

Geocompuesto en ampliación de calzada para evitar el reflejo de fisuras de juntas de base en recapeo asfáltico.

Delbono H. Luis^{1*}; Fensel E. Alberto²; Botasso, H. Gerardo³; Pisano, David⁴

1.2.3. LEMaC: Centro de Investigaciones Viales, Universidad Tecnológica Nacional *Facultad Regional La Plata, Argentina.*

4. *FAMEIM S.A., Buenos Aires, Argentina.*

RESUMEN

Durante el año 2012 se realizó el ensanche en una importante vía urbana de alto tránsito en la Ciudad de La Plata donde se propuso como solución interponer un producto capaz de absorber los movimientos diferenciales en la junta constructiva entre el antiguo pavimento y el nuevo ensanche; para ello se seleccionó un material geocompuesto.

Para equiparar paquetes estructurales el proyecto de ensanche contempló la ejecución de una base de hormigón (como base comparable a la de adoquinado existente); sobre el pavimento asfáltico existente se realizó un fresado en la zona de la junta constructiva hasta el nivel de base de hormigón del ensanche, se realizó un riego de adherencia y se procedió a la colocación del geocompuesto sobre la junta constructiva, para luego colocar y compactar la nueva carpeta de rodamiento asfáltica para nivelar la superficie de calzada.

Se realizaron valoraciones en laboratorio previas a la ejecución de la obra para predecir el comportamiento del geocompuesto como parte componente del paquete estructural del ensanche, donde se consideraron dos aspectos que se consideran fundamentales para el adecuado funcionamiento del sistema de capas del pavimento:

- a) La adherencia en la interfase
- b) La eficiencia en el retardo de las fisuras

El tramo de vía estudiado fue auscultado después de 5 años de ejecutada la obra, con el objeto de conocer el comportamiento real del material geosintético y ser comparado con el comportamiento predicho en laboratorio, para ello se extrajeron testigos con el objeto de valorar la adherencia entre las capas y se realizó la auscultación del tramo mediante el testeo por la aparición y progreso de posibles fisuras producidas en este tiempo.

Los resultados alcanzados en laboratorio y la auscultación realizada en obra, demuestran el beneficio del empleo del geocompuesto en este tipo de proyecto.

INTRODUCCIÓN

El LEMaC: Centro de Investigaciones Viales de la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional La Plata; desde hace más de 10 años viene recorriendo el camino de la investigación referido a la incorporación de los materiales geosintéticos, especialmente aplicados a las obras viales (Botasso et al., 2010). El trabajo presenta una aplicación sobre la obra referida al ensanche de una avenida urbana, en el cual se empleó un geocompuesto, cuyas características se describen más adelante, para impedir el reflejo de las juntas del pavimento antiguo al pavimento nuevo.

La obra ha sido ejecutada durante los primeros meses del año 2012, realizando valoraciones previas en laboratorio. El presente trabajo tiene como objetivo comprobar, luego de cinco años de ejecución de la obra, el comportamiento real con lo estimado en la etapa de diseño.

Descripción de la obra

Debido al importante crecimiento del flujo vehicular en la ciudad de La Plata (Buenos Aires, Argentina), se ha hecho necesario que ciertas avenidas sean ensanchadas para brindar mayor capacidad y fluidez en el tránsito. La avenida 60 es una arteria que no escapa a tal circunstancia y por tal motivo se ha decidido su ensanche en el tramo comprendido entre la Avenida 7 (Plaza Rocha) hasta la Avenida 13 (Plaza Máximo Paz). La obra consiste en la ampliación de las vías de circulación vehicular en un ancho de 2 metros, quedando dos calzadas de 8 metros entre cordones separadas por un bandejón central de 4 metros.

El paquete estructural del pavimento existente está constituido por un pavimento adoquinado sobre el cual existe una carpeta de rodamiento de mezcla asfáltica. Para equiparar paquetes estructurales el proyecto del ensanche contempló la ejecución de una base de hormigón, en comparación con el pavimento adoquinado, sobre la cual se ejecutó una carpeta de rodamiento de mezcla asfáltica de 5 cm de espesor para homogeneizar niveles de superficies de calzada. Se detectó que para salvar la junta de unión entre el pavimento de adoquines de base y la base de ensanche de hormigón, sería necesario interponer un producto capaz de absorber posibles movimientos diferenciales de esa junta constructiva. La solución adoptada ha sido fresar 50 cm de ancho de la mezcla asfáltica existente sobre los adoquines, y colocar un geocompuesto en un ancho de 100 cm, 50 cm a cada lado de la junta constructiva, con objeto de retardar el reflejo de la junta constructiva a la nueva carpeta de rodamiento asfáltica, Figura 1. Previo a la aplicación del geocompuesto se aplicó un riego de imprimación a una tasa de 0,90 l/m². Luego de la aplicación del geocompuesto se administró un riego de liga a razón de 0,50 l/m², sobre el cual se ejecutó la carpeta de rodamiento de mezcla asfáltica en caliente.

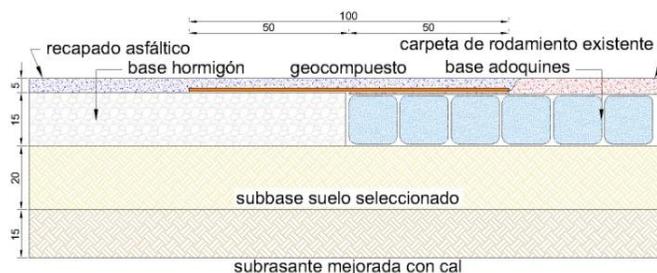


Figura 1 Paquete estructural con el ensanche previsto

METODOLOGÍA

Valoraciones previas en laboratorio

Durante el año 2012, previa a la ejecución de la obra y con motivo de conocer el comportamiento del geocompuesto como parte componente del paquete estructural del ensanche, se decidió valorar aspectos que se consideran fundamentales para el adecuado comportamiento del sistema de capas del pavimento:

- Características del material geocompuesto

Se valoraron las propiedades físicas y mecánicas, comparándolo con las exigencias emanadas del Pliego de Bases y Condiciones de la obra.

- La adherencia en la interfase, donde se aplica el geocompuesto

Para valorar esta propiedad se ha empleado el ensayo de adherencia LCB (Laboratorio de Caminos de Barcelona) el cual evalúa la adherencia que se desarrolla en la unión de las capas del pavimento.

- La eficiencia en el retardo de las fisuras

En este caso, se adoptó el ensayo de flexión con cargas repetidas, mediante la adaptación del equipo de Módulo de Rigidez (Botasso et al. 2015).

Características del material geocompuesto

El geocompuesto empleado está conformado por una membrana asfáltica modificada con polímero, la cual en su proceso de fabricación se adhiere a un geotextil tejido de polipropileno. La caracterización del material, según la normativa Argentina, arrojó los siguientes resultados:

- Masa por unidad de área (Norma IRAM 78002):
2019 g/m² (sin film protector). Exigencia del Pliego > 2000 g/m²
- Espesor a presiones prefijadas, a 2 kPa (Norma IRAM 78004):
2,7 mm. Exigencia del Pliego > 2,00 mm
- Resistencia a la tracción, con probetas anchas (Norma IRAM 78012):
 - En dirección paralela al sentido de fabricación:
Resistencia: 65,8 kN/m; Deformación: 19,8 %
 - En dirección perpendicular al sentido de fabricación:
Resistencia: 78,1 kN/m; Deformación: 25,3 %Exigencia del Pliego: Resistencia: > 40 kN/m - Deformación: < 30 %
- Resistencia a penetración estática (Norma IRAM 78011):
8,6 kN (cara Geotextil) y 8,6 kN (cara Asfalto). Exigencia del Pliego > 7,0 kN

El material geocompuesto cumple con las exigencias declaradas en el pliego de especificaciones técnicas de obra.

Ensayo de adherencia LCB

Este ensayo somete a testigos o probetas confeccionadas en laboratorio a un esfuerzo de corte por flexión y permite valorar la tensión de adherencia que se genera en el plano de discontinuidad (Ricci, 2011). A tal efecto se confeccionan probetas de 10,1 cm de diámetro con el paquete

estructural a evaluar. Para este caso en particular se han confeccionado las probetas según el paquete estructural diseñado constituidas por: una capa de hormigón elaborado ad-hoc de 3 cm de espesor, un riego de imprimación de 0,90 l/m² de dotación, el geocompuesto, un segundo riego de liga de 0,50 l/m² de dotación y la capa de mezcla asfáltica en caliente. Los ensayos fueron realizados a una temperatura de 25°C y los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1 Resumen ensayo de adherencia LCB

Probeta	Área (cm ²)	Carga (kg)	Deformación en la interfase (mm)	Tensión de adherencia (kg/cm ²)
Promedio con geocompuesto	83.3	100.79	2.28	1.21
Promedio sin geocompuesto		7.03	0.00	0.09

Ensayo de flexión con carga repetida

Para esta determinación se adapta el equipo de Módulo de Rigidez descrito en la Norma UNE EN 12697-26, el cual permite que la carga sea aplicada con distintas frecuencias de repetición. El equipo empleado consta de un actuador neumático, que posibilita la variación de cargas en un rango de 0 Kg a 500 kg, y a diversas frecuencias, desde 0,2 Hz a 20 Hz. Todo el equipo se encuentra en una cámara en donde se mantiene constante la temperatura.

Se ha adaptado el instrumental de laboratorio para ejercer una carga linealmente distribuida sobre una viga simplemente apoyada. De esta manera el espécimen ensayado es sometido a flexión por cargas repetidas, generándose tracciones en su fibra inferior. Luego de plantear distintos tipos de configuraciones, se ha desarrollado el ensayo con las siguientes condiciones de borde:

Carga máxima	P = 400 kg
Frecuencia	F = 0,5 Hz
Temperatura	T = 25 °C ± 0.5 °C
Distancia entre apoyos	D = 250 mm

Se confeccionaron series de probetas según el paquete estructural indicado. Siendo en este caso prismáticas con un ancho y largo de las probetas de 100 mm y 300 mm respectivamente. Las probetas se ubican sobre dos apoyos móviles en los extremos, materializados por barras de acero de 20 mm de diámetro. Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2 Resumen de resultados, ensayo de flexión con carga repetida

Probeta	Temperatura de ensayo (°C)	Ciclos de aparición de la fisura (n°)	Ciclos de propagación de la fisura hasta la superficie (n°)
Promedio sin geocompuesto	25	9	15
Promedio con geocompuesto		32	120

EJECUCIÓN Y CONTROL DE LA OBRA

Los distintos ítems para la ejecución del ensanche se han clasificado en:

- Aserrado de pavimento existente
- Retiro de cordón de granito existente y apertura de caja
- Corrección de subrasante con 4% C.U.V.
- Sub base de suelo seleccionado de 20 cm de espesor
- Base de Hormigón H-21 y cordón central de hormigón
- Fresado de carpeta asfáltica en ancho de 50 cm
- Riego de liga pre y pos aplicación del geocompuesto
- Colocación del material geocompuesto
- Carpeta Asfáltica de 5 cm de espesor

El material geocompuesto se colocó sobre la junta longitudinal a la calzada, Figura 1. Su colocación no estaba contemplada, en la licitación de la obra, sobre las juntas constructivas del ensanche de hormigón transversales a la calzada.

Se presenta una secuencia fotográfica de algunas etapas de la obra, Figura 2 a Figura 7.



Figura 2 Apertura de caja, retiro de cordones graníticos y corrección de subrasante con cal



Figura 3 Ejecución de sub base de suelo seleccionado



Figura 4 Fresado y aplicación de riego de liga



Figura 5 Colocación del material geocompuesto



Figura 6 Colocación y compactación del asfalto



Figura 7 Ensanche terminado

Extracción de testigos

Al observar la aparición de fisuras sobre la calzada, se consensuó con la inspección la ubicación y cantidad del muestreo a efectuar, y de esos sectores se extrajeron 9 testigos en zonas sin la aplicación del geocompuesto y 7 testigos en zonas con geocompuesto, Figura 10.

Los testigos calados fueron remitidos al LEMaC donde se le efectuaron determinaciones de adherencia mediante la metodología LCB. Los resultados, promedio de las determinaciones, se presentan en la Tabla 3.

Tabla 3 Resultados de adherencia sobre testigos calados en obra

Probeta	Tensión de adherencia (MPa)	Deslizamiento entre capas (mm)
Testigos sin Geocompuesto	2.3	1.4
Testigos con Geocompuesto	0.4	3.2

La Figura 8 y Figura 9 presentan las curvas de adherencia obtenidas del software del LCB.

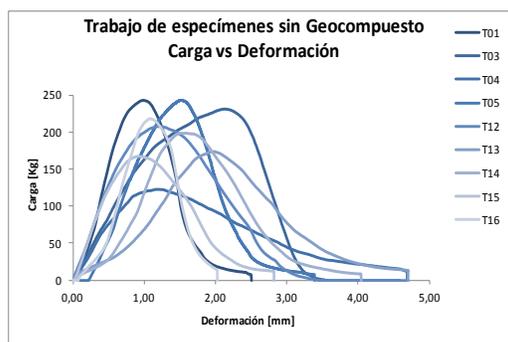


Figura 8 Determinaciones de LCB sobre testigos sin geocompuesto

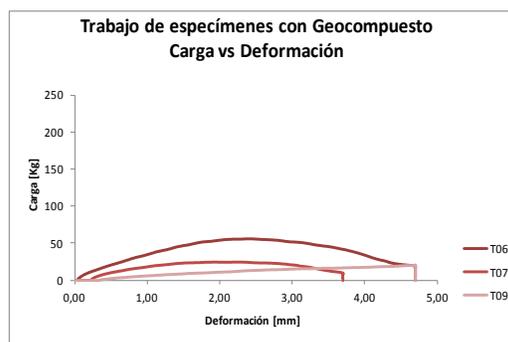


Figura 9 Determinaciones de LCB sobre testigos con geocompuesto

En algunos casos no pudo ejecutarse el ensayo de adherencia sobre testigos con geocompuesto, debido a que se produjo el desprendimiento de las capas al colocar los testigos en el dispositivo de ensayo.

Auscultación de las fisuras en la calzada

Se realizó un relevamiento fotográfico de la presencia de fisuras durante estos años, se presentan a continuación algunas fotos destacadas, Figura 10 a Figura 13.



Figura 10 Extracción de testigos



Figura 11 Fisura transversal



Figura 12 Fisura transversal a la calzada



Figura 13 Fisura hasta la ubicación del geocompuesto

ANÁLISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en laboratorio, en cuanto al reflejo de fisura, demostraron que el geocompuesto es un agente efectivo para el retardo de las mismas. Se presentó en la Tabla 2, la diferencia en aparición y propagación total de la fisura en las probetas con y sin geocompuesto. Esto denota que el geocompuesto tiene un valor cuantificable de aporte al retardo de la fisuración refleja, pudiendo establecerse un beneficio 8 veces superior justificando de esta manera su aplicación en la obra analizada.

La obra ha sido auscultada a lo largo del tiempo, con el objeto de conocer el comportamiento real del geocompuesto y luego ser comparado con el comportamiento predicho mediante el ensayo de flexión con cargas repetidas. En este sentido ha podido verificarse la efectividad del material al observarse que donde el material geocompuesto fue colocado (longitudinalmente al sentido del tránsito, Figura 5), la fisura no surgió en la capa superficial de la mezcla asfáltica del recapeo. Sin embargo, si se evidenciaron fisuras en aquellos sectores donde el geocompuesto no se colocó, por ejemplo sobre las juntas constructivas del ensanche de hormigón transversales a la calzada como se presentara en las Figura 11 a Figura 13.

Los resultados de adherencia sobre testigos calados, no fueron los esperados. Del análisis comparativo del ensayo de adherencia, previo a la ejecución de la obra en el año 2012, las probetas moldeadas en laboratorio han presentado mejor comportamiento que las probetas de referencia, justificando de esta manera el empleo del geocompuesto.

Los bajos resultados de adhesión obtenidos de los testigos calados en obra se deben a la falta de control en la correcta aplicación de los riegos de liga en cuanto a su dotación, y por los defectos detectados en obra que tienen que ver con el sistema constructivo como presencia de arrugas y presencia de agua al momento de la colocación del geocompuesto, Figura 14.

Como consecuencia de estos defectos se obtuvo una baja adhesión entre las capas, lo que implica que las tensiones producidas por el tránsito sobre la capa de rodamiento, no se distribuyan adecuadamente en todo el espesor del pavimento, al no trabajar solidariamente las mismas. A pesar de estas circunstancias el material geocompuesto cumple con la función para la cual se diseñó.



Figura 14 Defectos detectados en obra

REFERENCIAS

1. Botasso G, Delbono H, Fensel E, Rivera J, Pisano D. (2015). Desempeño de geocompuesto en una rehabilitación y valoración de su aporte estructural, XVIII CILA, Congreso Ibero Latinoamericano del Asfalto, sección 4, pp 117-128.
2. Botasso G., Fensel E., Rivera J., Ricci L., Delbono L. (2010). Evaluación de Polyfil SRV (geocompuesto) como Sistema de Membrana Antifisura SAMI en pavimentos rígidos, *LEMaC Centro de Investigaciones Viales*, La Plata, pp. 1-99.
3. Ricci L. (2011). Evaluación de la adherencia entre capas asfálticas con intercapa de Geosintético. *Tesis de Maestría de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires, desarrollada en el LEMaC Centro de Investigaciones Viales*, Buenos Aires, pp. 1-194.