

MODELO DINÁMICO PARA DETERMINAR LA EFICIENCIA DE DISTINTOS GEOSINTÉTICOS USADOS COMO ANTI-REFLEJO DE FISURAS

AUTORES:

Enrique Fensel, Gerardo Botasso, Julián Rivera, Luis Ricci, Luis Del Bono
LEMaC: Centro de Investigaciones Viales, UTN Facultad Regional La Plata

RESUMEN

Con el objeto de evaluar en laboratorio la eficiencia de Geosintéticos, de distintas características y en distintas posiciones relativas, usados como agentes anti-reflejo de fisuras, en el LEMaC se diseñaron distintos modelos de evaluación mediante el uso de equipamientos que permitan aplicar cargas dinámicas, como lo es el equipo de Wheel Tracking Test y el de Módulo de Rigidez.

Para ello se conformaron probetas replicando paquetes estructurales de diseño, según la capa existente y la de refuerzo, respetando las características mecánicas, posición y espesores de cada componente, sometiendo las mismas a cargas dinámicas repetidas, con distintas temperaturas de ensayo.

En este trabajo se presenta la evaluación según el paquete estructural diseñado en la rehabilitación de la obra Autopista Vespucio Norte de la República de Chile, para este caso se instrumentó una metodología de evaluación con aplicación de cargas repetidas con el equipo de Módulo de Rigidez descrito en la Norma UNE EN 12697-26.

Las probetas representativas del paquete estructural fueron climatizadas en la cámara del equipo de ensayo a 30 °C por un plazo mínimo de 2 horas, condición de temperatura utilizada en el ensayo, y una vez transcurrido el proceso de acondicionamiento térmico se procedió a solicitarlas a un esfuerzo de flexión simple, la carga fue aplicada por un período mínimo de 5000 ciclos o hasta que la fisura se haya propagado al nivel superficial de la mezcla asfáltica de la capa de rodamiento.

Se evaluó la cantidad de ciclos que fueron necesarios para reflejar la fisura hasta la superficie de rodamiento y se registraron los distintos estadios de su evolución desde la aparición de la primera fisura, haciendo paradas cada 100 ciclos, realizando un relevamiento fotográfico y mensurando la proyección de la fisura.

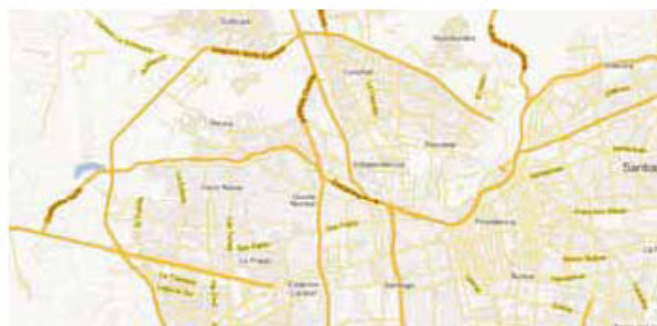
Bajo estas condiciones se pudo establecer un nivel comparativo de eficiencia entre los modelos planteados.

1. INTRODUCCIÓN

La Autopista Vespucio Norte Express, también conocida como Autopista Vespucio Norte, Vespucio Norte Express o Vespucio Norte, es una de las vías expresas que, junto a Autopista Central, Costanera Norte y Vespucio Sur, compone la red de autopistas urbanas de Santiago de Chile. Tiene por objeto disminuir los tiempos de desplazamiento, aumentar los niveles de seguridad de los usuarios, aportar al desarrollo urbano de la ciudad y mejorar la calidad de vida de las personas. Conecta el sector de El Salto (comuna de Huechuraba) con la Ruta CH-78, a través de la Avenida Américo Vespucio. Contempla una longitud de 29 kilómetros de doble calzada, 25,5 kilómetros de calles de servicio, cuatro puentes, 20 estructuras entre pasos a desnivel y enlaces, 25 pasarelas peatonales, 22 paneles de información dinámica y vallas segregatorias de vías expresas en toda su longitud. Fue inaugurada el 4 de enero de 2006, su ubicación esta referida en el Plano N° 1.

A raíz del terremoto que afectó a la República de Chile en febrero del 2010, esta autopista sufrió daños en distintas escalas. Para proceder a su rehabilitación, se diseñaron distintas soluciones a aplicar en función de la evaluación del índice de estado realizado.

Para el caso de dos de las soluciones propuestas, se le ha encargado al Centro de Investigaciones Viales LEMaC, perteneciente a la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional La Plata, proceda a realizar una valoración comparativa de eficiencia en el accionar de los Geosintéticos interpuestos como S.A.M.I. cumpliendo la función de anti-reflejo de fisuras, con el objeto de adoptar la más efectiva de estas dos soluciones.



Plano N° 1: Ubicación de la obra

2. OBJETIVOS DEL TRABAJO

El presente trabajo tiene como objetivo evaluar comparativamente la eficiencia de dos sistemas de rehabilitación de pavimentos instrumentados en la Autopista Vespucio Norte, mediante la réplica en laboratorio de dos soluciones propuestas y ejecutadas en tramos experimentales. Vale destacar que las dos soluciones de rehabilitación evaluadas han sido propuestas por el comitente del trabajo, según obra realizada en AU Vespucio Norte / Salida N° 17 Camil 6, Santiago de Chile. La empresa ha declarado haber realizado las reparaciones necesarias a fin de garantizar el recalce de las losas mediante el tomado de fisuras, y toda otra tarea que garantice la no existencia de movimientos verticales, desprendimientos y formaciones de baches en la calzada existente.

El análisis comparativo tiene en cuenta los siguientes dos sistemas de rehabilitación de pavimentos rígidos:

Sistema 1:



Sistema 2:



Para el primer modelo, y según lo referido por la empresa, para la muestra de Geogrilla enviada a este Centro de iguales características que la colocada en obra, se exigían las siguientes Especificaciones Técnicas:

Geomalla Estructural EGA 1X1 T-N, fabricada a base de fibra de vidrio cubierta por una capa bituminosa y autoadhesiva

TIPO EGA 1X1T-N		Especificación
Material Base		Fibra de vidrio
Rotura (KN/m)	Dirección Longitudinal (X)	100
	Dirección Transversal (MX)	100
Densidad (gr/cm ³)		2,6
Elongación a la rotura (%)		54
Resistencia a la rotura (N/cm ²)		750
Aperturas (mm x mm)		25,4x25,4
Módulo Elástico (GPa)		67
Temperatura de trabajo (C°)		-100°<T°<280°
Temperatura de ablandamiento		840°
Superficie Tratamiento		Bitumen/PVC
Ancho mínimo de rollo		2,0 m

Para el segundo modelo planteado, se utilizó un **Geocompuesto**, fabricado en Argentina, con un espesor nominal e = 2,0 mm, cuyas características determinadas en laboratorio por este Centro son las siguientes:

Propiedades	Norma	Unidad	Geocompuesto	
Físicas				
Determinación de la masa por unidad de área	IRAM 78002	gr/m ²	2960	
Determinación del espesor a presiones prefijadas	IRAM 78004	mm	2,3 (a 2kPa)	
Mecánicas				
Ensayo de penetración estática (pistón CBR)	IRAM 78011	Carga	kN	5,4
		Deforcación	mm	60,2
Ensayo de tracción con probetas anchas dirección paralela a fabricación	IRAM 78012	Carga	kN/m	29,5
		Deforcación	%	21,4
Ensayo de tracción con probetas anchas dirección perpendicular a fabricación	IRAM 78012	Carga	kN/m	31,2
		Deforcación	%	29,2

Las propiedades evaluadas han sido determinadas como promedio de probetas extraídas según norma, no obstante, los valores pueden diferir para distintos lotes dada la heterogeneidad del recubrimiento de arena del producto.

El Geocompuesto utilizado está conformado por una lámina de Geotextil Tejido de polipropileno y adosado en sus caras una membrana de Cemento Asfáltico altamente Modificado, la que en una de sus caras posee adherido un granzeado de arena silíceo, con la intención de que esta terminación le confiera una mayor adherencia con la mezcla asfáltica que recibirá como capa superior, y la otra cara del geocompuesto está comprendida por un film protector de muy bajo espesor, el que se retira para su colocación (que se realiza en frío), cara que así tratada le confiere al Geocompuesto una capacidad auto adherente.



Fotografía N° 1: Geocompuesto con capa adherente en el molde

3. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

Dado el espesor del refuerzo estructural de 15,0 cm, no nos ha permitido trabajar en el equipo de WTT (Wheel Tracking Test), según lo establecido en la Norma UNE EN 12697-22, dispositivo utilizado por el LEMaC como modelo de ensayo de sollicitación dinámica y repetida, para determinar la eficiencia de Geosintéticos en distintos paquetes estructurales de refuerzos evaluados con anterioridad.

Es por ello que se decide utilizar como modelo de aplicación de cargas repetidas al equipo de Módulo de Rigidez descrito

en la Norma UNE EN 12697-26, el cual se muestra en la Fotografía N° 2.

Este equipo permite interponer como probeta de ensayo un refuerzo con un espesor de 15 cm. como el utilizado en la rehabilitación planteada y además ejerce la aplicación de una carga punzante linealmente distribuida, en el mismo plano en donde se encuentra la fisura del modelo.

De esta forma queda conformado un sistema que se puede denominar:



Fotografía N° 2: Equipo empleado con muestras en acondicionamiento

De esta forma queda conformado un sistema que se puede denominar:

“Reflexión de Fisuras por flexión simple con cargas repetidas”

consistente en solicitar vigas simplemente apoyadas a un esfuerzo de flexión con cargas dinámicas repetidas.

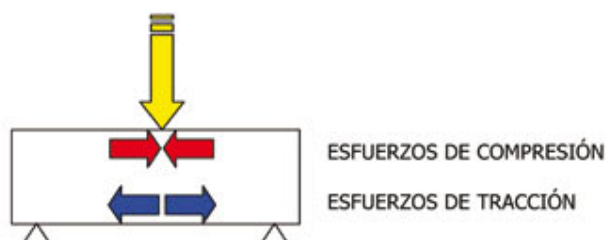


Gráfico N° 1: Esquema de ensayo “Reflexión de Fisuras por flexión simple con cargas repetidas”

El equipo empleado consta de un actuador neumático, que posibilita la variación de cargas en un rango de 0 a 500 kg, y a diversas frecuencias, desde 0,2 Hz a 20 Hz. Todo el equipo se encuentra en una cámara termostaticada que permite trabajar a temperaturas comprendidas entre 5 y 40 °C y mantener acondicionadas las muestras de tal manera de eliminar las diferencias de comportamiento por susceptibilidad térmica de la mezcla asfáltica.

En este caso y luego de plantear distintos tipos de configuraciones, se ha desarrollado el ensayo con las siguientes condiciones de borde:

Carga Máxima:	P = 400 kilogramos
Frecuencia:	F = 0,5 Hz (según curva de carga y descarga planteada en la Norma UNE EN 12697-26)
Temperatura:	T = 30 °C ± 0,5 °C.
Distancia entre apoyos:	D = 250 mm.
Datos de las Probetas:	
Altura:	h = 17 cm.
Ancho:	a = 10 cm.
Largo:	l = 30 cm.

4. CONFECCIÓN DE PROBETAS

Para el ensayo se han confeccionado dos series de probetas, replicando a lo planteado en obra, las primeras incorporan como elemento retardador de fisuras una Geogrilla de fibra de vidrio intercalada entre una capa asfáltica de 80 mm de espesor como capa inferior y una carpeta de rodamiento de 70 mm de espesor en su parte superior, la cual se comparó con la segunda serie de probetas que incorporan el producto Geocompuesto con capa adherente como elemento retardador de fisuras sobre el cual se colocó una capa de mezcla asfáltica de 150 mm de espesor, siguiendo las indicaciones del comitente, según lo planteado en las Especificaciones Técnicas del Pliego de la obra.

4.1. SISTEMA 1

Se confeccionaron probetas especiales, con dos placas de hormigón separadas 0,5 cm, dicho hueco ha sido rellenado con una placa de poliestireno expandido con el objetivo de simular una junta real del pavimento de hormigón existente o una fisura que tenderá a su propagación en el plano vertical. Sobre las losas de hormigón se aplicó un único riego de imprimación con una emulsión asfáltica del tipo CRR-1 según la clasificación de la norma IRAM 6698, con una dotación de 0,9 lts/m², recomendada en el Pliego de Especificaciones Técnicas Generales de la Dirección Nacional de Vialidad Nacional de la Argentina, siendo estos valores los habitualmente usados.

Una vez curado el riego, se colocó una capa de mezcla asfáltica de 80 mm de espesor, y sobre ésta se colocó otro riego de la misma emulsión con una dotación de 0,5 lts/m² según las recomendaciones generales dadas para las aplicaciones de Geogrillas de este tipo, luego de curado el riego se aplicó la Geogrilla con una leve presión, sobre este producto se moldeó la carpeta de rodamiento asfáltica con concreto asfáltico convencional denso en caliente de 70 mm de espesor.

En este contexto, el comitente informa las Especificaciones a cumplir por mezcla asfáltica utilizada en la obra. A partir de ello, con materiales locales, se elaboraron mezclas asfálticas con las características presentadas en la Tabla N° 1.

Parámetro		Valor
Ensayo Marshall VN-E 9	Nº golpes por cara	50
	Estabilidad (kg)	950
	Fluencia (mm)	3,9
	Relación Estabilidad-Fluencia (kg/cm)	2436
	Porcentaje de Vacíos en mezcla	5,8
	Densidad Marshall (gr/cm ³)	2,308
	Densidad Rice (gr/cm ³)	2,451
	Porcentaje de Cemento Asfáltico	5,3

Tabla Nº 1: Parámetros de Mezcla Asfáltica Convencional empleada.

4.2. SISTEMA 2

Para la segunda serie de ensayos, se confeccionaron probetas especialmente diseñadas, con dos placas de hormigón separadas 0,5 cm, bajo las mismas condiciones que en el modelo anterior. El hormigón de la losa fue dosificado ad-hoc para el sistema propuesto. Como contralor se confeccionaron probetas de hormigón cilíndricas las cuales arrojaron una resistencia media a compresión de 39,6 MPa, constatándose que se alcanzaron resistencias típicas habitualmente utilizadas en los hormigones de pavimentación.

En esta segunda serie, sobre las losas de hormigón con la junta intermedia, se ejecutó el riego de imprimación de acuerdo a la circunstancia de obra, que según los datos recabados como recomendación del fabricante del Geocompuesto se aconseja una dotación de 0,5 lts/m². Este riego se ha ejecutado con una emulsión asfáltica comercial del Tipo CRR – 1 según la clasificación de la norma IRAM 6698.

SOBRE LA EMULSION	
VISCOSIDAD Saybolt Furoel a 25°C	34 seg.
RESIDUO ASFÁLTICO POR DESTILACION	65,2%
RESIDUO SOBRE TAMIZ	0,01%
SOBRE EL RESIDUO ASFÁLTICO	
PENETRACION (25°C, 100g, 5s) 0,1mm	52
PUNTO DE ABLANDAMIENTO	52,3°C

Tabla Nº 2: Caracterización del Riego.

Una vez curado el riego se colocó sobre dicha capa el producto Geocompuesto con capa adherente, presionando levemente la misma mediante rodillado.

A posteriori se colocó una mezcla asfáltica densa convencional, con un espesor de 150 mm y se compactó según la práctica habitual en confección de probetas de gran tamaño a densidad prefijada y con martillo neumático, realizada en dos capas.

La siguiente secuencia representa un moldeo típico de las probetas, para el caso de la Geogrilla, donde se confeccionaron panes de 300 mm x 300 mm de lado los cuales fueron luego aserrados para obtener 3 vigas de 100 mm x 300 mm.



Fotografía Nº 4: Moldes modificados con losas de hormigón y junta de poliestireno

Fotografía Nº 5: Aplicación de riego de imprimación sobre losas de H²



Fotografía Nº 6: Colocación de primera capa de mezcla asfáltica.

Fotografía Nº 7: Aplicación riego de liga previa a la colocación de la Geogrilla



Fotografía Nº 8: Colocación de la Geogrilla de fibra de vidrio

Fotografía Nº 9: Colocación de la capa de mezcla asfáltica de rodamiento



Fotografía Nº 10: Desmolde de la probeta

Fotografía Nº 11: Aserrado de la probeta

5. PROCEDIMIENTO DE ENSAYO

Cada probeta, confeccionadas mediante los procedimientos anteriores descritos, y colocadas en el equipo, se climatizaron en la cámara del mismo a 30 °C por un plazo mínimo de 2 horas. Una vez transcurrido el proceso de acondicionamiento térmico se procedió a ejecutar la aplicación de los ciclos de carga por un período mínimo de 5000 ciclos o hasta que la fisura se haya propagado al nivel superficial de la mezcla asfáltica (capa de rodamiento).

Se evaluó la cantidad de ciclos que fueron necesarios para reflejar la fisura hasta la superficie de rodamiento y se registraron los distintos estadios de su evolución, haciendo paradas cada 100 ciclos, tomándose fotografías y midiendo la altura de la fisura.

Para una mejor visualización de la aparición de las fisuras y su posterior evolución, se pintó la cara expuesta de mezcla asfáltica con pintura a la cal, de tal manera que el color blanco sea un contraste al desarrollo de las fisuras.

A continuación se presentan las planillas de ensayos resultantes:

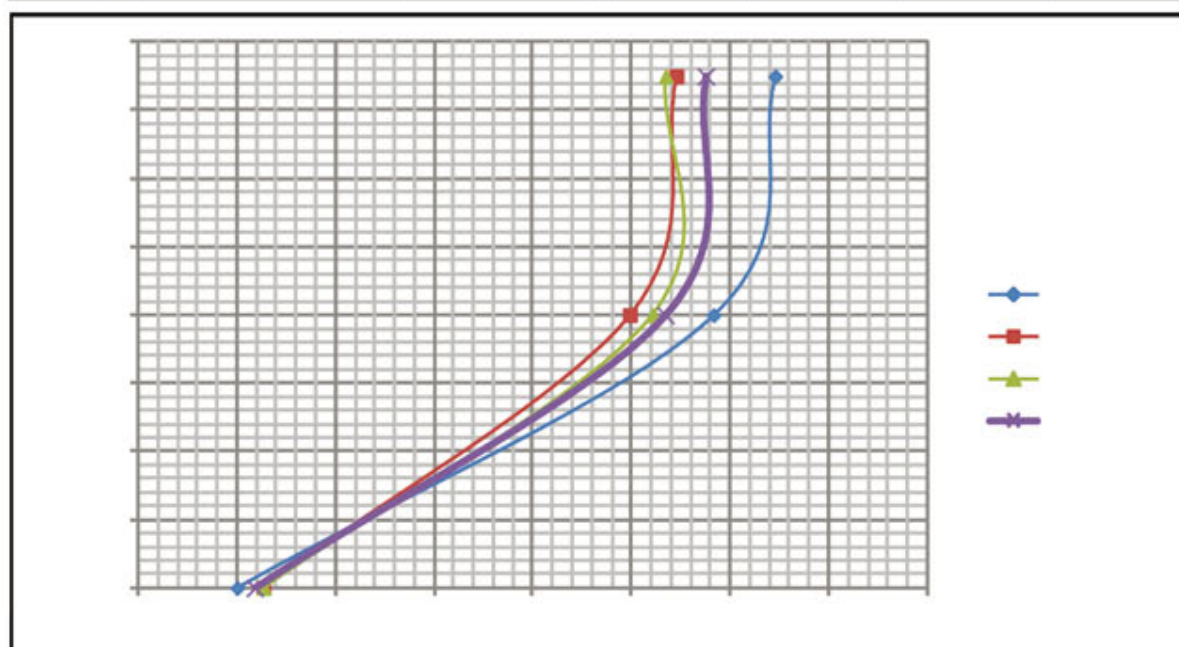
N° de Lab. =	-	Producto =	GEOGRILLA FIBRA DE VDRIO	N° Expte. =	-
Fecha =	13/03/2012	Temp. =	30 °C	H.R.% =	40
				N° Informe =	1

Este ensayo ha sido efectuado siguiendo los lineamientos propios del LEMaC

Celda de carga =	500	kg	Frecuencia de carga =	0,5	Hz
Carga controlada =	400	kg	Ciclos a ensayar =	1500	ciclos
Separación e/ apoyos =	250	mm	Tiempo de acond. =	2	hs

Paquete estructural evaluado			
Capa	Material	Características	Observaciones
Sustrato pre fisurado =	HORMIGÓN	Espesor = 20 mm	-
Interfase 1 =	RIEGO IMPRIMACIÓN	Dotación = 0,90 l/m ²	CRR-1
Capa 1 =	MEZCLAASFÁLTICA	Espesor = 80 mm	-
Interfase 2 =	RIEGO LIGA	Dotación = 0,50 l/m ²	CRR-1
Interfase 3 =	GEOGRILLA	-	FIBRA DE VDRIO
Carpeta de rodamiento =	MEZCLAASFÁLTICA	Espesor = 70 mm	-

Probeta N°	1	2	3	PROMEDIO
Período de climatización (hs)	2	2	2	
Ciclos que aparece la 1° fisura en Capa 1	200	253	254	236
Ciclos que aparece la fisura en Geogrilla	1166	996	1042	1068
Ciclos que aparece la fisura en la superficie	1291	1090	1069	1150



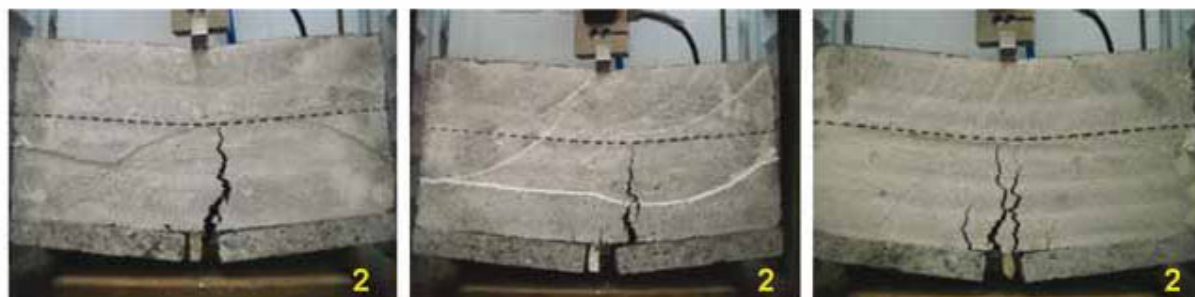
Reflexión de Fisuras por Flexión Simple - Carga Repetida

LEMaC / UTN - FRLP

N° de Lab. = -	Producto = GEOGRILLA FIBRA DE VIDRIO	N° Expte. = -
Fecha = 13/03/2012	Temp. = 30 °C	H.R.% = 40
		N° Informe = 1

Este ensayo ha sido efectuado siguiendo los lineamientos propios del LEMaC

Celda de carga = 500 kg	Frecuencia de carga = 0,5 Hz
Carga controlada = 400 kg	Ciclos a ensayar = 1500 ciclos
Separación e/ apoyos = 250 mm	Tiempo de acond. = 2 hs



Fotos Probeta N° 1

Fotos Probeta N° 2

Fotos Probeta N° 3

Probeta N° 1	Probeta N° 2	Probeta N° 3
FOTO 1 - INICIO DEL ENSAYO	FOTO 1 - INICIO DEL ENSAYO	FOTO 1 - INICIO DE ENSAYO
FOTO 2 - FISURA ENTRE 3 Y 4	FOTO 2 - FISURA ENTRE 3 Y 4	FOTO 2 - FISURA ENTRE 3 Y 4
FOTO 3 - FIN ENSAYO	FOTO 3 - FIN ENSAYO	FOTO 3 - FIN ENSAYO

Reflexión de Fisuras por Flexión Simple - Carga Repetida

LEMaC / UTN - FRLP

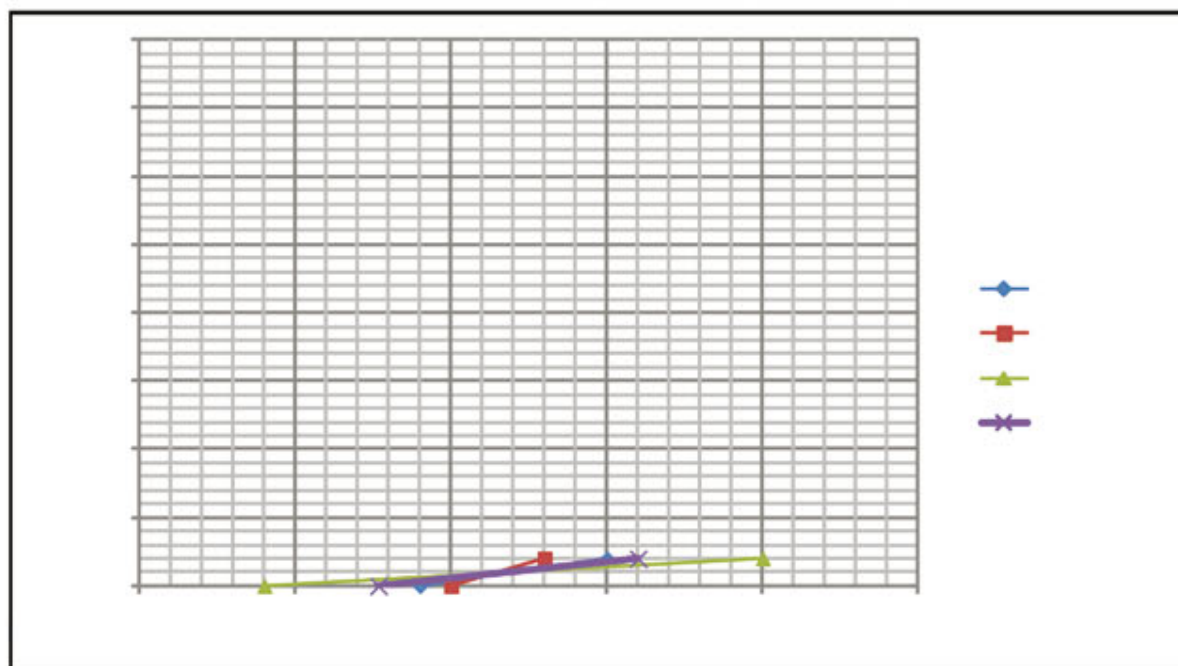
N° de Lab. =	-	Producto =	GEOCOMPUESTO	N° Expte. =	-
Fecha =	15/03/2012	Temp. =	30 °C	H.R.% =	40
				N° Informe =	2

Este ensayo ha sido efectuado siguiendo los lineamientos propios del LEMaC

Celda de carga =	500 kg	Frecuencia de carga =	0,5 Hz
Carga controlada =	400 kg	Ciclos a ensayar =	5000 ciclos
Separación e/ apoyos =	250 mm	Tiempo de acond. =	2 hs

Paquete estructural evaluado			
Capa	Material	Características	Observaciones
Sustrato pre fisurado =	HORMIGÓN	Espesor = 20 mm	-
Interfase 1 =	RIEGO IMPRIMACIÓN	Dotación = 0,90 l/m ²	CRR-1
Interfase 2 =	GEOCOMPUESTO	Espesor = 1,5 mm	CON CAPA ADHERENTE
Carpeta de rodamiento =	MEZCLA ASFÁLTICA	Espesor = 150 mm	-

Probeta N°	1	2	3	PROMEDIO
Período de climatización (hs)	2	2	2	
Ciclos que aparece la 1 fisura en Capa 1	900	1000	400	767
Ciclos que aparece la fisura a 8 mm en sustrato	1500	1300	2000	1600
Ciclos que aparece la fisura en la superficie	NO	NO	NO	NO



Reflexión de Fisuras por Flexión Simple - Carga Repetida

LEMaC / UTN - FRLP

N° de Lab. =	-	Producto =	GEOCOMPUESTO	N° Expte. =	-
Fecha =	15/03/2012	Temp. =	30 °C	H.R.% =	40
				N° Informe =	2

Este ensayo ha sido efectuado siguiendo los lineamientos propios del LEMaC

Celda de carga =	500	kg	Frecuencia de carga =	0,5	Hz
Carga controlada =	400	kg	Ciclos a ensayar =	5000	ciclos
Separación e/ apoyos =	250	mm	Tiempo de acond. =	2	hs



Fotos Probeta N° 1

Fotos Probeta N° 2

Fotos Probeta N° 3

Probeta N° 1	Probeta N° 2	Probeta N° 3
FOTO 1 - INICIO DEL ENSAYO	FOTO 1 - INICIO DEL ENSAYO	FOTO 1 - INICIO DE ENSAYO
FOTO 2 - FISURA 8 mm	FOTO 2 - FISURA 8 mm	FOTO 2 - FISURA 8 mm
FOTO 3 - FIN ENSAYO	FOTO 3 - FIN ENSAYO	FOTO 3 - FIN ENSAYO

6. ANÁLISIS COMPARATIVO

Como valor comparativo, más allá de la evidencia fotográfica presentada, se pueden confeccionar las Curvas de Evolución de Fisuras, h_{fisura} (altura de fisura) versus ciclos de carga.

La gráfica que se adjunta permite visualizar la ventaja de la incorporación del Geocompuesto como retardador de las fisuras frente a la Geogrilla para este caso en particular y según la configuración detallada.

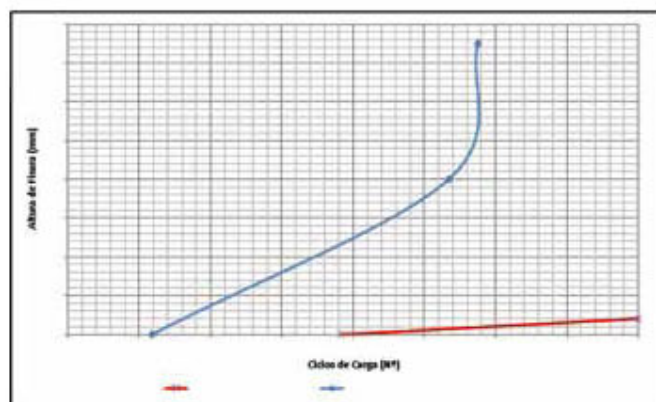


Gráfico N° 2: Curvas de Evolución de Fisuras

Nota: en virtud de la escala gráfica y para una mejor visión de las curvas comparativas, no se grafica hasta los 5000 ciclos ensayados para la Geomembrana, en donde la curva se mantiene prácticamente constante hasta el fin de los ciclos.

Del análisis comparativo se puede decir que:

El esquema de refuerzo original (Sistema 1) se comenzó a fisurar alrededor del ciclo número 236 en promedio de las tres probetas, apareciendo una fisura en la fibra más traccionada de la capa de mezcla asfáltica inferior. La fisura tuvo su evolución hasta la Geogrilla con una suave pendiente, llegando al ciclo 1068, al poco de algunos ciclos la fisura atravesó la Geogrilla y aceleró su propagación para llegar a la superficie en 1150 ciclos.

En cuanto a la alternativa propuesta (Sistema 2), no se registró aparición de fisuras hasta los 767 ciclos en promedio en la fibra más traccionada de la capa de mezcla asfáltica de 150 mm de espesor. No obstante ello, la fisura no prosperó quedando en una magnitud inferior a los 10 mm de altura para los 5.000 ciclos.

7. DISCUSIÓN DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES.

7.1. EN RELACIÓN CON EL MODELO UTILIZADO

La utilización del equipo de Flexión simple bajo Carga Repetida como modelo de propagación de fisuras es utilizado en otros países del mundo y se pueden citar ejemplos en Brasil en donde, como en el caso que se presenta, se pueden obtener comparaciones relativas del comportamiento de las alternativas ensayadas.

Vale decir que, ni la frecuencia de la carga ni su intensidad son comparables a ejes reales de sollicitación. Pero sí, el modelo respeta la forma dinámica con que son aplicadas las cargas. De esta forma los tiempos de propagación obtenidos son sólo indicadores relativos comparables para estas mismas condiciones de borde.

Se suma también a esto la temperatura del ensayo, en este caso el modelo de ensayo ha sido a 30 °C, situación ésta que permite representar, en intervalos de tiempo acorde al ensayo, la aparición de las fisuras.

Resulta así importante considerar esta situación ya que es posible que el comportamiento de los modelos pueda registrar variaciones según se modifiquen las condiciones de borde.

En referencia al sistema de apoyo utilizado en las losas de hormigón se destaca que permite simular los efectos de desplazamientos verticales y horizontales solidarios con la aplicación de la carga que se producen en este sistema, y se constituye en la modelización del pavimento existente, considerando movimientos verticales aún superiores a los presentados en la calzada luego de las reparaciones realizadas.

7.2. EN RELACIÓN CON EL DESEMPEÑO DE LOS MODELOS

Modelo con Geogrilla de fibra de vidrio: Los esfuerzos de tracción fueron absorbidos por la mezcla asfáltica en los primeros 80 mm, llegando a la ubicación de la Geogrilla en donde la tensión de tracción es muy superior a la originalmente resistida por la fibra inferior de mezcla asfáltica en contacto con las losas del pavimento de hormigón, cuando la capa inferior está fisurada. De esta manera en la posición relativa que ocupa la Geogrilla queda sobre exigida y rápidamente es vencida la resistencia en esta interfaz, quedando solamente la capa superior de mezcla asfáltica como elemento resistente.

El mecanismo de propagación de fisuras suele darse como un mecanismo que se retroalimenta, mientras más avance la fisura en forma longitudinal a través de la capa (menor espesor resistente), menor es la sección resistente del paquete estructural, y por lo tanto son mayores las tensiones concentradas para una misma carga dada, repitiéndose este proceso cada vez con mayor intensidad.

Modelo con Geocompuesto: La posición relativa del Geocompuesto, al estar en la fibra más traccionada del refuerzo, es la adecuada para resistir las altas tensiones de tracción que se dan en el vértice de la fisura. La alta resistencia a tracción del Geotextil tejido componente del **Geocompuesto**, más las prestaciones adherentes de los mastic asfálticos tanto superior como inferior al Geotextil, dotan a este producto de una combinación de aptitudes adecuadas para retardar la fisuración refleja.

El Geocompuesto, al controlar las deformaciones por tracción de la fibra inferior, ha neutralizado la propagación de dichas tensiones en la capa de mezcla asfáltica de 150 mm de espesor. Por lo tanto la estructura resistente se ha mantenido intacta en toda su altura, impidiendo el aumento de las tensiones de tracción en el paquete estructural, y por lo tanto reduciendo el avance vertical de las fisuras.

Si establecemos una comparativa en el momento de aparición de las primeras fisuras se puede establecer que el sistema que incluye al Geocompuesto retarda la aparición de las fisuras en 3,25 veces respecto al sistema que incluye a la Geogrilla, sin poder fijar una proporción respecto a la aparición de fisuras en la superficie de la capa de rodamiento, dado que hasta los 5.000 ciclos ensayados el sistema con el Geocompuesto, no presenta tal situación.

Finalmente para las condiciones de ensayo enunciadas podemos decir que, el Sistema 2 que emplea el **Geocompuesto** con capa adherente manifiesta un mejor desempeño que el sistema originalmente propuesto con Geogrilla de fibra de vidrio. ♦

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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. Argentina.
- Loria L., Navas A., Sebaaly Peter. 2009. Evaluación de métodos de diseño de sobrecapas asfálticas contra reflejo de grietas. XV CILA Congreso Ibero-Latino Americano del Asfalto. Portugal.
- Martinez F., Angelone S. Desarrollo de un equipo de Test para valorar la resistencia a la reflexión de fisuras de mezclas asfálticas. XXXV Reunión del asfalto, IMAE, Rosario, Argentina. Año 2008.
- Montestruque G. Bloqueo del agrietamiento por reflejo con el uso de geomalla. 11 Congreso Ibero-latinoamericano del Asfalto. Año 2001.
- Prieto J. N. et. al. Application of the wheel reflective cracking test for assessing geosynthetics in anti-reflection pavement cracking systems. *Geosynthetics International*, 2007, 14, No. 5.
- Ricci L., Botasso G., Delbono L., Fensel E., Rivera J., Seligmann M. 2010. Evaluación de un Geocompuesto como Sistema de Membrana Antifisura S.A.M.I. XXXVI Reunión del Asfalto. Argentina.
- Ricci L., Fensel E., Delbono H., Botasso G. 2011. Evaluación de distintas membranas tipo S.A.M.I. para rehabilitación de pavimentos asfálticos deteriorados. XVI CILA Congreso Ibero-Latinoamericano del Asfalto. Brasil.
- Rocha R. Estudo da Prevenção de Trincas de Reflexão em Pavimentos Semi-rígidos. Instituto Tecnológico de Aeronáutica. San Jose Das Campos. Brasil. Año 2009.
- Rodrigues R.M., Montestruque Vilchez G. 2010. Implementación computacional de un modelo para la previsión de la propagación de fisuras en recapas asfálticas. Instituto Tecnológico Aeroespacial (ITA). Brasil.
- Rodríguez C., Dal Farra A. 1998. Geotextiles en Repavimentación Asfáltica Balance y Perspectivas Actuales de su Aplicación en la República Argentina. Comisión Permanente del Asfalto. Argentina.