

**XVII Congreso de Vialidad y Tránsito, 2016, Rosario, Argentina**  
**DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS ULTADELGADAS MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE**  
**LIGANTES MODIFICADOS ESPECIALES**

Mario Jair<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Shell CAPSA*

*Av. Pte. Roque Sáenz Peña 788*

*(1035AAP) CABA, Argentina*

*TE: +54-11-4130-2623*

*E mail: [mario.jair@shell.com](mailto:mario.jair@shell.com)*

**XVII Congreso de Vialidad y Tránsito, 2016, Rosario, Argentina**  
**DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS ULTADELGADAS MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE**  
**LIGANTES MODIFICADOS ESPECIALES**

Mario Jair<sup>1</sup> [mario.jair@shell.com](mailto:mario.jair@shell.com)

<sup>1</sup> *Shell CAPSA, Buenos Aires, Argentina*

**Resumen:**

La aplicación de mezclas de muy bajo espesor para carpetas de rodamiento de altas prestaciones mediante el uso de ligantes modificados ha tenido un amplio desarrollo en los últimos años.

Basado en la experiencia local en la utilización de mezclas asfálticas de bajo espesor (< a 3cm) el presente trabajo pretende compartir las experiencias obtenidas en el diseño de carpetas de rodamiento de menor espesor que las citadas a partir de asfaltos modificados especiales que otorgan adicionales ventajas técnico-económicas que podrían alentar su uso en aquellos casos en que requiera fundamentalmente la restitución de características y propiedades funcionales como la seguridad y el confort de los usuarios.

**Keywords:** *Mezclas asfálticas, Asfaltos modificados, Capas delgadas de rodamiento*

## 1. INTRODUCCIÓN

Las mezclas asfálticas delgadas en caliente son una técnica muy antigua, siendo ya utilizadas en los años 40. Se trataba de mezclas muy finas, compuestas por filleres y arenas naturales en las que generalmente se utilizaban ligantes muy blandos e incluso alquitranes. Se trataba pues de morteros asfálticos de textura fina entre los que se encontraban los conocidos “sand y sheet asphalts” americanos como los “fine asphalts” ingleses.

Estas mezclas presentaban ventajas tales como elevada capacidad de autorreparación, buen comportamiento a fatiga, elevada flexibilidad y bajo nivel sonoro, siendo adecuadas para las vías urbanas y baja velocidad de entonces.

Sin embargo adolecían de inconvenientes como ser su baja estabilidad mecánica (con riesgo de fluencia plástica) y escasa resistencia al deslizamiento, especialmente a velocidades elevadas.

Modernamente, las capas delgadas conocidas como microaglomerados en caliente (Tipos M y F, en España), thin o ultra thin layers (UK, USA) ó BBTM y BBUM (Beton Bitumineaux Très Mince y Ultra Mince respectivamente en Francia) aúnan las ventajas de las mezclas delgadas primitivas sumándoles las apreciadas condiciones funcionales de macrotextura rugosa y áspera, una mejor drenabilidad superficial con un excelente comportamiento mecánico y una notable disminución de la sonoridad, lo cual las hacen aptas para las altas velocidades de circulación actuales. La opción alemana para la aplicación en capas delgadas, han sido las versiones de SMA (Stone Mastic Asphalt) adaptadas para tal fin en tamaños máximos 5, 8 ó 11mm.

Las mezclas tipo M y F del PG3 español, como las BBTM y BBUM francesas, son recogidas por la norma europea EN 13108-2 (European Standard EN 13108, 2006); mientras que las SMA procedentes de las especificaciones alemanas ZTV Asphalt-StB de 1984, por la EN 13108-5 (DS EN 13108, 2006).

Si bien no existe una clara definición internacional al respecto, dentro de las capas de bajo espesor se han definido como mezclas “ultra delgadas” a aquellas de espesor entre 1 y 2cm y “delgadas” a las que se aplican entre 2 y 3.5cm.

El común denominador para éstas mezclas delgadas y ultradelgadas en caliente “modernas” es la utilización (en general) de asfaltos no convencionales preferentemente modificados con polímeros, que han demostrado proporcionar una excelente cohesión, mayor durabilidad y asegurando el mantenimiento de la macrotextura, evitando el sellado superficial fundamentalmente en la zona coincidente a las huellas vehiculares. En el caso de las SMA, es usual la utilización de fibras de celulosa, que permiten la incorporación de mayor contenido de ligante y por consiguiente un aumento de la durabilidad de la mezcla.

## 2. LA SITUACIÓN EN ARGENTINA

Con el desarrollo en la producción y aplicación de los asfaltos modificados a partir de 1996, las capas delgadas del tipo F, han representado más del 70% del total de la superficie pavimentada con este tipo de mezclas en nuestro país. Teniendo en cuenta que el consumo de ligantes modificados en el período 2005-2015 ha sido de aproximadamente 400kT, más de 70M de m<sup>2</sup> de micros en caliente habrían sido ejecutados en Argentina con excelente resultado.

La extensa utilización de éstas mezclas no sólo en el ámbito de las principales autopistas y rutas que conllevan la mayor demanda en términos de tráfico y cargas, sino también en la pavimentación urbana, propició que la Comisión Permanente del Asfalto generara recomendaciones para el diseño, construcción y control de éste tipo de capas (CPA, Proyecto de Especificaciones Técnicas, 2010) recopilando la experiencia local y definiendo el siguiente ámbito de aplicación y tipos de mezclas (tabla 1):

Tipo de Mezcla	Definición
<b>CAC D 12</b>	Concreto asfáltico convencional denso, tamaño máximo de agregado 12 mm (para aplicación hasta 4cm)
<b>CAC S 12</b>	Concreto asfáltico convencional semi denso, tamaño máximo de agregado 12 mm (para aplicación hasta 4cm)
<b>CAD 12</b>	Concreto asfáltico drenante, tamaño máximo de agregado 12 mm (para aplicación hasta 4cm)
<b>MAC M8 y MAC M10</b>	Micro concretos asfálticos de granulometría discontinua mono granulares tamaño máximo de agregado 8 y 10 mm respectivamente (para aplicación entre 1,5-2,5 cm)
<b>MAC F8 y MAC F10</b>	Micro concretos asfálticos de granulometría discontinua tamaño máximo de agregado 8 y 10mm respectivamente (para aplicación entre 2.5-3,5cm).
<b>SMA 10 y SMA 12</b>	Concretos asfálticos tipo SMA de tamaño máximo 10 y 12 mm respectivamente (para aplicación entre 2,5 y 4cm).

Tabla 1: Tipos de mezclas delgadas para capa de rodamiento, según Proyecto CPA

## 3. OBJETO DEL PRESENTE TRABAJO

El presente trabajo comparte los resultados obtenidos en el diseño de mezclas asfálticas del tipo SMA de tamaño máximo 6 (6.3) y 8mm para ser aplicadas en espesores de entre 1 y 2cm mediante la utilización de un nuevo ligante modificado, en adelante denominado AM3 TS (Thin Surface), el cual cumple con la especificación IRAM 6596 como grado AM3 pero además y debido a su formulación, permite la eliminación de las fibras de celulosa usualmente utilizadas en el diseño de éstas mezclas, con las consabidas ventajas operativas y económicas. Este tipo de mezclas serían la opción a las definidas como M8 y F8,

recopiladas en las recomendaciones de la CPA. Cabe aclarar, además, que las ventajas del AM3 TS podrían ser aprovechadas en el diseño de cualquier tipo de SMA.

#### 4. METODOLOGÍA Y PARÁMETROS DE DISEÑO

El diseño de las mezclas enunciadas se realizó de acuerdo con las recomendaciones de la normativa europea, procediéndose a realizar:

- Diseño volumétrico
- Verificación de escurrimiento con AM3 TS y comparación con versiones utilizando AM3 convencional y AM3 + fibras (Método Schellenberg)
- Verificación a la acción del agua, mediante el ensayo de Hamburgo (AASHTO T-324)

##### 4.1 Diseño volumétrico

###### 4.1.1 Fórmulas de trabajo y granulometrías

Se procedió al diseño de una SMA 6 (6.3) y una SMA 8 según la EN 13108-5. Las fórmulas de trabajo en cada caso, las granulometrías obtenidas y los límites respectivos se muestran a continuación (tabla 2 y figuras 1 y 2):

Materiales	Agregado grueso	Agregado 0/3	Filler calcáreo	Cal
<b>SMA 6 (6.3)</b>	65	25	9	1
<b>SMA 8</b>	75	16	8	1

Tabla 2: Fórmulas de trabajo de SMA 5 y 8

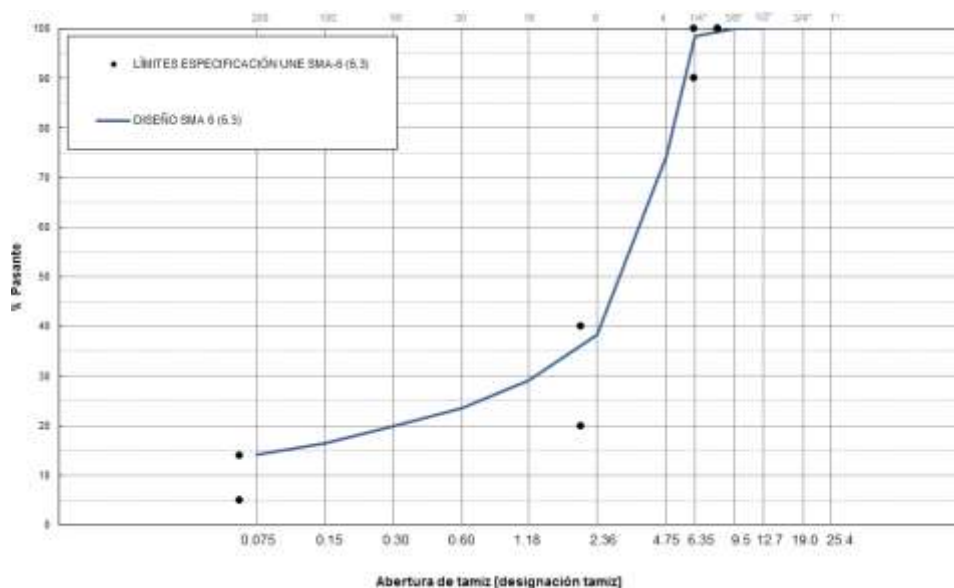


Figura 1: Límites y curva de diseño para SMA 5 (5.6) según EN 13108-5

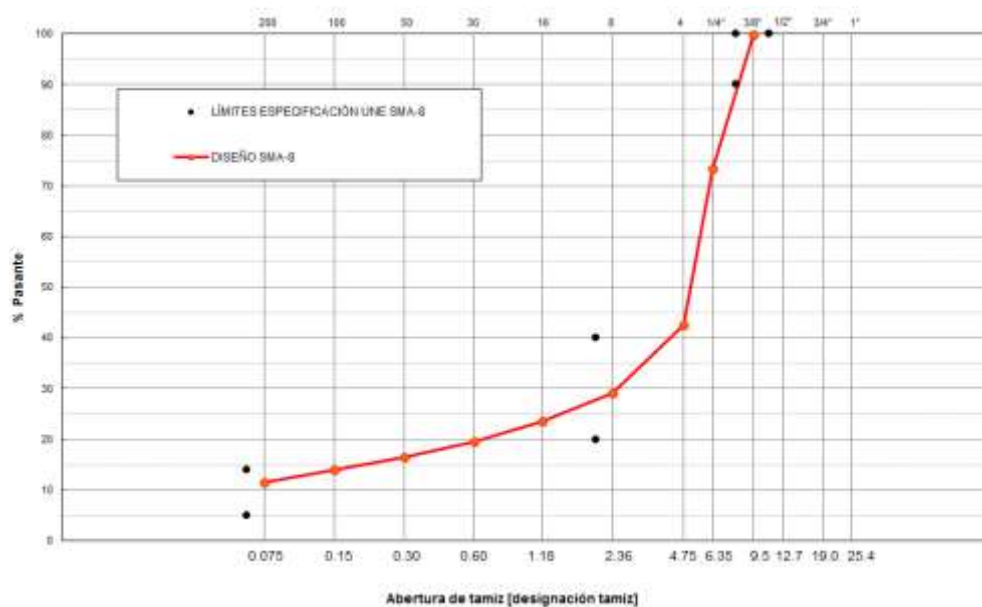


Figura 2: Límites y curva de diseño para SMA 8 según EN 13108-5

#### 4.1.2 Parámetros volumétricos

El porcentaje de vacíos recomendados para este tipo de mezclas se encuentra entre 2 y 4%. El mismo puede aproximarse mediante el compactador Marshall aunque existen discusiones respecto de la representatividad de las probetas del método versus el real espesor de trabajo de éstas mezclas que se encuentra entre 10 y 20mm (NCHRP, síntesis 464, pág 11, 2014). El contenido óptimo de ligante se define como aquel que permita encajar el contenido de vacíos anteriormente definido sin ocasionar escurrimientos (los valores mínimos resultan en general >6%)

Los parámetros volumétricos de ambas SMA 6 (6.3) y 8, se observan en las tablas 3 y 4 respectivamente:

% y tipo de asfaltos/mezclas	6.7 de AM3 + 0,4 fibras	6.7 de AM3 TS
<b>GPC</b>	50	50
<b>Da</b>	2.365	2.376
<b>DRice</b>	2.454	2.454
<b>%V</b>	3.6	3.2
<b>VAM (DNV)</b>	19.5	19.1
<b>RBV (DNV)</b>	81.3	83.2

Tabla 3: Parámetros volumétricos SMA 6 (6.3) para AM3 + fibras vs. AM3 TS

% y tipo de asfalto s/mezcla	6.6 de AM3 + 0,4 fibras	6.6 de AM3 TS
GPC	50	50
Da	2.390	2.399
DRice	2.485	2.485
%V	3.8	3.5
VAM (DNV)	19.6	19.3
RBV (DNV)	80.4	82.1

Tabla 4: Parámetros volumétricos SMA 8 para AM3 + fibras vs. AM3 TS

#### 4.2 Verificación de escurrimiento (método Schellenberg)

Se procedió a ensayar al escurrimiento ambas mezclas utilizando AM3 convencional con y sin fibras y además con la utilización de AM3 TS a fines comparativos. El método de Schellenberg consiste en colocar 1.000 grs de mezcla pesada a la décima de gramo a la temperatura de mezclado (170°C en este caso) en un vaso de precipitado de 850 ml (98 mm de diámetro x 136 mm de alto) durante 1 hora ( $\pm$  1 minuto) en un horno. Se debe tapar el vaso conteniendo la mezcla durante el ensayo. Al cabo de esa hora, se retira el vaso y se vuelca. El escurrimiento de ligante **admisible** es del 0,3% en peso del material colocado en el vaso de vidrio a la temperatura de mezclado en planta asfáltica establecida (Anexo II, CPA, Proyecto de Especificaciones Técnicas 2010).

Los resultados obtenidos para ambas mezclas se muestran a continuación:

	AM3 +Fibras			AM3 TS			AM3		
Tº mezclado	175	175	175	175	175	175	175	175	175
Tº compactación	170	170	170	170	170	170	170	170	170
% en peso del pellet	0.40	0.40	0.40	----	-----	----	----	-----	----
Contenido de ligante, %	6.2	6.7	7.0	6.20	6.7	7.00	6.20	6.7	7.00
% Escurrimiento a 170 °C	<b>0.05</b>	<b>0.08</b>	<b>0.11</b>	<b>0.08</b>	<b>0.14</b>	<b>0.20</b>	<b>0.21</b>	<b>0.38</b>	<b>0.44</b>

Tabla 5: Escurrimiento para SMA 6 (6.3) para AM3 con y sin fibras y para el AM3 TS

	AM3			AM3 S		AM3		
Tº mezclado	175	175	175	175	175	175	175	175
Tº compactación	170	170	170	170	170	170	170	170
% en peso del pellet	0.33	0.39	0.39	----	-----	----	-----	----
Contenido de ligante, %	5.8	6.2	7.0	5.80	6.6	5.80	6.2	7.00
% Escurrimiento a 170 °C	<b>0.01</b>	<b>0.09</b>	<b>0.10</b>	<b>0.03</b>	<b>0.21</b>	<b>0.03</b>	<b>0.32</b>	<b>0.37</b>

Tabla 6: Escurrimiento para SMA 8 para AM3 con y sin fibras y para el AM3 TS



Figura 3: Esgurrimiento para SMA 6 (6.3) para AM3 con fibras (izq) y para el AM3 TS (der)

#### 4.3 Verificación a la acción del agua mediante el ensayo de Hamburgo

Mediante este ensayo es posible medir el efecto combinado de las deformaciones y el daño causado por el agua a una mezcla asfáltica sumergida en un baño de agua a una determinada temperatura, en este caso, 50 °C. La mezcla fue efectuada a la temperatura definida para el mezclado y fue envejecida durante dos horas en estufa a la temperatura de compactación, previamente determinada de acuerdo al tipo de ligante empleado.

Las probetas fueron moldeadas mediante el compactador de rodillo (roller compactor) según EN 12697-33, con el mínimo de pasadas del rodillo necesarias para obtener la densidad objetivo. La energía necesaria es mínima, es decir, pocas pasadas con mínima carga del pistón han sido suficientes para acomodar el material en un volumen predeterminado. La mezcla se compacta en los moldes de acero de manera tal de dejar un contenido de vacíos residuales de  $7 \pm 1\%$  en mezclas densamente graduadas y de  $5.5 \pm 0.5\%$  en mezclas tipo SMA 10,12 o 19mm. En este caso se dejó a 7.5% habida cuenta que este tipo de mezcla de menor tamaño máximo acepta mayor contenido de asfalto e indirectamente se quiere comparar el efecto del agua al tener o no fibras en la formulación de la mezcla.

El equipo consiste en una rueda de acero cargada la cual se desplaza con movimiento alternativo sobre una probeta de la mezcla en estudio compactada en un molde de acero. Las dimensiones de la rueda, la carga aplicada y la velocidad a la que se desplaza el sistema se encuentran normalizados.

Durante el ensayo se registra la curva Deformación – Número de pasadas de la rueda, la cual en general presenta dos rectas con pendientes bien diferenciadas. Una es la pendiente de deformación (creep slope) la cual permite evaluar la susceptibilidad al ahuellamiento. La segunda pendiente es conocida como “stripping slope” o pendiente de descubrimiento e indica la acumulación de deformación inducida por el daño producido por el agua. El punto de inflexión entre las dos pendientes conocido como Punto de Descubrimiento (Stripping Point) corresponde al número de pasadas de rueda donde comienzan a ser evidentes los daños por humedad y que debe superar las 10.000 pasadas y la profundidad de huella o deformación mantenerse por debajo de 12.5 mm.



Los resultados obtenidos para la SMA 6 (6.3) se observan a continuación en Fig. 4 a 6

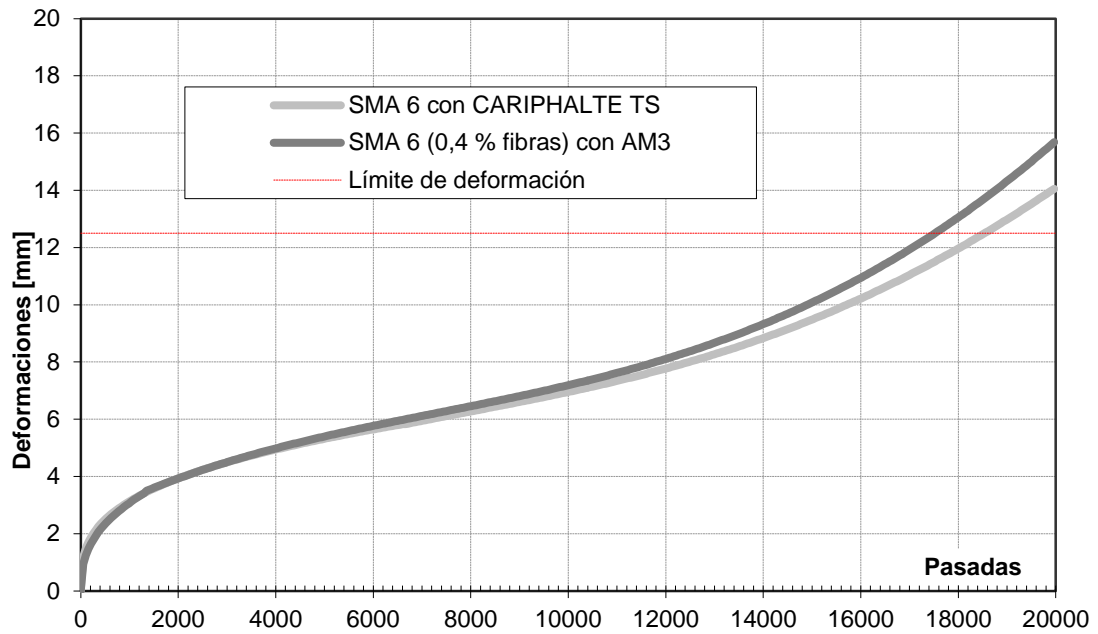


Figura 4: WTT Hamburgo test para SMA 6 (6.3) con AM3 + fibras y AM3 TS



Figura 5: WTT Hamburgo test para SMA 6 (6.3) con AM3 + fibras (izq) y AM3 TS (der) antes del ensayo



Hamburgo test para SMA 6 (6.3) con AM3 + fibras (izq) y AM3 TS (der) luego de 20000 pasadas

Figura 6:

Los resultados obtenidos para la SMA 8, se observan a continuación en Fig. 7 a 9

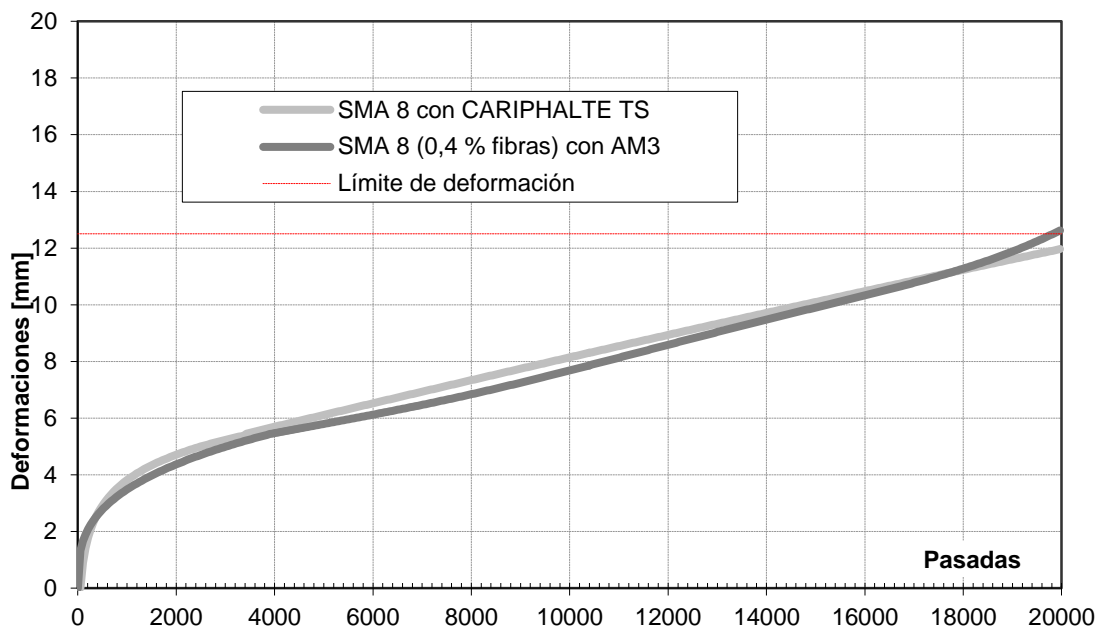


Figura 7: WTT Hamburgo test para SMA 8 con AM3 + fibras y AM3 TS



Figura 8: WTT Hamburgo test para SMA 8 con AM3 + fibras (izq) y AM3 TS (der) antes del ensayo



Figura 9: Hamburgo test para SMA 8 con AM3 + fibras (izq) y AM3 TS (der) luego de 20000 pasadas

## 5. CONCLUSIONES

Los microaglomerados en caliente tipo F 10 en espesores de entre 2,5 y 3 cm, representan las capas delgadas modernas más difundidas en Argentina. Estas mezclas junto con las M8, M 10, F8 y SMA 10 y12 se encuentran descritas en el proyecto de Especificaciones de la CPA. Últimamente, existe el interés de desarrollar capas de espesores entre 1 y 2cm, siendo las SMA 6 y 8, pueden resultar una opción a las M8 y F8 descritas anteriormente.

Usualmente, las mezclas SMA son dosificadas a partir del uso de fibras de celulosa, de forma tal de permitir la incorporación de mayores contenidos de asfalto sin riesgos de escurrimiento.

El presente trabajo comparte el diseño de mezclas SMA 6 y 8 siguiendo la normativa europea EN 13108-5 (2006) utilizando ligante AM3 (con y sin fibras) y un nuevo ligante modificado denominado AM3 TS que permite la dosificación de las SMA enunciadas sin el uso de fibras.

Se demuestra que el uso del AM3 TS, permite el diseño de las mezclas descritas sin el uso de fibras, utilizando los contenidos óptimos de diseño y manteniendo tanto las propiedades volumétricas como los parámetros de resistencia a la acción del agua mediante el ensayo de Hamburgo (ASSHTO T-324)

El asfalto AM3 TS, resulta una alternativa técnicamente aceptable para el diseño de mezclas SMA sin uso de fibras, con las consabidas ventajas económicas y operativas.

Se encuentra en proyecto la realización de tramos de prueba con los diseños descritos a efectos de compartir sus resultados, en lo posible, durante la presentación de éste trabajo en el congreso de Octubre.

## REFERENCIAS

European Standard EN 13108-5 2006, *Bituminous mixtures, Material specifications-Part 5: Stone Mastic Asphalt (2006)*

Comisión Permanente del Asfalto, *Proyecto de Especificaciones Técnicas Generales para Mezclas Asfálticas de Bajo Espesor para Carpetas de Rodamiento (2010)*

National Cooperative Highway Overlays (NCHRP), *Syntesis 464, Thin Asphalt Concrete Overlays, A synthesis of highway Practice (2014)*