

PREVENCIÓN DE FISURAS EN PAVIMENTOS DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

Uguet Martín E, Larsen Diego O, Williams Eduardo A, Daguerre Lisandro, Frígoli Elisa

Unidad de Investigación. y Desarrollo Ingeniería Civil (UIDIC) Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de La Plata. La Plata – Argentina. 48 y 115 e-mail: uidic@ing.unlp.edu.ar

Resumen

Entre las patologías más comunes en los pavimentos asfálticos pueden observarse las fisuras reflejas que se manifiestan superficialmente y que son causadas por efectos térmicos y/o fatiga del material. Este fenómeno trae aparejadas consecuencias como el ingreso de agua y distintos materiales que conllevan a una rotura aún mayor de la carpeta asfáltica, obligando a la intervención localizada para efectuar reparaciones. Por ese motivo es que, a lo largo de los años se ha intentado mitigar e incluso eliminar el efecto de la fisuración en las mezclas asfálticas. Entre los métodos comúnmente utilizados, se destaca la aplicación de capas de pequeño espesor y muy flexibles, de manera que se produzca la absorción de los esfuerzos que producen el daño. En Argentina, el material comúnmente utilizado para esta tarea es denominado arena–asfalto o capa SAMI (Stress Absorbing Membrane Interlayer)

Si bien no se trata de una novedad en nuestro país, en el presente estudio se muestran ejemplos de los que se ha realizado seguimiento y ensayos de laboratorio que permiten entender mejor el comportamiento de distintas mezclas.

1 Introducción

Uno de los problemas de los pavimentos asfálticos es la aparición de fisuras superficiales, originadas en las capas inferiores, también conocida como fisuración refleja^[1]. Este fenómeno “consiste en la propagación de fisuras a través de la capa bituminosa hasta aparecer en la superficie del pavimento, como consecuencia de esfuerzos en la capa de rodadura”^[2]. Durante varios años, ingenieros de distintas partes del mundo han intentado mitigar este tipo de fallas, construyendo nuevas capas de pavimento por encima. Existen diferentes métodos para el control de este tipo de problemática tales como: geotextiles, geomallas, construcción de capas de mezclas en frío de delgado espesor, o construcción de capas de arena asfalto, entre otros. En el caso del presente trabajo, se abordará el caso de la construcción de capas de arena asfalto.

1.1 Definición y usos

A nivel internacional, las arenas asfalto pertenecen al grupo de las SAMI (Stress Absorbing Membrane Interlayer o Membrana Aliviadora de Tensiones Intercapa). Este tipo de materiales, suele utilizarse durante la construcción de pavimentos y se lo coloca, habitualmente, entre una capa de pavimento existente (generalmente fisurada) y una nueva^[3].

Los SAMI, son materiales elásticos, que permiten que se produzca el retardo en la reflexión de fisuras a las nuevas capas de pavimento. Una utilización muy habitual de las arenas asfalto es para la construcción de pavimentos asfálticos por encima de losas de hormigón o bases y sub bases rígidas. Estos tipos de estructuras, de gran rigidez, suelen fisurarse provocando, a lo largo del tiempo, fisuración refleja en la carpeta. La interposición de una capa de arena asfalto de pequeño espesor, da como resultado el retardo de la fisuración y, por consiguiente, una mayor vida útil del pavimento.

En nuestro país, se define como mezcla arena asfalto en caliente (MAAC), a la combinación de un ligante asfáltico (convencional o modificado), agregados (incluido Filler) y eventualmente aditivos; elaboradas en plantas a tal efecto y colocadas en obra a temperatura muy superior a la ambiente.

En Argentina, la normativa de base está dada desde el año 2017, por el Pliego de Especificaciones Técnicas Generales (PETG) de la Dirección Nacional de Vialidad (DNV) [4]. Asimismo, se indica, que los organismos provinciales pueden adoptar su propia reglamentación, aunque generalmente siguen los lineamientos nacionales.

Si bien se mencionó que este tipo de material se encuentra especificado a nivel nacional desde el año 2017, tanto anteriormente como en otros ámbitos ha sido utilizado. A continuación, se presentará un análisis general para comprender el comportamiento del material, como así también algunos casos de aplicación.

2. Desarrollo y Discusión

Como ya se explicó, desde el punto de vista técnico, la utilización de arenas asfalto debe analizarse como la interposición, en el paquete estructural del pavimento, de una capa no portante de pequeño espesor que permita la absorción de esfuerzos generados por las fisuras. Esta situación implica un minucioso diseño en laboratorio y el posterior análisis de su comportamiento.

2.1 Estudio de laboratorio

Para proceder con los posibles diseños de mezclas asfálticas que posean las prestaciones adecuadas, la selección de materiales resulta una tarea compleja en la que debe tenerse en cuenta no sólo sus características intrínsecas, sino también la disponibilidad comercial y costo de los mismos. Siendo el ligante asfáltico el componente que más peso tiene en los costos, se optó por analizar dos posibilidades, que permitan alcanzar el objetivo buscado a un costo razonable. De esta manera, se procedió con un análisis comparativo de una MAAC con asfalto modificado AM3 y otra con asfalto convencional CA-20, en ambos casos con el mismo esqueleto granular, que puede apreciarse en la Tabla 1.

Tabla 1. Composición granulométrica de la mezcla adoptada.

Tamices	Composición de la fórmula	
	Porcentaje en peso que pasa	
9,5 mm	100,0	
4,75 mm	95,4	
2,36 mm	72,3	
600 µm	41,6	
300 µm	30,1	
75 µm	13,0	

Por otra parte, ambos ligantes asfálticos fueron caracterizados en función de lo establecido en la normativa vigente en nuestro país. Debe tenerse en cuenta que en el presente estudio comparativo, se trata de algo elemental, debido a que éste es el componente que varía de una mezcla asfáltica a la otra. Los ensayos realizados fueron: Determinación de la Viscosidad Rotacional (IRAM 6837), Recuperación Elástica por Torsión (IRAM 6830), Determinación del grado de performance del ligante asfáltico (PG), Realización del ensayo de MSCR (Multi Stress Creep Recovery) (AASHTO T 350). Cabe destacar que estos dos últimos ensayos, caracterizan el comportamiento reológico del material. Los resultados obtenidos pueden observarse en la Tabla 2.

Tabla 2. Ensayos sobre los asfaltos.

Ensayo		Ligante Asfáltico		
		CA-20	AM 3	
Viscosidad [Poise]	60 °C	2471	-	
	135 °C	4,847	54	
	150 °C	2,394	17,128	
	170 °C	1,092	5,954	
	190 °C	-	2,831	
Retorno elástico por torsión [%]		2	75	
PG		58	70	
PG	58 °C	G*	2,50	3,87
		δ [°]	84,1	65,2
		G*/ sin δ	2,52	4,26
	70 °C	G*	0,453	1,33
		δ [°]	87,9	67,0
		G*/ sin δ	0,453	1,44
MSCR	J _{nr 0.1} (58 °C) [kPa ⁻¹]		4,82	-
	J _{nr 3.2} (58 °C) [kPa ⁻¹]		5,88	-
	J _{nr diff} (58 °C) [%]		21,81	-
	J _{nr 0.1} (70 °C) [kPa ⁻¹]		-	1,43
	J _{nr 3.2} (70 °C) [kPa ⁻¹]		-	4,15
	J _{nr diff} (70 °C) [%]		-	190,68

Una vez caracterizados los materiales componentes, se procedió con el diseño de las mezclas asfálticas. En este caso, se buscó que los parámetros volumétricos sean idénticos en ambos casos, a fin de poder efectuar el estudio comparativo entre el uso de un ligante asfáltico u otro. Luego de una serie de formulaciones, se arribó a que el porcentaje óptimo de asfalto se encontraba en un 6,8 %. En la Tabla 3, pueden observarse los parámetros volumétricos de las mezclas.

Tabla 3. Parámetros volumétricos.

Ensayo	Mezcla asfáltica	
	Con CA-20	Con AM 3
Densidad aparente [g/cm ³]	2,398	2,401
Densidad Rice [g/cm ³]	2,525	2,529
Vacíos [%]	5,0	5,1
Vacíos del Agregado Mineral [%]	21,4	21,4
Vacíos Ocupados por Betún [%]	76,4	76,3

Es importante destacar, que el porcentaje de vacíos buscado era similar al alcanzado en obra, de manera tal de poder replicar en laboratorio el comportamiento de la mezcla de campo.

Finalmente, y con el objetivo de obtener un valor que permita entender el comportamiento del material frente a la fisuración, se procedió a evaluar el módulo dinámico resiliente. Este estudio de performance, permite conocer mediante un ensayo de ciclos de carga y descarga dentro del régimen elástico, cuál será su comportamiento. A medida que aumenta el valor de módulo, la mezcla asfáltica tenderá a trabajar como un rígido; mientras que, para valores bajos de módulo, se tendrá un comportamiento más bien viscoso. Asimismo, se aclara que este ensayo, no sólo se efectuó según las condiciones típicas (20° C – 2 Hz), sino que también se decidió realizar un análisis considerando distintas frecuencias y distintas temperaturas. De esta manera, no sólo pudo observarse la susceptibilidad del módulo dinámico frente a las variaciones de los parámetros antes descriptos, sino también, que se construyó una curva maestra. Los resultados obtenidos, se presentan en la Tabla 4.

Tabla 4. Módulo dinámico resiliente.

Frecuencia [Hz]	Módulo Dinámico Resiliente [MPa]					
	Con CA-20			Con AM 3		
	5 °C	20 °C	30 °C	5 °C	20 °C	30 °C
0,5	8082	1967	875	5280	1404	853
1,0	9001	2275	976	5976	1626	921
2,0	9898	2891	1004	7080	2064	1025
2,5	10147	3102	1078	7324	2173	1093
4,0	10766	3626	1328	8003	2495	1144

A simple vista puede detectarse que la MAAC con AM3, posee menor rigidez que la MAAC con CA-20. Asimismo, puede detectarse que el intervalo de valores en el que se encuadra la MAAC con AM3 es menor que en el que se mantiene la MAAC con CA-20, esto indica que la primera de ellas presenta menor susceptibilidad térmica respecto a la segunda.

Con los datos obtenidos, se realizaron los cálculos de las curvas maestras de ambos materiales para distintas temperaturas. El ajuste se realizó mediante la utilización de una función sigmoïdal. En la Figura 1 se muestra la curva maestra para la MAAC con CA-20 para una frecuencia dada (2 Hz), mientras que en la Figura 2, se presenta la curva maestra para la MAAC con AM 3 bajo las mismas condiciones que la anterior

Figura 1. Curva Maestra. MAAC con CA-20.

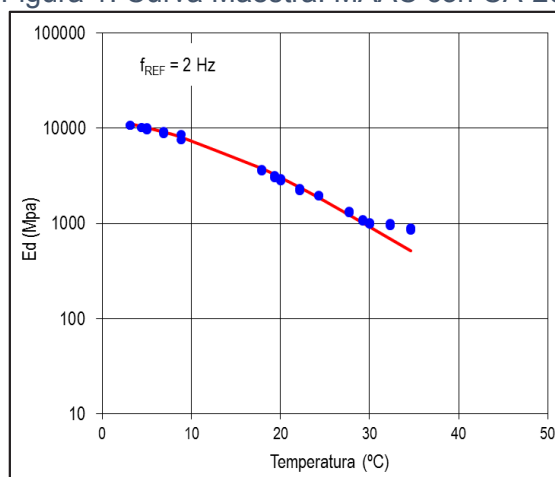
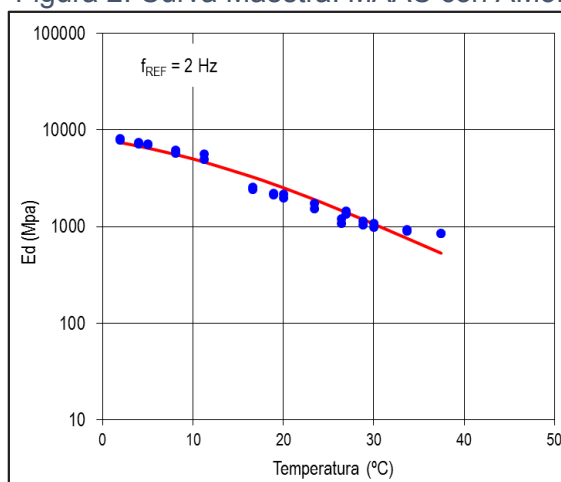


Figura 2. Curva Maestra. MAAC con AM3.



2.2 Estudios en campo

En este apartado se detallarán algunos ejemplos de mezclas con arena asfalto utilizadas en nuestro país. Se trata de obras de distintos lugares y bajo la órbita de distintas reparticiones. Cabe aclarar que las obras enunciadas no son las únicas en las que se utilizó una mezcla de arena asfalto como sistema antirreflejo de fisuras, sino que sólo se las destaca porque presentan materiales de diferentes características. Asimismo, se aclara que las condiciones iniciales en cada obra eran totalmente diferentes, así como el proyecto llevado a cabo.

2.2.1 Camino Parque del Buen Ayre

El Camino Parque del Buen Ayre, es una autopista que funciona como camino alternativo que conecta Acceso Oeste y Acceso Norte, en el Gran Buenos Aires. Cuenta con una extensión aproximada de 23 kilómetros y tres carriles por mano, y es atravesada por casi dos millones de usuarios mensualmente. A mediados de 2012 se dio inicio a las obras de puesta en valor de la traza.

La reglamentación general utilizada para el resto de la obra fue el Pliego Único de Especificaciones Técnicas Generales de la Dirección Nacional de Vialidad, en su versión del año 1998, que no incluía en sus lineamientos a la Arena Asfalto como mezcla asfáltica ni al asfalto modificado AM3, como ligante asfáltico. Por lo tanto, se debió precisar estos puntos en la Especificación Técnica Particular. En la memoria descriptiva de la obra se indica que en el carril rápido y sobre la tosca arena asfalto, se previó la construcción de una capa de arena asfalto de dos centímetros de espesor compactada, realizada con asfalto modificado AM3 [5].

2.2.2. Ruta Provincial N° 75

En el año 2017, la Dirección de Vialidad de la Provincia de Buenos Aires, realizó un plan de mejoras en su red, dentro del cual se encontraba un tramo de 36 kilómetros de la Ruta Provincial N° 75, entre la localidad de Energía y el Arroyo Cortaderas. El nuevo paquete estructural de dicha obra estaba conformado por: Capa Niveladora de Arena Asfalto CA-20, en 0,025 m de espesor, colocación de geogrilla, Base granular asfáltica con CA-30 en 0,05 m de espesor y Carpeta de concreto asfáltico con asfalto CA-30 y mezcla CAC D 12 de 0,04 m de espesor [7].

La importancia de analizar esta obra, radica en el estado en que se encontraba antes de su intervención. La carpeta asfáltica presentaba en todo el tramo, un estado generalizado de fisuración en malla (piel de cocodrilo, tipo 10), sin pérdida de perfil. No se detectaron baches de consideración, sólo casos muy puntuales.

En abril de 2020 (a casi un año de finalizada la obra), se realizó una inspección visual por toda la traza intervenida. En dicho recorrido se tomaron fotografías en las que se podía apreciar el estado de la calzada. Es muy importante destacar, que no se detectó ninguna fisura.

Figura 3. (Izquierda). Ruta Provincial N° 75. Tramo finalizado. Figura 4. Derecha. Ruta Provincial N° 75. Tramo finalizado.



3 Conclusiones

Existen diferentes métodos para retardar la aparición de fisuración refleja. Es importante destacar el término “retardar”, ya que es muy difícil predecir si dicha falla aparecerá.

Se observaron ejemplos de la utilización de mezclas del tipo arena asfalto en los últimos seis años. En los ejemplos indicados en el presente trabajo, no se han manifestado casos de fisuración. Asimismo, se recomienda realizar el seguimiento por períodos de tiempo más prolongados.

Un caso al que se le debe prestar singular atención es al de la Ruta Provincial N° 75, ya que muchos de los caminos de nuestro país presentan situaciones similares. En diversas ocasiones, se intentan retirar las bases no ligadas (que en realidad no presentan fallas) aumentando los costos de las obras y generando, en muchas ocasiones, malas condiciones de apoyo.

No obstante ello, debe conocerse y estudiarse el estado y composición de las bases no ligadas presentes, ya que muchas de las rutas de nuestro país fueron construidas en la década de 1970 con el auge de las bases de Tosca-Arena-Asfalto, de excelente comportamiento dada por su alta rigidez, lo que facilitó la absorción y disipación de tensiones generadas por el tránsito. Muchas de estas bases han visto agotada su capacidad para disipar las cargas, manifestándose como un proceso de fatiga en las mismas, con la aparición de fisuras reflejas en las capas de rodamiento.

De los ensayos de laboratorio realizados, pudo observarse, como era de esperar, un mejor comportamiento de la mezcla tipo arena asfalto con AM3. Dicho material presentó una rigidez menor que la mezcla con CA-20. Asimismo, se detectó la menor susceptibilidad térmica de la mezcla a bajas temperaturas con AM3 (producto del asfalto utilizado). Ese efecto resulta beneficioso, ya que se busca que la mezcla no se rigidice al disminuir la temperatura.

Teniendo cuenta que el costo de los asfaltos modificados es mayor que el de los ligantes convencionales, y si se arriba a que la vida útil alcanzada mediante la utilización de estos últimos es aceptable, podría lograrse una reducción de costos de intervención anticipada notable y un mejor aprovechamiento de recursos en nuestras obras. Asimismo, se destaca, que al tratarse las arenas asfalto de materiales deformables, se debe estudiar su comportamiento frente al ahuellamiento.

4 Bibliografía

- [1] Ogundipe, O. M. (2011). Mechanical behaviour of stress absorbing membrane interlayers. Nottingham.
- [2] Bravo Molina, L. S., Ortega Bohórquez, D. C., & Torra Calderón, G. R. (2008). Capas anti-reflejo de fisuras en pavimentos. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander - Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas.
- [3] RILEM. (2005). Rilem Report 18 - Prevention of reflective Cracking in Pavements. Londres: Taylor & Francis e-Library.
- [4] Dirección Nacional de Vialidad. (2017). Pliego de Especificaciones Técnicas Generales para Mezclas Arena Asfalto en Caliente y Semicaliente.
- [5] CEAMSE. (2010). Pliego de Especificaciones Técnicas - Camino Parque del Buen Ayre.
- [6] Dirección de Vialidad de la Provincia de Buenos Aires. (s.f.). Pliego de Especificaciones Técnicas: RP N° 75 - Repavimentación y alteo.