

IAG300-05-2013
REHABILITACIÓN DE SUPERFICIES ALTAMENTE FISURADAS
UTILIZANDO TRATAMIENTOS SUPERFICIALES CON FIBRA DE
VIDRIO.

Quím. Santiago Kröger
BITAFAL RENTALS
Colonia Nicolich, Uruguay
santiago@bitafal.com.uy

Claudio Kröger
BITAFAL ASFALTOS ESPECIALES
Colonia Nicolich, Uruguay
claudio@bitafal.com.uy

Resumen

Se ha incorporado exitosamente en Uruguay una solución técnica innovadora para el país y para América del Sur en la rehabilitación de superficies altamente fisuradas. Esta técnica combina las ventajas de un tratamiento superficial con la resistencia a la tracción de una malla de fibra de vidrio. El uso de esta tecnología puede ser tanto para membranas del tipo SAM así como del tipo SAMI.

Lo más interesante de esta tecnología es que se aplica en una única pasada utilizando un equipo especial que dosifica el ligante asfáltico, la fibra de vidrio y la gravilla de forma sincronizada. El resultado es una membrana altamente impermeable y resistente a la reflexión de fisuras compuesta de 4 capas, un riego de ligante asfáltico modificado con polímeros, una malla de fibra de vidrio, otro riego de ligante asfáltico modificado con polímeros y la gravilla seleccionada.

Se presenta en este trabajo la primera experiencia que se realizó sobre un viejo tratamiento superficial de una ruta nacional que estaba deteriorándose rápidamente debido a la gran cantidad de fisuras presentes. Se realizaron diversos tramos de membrana SAM, cambiando las dosificaciones de fibra de vidrio de la malla, en tramos homogéneos de la carretera. Se utilizó una emulsión catiónica rápida modificada con polímeros, una fibra de vidrio tipo 2400 tex y una gravilla 2-6 mm. Para lograr una apariencia uniforme y estética se utilizó parte de la emulsión calculada en el tratamiento para realizar posteriormente un riego de niebla. También se realizaron ensayos utilizando asfalto modificado en caliente como ligante.

El resultado ha sido muy bueno al momento, ya que los tramos altamente fisurados que presentaban baches periódicamente han sido controlados y el porcentaje de reflejo de fisuras es prácticamente nulo.

Resumo

Foi incorporado com sucesso no Uruguai uma solução técnica inovadora para o país e para a América do Sul na reabilitação de superfícies altamente fissuradas. Esta técnica combina as vantagens de um tratamento superficial com a força de tração da malha de fibra de vidro. A utilização desta tecnologia pode ser para a SAM (Stress Absorbing Membrane) e a SAMI (Stress Absorbing Membrane Interlayer).

A coisa interessante sobre essa tecnologia é que é aplicada em uma única passagem usando uma máquina que dispensa asfalto, fibra de vidro e brita em sincronia. O resultado é uma membrana altamente impermeável e resistente as fissuras com quatro camadas, uma de asfalto modificado por polímero, uma malha de fibra de vidro, outra de asfalto modificado e cascalho brita selecionada.

Relatamos aqui a primeira experiência que foi realizada em um tratamento superficial antigo de uma rota nacional que estava se deteriorando rapidamente devido ao grande número de fissuras presentes. Várias seções foram feitas com uma membrana SAM, mudando a dosagem de malha de fibra de vidro em segmentos homogêneas da estrada. Usamos uma emulsão asfáltica catiônica rápida modificada com polímero, um fio de fibra de vidro 2400 tex e brita 2-6 mm. Para conseguir uma aparência uniforme e estética parte da emulsão calculada foi usada no tratamento para irrigação posterior. Também foram conduzidos testes usando asfalto modificado a quente como ligante.

O resultado tem sido muito bom, no momento, uma vez que as seções altamente fissuradas que haviam apresentado periodicamente buracos foram controladas e as fissuras refletidas são praticamente nulas.

INTRODUCCION

¿Por qué membranas SAM o SAMI?

Para la rehabilitación de cualquier tipo de pavimento deteriorado, sea carpeta asfáltica, tratamiento bituminoso u hormigón, una técnica muy usual es el recapado con algún otro material asfáltico. Debido a que es necesario para la resistencia estructural del pavimento que la adherencia del recapado con el pavimento deteriorado sea buena, las tensiones en las juntas o fisuras eventualmente superarán la tolerancia del material nuevo colocado. Al estar esta nueva capa firmemente adherida a la inferior, ocurre un deterioro físico de la misma debido a la propagación de fisuras del pavimento deteriorado o al movimiento de las losas.

Los movimientos horizontales inducidos por temperatura en las juntas o fisuras del pavimento existente llevan a tener esfuerzos de tracción que son un importante componente en la reflexión de fisuras. Además, los movimientos verticales inducidos por la carga del tráfico conducen a tensiones de cizallamiento en la nueva capa, que también contribuyen a la propagación hacia arriba de la fisura.

La solución encontrada a este problema es la aplicación de una capa que tenga la capacidad de resistir el cizallamiento y la tracción antes mencionados para retrasar la reflexión de fisuras. Entre las soluciones existentes actualmente existen una infinidad de técnicas que utilizan, geogrietas, geosintéticos, capas con asfaltos altamente modificados, tratamientos superficiales entre otras.

Cuando esta capa queda como superficie de rodadura se le llama SAM (Stress Absorbing Membrane) y cuando se coloca entre capas se le llama SAMI (Stress Absorbing Membrane Interlayer).

Tratamientos superficiales reforzados con fibras

Consiste en la aplicación de una membrana aliviadora de tensiones continua y elaborada en sitio, para utilizarse en capa de rodadura o entre capas de mezcla asfáltica en caliente, mitigando la reflexión de fisuras y los daños por penetración del agua.

Está constituido por cuatro capas, un riego de ligante asfáltico modificado con polímeros, una malla de fibra de vidrio, otro riego de ligante asfáltico modificado con polímeros y la gravilla seleccionada como muestra la Figura 1.

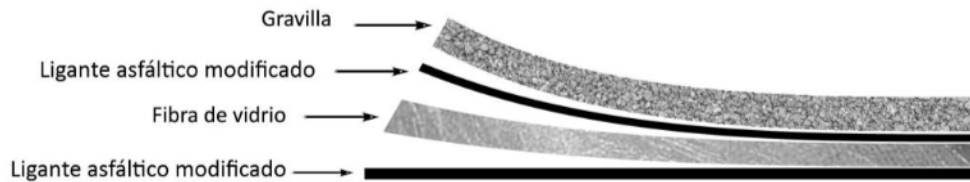


Figura 1: Esquema de la técnica

Este tipo de técnica se utiliza en pavimentos altamente fisurados para retardar la reflexión de las fisuras y evitar la introducción de agua superficial que acelera el proceso de deterioro del pavimento. Al incluir la fibra es posible dosificar mayor cantidad de asfalto y así proporcionar una superficie de rodamiento de mayor durabilidad. Por otra parte tiene las ventajas de un tratamiento superficial como restaurar e impermeabilizar la calzada (sellando y reduciendo la oxidación) e incrementar la resistencia al deslizamiento, dando una apariencia uniforme.

La tecnología en el mundo

Esta tecnología fue creada a finales de los años '80 en el Reino Unido y se ha ido difundiendo por el mundo como membranas SAM (Stress Absorbing Membrane) y membranas SAMI (Stress Absorbing Membrane Interlayer). En los países que ha tenido mayor utilización fueron Australia en la década de los '90 y en diversas pruebas en Francia en estos últimos años.

Las primeras pruebas de esta tecnología en los Estados Unidos fueron hace una década en el estado de Nueva York, mientras que las primeras pruebas canadienses fueron en la región de Ontario en el año 2005 (Croteau, J. M., et.al., 2007). En México la técnica fue usada por primera vez en el año 2010 con mucho éxito realizándose tres tramos experimentales de forma consecutiva (Capistran J. C., 2011). Según se ha investigado, no existen antecedentes en América del Sur en la aplicación de esta tecnología.

Diversos estudios realizados, en EEUU y Australia han mostrado que esta tecnología usada en capa de rodadura tiene una durabilidad tres veces mayor que un tratamiento bituminoso convencional (Thompson, 2008), lo que llevó a probar esta tecnología en nuestro país.

La tecnología en Uruguay

Los antecedentes de la empresa se remontan a más de 15 años fabricando emulsiones asfálticas modificadas y unos 6 años de experiencia en la aplicación de tratamientos superficiales con equipos sincronizados de riego y gravilla.

Desde el 2012 Uruguay cuenta con el primer equipo apto para realizar tratamientos superficiales reforzados con fibra de vidrio. La novedad de este equipo es que además de regar la fibra puede aplicar gravilla de forma sincronizada en la misma pasada como muestra la Figura 2.

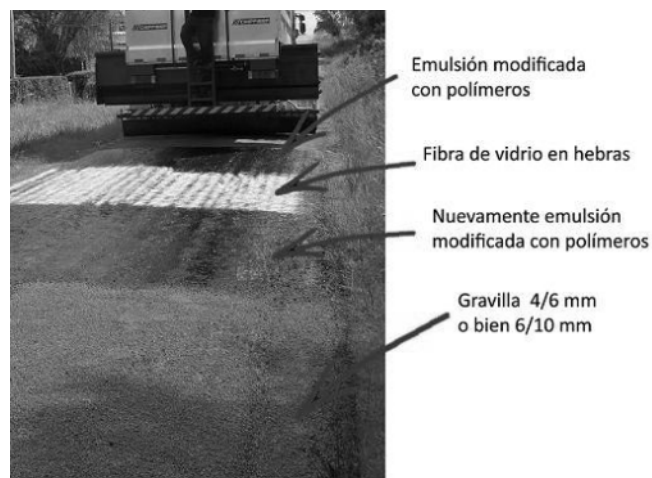


Figura 2: Equipo aplicando el tratamiento superficial reforzado con fibra de vidrio

Este equipo realiza el trabajo de tres máquinas, el camión regador, el cortador y aplicador de fibra y la gravilladora en una sola pasada, optimizando de manera notable la necesidad de equipos y personal en obra.

Además al ser un único equipo, controlado por el mismo PLC, permite aplicar de manera óptima cada uno de los componentes según la velocidad de desplazamiento del mismo.

Otra ventaja que presenta el mismo es que tiene la capacidad de regar asfaltos modificados en caliente ya que tiene un circuito de fluido térmico que permite alcanzar temperaturas de 200°C.

Objetivo del trabajo

El objetivo del trabajo es presentar la primera experiencia que se realizó sobre un viejo tratamiento superficial de una ruta nacional que estaba deteriorándose rápidamente debido a la gran cantidad de fisuras presentes.

Se realizaron diversos tramos de membrana SAM, cambiando las dosificaciones de fibra de vidrio de la malla y cambiando el ligante asfáltico empleado (emulsión modificada y asfalto en caliente) en tramos homogéneos de la carretera para determinar la evolución de los mismos según el estado de la base y las diferentes dosificaciones empleadas. De esta forma se puede establecer el tiempo que el sistema logra retardar la reflexión de grietas.

DESARROLLO DEL TRABAJO

Se realizó un tramo de 200 metros por 6,8 metros de ancho del cual en la calzada a más (3,4 m) se utilizó una emulsión catiónica rápida modificada con polímeros y en la calzada a menos (3,4 m) un asfalto modificado con caucho de neumáticos regado en caliente. En ambos tramos además se aplicó una fibra de vidrio tipo 2400 tex y una gravilla 2-6 mm. Para lograr una apariencia uniforme y estética se utilizó parte de la emulsión calculada en el tratamiento para realizar posteriormente un riego de niebla.

Con el fin de evaluar el rendimiento del tratamiento, se colocaron secciones de prueba con y sin refuerzo de fibras para comparar el comportamiento respecto al sellado utilizado en la actualidad. El tramo sobre el cual se realizó la intervención es la ruta nacional N° 104 en el Departamento de Maldonado. La misma tiene un tratamiento superficial reparado varias veces en diversos tramos

pero que aún así presentaba estados avanzados de deterioro con fisuras tipo piel de cocodrilo, grietas y pequeños baches.

Tramo con emulsión modificada

Evaluación del tramo a más

FECHA: 07.03.13

LUGAR: RUTA 104, calzada a más: km 14.250 - 14.450

CARACTERÍSTICAS DEL TRAMO: El tramo es un conjunto de tratamientos superficiales que presentaban fisuras conectadas en ambas huellas en casi toda su extensión, algunas fisuras longitudinales, varios baches reparados con emulsión y piedra (exudados), un tramo reparado con mezcla asfáltica, peladuras, entre otros defectos como se puede apreciar en la Figura 3.



Figura 3: Estado de la calzada a más antes de la intervención

Intervención realizada en la calzada a más

El tratamiento consistió de tres etapas:

1. Ejecución del tratamiento superficial reforzado con fibra de vidrio ejecutado de forma sincronizada con las siguientes características y dosificaciones presentadas en la Tabla 1:
 - a) una capa de emulsión modificada
 - b) fibra de vidrio (TEX 2400) cortada in situ en hebras de 12 cm de largo
 - c) otra capa de la misma emulsión
 - d) gravilla seleccionada y lavada 2-6 mm

Tabla 1: Dosificaciones empleadas en el tramo de prueba con emulsión modificada

Progresiva	a (L/m²)	b (g/m²)	c (L/m²)	d (L/m²)
km 14.250 - 14.300	0,50	60	0,50	5,5
km 14.300 - 14.350	0,55	80	0,55	5,5
km 14.350 - 14.400	0,60	100	0,60	5,5
km 14.400 - 14.450	0,40	0	0,40	5,5

2. Compactación con un cilindro combinado de 2,5 TON.
3. Riego de niebla para asegurar la adherencia de la gravilla y mejorar la estética con emulsión modificada diluida con 50% de agua y a razón de 0,7 L/m².



Figura 4: Imágenes durante y luego de la aplicación del tratamiento con emulsión

Seguimiento del tramo a más

Se realizó un video de la superficie total del tramo de prueba antes de la ejecución y se prevé registrar en video la evolución del mismo a los 6, 12, 18 y 24 meses.

Tramo con asfalto modificado con polvo de neumático

Evaluación del tramo a menos

FECHA: 15.03.13

LUGAR: RUTA 104, calzada a menos: km 14.250 - 14.570

CARACTERÍSTICAS DEL TRAMO: El tramo es un conjunto de tratamientos superficiales que presentaban fisuras conectadas en ambas huellas en casi toda su extensión, algunas fisuras longitudinales, peladuras, varios baches reparados con emulsión y piedra (exudados), un tramo reparado con tratamientos superficiales, entre otros defectos como se ve en la figura 5.



Figura 5: Estado de la calzada a menos antes de la intervención

Intervención realizada en la calzada a menos

Debido a que en este tramo se utilizó un asfalto modificado con polvo de neumático regado en caliente se optó por comenzar con una película gruesa de asfalto modificado y fibra para asegurar la retención del árido y luego disminuir la cantidad de fibra utilizada en cada tramo posterior. Las dosificaciones elegidas están en el entorno de las recomendadas en la literatura encontrada (Croteau, J. M., et.al., 2007).

El tratamiento consistió de tres etapas:

1. Ejecución del tratamiento superficial reforzado con fibra de vidrio y con asfalto en caliente como muestra la Figura 6, con las siguientes características y dosificaciones presentadas en la Tabla 2:
 - a) una capa asfalto modificado con polvo de neumático regado a 165°C
 - b) fibra de vidrio (TEX 2400) cortada in situ en hebras de 12 cm de largo
 - c) otra capa del mismo asfalto regado a 165°C
 - d) gravilla seleccionada y lavada 2-6 mm

Tabla 2: Dosificaciones empleadas en el tramo de prueba con asfalto modificado con polvo de neumático

Progresiva	a (L/m²)	b (g/m²)	c (L/m²)	d (L/m²)
km 14.250 - 14.300	0,65	140	0,65	5,5

km 14.300 - 14.350	0,65	120	0,65	5,5
km 14.350 - 14.400	0,60	100	0,60	5,5
km 14.400 - 14.570	0,60	0	0,60	5,5



Figura 6: Aplicación del tratamiento con fibra y asfalto regado a 165°C

2. Compactación con un cilindro combinado de 2,5 TON enseguida detrás del tratamiento.
3. Riego de niebla para asegurar la adherencia de la gravilla y mejorar la estética con emulsión modificada diluida con 50% de agua y a razón de 0,7 L/m².

Seguimiento del tramo a menos

Se realizó un video de la superficie total del tramo de prueba antes de la ejecución y se prevé registrar en video la evolución del mismo a los 6, 12, 18 y 24 meses.

Resultados

A la entrega de este trabajo pasaron solamente cuatro meses de los tramos experimentales realizados. El estado general del tramo de prueba se encuentra en óptimas condiciones no detectándose fisuras reflejas, desprendimientos ni baches como se puede apreciar en la Figura 7. La primera evaluación completa está prevista a los 6 meses pero es de esperar un comportamiento satisfactorio del tratamiento debido a los reportes previos de la experiencia internacional encontrados en la bibliografía.



Figura 7: Tratamiento con fibra a los 4 meses

De todas formas, luego de verificar la rapidez en la ejecución, se ha realizado recientemente un tramo de 6 km de longitud de una membrana SAM sobre una carpeta muy fisurada, utilizando las dosificaciones mencionadas en la literatura. Este tramo también funcionará como testigo para determinar la evolución de este tipo de tecnologías en otro tipo de superficie.

Resumen comparativo

Se presentan en la Tabla 3 las ventajas y desventajas de cada tipo de tratamiento junto con un costo comparativo respecto a un sellado convencional para la recuperación de superficies altamente fisuradas

Tabla 3: Cuadro comparativo entre las técnicas empleadas y un sellado simple

Tratamiento simple con:	Emulsión	Fibra y emulsión	Fibra y asfalto polvo de neumático
Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> - No precisa calentar el ligante - Elevada adherencia de todo el sistema con la base - Sellado efectivo de fisuras 	<ul style="list-style-type: none"> - No precisa calentar el ligante - Elevada adherencia de todo el sistema con la base - Sellado efectivo de fisuras - Alta resistencia al reflejo de fisuras 	<ul style="list-style-type: none"> - Liberación inmediata al tránsito - Ambientalmente amigable al usar polvo de neumático - Mayores espesores de ligante sin riesgo de exudaciones - Alta resistencia al reflejo de fisuras
Desventajas	<ul style="list-style-type: none"> - Baja resistencia al reflejo de fisuras 	<ul style="list-style-type: none"> - Tiempo de liberación al tránsito de 5 horas 	<ul style="list-style-type: none"> - Uso de áridos secos o precubiertos con asfalto

	- Tiempo de liberación al tránsito de 5 horas promedio - Baja cohesión inicial	promedio - Baja cohesión inicial del sistema	- Adherencia relativa en bases muy deterioradas o sucias
Vida útil estimada	2 a 3 años	4 a 5 años	4 a 5 años
Costo	Base	Base + 18%	Base + 20%

CONCLUSIONES

Se han ejecutado dos tramos utilizando diferentes ligantes asfálticos, una emulsión modificada y un asfalto modificado con polvo de neumático regado en caliente, con diferentes dosificaciones de fibra de vidrio para generar experiencia local en el uso de esta tecnología.

A pesar de que la experiencia internacional ha demostrado que este tratamiento representa algunas ventajas importantes para recuperar superficies altamente fisuradas, es necesario hacer el seguimiento de nuestros propios tramos piloto. De éste seguimiento se van a poder definir diversos parámetros según la superficie a recuperar, tales como el tipo y dosificación del ligante asfáltico o la dosificación de fibra de vidrio necesaria. Es importante mencionar que el costo inicial del uso de fibra se incrementa cerca de un 20% pero con la expectativa de incrementar la vida útil al menos un 25%.

En cuanto a la técnica y al equipo, se pueden mencionar ventajas como:

- La posibilidad de regar ligante asfáltico, fibra y gravilla en una sola pasada, reduciendo significativamente la necesidad de equipos y personal en la ejecución de este tipo de tratamientos.
- La precisa dosificación de cada componente según la velocidad del riego.
- La posibilidad de regar asfalto en caliente y la gravilla al mismo tiempo, permitiendo liberar inmediatamente al tránsito.
- Los elevados rendimientos diarios reales del equipo. Es una técnica de elevado rendimiento y calidad en la ejecución. Se pueden ejecutar más de 5.500 m²/día.

REFERENCIAS

- Anthony, A., Croteau, J. M., Dechkoff, C., Gareau, M., Marjerison, B., “The Evaluation of a Fibre-Reinforced Sandwich Chip Seal in Saskatchewan”.
- Capistran J. C., “Carpetas de un riego (riego de sello) reforzadas con fibras de vidrio. Aplicación en México”. Séptimo Congreso Mexicano del Asfalto. 2011.
- Croteau JM, Chaignon F, Thompson M, “A Four-Year Performance Review of North American and International Fibre-Reinforced Membrane Systems”, Proceedings, Canadian Technical Asphalt Association, 52, 400-415 (2007).
- Thompson, M., “Road reflective cracking system under cold climatic conditions, evaluation and study of the fiber-reinforced emulsion membrane”, International Symposium on Asphalt Emulsion Technology, ISAET. 2008.