condición de la superficie del pavimento existente.

El riego pulverizado (Fog Seal) ha sido usado más frecuentemente como una actividad de mantenimiento en la conservación de hombros.

### **Usos.**

- Renovación de viejas superficies asfálticas.
- Sellar pequeñas fisuras y vacíos superficiales.
- Recubrir partículas de agregado en la superficie.
- Prevenir el desprendimiento de partículas de agregado.

### **Materiales.**

#### *Emulsión Asfáltica:*

Para riego pulverizado las emulsiones típicamente utilizadas son las de rotura lenta (low-setting), tales como SS-1, SS-1h, CSS-1 y CSS-1h, debiendo cumplir lo establecido en ASTM D 2397 (AASHTO M 208) las emulsiones catiónicas y ASTM D 977 (AASHTO M 140) las emulsiones aniónicas.

#### *Agua:*

El agua utilizada debe ser potable y compatible con la emulsión. Véase Standard Specifications for Construction of Roads and Bridges on Federal Highways Projects (FP 96), **SUBSECTION 725.01.) Water.**

### **Requisitos para la construcción.**

- La emulsión puede ser diluida en agua hasta una relación de 1:5 (una parte de emulsión por cada cinco partes de agua), pero en la mayoría de los casos se emplea una relación de 1:1.
- La aplicación del asfalto emulsificado deberá estar de acuerdo con Standard Specifications for Construction of Roads and Bridges on Federal Highways Projects (FP 96), **SUBSECTION 409.08.) Asphalt Application**, en una relación entre 0.45 l/m<sup>2</sup> a 0.70 l/m<sup>2</sup>, aunque la cantidad exacta dependerá de la textura del pavimento, sequedad del pavimento y el grado de fisuración.
- Deberá permitirse que el riego pulverizado penetre por al menos 2 horas o hasta que el asfalto emulsificado rompa y es sustancialmente absorbido dentro de la superficie existente, antes de permitir el paso de vehículos.
- Debe evitarse un exceso de aplicación del riego pulverizado. Cuando haya emulsión en exceso, una ligera aplicación de arena fina sobre la zona afectada puede corregir el problema.

## **7. SELLADO CON ARENA (SAND SEAL).**

### **Definición.**

Usualmente consiste en la aplicación de un riego de emulsión asfáltica de rápido rompimiento (rapid-setting) con una ligera cubierta de agregado fino (tal como arena limpia o recebo). Esta aplicación tiene la misma función que un riego pulverizado (Fog Seal) pero proporciona una mejor superficie friccionante. Sin embargo, la apariencia de la superficie del sellado de arena no proporciona la misma delineación que un riego pulverizado. Los espesores típicos oscilan entre 2 mm y 5 mm.

### **Usos**

- Renovación de viejas superficies asfálticas.
- Sellar pequeñas fisuras y vacíos superficiales.
- Recubrir partículas de agregado en la superficie.
- Impedir la pérdida de material de la vieja superficie.
- Desarrollar una textura superficial resistente al deslizamiento.
- Relleno de pequeños vacíos debido a la pérdida de agregado fino de la superficie.

### **Materiales**

#### *Emulsión Asfáltica:*

Usualmente se emplean emulsiones del tipo RS-1, CRS-1, MS-1 ó HFMS-1, debiendo cumplir lo establecido en ASTM D 2397 (AASHTO M 208) las emulsiones catiónicas y ASTM D 977 (AASHTO M 140) las emulsiones aniónicas.

*Agua:*

El agua utilizada debe ser potable y compatible con la emulsión. Véase Standard Specifications for Construction of Roads and Bridges on Federal Highways Projects (FP 96), **SUBSECTION 725.01.) Water.**

*Arena:*

Deberá estar limpia y libre de sustancia deletéreas o perjudiciales, y compatible con la emulsión asfáltica a utilizar.

**Requisitos para la construcción.**

- La aplicación del asfalto emulsificado deberá estar de acuerdo con Standard Specifications for Construction of Roads and Bridges on Federal Highways Projects (FP 96), **SUBSECTION 409.08.) Asphalt Application**, en una relación entre 0.70 l/m<sup>2</sup> a 1.25 l/m<sup>2</sup>, aunque la cantidad exacta dependerá de la textura del pavimento, sequedad del pavimento y el grado de fisuración.
- El agregado fino se colocará con una aplicación de 5.5 kg/m<sup>2</sup> a 12 kg/m<sup>2</sup>, aunque la cantidad real se determinará en la obra.
- Para lograr una máxima adherencia, la arena debe ser colocada inmediatamente después de la emulsión; sin embargo, para incrementar la fricción superficial la arena puede ser aplicada justo cuando la emulsión inicie su rompimiento. Compactación utilizando rodillo neumático es deseable para embeber la arena en la emulsión. El pavimento no puede ser abierto al tráfico hasta que el sello haya fraguado (típicamente alrededor de dos horas).

**8. ALGUNAS ALTERNATIVAS DE MANTENIMIENTO Y REHABILITACIÓN EN PAVIMENTOS**

(Espacio en Blanco. Continua en siguiente pagina)

Tabla 2

Problema	Causas				Mantenimiento1				Rehabilitación2					
	Falla Estructural	Composición de la mezcla	Cambios de humedad o temperatura	Construcción	Bacheo y mantenimiento rutinario	Fog Seal	Tratamiento Superficial	Slurry Seal	Reciclado de la superficie	Sobrecapa Delgada	Superficie de Graduación Abierta	Sobre capa Estructural8	Reciclado Estructural	Reconstrucción3
Piel de lagarto	X				X4		X5	X5				X	X	X
Grietas de junta	X		X	X	X									
Grietas de reflexión			X		X		X5	X5				X	X	
Grietas de contracción		X	X				X	X	X			X	X	
Grietas por corrimiento				X	X									
Ahuellamiento	X	X		X					X	X6		X	X	X
Corrugaciones	X	X			X4				X	X7		X	X	X
Depresiones	X				X									X
Deformación por hinchamiento en capas subyacentes.			X		X									X
Baches	X	X	X	X	X							X	X	
Desprendimiento		X		X		X5	X	X	X	X	X			
Sangrado		X		X			X6		X		X			
Agregado pulido		X					X	X	X	X	X			
Pérdida de la cubierta del agregado		X		X			X6			X	X			

1 Para detalles referirse a Asphalt in Pavement Maintenance (MS-16), Asphalt Institute.

2 Cuando el daño excede el 40% del área superficial del pavimento.

3 Si el problema es demasiado severo.

4 Bacheo Profundo (Reparación permanente).

5 Reparación temporal.

6 Para pequeños ahuellamientos.

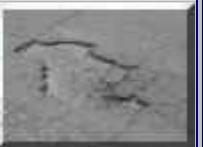
7 Sobre superficie reperfilada.

8 Después de una apropiada preparación de la superficie.

-Traducido del Asphalt Overlays for Highway and Street Rehabilitation (MS-17), June 1983 Edition, Asphalt Institute.

## 9. ALGUNOS DAÑOS TÍPICOS EN PAVIMENTOS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA.

A continuación se presentan algunos daños típicos en pavimentos con superficie asfáltica, con el objeto de ejemplificar los problemas que se mencionan en la Tabla 2 del numeral 8 de este documento.

			
Piel de Lagarto	Grieta en Junta Transversal	Grieta en Junta Longitudinal	Grieta Longitudinal
			
Grieta Transversal	Grietas en Bloque	Grietas por Corrimiento	Corrugaciones
			
Corrugaciones	Ahuellamiento	Bache y Piel de Lagarto	Baches
			
Desprendimiento	Desprendimiento	Agregado Pulido	Sangrado

## **10. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.**

- Asphalt in Pavements Maintenance, Manual Series No. 16 (MS-16), Third Edition, Asphalt Institute.
- Asphalt Overlays for Highway and Street Rehabilitation, Manual Series No. 17 (MS-17), June 1983 Edition, Asphalt Institute.
- Distress Identification Manual for the Long-Term Pavement Performance Project, Strategic Highway Research Program (National Research Council), SHRP-P-338.
- Especificaciones y Métodos de Ensayo ASTM.
- Especificaciones y Métodos de Ensayo AASHTO.
- Manual Básico de Emulsiones Asfálticas, Manual Series No. 19 (MS-19), Asphalt Institute.
- Standard Specification for Construction of Roads and Bridges on Federal Highway Projects, FP-96, U.S. Department of Transportation Federal Highway administration.
- Surface Rehabilitation Techniques, Techniques for Pavement Rehabilitation, Reference Manual, Sixth Edition, National Highway Institute, NHI Course No. 13108.

[Pagina Principal](#)

**E-mail:** [uidv.contacto@mop.gob.sv](mailto:uidv.contacto@mop.gob.sv)

