

# MALLA METALICA PARA LA REFLEXION DE GRIETAS EN RECAPADOS ASFALTICO

**MARCOS A. PARDO ROJAS, Ingeniero Civil Industrial**

Dirección de Vialidad VIII Región, Chile. [marcos.pardo@moptt.gov.cl](mailto:marcos.pardo@moptt.gov.cl)

**MARIA TERESA CANATA ZAROR, Ingeniero Civil**

Universidad de Concepción, [mcanata@udec.cl](mailto:mcanata@udec.cl)

## RESUMEN

El presente trabajo nace como una idea del uso de la malla metálica como sistema para evitar la reflexión de grietas en los recapados asfálticos por ser un producto de producción nacional.

Para desarrollar la idea se hizo un análisis comparativo con los sistemas SAMI utilizados generalmente, lo que llevo a ratificar las bondades de la malla metálica frente a los demás sistemas.

Después de conocer estos resultados se avanzó en el estudio buscando ahora una sección más eficiente para su aplicación.

## 1. INTRODUCCIÓN

Una de las técnicas más usadas en la rehabilitación de pavimentos es el recapado asfáltico, sin embargo este presenta dificultades ya que no es capaz de evitar o retardar la reflexión de grietas en los pavimentos producto de fisuras y discontinuidades en los pavimentos antiguos o base.

Una de las técnicas más exitosas para alargar la vida útil de las carreteras a través de un retardo de la fisuración de la superficie de rodadura es introducir una intercapa como membrana absorbente de los esfuerzos mecánicos combinados que se concentran en las fisuras y grietas, esta técnica es conocida como sistema SAMI (stress absorber membrane interlayer.).

## 2. OBJETIVO DEL ESTUDIO

En una primera etapa hacer un análisis comparativo entre el sistema propuesto y algunos sistemas SAMI conocidos afín de poder validar su uso.

En una segunda etapa en que ya se determino que la alternativa era mas eficiente nace un segundo objetivo cuales verificar el comportamiento ante la disminución de la cuantía de la malla metálica.

### **3. SISTEMA DE MANTENCIÓN QUE RETARDAN LA REFLEXION DE FISURAS**

Generalmente para recuperar un pavimento fisurado, este se cubre con una capa de mezcla asfáltica, previa reparación de las grietas existentes. Esto no genera una solución duradera ya que los esfuerzos de corte continúan actuando en los bordes de la grieta, propagándose a la superficie rápidamente. Luego para evitar o atenuar este efecto tenemos las siguientes alternativas de solución.

#### **Actuar sobre las características de la mezcla asfáltica**

Una primera solución sería el aumento del espesor de la capa para aumentar la longitud a recorrer para la fisura hacia la superficie. De estudios franceses se concluyo que con 8 cm la fisura refleja aparece en 5 años y para evitar la aparición de fisuras en 8 años se requiere un espesor de 20 cm, entonces esta solución requiere de espesores muy elevados lo que lo hace muy poco atractivo desde el punto de vista económico, además que la solución se transforma en una reconstrucción.

Otra solución de la que también se han obtenido buenos resultados es la utilización de asfaltos modificados en las mezclas asfálticas del recarpeteo, permitiendo este mejorar las propiedades elásticas de la mezcla retardando la reflexión de las fisuras.

#### **Introducir entre las capas un material que atenué la propagación de las fisuras**

Consiste en la introducción entre la capa fisurada y la nueva carpeta un obstáculo para lograr disminuir o evitar la propagación de las fisuras.

**Mezcla arena asfalto:** Consiste en interponer un mortero asfáltico con un espesor de alrededor de 2 cm., que disipa las tensiones que se concentran encima de las fisuras absorbiendo los movimientos de los bordes de estas.

**Geotextil de poliéster, poliamida o polipropileno:** Consiste en interponer un geotextil de impregnado con asfalto sobre el pavimento fisurado a objeto de inhibir o retardar la reflexión de las fisuras o grietas a la capa de asfalto de rodado.

**Grillas de poliéster, polipropileno o fibra de vidrio:** Consiste en interponer un material sintético que conforma un reticulado ortogonal y cuya principal función es actuar como una armadura que logra retardar la fisuración refleja redireccionando los esfuerzo en el plano de la interfase viscoelástica.

**Malla de acero:** Consiste en interponer una malla metálica entre el pavimento agrietado y la nueva capa asfáltica funcionando de igual modo que las grillas por tratarse de una malla ortogonal que actúa como armadura absorbiendo los esfuerzos originados en el borde de la fisura.

#### **4. METODOLOGIA DE APLICACIÓN**

**Aplicación de arena – asfalto:** La preparación de la superficie consiste en una limpieza exhaustiva a través del soplado y barrido de ésta, luego aplicamos una liga con emulsión diluida para posteriormente aplicar la lechada, una vez que esta quebró se procede a ligar nuevamente para aplicar enseguida el recapado en forma tradicional.

**Aplicación del geotextil:** Para cualquier tipo de restauración es necesario preparar la superficie del pavimento, eliminando el polvo y la humedad, además se requiere un buen sellado de las grietas existentes. Después de sellada las grietas, al pavimento se le aplica un riego de liga, que permita adherir el geotextil al pavimento antiguo y dependiendo del geotextil, es necesario colocar en aquellas dosis y temperatura que el fabricante recomienda.

Finalizado el riego asfáltico, se procede a colocar la manta del geotextil éste es fijado al riego mediante un rodillo neumático para asegurar la adherencia entre el geotextil y el pavimento antiguo, luego se aplica otro riego de liga y posteriormente se aplica y compacta la carpeta asfáltica en forma tradicional.

#### **Metodología de aplicación de malla de poliéster.**

Al igual que en el caso anterior, se prepara la superficie limpiándola y sellando las grietas existentes, luego se aplica sobre el pavimento antiguo un riego de liga, a continuación se pone sobre el riego de liga la malla de poliéster ( o de fibra de vidrio), para continuar con la pavimentación cuando el rollo de la malla se ha acabado es necesario dejar un traslape de 40 cm., y el traslape necesario en sentido longitudinal es de 15 cm. A 20 cm o según lo recomendado por el fabricante.

En general la colocación de la malla no representa ningún tipo de problemas, la única precaución que se debe tener es de proporcionar un tensado para evitar que se produzcan ondulaciones de la malla, luego se coloca la mezcla asfáltica en forma tradicional.

#### **Metodología de aplicación de malla metálica con lechada.**

De igual manera que los casos anteriores la superficie es limpiada y las grietas existentes selladas, se aplica sobre la superficie agrietada un riego de liga y La malla se desenrolla curvándola hacia abajo, para evitar ondulaciones, posteriormente es aplanada utilizando un compactador neumático teniendo precaución de no tensionarla para evitar un posible arqueado. En caso de ser necesario, la malla es fijada a la carretera empleando clavos o enganches. Los traslapes necesarios son en sentido longitudinal de 30 cm. Y en sentido transversal de 40 cm, luego se coloca una lechada asfáltica, cubriendo completamente la malla, con un espesor aproximado de 1 cm. Una vez producido el quiebre de la lechada es posible permitir el paso de los vehículos sobre la malla, para no interrumpir el tránsito vehicular y continuar con la colocación de la malla en la pista contraria del camino, luego se procede a la aplicación la carpeta asfáltica siendo colocada y compactada en forma tradicional.

## Metodología de aplicación de malla metálica sin lechada.

Solo difiere de la aplicación con lechada en la no-inclusión de la misma en la metodología.

## 5. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS SISTEMAS SAMI

Con el objeto de comparar el comportamiento de los sistemas, que retardan el surgimiento de fisuras sobre la superficie de los pavimentos, cuando se ha aplicado un recapado asfáltico, mencionados en el capítulo anterior, se realizaron dos ensayos de laboratorio; el primero consiste en una viga solicitada por una carga que simula el paso de un vehículo, y el segundo es un ensayo a tracción.

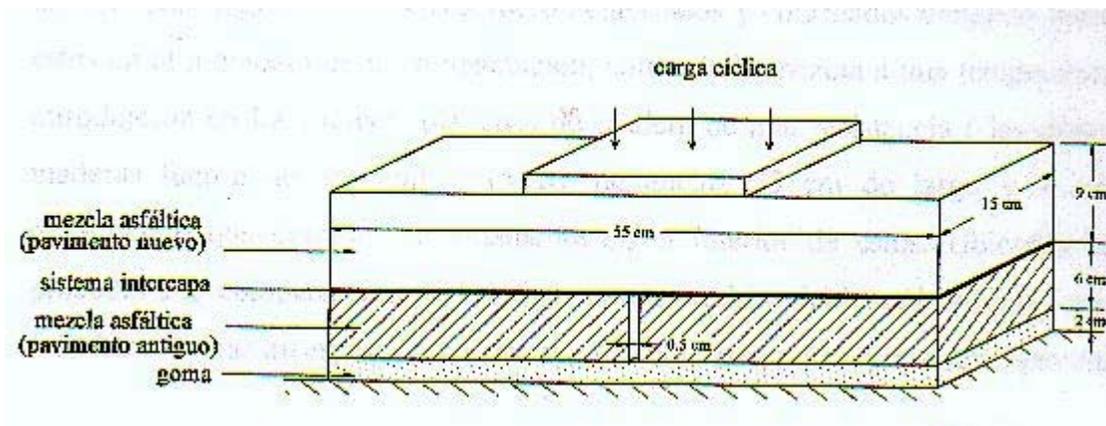
Los materiales que se utilizaron para la construcción de las probetas de ensayo fueron: grillas de poliéster, geotextil impregnado con asfalto, mezcla de arena asfalto y malla de acero galvanizado. Como patrón de comparación también se elaboró probetas sin utilizar ningún sistema que retarde la reflexión de las fisuras, sólo una capa de mezcla asfáltica sobre el pavimento antiguo.

### Ensayo: Prueba carga cíclica

Para examinar la propagación y retardo de las fisuras hacia la superficie del nuevo pavimento, empleando los sistemas ya mencionados, se realizó un primer ensayo a una viga construida con dos capas de mezcla asfáltica, y sometida posteriormente a una carga cíclica tratando de simular el efecto que produce el tráfico.

La figura muestra un esquema de la viga que se ensayó, el espesor de la capa superior especificada en el dibujo, corresponde a la medida de la primera que se construyó, luego se confeccionaron otras vigas con un espesor de la capa superior, de 5 cm.

Los moldes que se emplearon para la construcción de las vigas poseían las siguientes dimensiones: Largo: 55 cm, Ancho : 15 cm y Profundidad : 15 cm.



Esquema de viga sometida a carga cíclica.

## **Preparación de la Probeta**

Las vigas fueron construidas en varias etapas, la primera consistió en la colocación manual, en el interior de los moldes, de la mezcla asfáltica con un espesor de 6 cm. Compactado, proceso que se ejecutó en terreno, para lograrlo los moldes fueron confinados evitando posibles defectos de estos en el momento de la compactación, colocada la mezcla, se introdujeron en los moldes, los trozos de madera de alta resistencia cuyas dimensiones son; ancho 15 cm., Largo 55 cm., y espesor 9 cm, para luego compactar las vigas con un rodillo doble tambor, hasta lograr la densidad requerida y el espesor de 6 cm. Esta capa representó el pavimento existente.

El ensayo debía simular una grieta real en el pavimento antiguo, propagándose hacia la superficie bajo una carga cíclica, esto se consiguió cortando en la mitad con una sierra la capa asfáltica.

Para continuar con la preparación de las probetas, la capa asfáltica cortada, se introdujo nuevamente en los moldes generando una separación de 5 mm., de espesor correspondiente a la grieta que se quería representar. La separación generada fue cubierta por un pedazo de madera, para evitar el ingreso de material de la capa de recapado, al finalizar la construcción de la probeta la madera fue removida dejando la brecha requerida.

## **Procedimiento de ensayo**

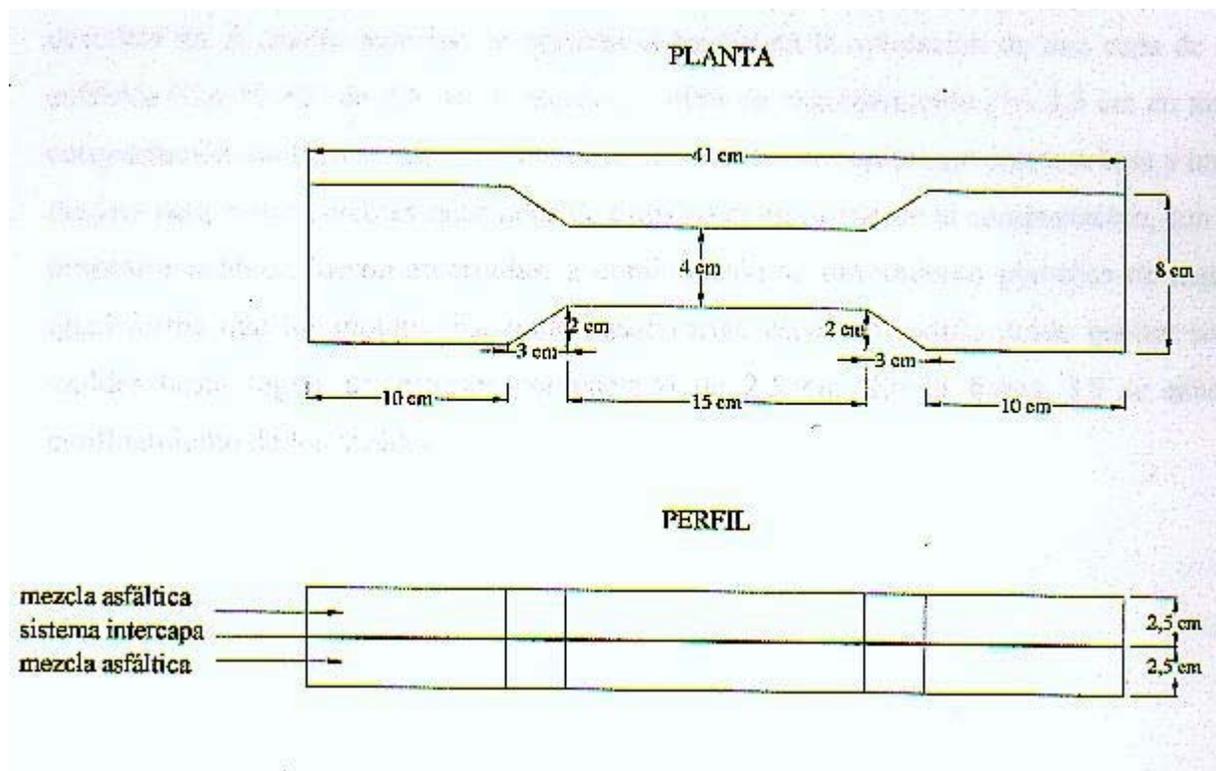
Una vez finalizado la construcción de las viguetas se procedió a ensayarlas en el Laboratorio Regional de Vialidad con una máquina a compresión (máquina Universal Hidráulica. El ensayo debía simular el paso de un vehículo, para conseguirlo se aplicó una carga cíclica (carga y descarga.). La carga se ejecutó en el centro de la viga sobre una plancha de acero de 20 cm. por 15 cm y 10 mm de espesor, la frecuencia fue de 0,2 Hz. (5 segundos), esto corresponde a un vehículo que lleva una velocidad aproximada de 20 Km/hr. La carga máxima aplicada fue de 8,3 kN., ejecutándose los ciclos manualmente.

Durante el ensayo la viga permaneció apoyada en una plancha de goma que simulaba las características semielásticas de la base, dejando que la viga se curvara bajo la carga y se recuperara al descargarla.

La longitud de la grieta, que se produjo por efecto de la carga cíclica, se midió cada 100 ciclos de carga, como la distancia vertical desde la base de la viga, obteniéndose un valor promedio de la grieta medidas a cada lado de la viga. Para obtener una mejor visualización de la propagación de la grieta, debido a la irregularidad de los costados de la viga, estos fueron pulidos y posteriormente pintados con látex de color blanco.

## Ensayo de tracción

Con el fin de comparar la resistencia a la tracción que adquieren las capas asfálticas cuando se emplean diferentes sistemas que retardan la reflexión de las grietas, se realizó un ensayo a tracción utilizando moldes especiales; las probetas fueron construidas con dos capas asfálticas que simulan una repavimentación. La siguiente figura muestra las dimensiones de la probeta, los extremos corresponden al sector donde la mordaza de la máquina de ensayo la sujetó y la parte central es más delgada, con el fin de que la grieta se generara en esta zona en el momento de desarrollar el ensayo.



Esquema de probeta sometida a tracción.

## Preparación de la probeta

Las probetas se confeccionaron en varias etapas del mismo modo que las vigas descritas en el ensayo anterior, la primera consistió en la aplicación de una capa de mezcla asfáltica de 2,5 cm. de espesor compactado. La compactación también se realizó en terreno, los moldes se confinaron en las mismas condiciones que las vigas del ensayo anterior hasta lograr la compactación y un espesor de 2,5 cm.

Luego de compactado y enfriada la capa se colocó en cada uno de los moldes las mallas y geotextiles de acuerdo a los métodos con que éstos se aplican, cubriéndolos finalmente con una mezcla asfáltica compactada con un espesor de 2,5 cm.

### Procedimiento de ensayo

Se ejecutó en el Laboratorio de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Concepción, utilizando una máquina a tracción, con una velocidad de tracción de 7 mm./mín.

## 6. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

Esta etapa está orientada a analizar y comparar los resultados obtenidos de los ensayos realizados.

### Resultados carga cíclica (Viga tipo “A” recapado de 9cm de espesor)

Las vigas fueron reconocidas con una letra y un número según el sistema SAMI utilizado en su construcción las que a continuación se describen cuyo espesor de recapado fue de 9 cm.

VIGA	TIPO DE SAMI
A-1, A-2	Sin sistema SAMI
A-3	Mezcla Arena Asfalto
A-5, A-6	Geotextil impregnado con Asfalto
A- 7, A-8	Malla de Poliéster
A-9, A-10	Malla Metálica con Lechada
A-11, A-12	Malla Metálica sin Lechada

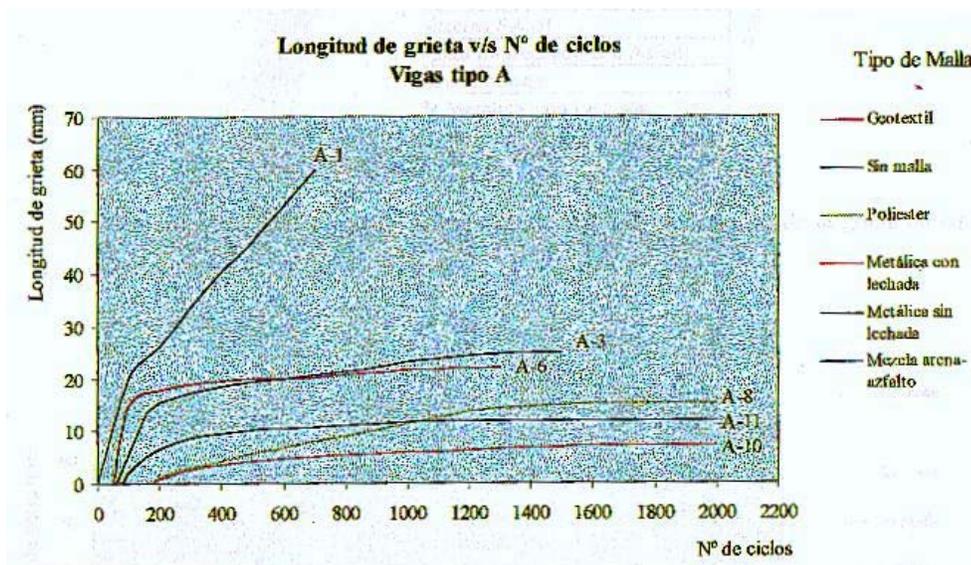
La tabla que se muestra a continuación, exhibe para cada viga, la longitud de la grieta observada a los 500 ciclos, y la longitud de la grieta que se contempló al finalizar el ensayo con sus correspondientes ciclos de carga.

VIGA	CICLOS	LONGITUDINAL DE GRIETA (mm)
A-1	500	45
	700	60
A-2	500	40
	700	50
A-3	500	19
	1500	25
A-5	500	20
	1300	20
A-6	500	20
	1300	22
A-7	500	5
	2000	12

VIGA	CICLOS	LONGITUDINAL DE GRIETA (mm)
A-8	500	5
	2000	15
A-9	500	3
	2000	7
A-10	500	4
	2000	7
A-11	500	10
	2000	12
A-12	500	10
	2000	10

Los resultados se expresaron graficando la relación entre la longitud de propagación de la grieta y el número de ciclos de carga aplicada. La curva generada es el resultado de la adaptación de los puntos originados. Las comparaciones se realizaron en función a la viga patrón A-1 (probeta construida sin ningún sistema SAMI, que generó una mayor longitud de grieta).

Longitud de grieta v/s N° de ciclos Vigas tipo A



Propagación de Grieta de las Vigas Tipo A

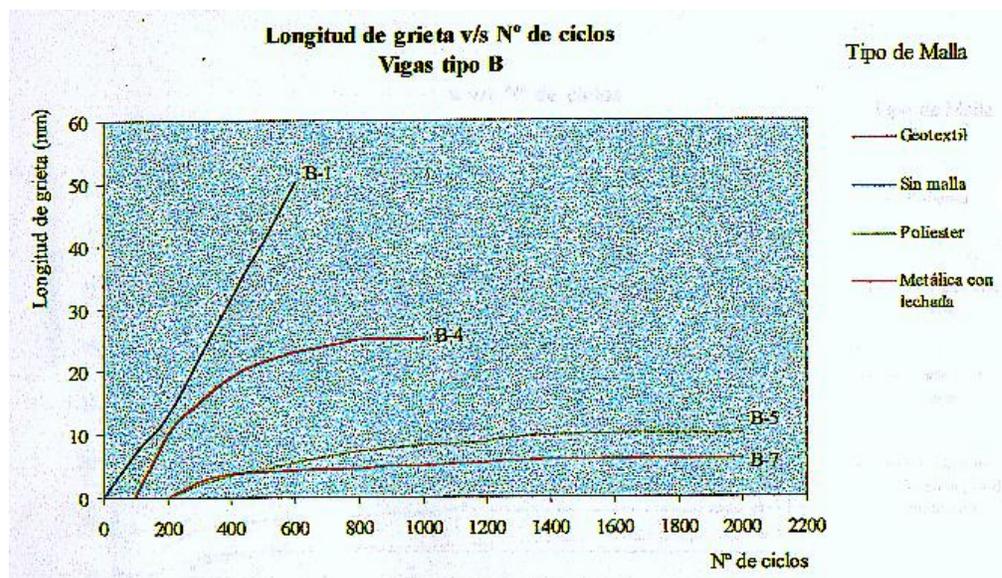
## Resultado de carga cíclica (Vigas tipo “B” recapado de 5 cm. de espesor)

Las vigas se confeccionaron con un espesor de carpeta asfáltica de 5 cm., fueron identificadas con el mismo número que las mencionadas anteriormente pero con una letra B. Sólo se construyeron 8 vigas de estas características, las vigas que se dejaron de elaborar fueron las que utilizaban la mezcla arena-asfalto y las que empleaban sólo una malla metálica como sistema SAMI.

VIGA	TIPO DE SAMI
B-1, B-2	Sin sistema SAMI
B-3, B-4	Geotextil impregnado con Asfalto
B-5, B-6	Malla de Poliéster
B-7, B-8	Malla Metálica con Lechada

El gráfico que a continuación se presenta, muestra la propagación de la grieta de las vigas que obtuvieron mayor longitud.

Longitud de grieta v/s N° de ciclos Vigas tipo B



### Propagación de la Grieta de las Vigas Tipo B

El gráfico muestra que la propagación de la grieta de la viga B-1, que sirvió como patrón de comparación, se expandió rápidamente desde el comienzo de la aplicación de la carga y en forma casi lineal hasta agrietar totalmente la probeta a los 600 ciclos. El inicio de la grieta en la viga B-4 fue a los 100 ciclos y el sistema que se utilizó (geotextil) disminuyó en un 54 % la propagación de la misma. En cuanto a la viga B-5 (construida con malla de poliéster) el comienzo de la grieta fue a los 200 ciclos y disminuyó la propagación en un 85%. Finalmente la viga B-7 que utilizaba malla metálica y lechada asfáltica, el inicio de la grieta también fue a los 200 ciclos disminuyendo la propagación en un 92%.

## Resultado del segundo del segundo ensaye (Tracción)

Los resultados conseguidos de las probetas ensayadas se muestran en tabla. El ensayo transcurrió en forma rápida, y solamente fue posible obtener la carga y la correspondiente dilatación de la probeta en el momento en que ésta comenzó su rotura forzada.

METODO SAMI	VIGA	DEFORMACIÓN (%)	TRACCIÓN (N)
Geotextil	1	2	539
	2	2.7	588
Malla de poliéster	3	2.2	843
	4	2.9	823
Malla metálica	5	2.9	850
	6	3.4	833
Ningún sistema	7	2	392
	8	1.7	402

En relación con la dilatación que ocurre en el momento en que se produce la rotura forzada, ésta es un 13 % mayor en las probetas construidas con geotextil que en las que no llevan ningún sistema, 40 % mayor en las probetas confeccionadas con malla de poliéster y 47 % mayor en la que utilizan malla metálica.

En cuanto a la fuerza de tracción que produce la rotura de la probeta, en las armadas con geotextil esta fuerza se ubica en un 24 % por encima de aquella de las probetas sin armadura, las que emplean malla de poliéster la fuerza se ubica sobre un 62 % y las que están armadas con malla metálica la fuerza está sobre un 75 %.

En las probetas sin armadura, la rotura se apreció en modo de una sola grieta individual, mientras que en las probetas armadas, ya sea con geotextil, malla de poliéster o malla metálica, dicha rotura apareció después de una mayor fuerza absorbida y un recorrido de dilatación mayor, caracterizado por varias fisuras finas, distribuidas sobre la superficie de la probeta.

## 7. CONCLUSIONES DE LA PRIMERA ETAPA

- De los resultados del ensayo a carga cíclica se puede decir que la utilización de la mallas, sean éstas de poliéster o acero galvanizado, reducen de manera considerable la propagación de la grieta generada por los ciclos de carga y descarga, simulando el paso de un vehículo y aumenta la vida del recapado asfáltico casi 3 veces, considerando que fue posible aplicar más ciclos de carga sin que se produjera deterioro de la probeta ensayada

Es interesante mencionar que las muestras no reforzadas se rompieron con una única grieta importante, mientras que las muestras reforzadas presentaron un conjunto de fisuras uniformemente distribuidas. Esta situación se explica en que el refuerzo distribuye las cargas.

- La utilización de geotextil impregnado en asfalto y mezcla arena-asfalto, si bien reducen la propagación de la grieta bajo carga cíclica pero no es significativa con respecto a la grilla o la malla metálica.

- Finalmente el ensayo a carga cíclica, permitió comparar los efectos que produce la interposición de un sistema sobre un pavimento agrietado, siendo más efectivos los que utilizan malla de acero galvanizado con lechada y sin ella.

- Cabe destacar del análisis económico, que las probetas confeccionadas con un espesor de carpeta de 5 cm. y que utilizaban como sistema SAMI mallas de poliéster y de acero galvanizado, alcanzaron costos semejantes a las probetas con espesor de 9 cm. que no utilizaron sistema. De este modo es posible compararlos en cuanto a los resultados de los ensayos, siendo la más efectiva la probeta que utilizó malla metálica y lechada asfáltica, reduciendo la longitud de propagación de la grieta 6 veces y aumentando la vida del recapado en 3 veces.

- En relación con el ensayo a tracción, las capas de asfalto reforzadas con malla de acero galvanizado pueden ser traccionadas casi dos veces más que las que no utilizan ningún sistema, antes que la mezcla entre en la etapa de ruptura.

## **8. RACIONALIZACIÓN DEL USO DE LA MALLA METALICA**

### **Características de la Malla**

En primer lugar cabe señalar las características deseadas para estas mallas. Estas deben ser de alambre galvanizado y soldadas, principalmente porque la altura de la malla soldada en el cruzamiento es menor que en la malla tejida, debido a los dobles que tienen estas últimas para lograr el entramado. El mayor espesor de la malla tejida requiere de la aplicación de una lechada asfáltica para lograr una buena adherencia a la capa asfáltica; esta aplicación hace el proceso más engorroso y, obviamente, más caro, además las mallas soldadas trabajan estructuralmente mejor que las mallas tejidas, y su colocación en terreno es más fácil y no necesita de ningún equipo especial para colocarlas. Por otro lado, lo que se deseaba lograr era definir o elegir tres tamaños de abertura para el entramado, entre los 2cm y los 4,5 cm, y para cada una de estas aberturas variar el diámetro del alambre, esperando contar con al menos cinco diámetros distintos, entre los 0,7 y los 2 mm aproximadamente. Lo que se busca con esta variedad de diámetros y aberturas es poder realizar una comparación ideal de secciones de alambre, pues manteniendo una abertura constante y variando sólo el diámetro, existe una variación del área transversal de acero involucrada. La idea de variar la abertura tiene el fin de contar con más opciones como tratamiento anti - reflexión de fisuras, pues mientras mayor es la abertura, más económica será la solución. La elección de diámetros pequeños se debe también a evitar la aplicación de la lechada, y los diámetros elegidos responden básicamente a las dimensiones de las probetas que se fabricarán para los ensayos.

En el mercado nacional no fue posible encontrar mallas que se ajustaran estrictamente a las características anteriormente mencionadas, por lo que surgió la idea de fabricarlas artesanalmente. Sin embargo, esto no fue posible por razones de costo, además de no existir la seguridad que alguna empresa dedicada a este rubro esté en condiciones de fabricar masivamente estas mallas, a un precio razonable, para utilizarlas en proyectos de mantención vial. De esta forma, se tomó la decisión de trabajar con las mallas importadas, con las siguientes características.

Mallas Soldadas de Sección Cuadradas

<b>Denominación</b>	<b>Abertura (cm)</b>	<b>Diámetro del alambre (mm)</b>
Vigas Tipo B	1.27	0.71
Vigas Tipo C	1.90	1.07
Vigas Tipo D	2.54	1.47
Vigas Tipo E	3.81	1.83
Vigas Tipo F	5.08	2.11

Las Vigas Tipo A corresponden a aquellas sin sistema SAMI, llamadas Vigas Patrón, con respecto a las cuales se compararán los resultados de los ensayos.

## **9. PREPARACIÓN DE LA MUESTRA**

Es importante señalar que en esta oportunidad se modificó el método para fabricar las muestras, pues el método utilizado hasta ahora no aseguraba espesores ni densidades homogéneos ni adecuados para todas las muestras. Así, surgió la posibilidad de preparar las viguetas en terreno, siguiendo la metodología tradicional con que se extiende una carpeta de asfalto. Luego ésta fue cortada dando la forma y tamaño de las viguetas, además de un corte en el centro de éstas para generar la grieta inducida, y sobre esta capa se instalaron las mallas utilizadas como sistema SAMI. Sobre las mallas, previo riego de liga, se aplicó la segunda capa de pavimento que simula al recapado asfáltico. Por último, se cortó nuevamente el pavimento, siguiendo los cortes anteriores, y se desmontaron las muestras para ser trasladadas al LRV donde fueron ensayadas.

Con el fin de realizar una comparación con el trabajo antes expuesto, se fabricaron en esta oportunidad vigas con una geogrilla como sistema SAMI, ya que éstas resultaron una muy buena solución. Estas fueron denominadas como las Mallas Tipo G. Se fabricaron 3 muestras para cada tipo de viga, por lo que el total fue de 21 vigas a ensayar.

El método de ensayo fue similar al anterior, con la única variante de la instalación de una goma entre la superficie de la viga y la placa sobre la que se aplicó la carga.

## 10. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS

Los resultados de los ensayos realizados a las vigas que contenían mallas serán comparados con los resultados arrojados por la viga N° 3, ya que ésta representa el caso más desfavorable dentro de las vigas tipo A. En primer lugar, porque esta muestra falló a menor cantidad de aplicaciones de la carga (800 ciclos v/s 1.450), además de haber alcanzado una mayor longitud final de la grieta refleja (64,1 mm v/s 53,45 mm). Por otro lado, se podría pensar que la viga N°3 se encontraba en condiciones más confiables para realizar el ensayo, ya que la grieta refleja que se produjo antes de comenzar con éste era considerablemente menor que en la viga N°2.

Hay que agregar que se harán dos comparaciones para cada viga: una a los 800 ciclos (momento en que falló la viga patrón), y la otra considerando la longitud final de la grieta refleja de cada viga.

### Resumen de los Resultados por Tipo de Viga

Porcentajes de Reducción de la Grieta Refleja Para Cada Viga

VIGA		REDUCCIÓN DE LA GRIETA REFLEJA	
		AL FINAL DEL ENSAYO	A LOS 800 CICLOS
Sin Malla <b>A</b>	2	–	–
	3	–	–
Malla Metálica <b>B</b> $\phi = 0,71\text{mm}$ $\phi = 1,27\text{cm}$	4	82,5 %	87 %
	5	82 %	85,5 %
	6	81 %	87 %
Malla Metálica <b>C</b> $\phi = 1,07\text{ mm}$ $\phi = 1,90\text{ cm}$	7	77,5 %	77,5 %
	8	89,5 %	93 %
	9	85 %	92,5 %
Malla Metálica <b>D</b> $\phi = 1,47\text{mm}$ $\phi = 2,54\text{ cm}$	10	69 %	80 %
<b>G</b> Geogrilla	19	0 %	0 %
	21	57 %	77 %

\*\*  $\phi$ : diámetro del alambre

$\phi$ : abertura de la sección cuadrada

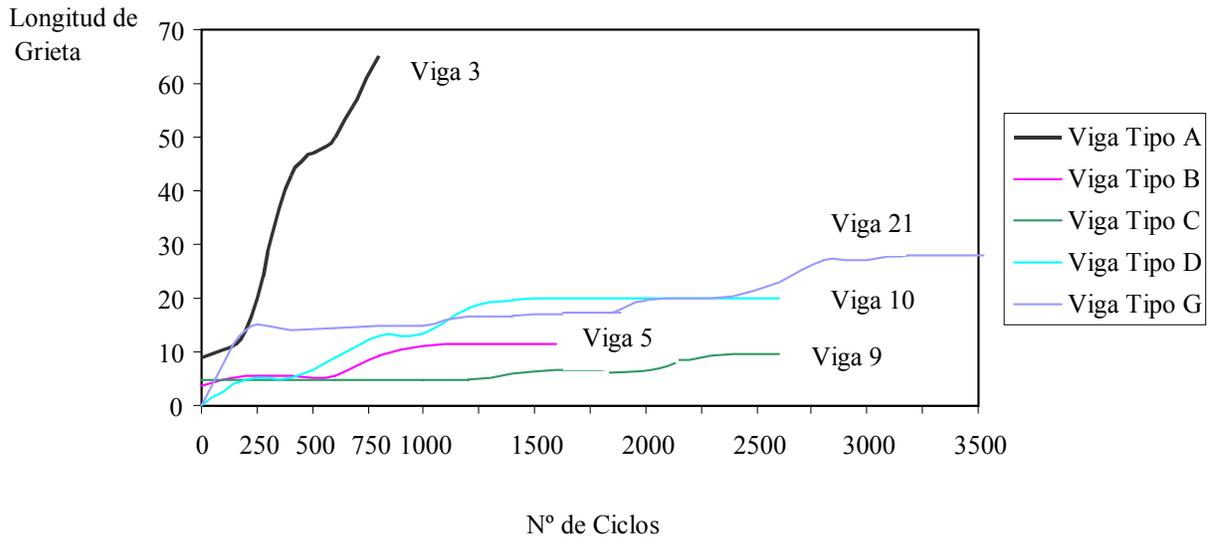
En la Tabla 4.3 se muestra un resumen del aumento en la cantidad de ciclos aplicados para cada muestra, con respecto a la viga patrón (Viga 3).

Tabla 4.3: Porcentaje de Aumento en la Cantidad de Ciclos Aplicados

VIGA		AUMENTO DEL N° DE CICLOS APLICADOS CON RESPECTO A LA VIGA PATRON (VIGA A)
<b>B</b>	4	225 %
	5	212,5 %
	6	268 %
<b>C</b>	7	125 %
	8	175 %
	9	325 %
<b>D</b>	10	325 %
<b>G</b>	19	0 %
	21	438 %

A continuación se muestra un gráfico “Longitud de Grieta Refleja v/s N° de Ciclos” que incluye el resultado más desfavorable para cada tipo de viga (a excepción de las vigas tipo G, donde se muestra el más representativo). Con este gráfico es posible realizar una comparación del comportamiento de los distintos tipos de malla incluida con respecto al caso en que no se incluye malla.

Gráfico 4.12: Comparación Entre Tipos de Viga



Del gráfico es posible observar que todas las soluciones ensayadas a carga cíclica disminuyen en gran medida la longitud de las grietas reflejas en un recapado asfáltico, y además, algunas de éstas también retardan el comienzo del afloramiento de estas grietas.

Con respecto a la longitud final de la grieta refleja, la mayor longitud corresponde al caso que incluye una geogrilla (vigas Tipo G), y la menor longitud se observa para la viga Tipo C, que corresponde a la malla de 1,90 cm de abertura y diámetro de alambre de 1,07 mm.

Así mismo, analizando la longitud de la grieta refleja a los 800 ciclos de carga, el comportamiento menos favorable también se observa para las vigas Tipo G, mientras que la menor longitud (caso más favorable) está dada las vigas Tipo C. Además, se debe considerar que para esta viga la longitud inicial de grieta refleja era la misma que a los 800 ciclos de carga, es decir, la grieta no remontó en este período.

En la Tabla se muestra una comparación de los porcentajes de reducción de la longitud de la grieta inducida entre cada tipo de malla ensayada.

Tabla : Resumen de Disminución de Longitud de Grieta Refleja

Tipo de Viga	Reducción de la Longitud Final	Reducción de la Longitud a los 800 Ciclos de Carga
<b>A</b>	–	–
<b>B</b>	82 %	85 %
<b>C</b>	85 %	92,5 %
<b>D</b>	69 %	80 %
<b>G</b>	57 %	77 %

## 10. CONCLUSIONES

Realizando un análisis general de los resultados obtenidos en los ensayos, se puede concluir que efectivamente, tanto las mallas metálicas como las geogrillas interpuestas como sistema SAMI retardan y reducen en gran medida la afloración de las grietas reflejas en recapados asfálticos.

Si se compara el comportamiento de todas las vigas que incluyeron algún tipo de malla, con respecto a aquellas que no la incluían, se observa que las mallas distribuyen las cargas que recibe el conjunto, ya que para todos los casos con malla, la grieta refleja se manifiesta como un conjunto de fisuras, en vez de una sola grieta como es el caso de las muestras sin malla de ningún tipo.

En el caso de las mallas de alambre soldado, se concluye que la introducción de estos elementos rigidiza el conjunto formado por las dos capas de pavimento; esto porque al aplicar cierta cantidad de ciclos de carga se observó que las vigas comenzaban a presentar múltiples fisuras en sus caras laterales, que no necesariamente eran grietas reflejas, sino fallas por fatiga del material. Este fenómeno fue bastante más leve en las vigas que contenían una geogrilla, por lo que se

deduce que aparte de la rigidización del sistema, estas fallas fueron provocadas también por la falta de confinamiento lateral de las vigas.

Del conjunto de mallas que se ensayaron, la que presentó un mejor comportamiento con respecto a la longitud de grieta refleja fue aquella que incluía la malla tipo C, es decir, una malla de alambre soldado de diámetro de 1,07 mm y 1,9 cm de abertura. Esta situación es válida tanto para la longitud final de la grieta, que se vio disminuida en un 85% en el caso más desfavorable, como también al comparar a los 800 ciclos de carga, donde la grieta refleja se vio disminuida en un 92,5%. Lo anterior implica que en caso de ser aplicada en un recapado asfáltico, la introducción de esta malla disminuirá el deterioro ocasionado por las grietas reflejas, y además alargará la vida útil del recapado.

Por el contrario, el comportamiento menos favorable en cuanto a la longitud de la grieta refleja está dado por las mallas tipo G, es decir, las que utilizan geogrilla como sistema SAMI. Sin embargo, estas mallas redujeron la longitud de la grieta en un 77% a los 800 ciclos de carga; esto implica que para un mismo intervalo de tiempo estas mallas continúan siendo una muy buena solución al problema. En cuanto a la longitud final de la grieta refleja, ésta se vio disminuida en un 57%, cifra no tan favorable, sobre todo considerando los resultados arrojados por las otras soluciones.

## **11. RECOMENDACIONES**

Se hace necesario validar los resultados aquí obtenidos con tramos experimentales, previo análisis del estado del pavimento al momento de la repavimentación, haciendo observaciones periódicas de éste, es decir hacer el seguimiento respectivo.

Como futuras líneas de investigación, se recomienda realizar estudios que permitan definir una metodología de confección de las muestras, además de establecer un método de ensayo más eficiente que el utilizado hasta ahora. Idealmente se recomienda normar este tipo de ensayos, ya que de esta manera se asegura una comparación con iguales parámetros para todos los estudios que se lleven a cabo.

## **12. BIBLIOGRAFÍA**

- 1.- Alvarez L., Rafael. "Análisis de la Fisuración de los Pavimentos Asfálticos de las Carreteras." Revista Rutas número 103, Septiembre-Octubre 1999.
- 2.- Alvarez R. Y Graciani J., "Conservación de Carreteras Fisuradas por Reflejo de Fisuras de las Capas Cementadas." Revista Rutas número 63, Diciembre 1997.
- 3.- De Solminihac H, "Gestión de Infraestructura Vial." Ed. Pontificia Universidad Católica de Chile, 1998.
- 4.- Lobo Mario, "Patologías de Pavimentos Asfálticos en la Ciudad de Concepción: Estado del Arte", Memoria para optar al Título de Ingeniero Civil, Universidad de Concepción, Concepción, Enero 1999

- 5.- Miranda Juan Carlos, “Comportamiento a la Fatiga de Tratamientos que Retardan la Aparición de Grietas por Reflexión en Recapados Asfálticos Sobre Pavimento de Hormigón”, Actas Provia Chile '95.
- 6.- Oliva Gabriela, “Verificación del Comportamiento de Sistemas SAMI Frente a la Reflexión de Grietas en Recapados Asfálticos”, Memoria para optar al Título de Ingeniero Civil, Universidad de Concepción, Concepción, Mayo 2000.
- 7.- Rehau Armapal, Reflection Cracking Beam Testing, 1987.
- 8.- “Tecnología del Asfalto y Prácticas de Construcción para Instructores”, Instituto Chileno del Asfalto. 1ª reimpresión, Stgo.-Chile, 1991.
- 9.- Torres Paulina, “Mantenimiento y Rehabilitación de Pavimentación, Mallas Estructurales Para Pavimentos Asfálticos”, Memoria para optar al Título de Constructor Civil, Universidad Técnica Federico Santa María, Santiago, Mayo 1994.