# ASSIGNATION OF THE Número 27 · Volumen VII · Cuarto trimestre · 2017



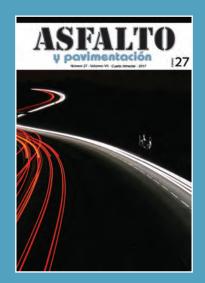


### Nada se pierde todo se recicla.

Para construir o reparar calzadas Probisa elabora soluciones alternativas como el reciclaje de la carretera "in situ", la reutilización de residuos industriales y domésticos, o de los materiales de demolición. Las viejas carreteras ya no se pierden, y de este modo, ahorramos recursos naturales. Nuevas ideas hechas realidad.

Probisa Abrimos paso a nuevas ideas





Número 27 · Volumen VII Cuarto trimestre · 2017

#### ASFALTO Y PAVIMENTACIÓN

#### **Director**

Juan José Potti

#### Comité de Redacción

María del Mar Colás, Andrés Costa, Jesús Felipo, Jacinto Luis García Santiago, Lucía Miranda, Jorge Ortiz, José Luis Peña, Nuria Querol, María del Carmen Rubio, Ángel Sampedro, José Antonio Soto

#### Secretario

Andrés Pérez de Lema

#### Coordinador

José Carlos Cámara

#### Secretaría

Lies Ober

#### Editorial Prensa Técnica, S. L.

Castiello de Jaca, 29 3º Puerta 2 28050 Madrid Tel. 91 287 71 95 Fax 91 287 71 94 Directo 629 877 460 www.asfaltoypavimentacion.com asfalto@asfaltoypavimentacion.com

#### Suscripción anual (4 números)

España: 10 € Extranjero: 12 €

ISSN: 2174-2189 Depósito Legal: M21967-2011

Prohibida la reproducción, total o parcial, de los contenidos aparecidos en esta publicación sin previa autorización por escrito.

Las opiniones vertidas en esta revista son de responsabilidad exclusiva de sus autores, sin que Editorial Prensa Técnica, S. L. los comparta necesariamente.

# Sumario

Número 27 · Volumen VII · Cuarto trimestre · 2017

#### **Editorial** 05 El mayor foro sobre infraestructuras de toda Latinoamérica

Tribuna 07 Jean-Claude Roffé

**Tribuna** 09 María del Mar Colás

Sobrestimación de huecos en mezclas discontinuas para capas de rodadura. El caso BBTM 11 B

13

Pablo Álvarez Troncoso, Carlos Quintana Gálvez, Miguel Miñana Sánchez, Manuel Montolio Sanfeliu

Uso de mezclas bituminosas recicladas (RAP), sin precalentamiento, rejuvenecidas

21

Vitor Gomes, José Ramón López, Jesús Felipo

Buenas prácticas para la puesta en obra de mezclas bituminosas

29

Andrés Costa

#### Secciones fijas

Descripción de ensayos para mezclas bituminosas, Normativa, Noticias, Calendario, Mirando al pasado, Lecturas recomendadas, Lecturas comentadas, I+D, Redes sociales, Observatorio de mercado, Afirmaciones asfálticas



Quien está acostumbrado a acometer grandes proyectos sabe que confiar en Galp Energia significa tranquilidad al respecto de una parte de su obra. Desde los combustibles y el fuelóleo pasando por los betunes, Galp Energia garantiza un servicio y un acompañamiento técnico orientado al cliente y sin errores en los momentos críticos. Una seguridad que sólo alguien que está cerca del cliente puede ofrecer. Use nuestra energía y manos a la obra. Tel.: 91 714 67 00 - Fax: 91 714 68 71 - E-mail: buzon.espana@galpenergia.com



# El mayor foro sobre infraestructuras de toda Latinoamérica

Asfalto, más conocidos por sus siglas CILA, constituyen el mayor foro sobre infraestructuras viarias de toda Iberoamérica. CILA es un evento realizado bienalmente. El primer Congreso Latinoamericano del Asfalto se realizó en Río de Janeiro en el año 1981 y desde entonces, cada dos años, en él se presentan las últimas novedades en materia de asfaltos, reflejadas en los trabajos técnicos presentados, así como en las conferencias magis-

os Congresos Ibero-Latinoamericanos del

La última edición se celebró en noviembre de 2015 en Bariloche (Argentina) y reunió a más de 250 académicos, técnicos y profesionales vinculados a la pavimentación asfáltica. España, país miembro de la comunidad CILA desde 1981, estuvo presente también en el XVIII CILA 2015 con un total de 21 trabajos técnicos, la coordinación de sesiones técnicas y la impartición de conferencias magistrales.

trales de profesionales de reconocido prestigio internacional.

En su versión XIX, Colombia ha sido seleccionada como el país sede para el Congreso Ibero- Latinoamericano del Asfalto y Medellín, la ciudad más innovadora del mundo en el año 2013, está preparada para servir de anfitriona a este nuevo encuentro CILA. En este escenario, los expertos invitados darán a conocer las nuevas técnicas desarrolladas para optimizar el uso de los ligantes asfalticos y otros materiales, con el fin de contribuir a la mejora de las infraestructuras viales.

Así pues, del 27 al 30 de noviembre de 2017, el Hotel Intercontinental de Medellín, será la sede del CILA 2017 y acogerá la decimonovena edición del Congreso Ibero Latinoamericano del Asfalto donde expertos, académicos y profesionales internacionales se darán cita en este encuentro para debatir sobre cuestiones técnicas vinculadas al asfalto y la pavimentación así como para conocer los últimos avances tecnológicos y científicos, presentados desde distintas áreas de conocimiento.

Un año más el mayor evento iberolatinoamericano en materia de asfalto se convertirá en foro de encuentro y difusión de conocimiento donde intercambiar información y buenas prácticas sobre tecnologías, equipamientos y especificaciones en procesos de pavimentación y uso de ligantes bituminosos en la construcción y conservación de pavimentos.

El Comité Técnico del CILA anunció el número de trabajos que han optado a ser seleccionados y presentados durante el Congreso a finales del mes de noviembre: un total de 252 trabajos técnicos, de los cuales 26 han sido enviados desde España. Así pues, España es el tercer país por número de comunicaciones presentadas a este congreso internacional del asfalto, por detrás de Brasil (74) y Colombia (38). En total, en el llamamiento del CILA, han participado investigadores procedentes de 15 países iberoamericanos.

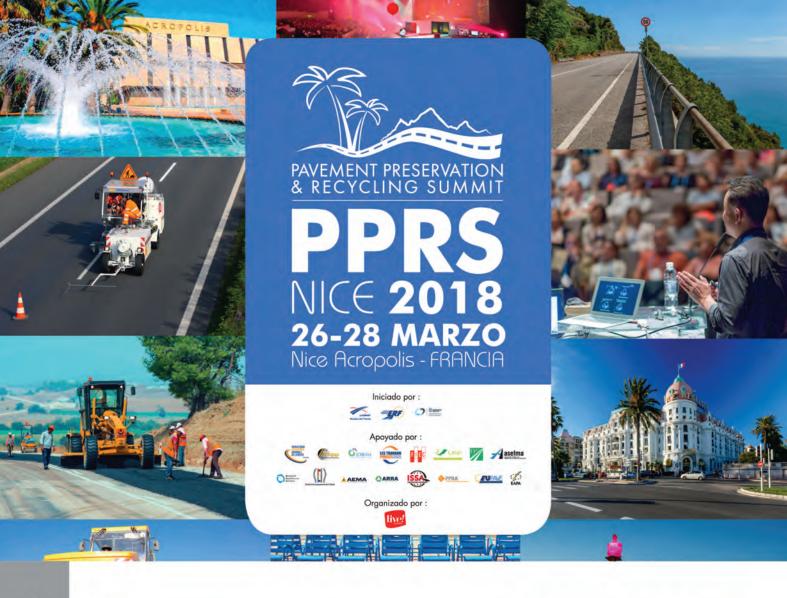
Los trabajos seleccionados optarán también al Premio internacional "Fundadores Dr. Jorge O. Agnusdei e Ing. Hélio Farah" en investigación viaria, que este año celebra su segunda edición. A él pueden concurrir todos los autores de trabajos participantes del XIX Congreso Ibero Latinoamericano del Asfalto (CILA), cuyas obras sean originales, inéditas y no objeto de patente a fecha de inicio del evento.

Adicionalmente, el XIX CILA contará con un selecto grupo de Conferencistas Magistrales. Ocho reconocidos investigadores del sector de los pavimentos asfálticos, de los cuales dos son españoles (Ma del Mar Colás y Juan José Potti)

Otra de las novedades anunciadas por el congreso bienal CILA es la retransmisión online del evento por el instituto técnico ITAFEC. La entidad española especializada en difusión de contenidos vinculados al sector viario ha sido nuevamente seleccionada para emitir el CILA.

Corasfaltos, como institución designada para la organización del evento, y el comité organizador de este XIX CILA, esperan que todos los asistentes se sientan "como en casa" y compartan los nuevos conocimientos que les brindará este congreso, uno de los más representativos del sector a nivel mundial. Confiamos en que así será y que el interés por este XIX CILA se ponga de manifiesto por un elevado número de congresistas a la vez que la calidad del mismo se refleje en la de los trabajos y conferencias presentadas.

En otro número de esta revista, tras la realización del próximo CILA, se publicará un artículo en el que se hará un análisis de los trabajos más interesantes presentados en Medellín y donde se podrán destacar los avances y novedades más relevantes para cada temática así como las conclusiones generales de este XIX CILA.



The

PAVEMENT PRESERVATION & RECYCLING SUMMIT

PRS NICE 2018 - 26-28 MARZO

# 26-28 MARZO, 2018 Nice Acropolis Convention Center - FRANCIA

Conservación, Modernización
y Adaptación de Nuestras Carreteras
a la Movilidad del Futuro

- © contact@pprs2018.com Secretaría de organización
- o sophie.lopvet@gl-events.com
  Expositores y patrocinadores

www.pprs2018.com



# La carretera recuperará todo su protagonismo en Niza



Jean-Claude Roffé Vicepresidente de la Federación Europea de la Carretera (ERF)



@jcroffe

Durante los últimos meses he estado inmerso en los preparativos del segundo Congreso Mundial sobre Conservación y reciclado de pavimentos (PPRS Niza 2018). En este marco, he multiplicado los encuentros en Europa, Asia y América Latina con autoridades de carreteras locales y nacionales así como con políticos, representantes de organizaciones profesionales y empresarios.

No hay duda de que la conservación y la modernización de las redes de carreteras sigue siendo una de las preocupaciones más importantes de los ingenieros y de los técnicos de carreteras.

También lo es la adaptación de las infraestructuras viarias a los nuevos tiempos y demandas sociales, cuya implantación llegará cuando los constructores de automóviles, proveedores tecnológicos, seguros y autoridades regulen y definan las necesidades del automóvil del mañana, objeto -dicho sea de paso - de mensajes cada vez más controvertidos.

Como profesionales de la carretera, nosotros también tratamos de incluirnos en este debate, estamos atentos a los cambios, y esperamos que las nuevas plataformas normalizadas y seguras que recibirán a estos vehículos mañana, queden bien definidas.

Recientemente regresé de Japón, donde participé en el Comité Técnico de PIARC TC D1 "Gestión del patrimonio de carreteras" con más de 30 expertos internacionales. Entre las conclusiones de nuestros debates, destacaría la dificultad que seguimos teniendo a la hora de traducir nuestro lenguaje técnico en mensajes comprensibles por los ciudadanos y los políticos, sobre todo si queremos convencer a los ministerios de finanzas de que deben modificar la distribución de presupuestos a favor de la carretera.

De hecho, los resultados de auditorías sobre la deuda gris por la falta de mantenimiento y modernización de las carreteras no son comprensibles por los usuarios, quienes consideran que ya cuentan con una buena red viaria y temen que estas alertas no sean más que un pretexto para solicitar una subida de impuestos.

Deberemos explicar una y otra vez que la carretera se deteriora con su uso y que es indispensable mantenerla en buen estado para evitar que las generaciones futuras deban pagar una auténtica fortuna por su rehabilitación o incluso su reconstrucción. ¿Podremos ser pragmáticos y hacer como dicen los estadounidenses que "conservamos bien las buenas carreteras", como ya hacemos con nuestro cuerpo, nuestra familia, nuestro coche, nuestra casa...?

Considero que, las campañas tipo "Repara mi carretera" y "O baches" es reaccionar demasiado tarde a una situación ya degradada. Es demasiado tarde en términos de una buena gestión de conservación. Los estadounidenses lo han entendido porque, por descuidar su infraestructura, se enfrentan a un costo actual de rehabilitación de gigantescas dimensiones. Les recuerdo que este tema estuvo en el corazón de la última campaña presidencial americana de todos los candidatos en las últimas elecciones.

¿Esto significaría que los políticos, cuando no están bajo la presión de sus electores, no son realmente conscientes de la pérdida del valor patrimonial de su red de carreteras debido a la falta de una conservación adecuada? Sí, ellos son muy sensibles a la seguridad vial y a la disponibilidad de infraestructura, pero no siempre son conscientes que un estado de degradación de la carretera puede influir en la misma seguridad vial y generar costos indirectos para el usuario: incremento del consumo de combustible, incremento de las emisiones ambientales, congestiones, degradación de los vehículos, incremento del nivel de exigencia del conductor, etc.

Por supuesto, en PPRS Niza 2018 vamos a revisar el estado del arte, las técnicas, las innovaciones, la financiación,

#### La carretera recuperará todo su protagonismo en Niza

pero también hablaremos mucho sobre la información y la comunicación que están en el corazón de la gestión de carreteras. Y esto también lo haremos con los gestores de carreteras públicos y privados y con las autoridades locales y territoriales, que representan más del 85% de las redes de carreteras.

No hay duda de que el PPRS Niza 2018 debería ser un enorme foro internacional, porque esta edición en Niza debe reunir al máximo número de autoridades locales y territoriales. Dado que están en el centro de este debate, porque deben responder a sus usuarios y a sus electores en un contexto de presupuestos limitados.

Así que hoy llamo la atención y apunto que deberíamos aprender de algunas organizaciones y saber cómo pudieron encontrar el camino de la inversión en su infraestructura vial. En este sentido destaco la provincia de Niza, que agrupa 49 poblaciones y se hizo cargo de las redes de carreteras del Estado y de las carreteras departamentales que la cruzan. O bien es de reseñar, también en Europa, cómo en Baviera, con el consentimiento del Ministerio de Carreteras, se supo trasladar a sus ciudadanos -de modo simple, gráfico y con el apoyo de los medios- el estado real de sus infraestructuras viarias y la necesidad de relanzar la inversión en su mantenimiento y modernización.

En definitiva, este encuentro europeo, internacional, tendrá lugar del 26 al 28 de marzo de 2018 en la ciudad francesa de Niza y se celebrará en tres lenguas, una de las cuales será el español. Necesitamos contar con vosotros, de la Península Ibérica a América Latina, porque si bien es cierto que en Europa tenemos bonitas carreteras comparadas con las de otros países, también lo es que están en peligro. Necesitamos que estéis presentes en Niza para amplificar entre todos los mensajes que ayuden a mantener carreteras más seguras, más amigables medioambientalmente y más sostenibles, porque la carretera es y será el eslabón de la mo-

¡Hasta pronto, nos vemos en Niza!

#### #63

#### AFIRMACIONES ASFÁLTICAS

"Si los fondos para conservación de firmes son insuficientes, aumenta el consumo del transporte en un 3% y el CO2 asociado. Las mezclas asfálticas optimizan las inversiones" (EAPA-Road pavement industries highlight huge CO2 savings, NCHRP Report 720 Estimating the effects of pavement condition on vehicle operating costs-2012, Número 25)

#SOSTENIBILIDAD\_Y\_MEDIO\_AMBIENTE

## ¿Blanco sobre negro en los riegos de adherencia?



María del Mar Colás Victoria Directora del Comité Técnico de ATEB



@MarColVic

La importancia de los riegos de adherencia y de su correcta aplicación es algo sobre lo que todos estamos de acuerdo cuando se trata de garantizar el buen comportamiento y durabilidad de los pavimentos.

En estos riegos de adherencia la emulsión bituminosa juega un papel fundamental actuando como un pegamento entre dos capas de mezcla asfáltica que evitará posibles deslizamientos entre capas así como el acceso de agua a las capas inferiores, y por tanto, el deterioro prematuro del pavimento.

Las emulsiones bituminosas empleadas en los riegos de adherencia han experimentado una clara evolución en las últimas décadas. Así, las tradicionales emulsiones de adherencia ECR-1 (hoy C60B3/2 ADH), dieron paso a las emulsiones de adherencia modificadas tipo ECR-1-m (hoy C60BP3/2 ADH). El empleo de estas emulsiones bituminosas modificadas con polímeros constituyó en su momento un notable avance para los riegos de adherencia a aplicar bajo capas de rodadura especiales ya que el ligante residual de estas emulsiones de adherencia es también un betún modificado con polímeros que garantiza una mejor adherencia entre esas rodaduras y las capas intermedias o de base subyacentes.

No obstante, el mayor reto en esta unidad de obra estaba por llegar pues, lamentablemente, en época cálida, estos riegos de adherencia no garantizaban su funcionalidad, al ser parcialmente eliminados por los neumáticos del tráfico de obra, que se llevaban una parte importante del riego de adherencia. Esta situación, además de ensuciar el entorno de la obra y provocar el repintado de marcas viales, supone una menor dotación efectiva de ligante residual en la superficie regada así como, una falta de uniformidad en la misma, que puede generar problemas de deterioros prematuros, al no conseguirse que las capas del firme trabajen solidariamente.

Para dar solución a este problema el sector de la emulsión bituminosa acometió el desarrollo de nuevas emulsiones de adherencia que tratan de garantizar el funcionamiento solidario del paquete de mezcla asfáltica durante toda la vida de servicio del firme. Estas nuevas emulsiones de adherencia (aunque ya no lo son tanto), llamadas termoadherentes, se basan en la emulsionabilidad de betunes o betunes modificados con polímeros de baja penetración (duros) que presentan una buena adherencia al soporte pero mínima a los vehículos del tráfico de obra.

Las especificaciones de las emulsiones termoadherentes están actualmente recogidas en el anexo nacional de la norma UNE EN 13808/1M y en el art. 214 del PG3.

La particularidad de estas emulsiones es que, una vez producida la rotura, dejan sobre la mezcla asfáltica una película de ligante residual de alta consistencia que no presenta tack (pegajosidad) con los neumáticos, de modo que el riego permanece adherido al soporte y no se levanta pegado a estos. Sin embargo, la aplicación de la siguiente capa de mezcla bituminosa en caliente hace que, por efecto de la temperatura, se active esa capa de ligante residual y se adhiera a ella, lo cual es el objetivo buscado.

Hasta la fecha son ya millones los m2 de carreteras tratadas con estas emulsiones en los riegos de adherencia entre capas y, salvo en condiciones muy críticas, han funcionado correctamente.

Para esas situaciones críticas, en los últimos dos años se ha venido hablando de la aplicación complementaria de leches de cal como protección de los riegos de adherencia. La leche de cal debe aplicarse sobre la emulsión de adherencia una vez que se haya producido la rotura de la misma y no antes, si bien no es preciso esperar después para aplicar la mezcla bituminosa siguiente.

El objetivo de esta leche de cal no es otro que el de proteger el riego de adherencia si bien, en sí mismo, no mejora

#### ¿Blanco sobre negro en los riegos de adherencia?



Foto 1. Aspecto de la obra tras la aplicación de la leche de cal.

la adherencia entre las capas de mezcla asfáltica pues esa función la tiene el betún residual de la emulsión y no la leche de cal. Lo que sí sucede es que la leche de cal, además de dejar el polvo de cal en la superficie, la viste de blanco (ver Foto 1) y ello ayuda a reducir la temperatura de la película de ligante residual del riego de adherencia aplicado que, siendo negra, presenta una mayor absorción de calor, lo cual facilita el pegado de la misma a los neumáticos de la obra. Así pues, la leche de cal viene a minimizar este problema y esta es la razón por la cual la aplicación de las leches de cal se empezaron a utilizar en Francia desde hace ya unos años y hace poco también se han empezado a emplear en España en algunas obras.

En opinión del autor, la leche de cal puede ser una ayuda en la protección de los riegos de adherencia pero sólo es necesaria en condiciones de aplicación muy específicas, como las ocasionadas por temperaturas estivales muy extremas. En el resto de casos, las emulsiones termoadherentes dan una respuesta adecuada a la adherencia entre capas, sin necesidad de complicar esta unidad de obra con esta otra técnica complementaria que, además de tener un impacto económico (aunque no sea elevado), ralentiza la ejecución de la obra con una operación más.

Adicionalmente, si estas leches de cal se aplicaran en dotaciones no controladas sobre el riego de adherencia, su empleo podría suponer un perjuicio en la adherencia entre capas pues, una vez evaporada el agua de la leche de cal, quedaría un exceso de polvo de cal en la superficie que mermaría la adherencia del ligante residual del riego a la mezcla asfáltica que se colocaría a continuación. Existen estudios que han evaluado la adherencia entre capas de testigos extraídos del firme donde se habían aplicado diferentes dotaciones de la leche de cal tras el riego de adherencia y los resultados muestran una menor resistencia al ensayo de corte cuando se emplean dotaciones demasiado elevadas.

Teniendo eso en cuenta, deberíamos asegurarnos de que el equipo que aplica la leche de cal permite aplicar dotaciones controladas y uniformes. Si existen métodos normalizados para controlar la dotación de emulsión bituminosa que se aplica en los riegos de adherencia, ¿por qué no emplearlos también para controlar la dotación de la leche de cal? Este es un aspecto importante.

Por otro lado, aun aceptando que la leche de cal pueda ser una protección del riego de adherencia cuyo empleo puede justificarse en determinadas obras, donde las condiciones climatológicas son tales que, ni siquiera el empleo de emulsiones termoadherentes pueda evitar totalmente la eliminación parcial del riego de adherencia con los neumáticos del tráfico de obra, no debería considerarse su empleo generalizado en todas las aplicaciones de riegos de adherencia ni tampoco debería esta técnica ser tomada como una solución que permitiera realizar riegos de adherencia con emulsiones de adherencia tradicionales, cuándo sería conveniente aplicar riegos con emulsiones termoadherentes. En estos casos, hay experiencias que han demostrado que parte de la dotación de emulsión de adherencia aplicada es eliminada por el tráfico de obra, a pesar de haberse aplicado la protección con la leche de cal (ver foto 2)

Para determinar realmente donde y en qué condiciones puede ser beneficioso el empleo de leches de cal sería conveniente realizar un seguimiento de las adherencias entre capas de mezclas asfálticas (rodadura/intermedia e intermedia/base) en obras en las que se hayan definido tramos en los cuales se haya aplicado la leche de cal tras el riego de adherencia, controlando las dotaciones, (con emulsiones ADH y TER, convencionales y modificadas), , y otros en los que no se haya aplicado esta técnica, para extraer testigos a diferentes edades y ensayarlos con diferentes metodologías (corte o tracción) y condiciones de ensayo. Mientras tanto, la aplicación de las leches de cal debería, en mi opinión, limitarse a casos muy concretos.

En conclusión, bienvenida sea la protección del riego de adherencia con la leche de cal pero sólo donde y cuando sea necesaria, con un control adecuado de la dotación aplicada y no para permitir el empleo de emulsiones de adherencia que no tengan un buen desempeño en obra, cuando se dispone de productos desarrollados especialmente para garantizar la eficacia del riego de adherencia, como lo son las emulsiones termoadherentes. La ecuación resultante sería la siguiente:

EMULSIÓN ADH + leche de cal ≠ EMULSIÓN TER



Foto 2. Adherencia de parte del riego con C60BP3 ADH (antigua ECR-1-m) a los neumáticos

Congreso Ibero-Latinoamericano del Asfalto, Medellín 2017

Medellín - Colombia Hotel Intercontinental 27 al 30 NOVIEMBRE DE 2017

(+57) 317 434 8709

(+57) 317 642 2399

(+57 7) 646 4128

Organizan:









# Sobrestimación de huecos en mezclas discontinuas para capas de rodadura. El caso BBTM 11 B

Pablo Álvarez Troncoso, palvarez@becsa.es

Manuel Montolio Sanfeliu, mmontolio@becsa.es

Carlos Quintana Gálvez, cquintana@becsa.es

**BECSA** 

Miguel Miñana Sánchez, mminana@becsa.es

Las mezclas bituminosas para capas delgadas recogidas en la norma UNE-EN 13108-2:2007 y el artículo 543 del pliego PG-3, gozan en la actualidad de gran profusión, en especial las mezclas tipo BBTM 11B, solución adoptada para la ejecución de capas de rodadura en innumerables actuaciones debido a sus características especiales de drenabilidad, mejora de la adherencia y durabilidad. El criterio de aceptación y rechazo para estas capas, en términos de densidad, se establece vía cálculo de huecos en mezcla, sobre testigos extraídos, fijando una horquilla de valores (±2%) con respecto a los huecos obtenidos en los lotes de control sobre probetas como condición general para su aceptación. En el presente artículo se expone la problemática que afecta a la aceptación/rechazo de estas capas por sobreestimación en la determinación de huecos, ya que se ha constatado por nuestra experiencia, que se produce de forma generalizada, llegando en muchos casos a dudar por este motivo de la bondad del comportamiento de la capa de rodadura ejecutada.

Palabras clave: mezclas bituminosas, BBTM 11B, capas de rodadura

Bituminous mixes for thin layers described in the standard UNE EN 13108-2:2007 and included in chapter 543 of PG-3 are widely used nowadays. Specially used is the mix type BBTM 11B, which is considered quite often as a solution for road surface pavements due to its draining capability, high skid resistance coefficient and durability. For those thin layers, the acceptance criteria regarding density is set on the basis of mix voids content, that is calculated from a sampling set of mix drilled cores test population. In order to accept a finished layer, voids content from cores must be within an interval of ±2% regarding reference control samples level. This paper is focused on the common issue of overestimation of voids content within testing procedures, yielding a wrong assessment about execution quality of BBTM B surface pavements an its behavior under rolling traffic. In addition it is proposed a possible solution based on BECSA procedures' experience.

Keywords: bituminous mixes, BBTM 11B, road surface pavements

#### 1. Introducción

Las mezclas discontinuas para capas de rodadura componen en la actualidad muchas de las soluciones para pavimentos de rodadura en vías de alta capacidad de la red de carreteras. No en vano, la vigente Instrucción de carreteras Norma 6.1 IC [1] cuando describe en su capítulo 6 (secciones de firme) las capas de rodadura a utilizar en vías de categoría de tráfico pesado T00 a T1, remite al uso de mezclas PA o tipo M. La problemática de la sobreestimación en la evaluación de huecos es común para estos dos tipos de mezcla, aunque el presente artículo se ciñe al caso de las mezclas BBTM B (M)

#### Sobrestimación de huecos en mezclas discontinuas para capas de rodadura. El caso BBTM 11 B.

para tratar de exponer y, en la medida de lo posible clarificar, qué sucede cuando enfrentamos los valores encontrados a los criterios de aceptación para la unidad terminada que establece la normativa vigente.

#### 2. Especificaciones de la unidad terminada. Criterios de aceptación

#### 2.1 Especificaciones de la unidad terminada

En el artículo 543 del vigente PG-3, en su apartado 543.7 [2], se describen las especificaciones que rigen la ejecución de las capas de mezcla discontinua en rodadura. Así, se exponen en 4 sub-apartados dichas especificaciones en lo referente a densidad alcanzada en la puesta en obra, geometría, regularidad superficial y macrotextura / resistencia al deslizamiento.

En el primero de estos sub-apartados (543.7.1) se establecen los márgenes admisibles en términos de densidad alcanzada para la mezcla en obra. Más concretamente para el caso de las mezclas tipo BBTM B estos márgenes se fijan en términos de porcentaje de huecos en mezcla, parámetro directamente relacionado con la densidad, y que da idea de la capacidad de este tipo de mezcla para dotar a la capa de funcionalidades específicas tales como drenabilidad o macrotextura superficial. A su vez se encuentra una clara diferenciación dentro de esta evaluación dependiendo del espesor, de tal modo, que para las mezclas de espesor menor de 2.5 cm, podemos determinar su compacidad a partir del ratio dotación de mezcla por superficie/ espesor de la capa.

Pero el caso más generalizado y fácil de encontrar en la ejecución de este tipo de capas es aquél en el que los espesores se encuentran entre 2.5 y 3.0 cm, y para este caso, el pliego establece que el porcentaje de huecos en mezcla no podrá diferir en más de dos puntos porcentuales (±2%) del obtenido para probetas compactadas según UNE EN 12697-30 aplicando 50 golpes por cara.

#### 2.2 Criterios de aceptación y rechazo

El pliego PG-3 propone, en conexión con lo expuesto en el apartado anterior, unos criterios de aceptación y rechazo en lo referente a las capas ejecutadas de mezcla bituminosa y densidad/huecos (543.10.1) para las BBTM B. Para el caso concreto de capas de espesor ≥ 2.5 cm, como ya se ha mencio-

nado, se establece una tolerancia de ± 2% en el contenido en huecos con respecto al obtenido para su lote de control de probetas por impacto, y se insta a la demolición de la capa en el caso en que se encuentren diferencias superiores al 4% en este parámetro. Para los casos en los que se encuentren diferencias en el porcentaje de huecos de entre el 2% y el 4% se establece la penalización económica correspondiente.

#### 3. Problemas en obra. Sobreestimación de huecos. Caso BBTM B

#### 3.1 Problemas en obra

La experiencia del sector respecto a lo descrito con anterioridad, demuestra que existe un problema real en lo referente al cumplimiento de las especificaciones del pliego en este ámbito. Es más, se constata en ocasiones que algunas administraciones han desistido directamente del control por huecos en este tipo de mezclas conocedores de la problemática que suscita, sin ahondar en las razones reales que generan dicha problemática.

Sirva como ejemplo la siguiente tabla de resultados obtenidos para un tramo de BBTM 11B tras su ejecución para un tráfico TO.



Figura 1: Extendido mezcla discontinua.

Los resultados a primera vista no pueden ser más desalentadores. En todos los casos la diferencia entre los huecos de referencia y los obtenidos mediante el análisis de los testigos son superiores al 4% de huecos lo que nos llevaría a la demolición de la capa ejecutada según los criterios descritos en el apartado anterior. Pero lo cierto es que esta capa en concreto lleva más de 2 años ejecutada y carece de todo ti-

Tabla 1. Resultados reales obtenidos en obra.

| ¥       | Calzada | Carril | Tipo de mezda | Densidad<br>referencia (kg/m³) | D. max.<br>(kg/m³) | % Huecos<br>en mezcla<br>referencia | Densidad<br>testigos extraídos<br>(kg/m³) | % Huecos<br>en mezcla<br>obtenidos | Diferencial<br>% huecos |
|---------|---------|--------|---------------|--------------------------------|--------------------|-------------------------------------|---|------------------------------------|-------------------------|
| 174+050 | MD      | MD     | BBTM 11 B     | 2172                           | 2575               | 15,7                                | 1974                                      | 23,3                               | 8                       |
| 174+350 | MD      | MD     | BBTM 11 B     | 2172                           | 2575               | 15,7                                | 1956                                      | 24,0                               | 8                       |
| 174+650 | MD      | MD     | BBTM 11 B     | 2172                           | 2575               | 15,7                                | 1962                                      | 23,8                               | 8                       |
| 174+950 | MD      | MD     | BBTM 11 B     | 2172                           | 2575               | 15,7                                | 2010                                      | 21,9                               | 6                       |
| 175+250 | MD      | MD     | BBTM 11 B     | 2172                           | 2575               | 15,7                                | 1935                                      | 24,9                               | 9                       |
| 177+400 | MD      | MD     | BBTM 11 B     | 2166                           | 2566               | 15,6                                | 1974                                      | 23,1                               | 7                       |
| 177+700 | MD      | MD     | BBTM 11 B     | 2166                           | 2566               | 15,6                                | 1928                                      | 24,9                               | 9                       |
| 178+100 | MD      | MD     | BBTM 11 B     | 2166                           | 2566               | 15,6                                | 1968                                      | 23,3                               | 8                       |
| 178+400 | MD      | MD     | BBTM 11 B     | 2175                           | 2571               | 15,4                                | 1991                                      | 22,6                               | 7                       |
| 178+750 | MD      | MD     | BBTM 11 B     | 2175                           | 2571               | 15,4                                | 2020                                      | 21,4                               | 6                       |
| 179+100 | MD      | MD     | BBTM 11 B     | 2175                           | 2571               | 15,4                                | 1952                                      | 24,1                               | 9                       |
| 179+400 | MD      | MD     | BBTM 11 B     | 2175                           | 2571               | 15,4                                | 1974                                      | 23,2                               | 8                       |
| 179+700 | MD      | MD     | BBTM 11 B     | 2175                           | 2571               | 15,4                                | 1992                                      | 22,5                               | 7                       |
| 170+000 | MD      | MD     | BBTM 11 B     | 2169                           | 2568               | 15,5                                | 1978                                      | 23,0                               | 7                       |
| 170+700 | MD      | MD     | BBTM 11 B     | 2169                           | 2568               | 15,5                                | 2021                                      | 21,3                               | 6                       |
| 170+600 | MD      | MD     | BBTM 11 B     | 2169                           | 2568               | 15,5                                | 1956                                      | 23,8                               | 8                       |
| 170+900 | MD      | MD     | BBTM 11 B     | 2169                           | 2568               | 15,5                                | 1971                                      | 23,2                               | 8                       |
| 170+100 | MD      | MD     | BBTM 11 B     | 2180                           | 2571               | 15,2                                | 2031                                      | 21,0                               | 6                       |
| 171+700 | MD      | MD     | BBTM 11 B     | 2180                           | 2571               | 15,2                                | 2017                                      | 21,5                               | 6                       |
| 171+700 | MD      | MD     | BBTM 11 B     | 2180                           | 2571               | 15,2                                | 2022                                      | 21,4                               | 6                       |
| 172+000 | MD      | MD     | BBTM 11 B     | 2180                           | 2571               | 15,2                                | 1998                                      | 22,3                               | 7                       |
| 172+700 | MD      | MD     | BBTM 11 B     | 2180                           | 2571               | 15,2                                | 1978                                      | 23,1                               | 8                       |

po de problemas reales y su funcionalidad sigue intacta. Cabe preguntarse qué hace que una capa con tan deficiente compactación funcione de forma correcta.

#### 3.2 Sobreestimación de huecos. Caso BBTM B

La respuesta está en la norma de ensayo correspondiente. Es cierto que en la mayoría de los casos se realiza el ensayo de determinación de densidad y huecos según se nos indica en todos y cada uno de los apartados de la UNE EN 12697-6 [3] y UNE EN 12697-8 [4] respectivamente y el resultado obtenido es el que se muestra en la tabla. Pero probablemente no se toma en consideración lo descrito en el anexo A de la UNE EN 12697-6 que desarrolla una serie de directrices para la selección de un procedimiento de ensayo para determinar la densidad aparente de materiales bituminosos compactados. Al hablar del procedimiento de densidad aparente por dimensiones, de aplicación en el caso de las BBTM B, se indica lo siguiente: "En este procedimiento, los huecos de la textura superficial también se consideran como parte de los huecos

#### Sobrestimación de huecos en mezclas discontinuas para capas de rodadura. El caso BBTM 11 B.

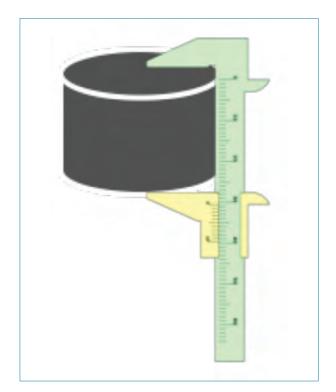


Figura 2: Esquema de medida.

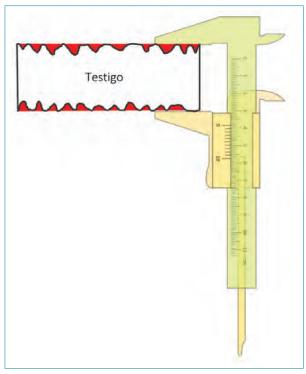


Figura 3: Detalle de macrotextura en la medida.

internos de la probeta, lo que puede dar lugar a una subestimación de la densidad de la probeta o a una sobreestimación del nivel de huecos en aire de la probeta".



Figura 4: Testigo.



Figura 5: Probeta referencia.

Es decir, cuando se mide la altura de la probeta se incluye en la estimación del volumen y por tanto de la densidad y los huecos, la macrotextura que presentan los mismos. En principio, al tratarse de la comparativa de huecos en mezcla de las probetas de referencia y los testigos no cabría esperar diferencias significativas puesto que en ambos casos la sobreestimación de huecos tiene la misma naturaleza. Pero hay un factor esencial que distorsiona en gran medida la densidad determinada para ambos tipo de espécimen.

La macrotextura superficial en un testigo de BBTM 11 B se encuentra en la mayor parte de los casos entre 1.5 y 2 mm (artículo 543.7.4 de PG-3) y en una probeta de referencia es de aproximadamente de entre 1.0 y 1.2 mm, para la misma mezcla.

Lo anteriormente descrito lleva a una situación de "diferencia de sobreestimación", como la que se representa en el esquema de la Figura 6.

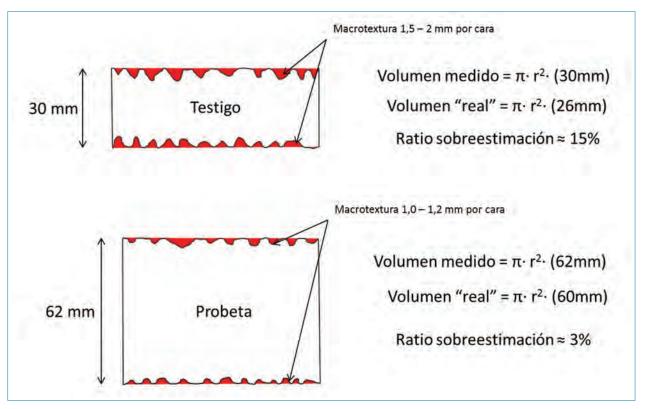


Figura 6: Detalle de la sobreestimación.

Es decir, debido a la diferencia de macrotextura que presentan y la diferencia de altura de cada uno de ellos la sobreestimación de huecos en uno y otro caso es muy distinta. En los casos más extremos se puede llegar a una diferencia de sobreestimación superior al 13%, lo que hace que los testigos presenten densidades mucho menores y alejadas de la realidad de la mezcla. Puede comprobarse cómo a medida que se analizan testigos de mayor espesor las diferencias encontradas son menores.

#### 4. Corrección de la sobrestimación. Propuesta de estandarización de procedimiento

Se propone la utilización para la corrección de las sobreestimaciones de un procedimiento desarrollado a través de la experiencia, consistente en la limitación de la influencia de la macrotextura superficial en la determinación de los volúmenes de las probetas y testigos de mezcla BBTM B.

Debido a la dificultad que supone la estimación de la macrotextura superficial de las probetas de referencia tipo Marshal (φ101.6 mm), ya que presentan una superficie muy acotada, se debe calcular la macrotextura superficial de la mezcla

fabricada en el momento de su diseño y más concretamente en la superficie de las probetas fabricadas mediante UNE EN 12697-33 [5] con rodillo metálico con las que se desarrolla el preceptivo ensayo de rodadura UNE EN 12697-22 [6] de la fórmula de trabajo para dicha mezcla.

El valor que se obteniene en este caso queda siempre del lado de la seguridad, es decir, es un valor de macrotextura al-



Figura 7: Macrotextura sobre probeta de ensayo de rodadura UNE EN 12697-22.

#### Sobrestimación de huecos en mezclas discontinuas para capas de rodadura. El caso BBTM 11 B.

go mayor que aquél que se obtendría en su caso para las probetas preparadas por impactos (y referencia de huecos, no lo olvidemos) ya que éstas suelen cerrarse más en superficie debido a la propia naturaleza del método de compactación.

Con este valor así obtenido se corrige la altura de las probetas de los lotes de control siguiendo la siguiente expresión para el cálculo de su volumen:

 $Vp = \pi \cdot r \cdot 2 \cdot (hreal - 2 \cdot TDlab)$ Ecuación 1

donde

V<sub>p</sub> = volumen de la probeta de referencia en mm<sup>3</sup> r = radio de la probeta expresada en mm (generalmente 101.6 mm)

h<sub>real</sub> = altura de la probeta medida con calibre expresada en mm.

TDlab = macrotextura probeta de ensayo rodadura en laboratorio expresada en mm

Para los testigos extraídos del pavimento la corrección de volumen sería:

Ecuación 2  $Vt = \pi \cdot r \cdot 2 \cdot (hreal - 2 \cdot TDextendido)$ 

donde

Vt = volumen de la probeta testigo en mm<sup>3</sup> r = radio del testigo expresada en mm

hreal = altura del testigo medida con calibre expresada en

TDextendido = macrotextura del lote controlada en extendido en mm.

Realizando las correcciones establecidas en el presente apartado el cuadro de control expuesto en 3.1 quedaría del modo que recoge la Tabla 2.

Donde la macrotextura para la mezcla en su fase de diseño en laboratorio fue de TDIab 1.0 mm y la media de macrotextura de los lotes de control de recepción TDextendido se situó en torno a 1.7 mm. Puede observarse como disminuyen los huecos de referencia al introducir una corrección que elimina el efecto macrotextura en las probetas de control, pero es mucha mayor la corrección en volumen que se produce en los testigos por efecto de la sobreestimación referida en 3.2. Tras la corrección la mayor parte de los datos recabados se encuentran en la horquilla de valores de ±2% que nos indicaba el artículo 543.10.1 de PG-3 y sólo dos de esos datos alcanzaban el 3%. Es decir, partiendo de los mismos datos, se pasa de considerar una capa de rodadura que debería ser demolida según el pliego vigente a una capa aceptable a los efectos del mismo pliego. Con estos datos en la mano es razonable pensar que el pavimento tiene/tendrá un buen comportamiento durante su vida útil en lo referente a su puesta en obra.

#### 5. Conclusiones

De lo expuesto en el presente artículo puede extraerse el efecto que produce la macrotextura en todos aquellos casos en los que se calculen huecos en mezcla a partir de densidades por el método geométrico según UNE EN 12697-6. Cabe mencionar que este método es el que se establece como referencia para todas aquellas mezclas con huecos en mezcla superiores a 10% en el caso de la normativa europea de mezclas bituminosas [7]. Se debe por tanto extremar las precauciones a la hora de valorar los datos obtenidos ya que, como ocurre en el caso de la problemática expuesta en el presente documento, pueden asignarse valores no reales a los pavimentos evaluados, con el consiguiente peligro de adulterar la información necesaria para la toma de decisiones por parte de las Direcciones de Obra.

#### 6. Referencias bibliográficas

- [1] Orden FOM/3460/2003, de 28 de NOVIEMBRE, por la que se aprueba la Norma 6.1 IC secciones de firme, de la instrucción de carreteras (BOE DE 12 de diciembre de 2003). 41 pág.
- [2] Pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes PG-3 Orden FOM/2523/2014, de 12 de diciembre 2014. Apdo. 543. 881 pág.
- [3] UNE-EN 12697-6:2012 Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezclas bituminosas en caliente. Parte 6: Determinación de la densidad aparente de probetas bituminosas. 20 pág.
- [4] UNE-EN 12697-8:2003 Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezcla bituminosa en caliente. Parte 8:

Tabla 2: Resultados corregidos por macrotextura.

| ¥       | Calzada | Carril | Tipo de mezda | Densidad<br>referencia<br>(kg/m³) | D. max.<br>(kg/m³) | % Huecos<br>en mezcla<br>referencia | Densidad<br>testigos extraídos<br>(kg/m³) | % Huecos<br>en mezcla<br>obtenido | Diferencial<br>% huecos |
|---------|---------|--------|---------------|-----------------------------------|--------------------|-------------------------------------|---|-----------------------------------|-------------------------|
| 174+050 | MD      | MD     | BBTM 11 B     | 2241                              | 2575               | 13,0                                | 2206                                      | 14,3                              | 1                       |
| 174+350 | MD      | MD     | BBTM 11 B     | 2241                              | 2575               | 13,0                                | 2189                                      | 15,0                              | 2                       |
| 174+650 | MD      | MD     | BBTM 11 B     | 2241                              | 2575               | 13,0                                | 2209                                      | 14,2                              | 1                       |
| 174+950 | MD      | MD     | BBTM 11 B     | 2242                              | 2575               | 12,9                                | 2241                                      | 13,0                              | 0                       |
| 175+250 | MD      | MD     | BBTM 11 B     | 2241                              | 2575               | 13,0                                | 2165                                      | 15,9                              | 3                       |
| 177+400 | MD      | MD     | BBTM 11 B     | 2235                              | 2566               | 12,9                                | 2175                                      | 15,3                              | 2                       |
| 177+700 | MD      | MD     | BBTM 11 B     | 2235                              | 2566               | 12,9                                | 2190                                      | 14,7                              | 2                       |
| 178+100 | MD      | MD     | BBTM 11 B     | 2235                              | 2566               | 12,9                                | 2193                                      | 14,5                              | 2                       |
| 178+400 | MD      | MD     | BBTM 11 B     | 2244                              | 2571               | 12,7                                | 2214                                      | 13,9                              | 1                       |
| 178+750 | MD      | MD     | BBTM 11 B     | 2245                              | 2571               | 12,7                                | 2236                                      | 13,0                              | 0                       |
| 179+100 | MD      | MD     | BBTM 11 B     | 2244                              | 2571               | 12,7                                | 2165                                      | 15,8                              | 3                       |
| 179+400 | MD      | MD     | BBTM 11 B     | 2244                              | 2571               | 12,7                                | 2223                                      | 13,6                              | 1                       |
| 179+700 | MD      | MD     | BBTM 11 B     | 2245                              | 2571               | 12,7                                | 2201                                      | 14,4                              | 2                       |
| 170+000 | MD      | MD     | BBTM 11 B     | 2238                              | 2568               | 12,8                                | 2198                                      | 14,4                              | 2                       |
| 170+700 | MD      | MD     | BBTM 11 B     | 2238                              | 2568               | 12,8                                | 2231                                      | 13,1                              | 0                       |
| 170+600 | MD      | MD     | BBTM 11 B     | 2238                              | 2568               | 12,8                                | 2193                                      | 14,6                              | 2                       |
| 170+900 | MD      | MD     | BBTM 11 B     | 2238                              | 2568               | 12,8                                | 2196                                      | 14,5                              | 2                       |
| 170+100 | MD      | MD     | BBTM 11 B     | 2250                              | 2571               | 12,5                                | 2203                                      | 14,3                              | 2                       |
| 171+700 | MD      | MD     | BBTM 11 B     | 2250                              | 2571               | 12,5                                | 2259                                      | 12,1                              | 0                       |
| 171+700 | MD      | MD     | BBTM 11 B     | 2250                              | 2571               | 12,5                                | 2239                                      | 12,9                              | 0                       |
| 172+000 | MD      | MD     | BBTM 11 B     | 2250                              | 2571               | 12,5                                | 2221                                      | 13,6                              | 1                       |
| 172+700 | MD      | MD     | BBTM 11 B     | 2250                              | 2571               | 12,5                                | 2198                                      | 14,5                              | 2                       |

Determinación del contenido de huecos en las probetas bituminosas. 14 pág.

- [5] UNE-EN 12697-33:2006 Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezcla bituminosa en caliente. Parte 33: Elaboración de probetas con compactador de placa. 22 pág.
- [6] UNE-EN 12697-22:2008+A1:2008 Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezclas bituminosas en caliente. Parte 22: Ensayo de rodadura. 32 pág.

[7] UNE-EN 13108-20:2007/AC:2009 Mezclas bituminosas. Especificaciones de materiales. Parte 20: Ensayos de tipo. 30 pág.



# Liderando las SMA



# Uso de mezclas bituminosas recicladas (RAP), sin precalentamiento, rejuvenecidas con aditivo

Vitor Gomes, vitor.gomes@kraton.com

José Ramón López, jrlopez@pavasal.com Jesús Felipo, jfelipo@pavasal.com

**Pavasal** 

El empleo de fresado de firmes asfálticos (RAP) en la fabricación de mezclas bituminosas es una solución sostenible que presenta muchos beneficios económicos y ambientales. El problema principal a superar es el betún envejecido y extremadamente duro del RAP, siendo esto especialmente notable en España. Por esta razón, la incorporación de aditivos y procesos específicos capaces de restaurar las propiedades originales de los betunes envejecidos es recomendable a la hora de asegurar las características mecánicas en la mezcla final. Esta publicación presenta los resultados de secciones de prueba realizadas en una obra en Valencia usando como referencia comparativa una AC 16 BIN 50/70 S. Las mezclas fueron fabricadas con un 30% RAP sin precalentamiento, tanto en mezclas en caliente a 160°C (HMA), como semicaliente mediante el espumado de betún a 130°C (WMA). Los resultados muestran que la utilización del aditivo rejuvenecedor, aplicado directamente sobre el RAP frío antes de mezclar, fue muy positiva.

Palabras clave: mezcla bituminosa reciclada, aditivo, rejuvenecedor, mezcla bituminosa, secciones de prueba

The reuse Reclaimed Asphalt (RAP) in new asphalt mixes is a sustainable solution with economic and environmental benefits. The main problem to overcome is the aged and extremely hard binder from RAP, especially noticeable in Spain. For this reason, the use of a specific additive and process for incorporating the additive is strongly recommended in order to restore the desired bitumen properties, and consequently produce an asphalt mixture with the desired mechanical performance. Here are presented the results from the road trials done in Valencia using as reference an AC 16 BIN 50/70 S. Asphalt mixes with 30% RAP without pre-heating, were produced at about 160°C (HMA) and also at about 130°C with foamed bitumen (WMA). The results show that it was very positive the application of the rejuvenating additive directly on the cold RA, before mixing.

**Keywords:** RAP, reclaimed asphalt, additive, rejuvenator, asphalt mix, road trials

#### 1. Introducción

La reutilización del RAP en nuevas mezclas bituminosas genera beneficios tanto económicos como medioambientales, asumiendo que las características de la mezcla final se mantienen.

En este artículo se presentan los resultados procedentes de unas secciones de prueba realizadas en una obra en Valencia, usando como referencia comparativa una AC 16 BIN 50/70 S.

Se han extendido un total de cuatro mezclas adicionales todas ellas con un contenido en RAP del 30% y un betún virgen 50/70. Dos de ellas han sido fabricadas en caliente a 160°C (HMA) y las otras dos usando la técnica semicaliente de espumado de betún a 130°C (WMA). En dos de las mezclas, una para HMA y otra para WMA, se ha incorporado el aditivo rejuvenecedor, en este caso aplicado en frío directamente sobre la cinta transportadora de alimentación de RAP justo antes de su intro-

#### Uso de mezclas bituminosas recicladas (RAP), sin precalentamiento, rejuvenecidas con aditivo

ducción en el mezclador de la instalación. Este aditivo específico, SYLVAROAD™ RP1000, está basado en la química del pino y existe abundante bibliografía que demuestra su eficacia, así como su carácter biodegradable y sostenible.

Durante la realización de las pruebas se han tomado muestras de las diferentes pruebas y se han extraído testigos de obra para su análisis en laboratorio, realizando los análisis básicos y fundamentales para obtener las propiedades mecánicas de las mezclas, así como la caracterización del betún extraído de las mismas.

Los resultados muestran que usando el aditivo rejuvenecedor especificado aplicado directamente en frío antes del mezclador es posible fabricar mezclas al 30% de RAP, manteniendo o incluso mejorando las características mecánicas de una mezcla asfáltica convencional y cumpliendo con las actuales especificaciones técnicas.

#### 2. Utilización de RAP en Europa

En la tabla 1 se puede observar datos del uso del RAP en Europa, recopilados por la Asociación Europea del Asfalto (EA-PA). Podemos observar que el uso de las mezclas recicladas está lejos de lo deseable en la mayoría de los países europeos. Es urgente incrementar el nivel de reciclado de RAP, y sobre todo la reutilización del mismo en mezclas bituminosas, generando el máximo de valor añadido.

#### 3. Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes, (PG3 2015)

De acuerdo con las nuevas especificaciones existentes en España, para la producción de mezclas bituminosas para capas de base e intermedias pueden ser empleadas cantidades de RAP hasta 60%, cumpliendo las especificaciones vigentes (artículo 22 del PG4). Más del 60% de RAP también es posible aunque en este caso será preceptiva la autorización expresa de la Dirección General de Carreteras y también la realización de un estudio específico.

Es importante subrayar que en el artículo 542.5.4 se especifica que los áridos vírgenes no pueden ser secados o calentados a temperaturas superiores a 220°C ni que el material reciclado puede ser calentado por encima de la temperatura del ligante virgen. Esto limita el contenido total de RAP y hace que, para lograr dichas especificaciones y temperaturas de

producción, sea necesario el rejuvenecimiento del ligante del RAP, bajando el grado del betún final, ya que ello permite fabricar la mezcla a una menor temperatura.

#### 4. Pruebas iniciales en el laboratorio

Inicialmente se realizaron pruebas en el laboratorio para evaluar el efecto del aditivo sobre ligantes y mezclas bituminosas. Los resultados se presentaron en esta misma revista Asfalto y Pavimentación, número 14, con el título "Empleo de rejuvenecedores en reciclado de mezclas bituminosas" (Laurent et al 2014).

Las conclusiones extraídas sobre el uso del rejuvenecedor fueron positivas, e incluso se observó que la aplicación del mismo en RAP caliente (130°C) obtenía mejor resultado comparado con la adición del rejuvenecedor en RAP frío. Esto podía ser un factor limitante para posteriores pruebas debido a que la mayoría de las plantas en España dosifican el RAP en frío. Es por ello que en estas nuevas pruebas a realizar en planta, la idea principal era introducir el aditivo en frío sobre el RAP previamente a su introducción en el mezclador de la planta. Como referencia cabe decir que la mezcla asfáltica analizada en el laboratorio usando rejuvenecedor, aplicado sobre RAP caliente (130°C), produjo resultados equivalentes a una mezcla con el 100% de materiales nuevos.

#### 5. Pruebas en planta

Este trabajo presenta los resultados técnicos del ligante y las mezclas asfálticas aplicadas el 7 de julio de 2015 en una obra cercana a Valencia. Las mezclas asfálticas fueron producidas en la planta de Cheste y extendidas en una carretera secundaria cerca de la planta. Se fabricaron 5 productos, una mezcla con materiales nuevos, dos mezclas en caliente (HMA) con y sin aditivo empleando 30% de RAP y dos mezclas semicalientes (WMA) con y sin aditivo empleando 30% de RAP. Todas las mezclas se fabricaron para cumplir las especificaciones de una AC 16 S. En todas las mezclas, el RAP se introdujo a temperatura ambiente directamente al mezclador.

#### 5.1 Producción de mezclas asfálticas y evaluación

Las pruebas de la AC 16 S se realizaron buscando un contenido en ligante de 4,5% de betún sobre áridos. Las mezclas

Tabla 1: Uso de RAP en Europa, de acuerdo con la EAPA (2013).

| Country        | Available redaimed  | % of                      | available reclai       | sed in            | % of the new hot and warm mix |  |
|----------------|---------------------|---------------------------|------------------------|-------------------|-------------------------------|--|
| Country        | asphalt (tonnes)    | hot and warm<br>recycling | half warm<br>recycling | cold<br>recycling | unbound<br>layers             | production that contains<br>reclaimed material |
| Austria        | 750.000             | 95                        |                        | 3                 | 2                             |  |
| Belgium        | 1.500.000           | 61                        | No data                | No data           | No data                       | 51   |
| Czech Republic | 1.450.000           | 18                        | 0                      | 25                | 20                            | 10   |
| Denmark        | 790.000             | 83                        |                        |                   | 17                            | 58   |
| Finland        | 860.000             |                           |                        |                   |                               | 20   |
| France         | 6.900.000           | 64                        | No data                | No data           | No data                       | > 65   |
| Germany        | 11.500.000          | 90                        |                        |                   | 10                            | No data  |
| Greece         | No data             |                           |                        |                   |                               | 0,03   |
| Great Britain  | 4.000.000-5.000.000 |                           |                        |                   |                               |  |
| Hungary        | 88.000              | 80                        | 0                      | 10                | 10                            | 20   |
| Iceland        | 15.000              |                           |                        |                   |                               | 3,0  |
| Ireland        | 150.000             |                           |                        |                   |                               |  |
| Italy          | 10.000.000          | 20                        |                        |                   |                               |  |
| Luxembourg     | 300.000             | 90                        | 0                      | 10                | 0                             | 50   |
| Netherlands    | 4.500.000           | 76                        |                        |                   |                               | 70   |
| Norway         | 686.268             | 21                        | 0                      | 5                 | 74                            | 20   |
| Romania        | 22.000              | 20                        | 20                     | 20                | 30                            | 10   |
| Slovakia       | 26.000              | 90                        | 0                      | 5                 | 5                             |  |
| Slovenia       | 26.000              | 26                        | 0                      | 20                | 54                            | 5  |
| Spain          | 205.000             | 85                        |                        | 7                 | 8                             | 1,3  |
| Sweden         | 900.000             | 80                        | 5                      | 5                 | 10                            | 70   |
| Switzerland    | 1.370.000           | 48                        | 17                     | 15                | 8                             | 27   |
| Turkey         | 1.200.000           | 3                         |                        | 1                 | 96                            | 1  |
| Japan          |                     |                           |                        |                   |                               | 76   |
| USA            | 69.000.000          | 92                        |                        |                   | 8                             |  |

HMA se fabricaron a una temperatura de 155°C, mientras que las WMA se fabricaron alrededor de 135°C. En las mezclas con RAP, en una HMA y en otra WMA, se añadió un 5% de aditivo rejuvenecedor mediante rociado sobre la cinta que transportaba el RAP al mezclador.

El betún virgen para producir todas las mezclas era un betún de penetración 50/70. El RAP se introdujo a temperatura ambiente (sin secado) y los áridos vírgenes se secaron y calentaron para lograr las temperaturas de producción. Durante dichas pruebas se fabricaron las siguientes mezclas:

- HMA AC 16 BIN 50/70 S (estándar virgen sin RAP). Esta era la mezcla de control. La temperatura de producción fue superior (178°C) que la empleada normalmente (≤160°C), por variación de producción.
- WMA30RA AC 16 BIN 50/70 S R30 Espumada (WMA con espumado de betún 50/70 con 30% RAP). La temperatura de producción fue 130°C.

#### Uso de mezclas bituminosas recicladas (RAP), sin precalentamiento, rejuvenecidas con aditivo



Figura 1 y 2: Adición de rejuvenecedor en frío sobre RAP y su transporte en planta.



Figura 3: Compactación del material en obra.

WMA30RA5A - AC 16 BIN 50/70 S R30 Espumada (WMA con espumado de betún 50/70 con 30% RAP + 5% Aditivo). La temperatura de producción fue 120°C.

- HMA30RA AC 16 BIN 50/70 S R30 (HMA con 30% RAP). Fue utilizado betún virgen 50/70 y la temperatura de producción fue 155°C.
- HMA30RA5A AC 16 BIN 50/70 S R30 (HMA con 30% RAP+ 5% Aditivo). Fue utilizado betún virgen 50/70 y la temperatura de producción fue 155°C.

#### 5.2 Pruebas de ligante extraídos y recuperados

Se extrajeron muestras del ligante virgen, del ligante recuperado del RAP y del recuperado de las mezclas producidas en planta. Los betunes recuperados presentaban las características descritas en la Tabla 2.

Tabla 2: Resultados obtenidos sobre los betunes vírgenes y sobre lo betunes recuperados, del RAP y mezclas.

| Ligante  | Temperatura de producción<br>en la planta (°C) | Penetración<br>(x 0,1 mm) | Punto de<br>reblandecimiento (°C) |
|--|--|---------------------------|-----------------------------------|
| 1) 35/50   | -  | 42                        | 52.6                              |
| 2) 50/70   | -  | 53                        | 49.8                              |
| 3) RAP <sup>(a)</sup>  | -  | 5                         | 104.4                             |
| 4) HMA, mezcla estándar  | 178  | 18                        | 68.7                              |
| 5) WMA30RA   | 130  | 14                        | 72.0                              |
| 6) WMA30RA5A   | 120  | 19                        | 66.3                              |
| 7) HMA30RA   | 155  | _ (b)                     | _ (b)                             |
| 8) HMA30RA5A   | 155  | 16                        | 68.0                              |
| 9) Mezcla: 70% 50/70+30% ligante RAP<br>(+5% aditivo sobre el ligante envejecido)<br>Después de RTFOT <sup>(c)</sup> | -  | 17                        | 69.5                              |

<sup>(</sup>a) El betún envejecido era más duro de lo que inicialmente se esperaba. (b) Se produjeron errores en el muestreo y los resultados no fueron representativos. (a) Mezcla simulada, fabricada en el laboratorio, para comparación de envejecimiento.

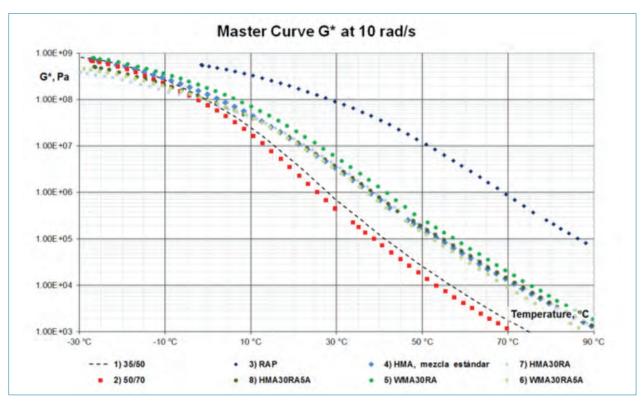


Figura 4: Resultados reológicos DSR.

En los resultados obtenidos se puede observar el efecto del rejuvenecedor en las propiedades finales del ligante, siendo similares a las propiedades del betún virgen recuperado de la mezcla original, incluso considerando el envejecimiento extra al que está sometida dicha muestra por mayor temperatura de fabricación. También se puede observar el efecto de la disminución de la temperatura de fabricación para producir WMA, lo que genera menor envejecimiento en el ligante y menor punto de reblandecimiento.

Hoy en día las empresas productoras de betún están trabajando para utilizar cada vez más ensayos reológicos sobre el betún evaluando el comportamiento viscoelástico de sus productos. Aquí se presentan también los resultados obtenidos mediante reometría de corte dinámico (DSR) y reometría de viga de flexión (BBR).

Los resultados DSR obtenidos muestran el efecto positivo del aditivo rejuvenecedor, sobre los betunes de las mezclas con el 30% de RAP, para temperaturas intermedias y bajas. Además, se puede apreciar que a medida que se reduce la temperatura, los ligantes rejuvenecidos (6 y 8) del RAP tienen mejor comportamiento a baja temperatura que los betunes vírgenes 35/50 y 50/70 testados. Este

efecto se puede ver en la Figura 4, a temperaturas por debajo de 0 °C.

El BBR es un método que evalúa el comportamiento a baja temperatura de los ligantes y es esencial en las especificaciones para el grado PG de los betunes empleados en Estados Unidos. Se espera que forme parte de las especificaciones europeas en un futuro próximo. El BBR se realiza en muestras previamente envejecidas mediante el horno de envejecimiento acelerado (PAV) que simula el envejecimiento del betún en la carretera en un periodo de entre 8 y 10 años.

Los datos obtenidos mediante el BBR, presentados en la Tabla 3, confirman los valores obtenidos por el DSR a baja temperatura, mostrando el efecto positivo del aditivo sobre los ligantes rejuvenecidos. Los resultados de las mezclas con RAP tratadas con aditivo son mejores que la mezcla de referencia producida con ligante 50/70, y que dicha mejora es más destacable para mezclas WMA con aditivo.

#### 5.3 Pruebas de las mezclas bituminosas

Durante las pruebas se extrajeron testigos de las diferentes mezclas. Las HMA fueron compactadas a 150°C y las

#### Uso de mezclas bituminosas recicladas (RAP), sin precalentamiento, rejuvenecidas con aditivo

Tabla 3: Resultados del ensayo reológico de baja temperatura BBR.

| Muestra de ligante      | Temperatura para 300MPa<br>rigidez (°C) | Temperatura para valor<br>0.300 m (°C) | Criterio de baja<br>temperatura BBR |
|-------------------------|---|--|-------------------------------------|
| 4) HMA, mezcla estándar | -13.4                                   | -8.8                                   | -8.8                                |
| 5) WMA30RA              | -9.8                                    | -5.4                                   | -5.4                                |
| 6) WMA30RA5A            | -14.3                                   | -12.0                                  | -12.0                               |
| 8) HMA30RA5A            | -15.2                                   | -9.4                                   | -9.4                                |

Tabla 4: Resultados de la compactación en obra

| Mezcla bituminosa       | Densidad Marshall<br>(kg/m³) | Densidad media<br>testigos (kg/m³) | Espesor medio<br>de la capa (mm) | Compactación<br>relativa (%) |
|-------------------------|------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|------------------------------|
| 4) HMA, mezcla estándar | 2411                         | 2332                               | 48                               | 97                           |
| 5) WMA30RA              | 2415                         | 2333                               | 46                               | 97                           |
| 6) WMA30RA5A            | 2455                         | 2319                               | 55                               | 94                           |
| 7) HMA30RA              | 2412                         | 2293                               | 44                               | 95                           |
| 8) HMA30RA5A            | 2423                         | 2397                               | 43                               | 99                           |

Tabla 5: Resultados del análisis granulométrico de las pruebas de obra.

| Tamices (mm)            | 22,4 | 16  | 8  | 4  | 2  | 0,5 | 0,25 | 0,063 |
|-------------------------|------|-----|----|----|----|-----|------|-------|
| Máximos                 | 100  | 100 | 76 | 55 | 37 | 19  | 16   | 8,8   |
| Mínimos                 | 98   | 86  | 58 | 37 | 23 | 9   | 6    | 2,8   |
| 4) HMA, mezcla estándar | 100  | 94  | 61 | 41 | 26 | 13  | 10   | 4,2   |
| 5) WMA30RA              | 100  | 96  | 71 | 47 | 29 | 11  | 9    | 5,2   |
| 6) WMA30RA5A            | 100  | 96  | 60 | 40 | 27 | 11  | 8    | 4,5   |
| 7) HMA30RA              | 100  | 98  | 71 | 47 | 29 | 12  | 9    | 5,2   |
| 8) HMA30RA5A            | 100  | 97  | 63 | 42 | 27 | 12  | 9    | 4,9   |

WMA a 130°C, en la referencia de compactación Marshall. Los resultados obtenidos se presentan a continuación en la Tabla 4.

De los resultados obtenidos es importante remarcar que la mezcla WMA30RA tiene una compactación similar a la HMA estándar, aunque la temperatura de extendido era inferior en unos 30°C. La mezcla WMA30RA5A con aditivo presenta una compactación inferior, pero probablemente sea a la menor temperatura de ejecución (10 o 15 °C inferior) y a su mayor espesor. De hecho, la WMA30RA5A con aditivo fue la que obtuvo una mayor densidad aparente en el laboratorio, lo que deberá ser investigado en un futuro. Observando las mezclas tipo HMA, la mezcla que tenía aditivo presenta un mayor grado de compactación. En la Tabla 5 y Figura 5 se

puede apreciar el análisis granulométrico después de realizar la extracción de las diferentes mezclas utilizadas. No se observan diferencias significativas entre las granulometrías, por lo que no se considera relevante para la comparación entre las mezclas.

Además, también se ha efectuado la caracterización volumétrica y mecánica de las mezclas, Tabla 6.

Observando la Tabla 6, se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- Las mezclas WMA tienen similar o incluso mejor compactibilidad que las mezclas HMA.
- La estabilidad Marshall y la fluencia son similares entre todas las mezclas WMA y HMA.

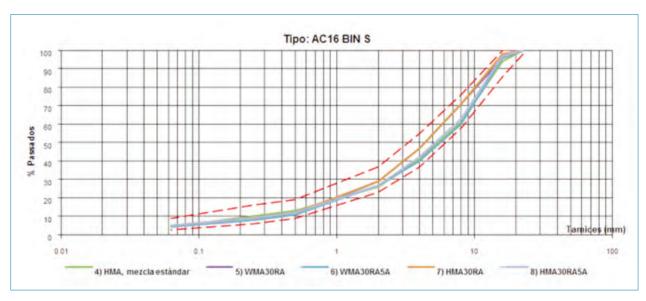


Figura 5: Gráfica de las curvas granulométricas de las mezclas de obra.

Tabla 5: Resultados del análisis granulométrico de las pruebas de obra.

|   | Norma  | Mezcla bituminosa |           |             |           |             |  |  |
|---|--------|-------------------|-----------|-------------|-----------|-------------|--|--|
| Parámetro                                     | UNE    | 4 HMA estándar    | 5 WMA30RA | 6 WMA30RA5A | 7 HMA30RA | 8 HMA30RA5A |  |  |
|   | 12697- | 1                 | 2         | 3           | 4         | 5           |  |  |
| Temperatura producción (°C)                   | -      | 178               | 155       | 155         | 130       | 120         |  |  |
| Temperatura compactación (°C)                 | -      | 150               | 130       | 130         | 150       | 150         |  |  |
| Contenido en betún (%)                        | 1      | 4.1               | 4.5       | 4.3         | 4.8       | 4.6         |  |  |
| Densidad máxima (kg/m³)                       | 5      | 2573              | 2563      | 2539        | 2570      | 2560        |  |  |
| Densidad aparente SSD (kg/m³)                 | 6      | 2417              | 2415      | 2455        | 2412      | 2423        |  |  |
| Huecos mezcla (%)                             | 8      | 6,0               | 5,8       | 3,3         | 6,2       | 5,3         |  |  |
| Huecos áridos (%)                             |        | 15,7              | 16,2      | 13,5        | 17,3      | 16,1        |  |  |
| Huecos rellenos (%)                           |        | 61,4              | 64,3      | 75,5        | 64,4      | 66,9        |  |  |
| Estabilidad Marshall (kN) a)                  | 34     | 13,8              | 17,2      | 15,9        | 16,0      | 15,2        |  |  |
| Fluencia (mm) <sup>a)</sup>                   |        | 2,3               | 2,5       | 2,6         | 2,4       | 2,4         |  |  |
| ITS seco (kPa) b)                             | 23     | 1,53              | 2,44      | 1,77        | 2,17      | 2,38        |  |  |
| ITS húmedo (kPa) <sup>b)</sup>                |        | 1,43              | 2,31      | 1,67        | 2,16      | 2,16        |  |  |
| ITSR (%) b)                                   | 12     | 94                | 95        | 95          | 99        | 91          |  |  |
| Rigidez (MPa) <sup>d)</sup>                   | 26     | 8442              | 12313     | 9586        | 12518     | 10981       |  |  |
| WTS (mm/10 <sup>3</sup> cycles) <sup>c)</sup> | 22     | 0,11              | 0,09      | 0,16        | 0,11      | 0,12        |  |  |
| Fatiga, 4PB 30 hz (µm) <sup>d)</sup>          | 24     | 129               | 120       | 131         | 87        | 141         |  |  |

<sup>&</sup>lt;sup>a)</sup> Las probetas Marshall se prepararon mediante 75 golpes por cara con un compactador Marshall

b) Las probetas para los ensayos de ITS se prepararon mediante 50 golpes por cara con un compactador Marshall

a Las probetas para el ensayo en pista fueron compactadas al 98% de compactación respecto a las probetas Marshall

<sup>&</sup>lt;sup>d)</sup> La rigidez y la fatiga fueron determinadas a 20°C.

#### Uso de mezclas bituminosas recicladas (RAP), sin precalentamiento, rejuvenecidas con aditivo

- La sensibilidad al agua de todas las mezclas es buena (>90%).
- El ensayo de deformación permanente (realizado mediante dispositivo pequeño) presenta valores similares excepto en el caso de la WMA30RA5A, posiblemente debido a la temperatura de producción o tal vez se necesite una optimización de la dotación de aditivo, debido al efecto combinado con el espumado del betún.
- Las mezclas con aditivo presentan valores más próximos en rigidez a la mezcla original con betún virgen, siendo un buen indicador del rejuvenecimiento del betún.
- Las mezclas con aditivo presentan los mejores resultados a fatiga, incluso mejor que la mezcla original con betún virgen. Esto es destacable debido a que el RAP fue añadido en frío al sistema. Sin embargo, también hay que tener en cuenta el efecto positivo del espumado de betún en la mezcla WMA30RA e incluso más en la WMA30RA5A en que se añadió también el aditivo.

#### 6. Conclusiones

El objetivo de las pruebas era evaluar la influencia del aditivo rejuvenecedor en mezclas bituminosas con un porcentaje de RAP de un 30% añadiendo un 5% de aditivo y compararlas con mezclas con el mismo porcentaje de RAP sin aditivo y también con una mezcla sin RAP. Además se fabricaron las mezclas a diferentes temperaturas, unas a 155°C y otras a 130°C con tecnología de espumado de betún.

Los resultados sobre las muestras de betún recogidas muestran el efecto positivo del aditivo sobre el betún viejo, a temperaturas medias y bajas, cuando son comparadas con el betún de referencia. Esto fue confirmado mediante los test de fatiga sobre las mezclas bituminosas testadas, donde se observaba que las mejores mezclas eran las que incorporaban el aditivo. Los resultados obtenidos en el test BBR sobre los betunes recuperados de las mezclas con RAP tratadas con aditivo eran mejores que lo betún recuperado de la mezcla de referencia con betún virgen 50/70. Esta mejora es remarcable con la mezcla WMA con aditivo (WMA30RA5A).

Observando los test a alta temperatura y basándonos en el resultado del test de ligante, se esperaba que los ligantes que contenían betún envejecido tuvieran mejor resistencia a las deformaciones permanentes que los betunes vírgenes y que el uso de aditivo no influiría significativamente en el test.

Sin embargo, el resultado en pista para la mezcla WMA30RA5A necesita ser mejorado, si se compara con el resto de las mezclas es ligeramente peor, lo que puede ser un indicativo de que la dosificación del aditivo debe ser reducida debido al efecto combinado del betún espumado y el aditi-

#### 7. Bibliografía

- BOE, Sábado 3 de enero de 2015, Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes de la Dirección General de Carreteras y Caminos Vecinales (PG-3), apartado 542, pág 881.
- UNE-EN13108-8:2007, Mezclas bituminosas Especificaciones de materiales - Parte 8: Mezcla bituminosa reciclada:
- Grady W. et al, 2014, Rejuvenecimiento del ligante viejo para su reutilización en mezclas bituminosas con alta tasa de asfalto recuperable (RA), IX Jornada Nacional ASEF-MA 2014, Comunicación 34.
- Özcan A. 2014 European Asphalt Pavement Association EAPA report, "Asphalt in figures 2013", Brussels, pág 4, www.eapa.org.
- Porot L. et al, 2014, "Empleo de rejuvenecedores en reciclado de mezclas bituminosas", Asfalto y Pavimentación, Madrid, Editorial Prensa Técnica, S.L., Número 14, Volumen IV, Tercer trimestre. pág 39-49.

# Buenas prácticas para la puesta en obra de mezclas bituminosas:

### 8. Gestión de la calidad en las mezclas bituminosas (parte 2)

#### Andrés Costa

Excoordinador Grupo 1 de ASEFMA

#### 3. Control de Calidad en la Puesta en obra de las mezclas bituminosas

Tanto la Orden FOM/2523/2014 de 12 de diciembre donde se ha actualizado el PG-3 en sus Artículos 542- Mezclas Bituminosas en caliente tipo Hormigón Bituminoso y 543-Mezclas Bituminosas para capas de rodadura, Mezclas Drenantes y Discontinuas, en sus apartados 542.9.3 y 543.9.3 respectivamente, relativos al control de calidad a desarrollar en la fase de ejecución de las mezclas bituminosas; como otros pliegos y normativas, diferencian la fase de fabricación y la fase de puesta en obra de las mismas.

Respecto a la fase de fabricación, en el punto 8.2 de este documento ya se han dado una serie de recomendaciones para la gestión de la calidad en la fase de fabricación.

Centrándonos ahora en la fase de puesta en obra, el control de calidad implica la inspección y vigilancia de las distintas fases del proceso (Control de Calidad de Ejecución)

Antes de tratar de la mezcla propiamente dicha, no debe olvidarse el capítulo relativo a los riegos (imprimación y/o adherencia), a los que se hace referencia a continuación:

#### 3.1. Control de Calidad de los Riegos

#### Control de ejecución

El control de ejecución, plasmado en las correspondientes fichas de inspección, verificará, como mínimo:

Que la superficie sobre la que se va a efectuar el riego cumple las condiciones especificadas para la unidad de

- obra correspondiente, no tiene exceso de humedad, ni suciedad, barro o materiales sueltos o perjudiciales.
- Que la dotación del riego es la especificada, tanto transversal como longitudinalmente, lo que se comprobará mediante el pesaje de bandejas metálicas u hojas de papel o material similar, colocadas sobre la superficie durante la aplicación de la emulsión, en no menos de cinco (5) puntos para cada lote definido, separados entre sí, siempre que sea posible, por una distancia próxima a los 50 metros. En cada una de estas bandejas, chapas u hojas se determinará la dotación de ligante residual. Se puede hacer mediante la norma UNE-EN 1428 para la determinación del contenido de agua en las emulsiones bituminosas, o bien mediante la norma UNE-EN 1431 para la determinación por destilación del ligante residual y de los fluidificantes en las emulsiones bituminosas.
- Que ha transcurrido el plazo de rotura o curado del mismo y no quedan restos de fluidificante o agua en la superficie.
- Que el tiempo transcurrido desde su aplicación no ha disminuido de forma perjudicial su capacidad de unión con la mezcla bituminosa.
- La temperatura ambiente y condiciones climatológicas (riesgo de precipitaciones, humedad, etc).
- La temperatura de la superficie a tratar y la del ligante hidrocarbonado.

Como tamaño de lote, se recomienda el indicado por el PG-3, que considera, el de menor tamaño de entre los resultantes de aplicar los tres criterios siguientes:

- Quinientos metros (500 m) de calzada.
- Tres mil quinientos metros cuadrados (3.500 m²) de
- La superficie regada diariamente.

#### Buenas prácticas para la puesta en obra de mezclas bituminosas

#### Control de materiales

En el caso de los riegos, éste incluirá el árido de cobertura, en el caso de que se utilice (imprimación), y el ligante hidrocarbonado.

#### Árido de cobertura:

Los ensayos a realizar, así como el tamaño de lote propuestos, son los que recoge la Tabla 1.

#### Ligante hidrocarbonado:

El control del ligante consistirá en la comprobación de las especificaciones establecidas en el artículo 214 del PG-3 para los distintos tipos de emulsiones a utilizar, según se indica en los artículos 530 (Riegos de imprimación) y 531 (Riegos de adherencia) del vigente PG-3.

De cada cisterna de emulsión bituminosa que llegue a la obra se tomará dos (2) muestras de, al menos, dos kilogramos (2 kg), de acuerdo con la norma UNE-EN 58, en el momento del trasvase del material de la cisterna al tanque de almacenamiento. Sobre una de las muestras se realizarán los siguientes ensayos:

- Carga de las partículas (norma UNE-EN 1430).
- Propiedades perceptibles (norma UNE-EN 1425).
- Índice de rotura (norma UNE-EN 13075-1).
- Contenido de agua (norma UNE-EN 1428).
- Tamizado (norma UNE-EN 1429).
- Tiempo de fluencia (norma UNE-EN 12846-1).

Y la otra se conservará durante, al menos, quince días (15 d) para realizar ensayos de contraste si fueran necesarios.

En cualquier caso, la Dirección de las Obras, en el uso de sus atribuciones, podrá fijar algún otro criterio adicional para el control de recepción de las cisternas.

Las emulsiones bituminosas catiónicas deberán llevar obligatoriamente el marcado CE, conforme a lo establecido en la norma UNE-EN 13808.

#### 3.2 Control de Calidad de la mezcla inicial

#### 3.2.1 Fichas de inspección de recepción de la mezcla

Para la Mezcla bituminosa, el encargado de la puesta en obra, o la persona responsable designada por la empresa, realizará la inspección de la mezcla a su llegada al tajo de extensión, cumplimentando el parte o ficha de inspección de recepción correspondiente, donde, como mínimo, deben figurar los datos siguientes:

- Albarán o vale donde consten la hora y la temperatura de la mezcla a la salida de la instalación, así como el tipo de mezcla y planta de fabricación (hay obras en las que suministran dos o más plantas).
- Cantidad de mezcla suministrada.
- Hora de llegada al tajo y temperatura de la mezcla.
- Aspecto de la mezcla (posible segregación, espuma, envuelta no homogénea, indicios de humedad...) y eventuales contaminaciones.
- Correcta colocación de la lona de cubrición de los camiones.
- Temperatura ambiente y climatología (viento, riesgo de precipitaciones, etc.)
- Documentos de conformidad exigidos reglamentariamente, incluida la documentación correspondiente al marcado CE.

| Ensayo                 | Norma.                  | Tamaño lote<br>propuesto | Tamaño<br>muestra |
|------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------|
| % pasa tamiz 4 UNE     | UNE-EN 933-1            | 100 m³                   | 1                 |
| % pasa tamiz 0,063 UNE | UNE-EN 933-2            | 100 m³                   | 1                 |
| Plasticidad            | UNE 103103 y UNE 103104 | 100 m³                   | 1                 |
| Equivalente de arena   | UNE-EN 933-8            | 100 m³                   | 2                 |

- La documentación que debe solicitarse, relativa al marcado CE consistirá en:
  - Declaración de prestaciones CE, emitida por el fabricante.
  - Etiqueta CE (en albaranes, facturas...)
  - Certificado de conformidad del Control de Producción en Fábrica (CPF).
  - Informe incluyendo la fórmula de trabajo de la mezcla bituminosa con todos los datos siguientes:

#### Datos generales:

- Nombre y dirección del fabricante.
- Fecha de emisión.
- Identificación de la planta (situación, tipo, características...)
- Designación del tipo de mezcla y las categorías declaradas.
- Declaración de los métodos utilizados para la validación de la mezcla (laboratorio, producción o mixto).

#### Materiales constituyentes:

- Origen y tipo de cada tamaño de árido.
- Tipo y grado del ligante.
- Origen y tipo del filler.
- Origen y tipo de aditivos (en su caso).
- Ensayo de todos los materiales según Anexo A de la norma UNE-EN 13108-20.

#### Fórmula de trabajo:

- Origen y tipo de cada tamaño de árido.
- Tipo y grado del ligante.
- Origen y tipo del filler.
- Origen y tipo de aditivos (en su caso).
- Ensayo de todos los materiales según Anexo A de la norma UNE-EN 13108-20.

Estas fichas deberán estar firmadas por las personas responsables de la inspección, y en último lugar, por el Jefe de Obra, como responsable de la unidad de obra, y deberán remitirse puntualmente a la Dirección de Obra.

Asimismo, el vigilante de la Dirección de Obra, o persona responsable designada por ésta, realizará con la periodicidad que estime oportuna, la inspección a la recepción de la mezcla en obra.

#### 3.2.2 Control de Calidad de los materiales: Tramo de prueba

El PG-3, en los apartados 542.6 y 543.6 de los artículos correspondientes dice textualmente: "Antes de iniciarse la puesta en obra de cualquier tipo de mezcla bituminosa en caliente será preceptiva la realización del correspondiente tramo de prueba, para comprobar la fórmula de trabajo, la forma de actuación de los equipos de extensión y compactación, y, especialmente, el plan de compactación"

Así, durante la ejecución del tramo de prueba (descrito en el entregable 4 de esta colección), se tomarán muestras para la verificación de que la mezcla cumple con la Fórmula de Trabajo prefijada. A título indicativo, se podrían realizar los ensayos siguientes:

- Contenido de ligante, según UNE-EN 12697-1 ó UNE-EN 12697-39.
- Granulometría de los áridos extraídos, según UNE EN 12697-2
- Contenido de huecos, según UNE-EN 12697-8.
- Densidad aparente, según UNE-EN 12697-6.
- Determinación de la sensibilidad al agua, según UNE-EN 12697-12.
- Ensayo de deformación permanente, según UNE-EN 12697-22.



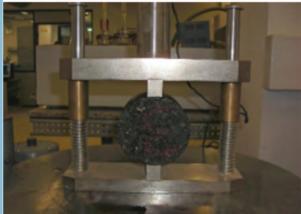
Compactador giratorio (UNE-EN 12697-31).

#### Buenas prácticas para la puesta en obra de mezclas bituminosas

- Pérdida de partículas, según UNE-EN 12697-17, para las mezclas tipo PA.
- Adicionalmente, para las mezclas tipo PA y BBTM B, ensayo de permeabilidad, según UNE-EN 12697-19 y Escurrimiento de ligante, según UNE-EN 12697-18.

muchos problemas en obra el verificar que ante dispersiones en la granulometría y en el contenido de ligante que pueden producirse durante la fabricación, aún dentro de las tolerancias admitidas en los Pliegos, el resto de propiedades de la mezcla como





Ensayo de sensibilidad al agua. Determinación de la resistencia a tracción indirecta de las MBC (UNE-EN 12697-12 y UNE-EN

Para la verificación y aprobación de los equipos de compactación y del plan de compactación, se extraerán probetas testigo, y en caso de mezclas drenantes, se determinará "in situ" la permeabilidad de la capa.

Una consideración importante en cuanto a la Fórmula de trabajo, y que recoge el PG-3 como opción a considerar por la Dirección de Obra para determinadas categorías de tráfico pesado, es la conveniencia de estudiar la sensibilidad de las propiedades de la mezcla a variaciones granulométricas y del contenido de ligante. Es totalmente recomendable y puede evitar



Compactador de placa (UNE-EN 12697-33).



Compactador de impacto (UNE-EN 12697-30).



Medida de la macrorrugosidad (UNE-EN 13036-1).

contenido de huecos, sensibilidad al agua, deformabilidad, etc, siguen dentro de los valores especificados en los Pliegos.

A efectos de verificar que la fórmula de trabajo puede cumplir después de la puesta en obra las prescripciones relativas a la textura superficial y al coeficiente de rozamiento transversal, en capas de rodadura se comprobará expresamente la macrotextura superficial obtenida, mediante el método volumétrico (norma UNE-EN 13036-1), que deberá cumplir los valores establecidos en el PG-3. Durante la ejecución del tramo de prueba se podrá analizar la correspondencia, en su caso, entre el método volumétrico y un texturómetro láser como medio rápido de control.

#### 3.3 Control de calidad del extendido y compactación

#### 3.3.1 Fichas de inspección de extendido y compactación de la mezcla

El encargado de la puesta en obra, o la persona responsable designada por la empresa, realizará la inspección del extendido y compactación de la mezcla, cumplimentando el parte o ficha de inspección de ejecución correspondiente, donde, como mínimo, deben figurar los datos siguientes:

- Verificación de que los equipos de extendido son los aprobados en el tramo de prueba.
- Verificación de la continuidad de la extensión (comprobando que no hay detenciones de la extendedora ni acumulación de camiones en el tajo).
- En caso de utilización de piezas de acople en la extendedora para aumentar su anchura, verificación de la perfecta alineación de las mismas.

- Verificación de que la capa extendida es lisa y uniforme, sin segregaciones ni arrastres.
- Verificación de que la composición y forma de actuación del tren de compactación es el aprobado en tramo de prueba.
- Verificación de que las presiones de contacto de los compactadores y la amplitud y frecuencia de vibración del compactador vibratorio son las aprobadas en el tramo de prueba.
- Verificación del estado de los rodillos (ausencia de surcos o irregularidades en la superficie).
- Control de la temperatura ambiente durante el extendido y condiciones atmosféricas.
- Control geométrico del extendido.
- Control de la ejecución de las juntas.

#### 3.3.2 Control de Calidad del extendido

Se considerará como lote el volumen de material que corresponda al menor de los tres criterios siguientes:

- Quinientos metros (500 m) de calzada.
- Tres mil quinientos metros cuadrados (3 500 m²) de calzada.
- La fracción construida diariamente.

Para cada uno de los lotes se debe determinar la densidad de referencia para la compactación, a partir de la determinación del contenido de huecos, según la UNE-EN 12697-8, y la densidad aparente, según la UNE-EN 12697-6.

La Dirección de las Obras podrá determinar la realización de ensayos de comprobación de la dosificación de ligante (UNE-EN 12697-1) y de la granulometría de los áridos extraídos (UNE-EN 12697-2).

#### 3.3.3 Control de Calidad de la compactación

Previamente al inicio de la compactación se debe comprobar que el equipo es el definido y aceptado después del tramo de prueba, verificando los puntos siguientes:

Que el número y tipo de compactadores son los aprobados.

#### Buenas prácticas para la puesta en obra de mezclas bituminosas

- El funcionamiento de los dispositivos de humectación, limpieza y protección.
- El peso total y, en su caso, presión de inflado de los compactadores.
- La frecuencia y la amplitud en los compactadores vibratorios.
- El número de pasadas de cada compactador.

Es conveniente, al terminar la compactación, medir la temperatura superficial de la capa compactada para comprobar que se encuentra dentro del rango de temperatura final de compactación especificado en la fórmula de trabajo.

#### 3.4 Control de la unidad terminada

Para la definición del lote, el PG-3 establece que "se considerará como lote, que se aceptará o rechazará en bloque, el de menor tamaño de entre los resultantes de aplicar los tres criterios siguientes a una sola capa de mezcla bituminosa en caliente:

- Quinientos metros (500 m) de calzada.
- Tres mil quinientos metros cuadrados (3.500 m²) de calzada.
- La fracción construida diariamente.

Para la verificación del espesor de la capa y la compactación de la misma, se extraerán testigos en puntos aleatoriamente situados y en un número no inferior a 3, para la determinación de:

- Densidad aparente
- Espesor

En mezclas drenantes (PA) y BBTM B, se determinará, además, el porcentaje de huecos (norma UNE-EN 12697-8).

Se determinará asimismo, la regularidad superficial del lote, mediante la determinación del índice de regularidad internacional (IRI), según la NLT-330, en toda la longitud de la obra.

En las capas de rodadura, se realizarán además, los ensayos siguientes:

• Medida de la macrotextura superficial (norma UNE-EN 13036-1), en 3 puntos del lote aleatoriamente

- elegidos. Si se ha utilizado un equipo de medida mediante texturometro laser y se ha determinado la correlación existente, se podrá utilizar este equipo como método de control rápido.
- Determinación de la resistencia al deslizamiento, norma UNE 41201 IN, antes de la puesta en servicio, y si no se cumplen los valores exigidos, una vez transcurrido un mes de la puesta en servicio de la capa.

En cuanto a la resistencia al deslizamiento, cabe decir que al ser una determinación en la que lo que se mide es el contacto árido - neumático, el resultado está muy condicionado a la estacionalidad de la medida, dándose el caso de que si la superficie de aquél está contaminada por partículas de polvo, barro, etc, el resultado obtenido varía sensiblemente, pudiéndose obtener resultados que cumplen la normativa o no, en función de la época en la que se realice la determinación.



Resistencia al deslizamiento según la UNE 41201 IN.

Otro problema relacionado con la prescripción de realizar esta determinación a tan corto tiempo desde la puesta en obra de la capa, puede producirse con ciertas mezclas de uso cada vez más frecuente, como las tipo SMA o de otro tipo, pero con un alto contenido de ligante, con vistas a un incremento de la durabilidad de las mismas, o incluso con algunos ligantes modificados, es la probabilidad de que la película superficial de ligante que recubre el árido no se haya eliminado en el plazo especificado para la medida.

#### 3.5 Tratamiento de resultados: Control estadístico mediante medias móviles y gráficos de control

Los resultados del control de calidad se han venido presentando de manera tradicional en forma de tablas, lo que hacía difícil la retención de aquellos ensayos que se salían de los límites establecidos y en qué porcentaje lo hacían, dificultando la visión global del proceso.

Así, para mejorar la calidad de la presentación de los resultados y facilitar el tratamiento de los mismos, es conveniente la representación gráfica de aquellos resultados de ensayos que se realicen en número suficientemente representativo, para que de una manera sencilla y rápida se pueda comprobar la marcha del proceso.

GIASA ha elaborado un "Manual para la elaboración de los gráficos de control de calidad de materiales", en el que se marcan las pautas para la representación gráfica de aquellos resultados de ensayos que se realicen en número suficiente como para dar lugar a un estudio estadístico representativo. En dicho Manual se han utilizado conceptos de "medias móviles" empleados en la Industria para analizar el proceso productivo, además de criterios estadísticos de "niveles de confianza" o "percentiles", los cuales se ajustan a las necesidades de estos estudios.

En los gráficos se representan también los elementos individuales y sus límites de aceptación según las especificaciones del Proyecto, así como las medias móviles y sus respectivos límites. Cuando éstos no existan en Normativa, deberán definirse en los Pliegos de Prescripciones Técnicas Particulares o marcarlos en su defecto la Dirección de las Obras.

Con estas representaciones gráficas, se puede comprobar al día la marcha del proceso para poder actuar con celeridad cuando éste se desajuste, y a posteriori tener una fácil comprensión de la calidad obtenida a lo largo de la obra, para el parámetro analizado. Esto permitirá una mejor y rápida evaluación de la calidad de la obra ejecutada.

#### 3.6 Recomendaciones para el control de calidad

- Es conveniente antes del comienzo de la obra planificar adecuadamente la gestión del control, tanto en lo que respecta a los ensayos, como a la inspección de la ejecución.
- No debe olvidarse que a partir de los datos obtenidos del control, la Dirección de las Obras debe tomar la decisión de aceptar o rechazar los materiales, fórmulas de trabajo y/o capa colocada, de ahí la importancia y la necesidad de que la información obtenida mediante el control de calidad de los materiales o unidad

- de obra, sea lo más fidedigna y representativa posible. Es incuestionable la repercusión de las decisiones derivadas del control.
- Un aspecto fundamental del control de calidad al que debe prestarse una atención especial, es la toma de muestras. Una muestra mal tomada falsea los resultados del control, invalidándolo. Deben seguirse las normas de ensayo de forma escrupulosa, indicando de forma clara cualquier desviación que se haya producido respecto de la misma. La relativa a la toma de muestras define claramente los procedimientos operatorios para realizar un muestreo correcto ya sea en el camión, durante la descarga del mezclador, del sinfín de la extendedora, del extendido, etc. Sin embargo, es la fase del control que tradicionalmente ha dado lugar a más problemas, más que la propia realización de los ensayos.
- Esto mismo cabría decir de la preparación de la muestra, fase también de gran importancia e incluso crítica, en determinados tipos de mezclas, en las que pueda producirse escurrimiento de ligante, o segregación.
- Aunque las normas de ensayo regulan todas las operaciones involucradas en los mismos, es frecuente el caso, bien por el propio tipo de ensayo, que implique una realización más compleja o una mala reproducibilidad, que hace necesario que el personal responsable de la realización e interpretación de los ensayos tenga la experiencia y cualificación suficientes.
- Otra consideración en cuanto al control de calidad está relacionada con los plazos de ensayos y entregas de resultados. El control debe ser absolutamente ágil y operativo, de forma que permita actuar con celeridad ante cualquier desajuste o incumplimiento detectado. Unos resultados conocidos fuera de plazo, sirven para muy poco.
- En resumen, el control de calidad, al que no se le ha dado siempre la importancia suficiente, es una herramienta fundamental, que, con una gestión adecuada, puede contribuir de forma eficaz, a la consecución de los objetivos propuestos.

"reforzamos el firme, consolidamos el futuro"

"by reinforcing pavements, we guarantee the future"







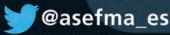


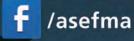
# asefma

La asociación del sector con más impacto del mundo en redes sociales (índice de Klout 60)

The asphalt industry association with major impact worldwide on social networks (Klout Score 60)

Siguenos en: / Follow us on:





(9,700 followers)

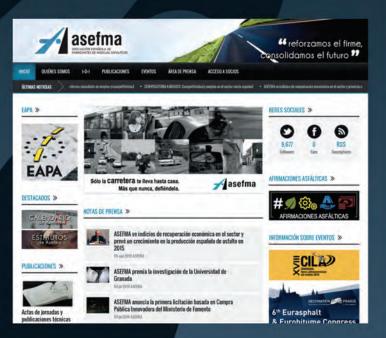
www.asefma.es

ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE FABRICANTES DE MEZCLAS ASFÁLTICAS (ASEFMA)

SPANISH ASSOCIATION OF PRODUCERS
OF ASPHALT MIXES

Avda. General Perón, 26 28020 Madrid (Spain) www.asefma.es T.: +34 911 293 660 F.: +34 911 293 566

E.: asefma@asefma.com.es



# UNE-EN 12697-26:2012: Rigidez. Anexo C, Ensayo de tracción indirecta sobre probetas cilíndricas (IT-CY)

En esta sección se describen métodos de ensayo para mezclas bituminosas en caliente.

Javier Loma, javierloma@padecasa.com

Padecasa

### 1. Objeto y principio del ensayo

Determinación de la rigidez en probetas de mezclas bituminosas compactadas, aplicando cargas de diversa tipología y geometría, mediante ensayos alternativos como son los ensayos de flexión y o los ensayos de tracción directa o indirecta.

Permiten caracterizar las mezclas bituminosas en función de su rigidez y estimar su comportamiento estructural en la carretera.

Esta ficha describe el método de ensayo correspondiente a la metodología descrita en el anejo C: ensayo de tracción indirecta sobre probetas cilíndricas (IT-CY). Este método de ensayo es aplicable a probetas cilíndricas de diferentes diámetros y alturas, fabricadas en laboratorio y/o testigos de obra.

### 2. Método operativo

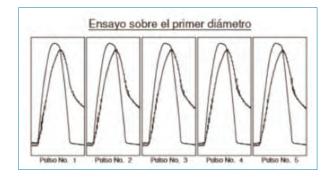
Las probetas tendrán un espesor comprendido entre 30 y 75 milímetros y diámetro de 80 mm, 100 mm, 120 mm, 150 mm o 200 mm, y su elección dependerá del tamaño máximo nominal del árido de la mezcla. La cantidad mínima de probetas por ensayo es de 4 unidades, debiendo determinar la densidad aparente de cada una según la UNE EN 12697-6, que no debe diferir en más del 1% del promedio de la densidad aparente del lote.

Para la realización del ensayo, las probetas se deben almacenar a una temperatura inferior a 25 °C en una superficie plana durante un periodo comprendido entre 14 y 42 días desde su fabricación (para probetas cortadas o serradas ver punto 5.1 de la norma). El ensayo no comenzará hasta alcanzar la probeta la temperatura de ensayo, que debe colocarse en la cámara climática al menos 4 horas antes del ensayo.

NOTA: Según indica el Artículo 542 del PG-3, para mezclas de alto módulo, las probetas deben fabricarse con el equipo de impacto (UNE EN 12697-30) aplicando 75 golpes por cada cara de la probeta, siendo la temperatura de ensayo 20 °C. El valor exigido para las mezclas AC MAM es >11.000 MPa.

En las probetas se traza una línea en el diámetro y otra línea en un segundo diámetro a 90±10° del primero. Una vez alcanzada la temperatura prevista en la probeta, se monta en el dispositivo de ensayo con uno de sus diámetros en posición vertical, ajustando los sistemas de medición de la deformación, según indique el fabricante del equipo.

El equipo de ensayo debe incorporar un actuador de carga adecuado, que permita aplicar una carga a lo largo del diámetro vertical de la probeta. El periodo ascendente (tiempo necesario para que la carga aplicada aumente de cero hasta el valor máximo) debe ser 124±4 ms. El valor de la carga máxima se debe ajustar para alcanzar una deformación horizontal transitoria del 0,005% del diámetro de la probeta, evitando una deformación excesiva de la probeta.



Se aplican 10 pulsos de acondicionamiento para alcanzar la deformación diametral horizontal y el tiempo de carga especificados. Posteriormente se aplican 5 pulsos adicionales y se mide la variación de la carga aplicada y la deformación ho-

### UNE-EN 12697-26:2012: Rigidez. Anexo C, Ensayo de tracción indirecta sobre probetas cilíndricas (IT-CY)

rizontal en el tiempo, determinando el factor de superficie de carga (el factor de superficie de carga recomendado es 0,60, ver C.4.2.2.2.).

El módulo de rigidez se determina a partir de la siguiente ecuación:

$$E = \frac{F \times (\nu + 0, 27)}{(z \times h)}$$

Donde:

E = Módulo de rigidez (MPa)

F = Valor máximo de la carga vertical aplicada (N)

z = Amplitud de la deformación horizontal (mm)

h = Espesor medio de la probeta (mm)

v = Coeficiente de Poisson (si no se determina suponer

0,35 para todas las temperaturas)

El módulo de rigidez obtenido debe ser ajustado a un factor de superficie de carga de 0,60 aplicando la formula de la norma (C.4.2.3.3.).

El ensayo se repite girando la probeta alrededor de su eje horizontal 90±10°. Si el valor obtenido está comprendido entre +10% y -20% del valor realizado inicialmente (primer ensayo) se calcula el valor medio y se toma como resultado de modulo de rigidez de la probeta. Si la diferencia entre los dos valores es mayor que la especificada se rechaza el ensayo.

### 3. Equipamiento

El ensayo requiere un conjunto de equipamiento complejo, cuyo correcto funcionamiento debe ser comprobado periódicamente. Los equipos requeridos son los siguientes:

- Equipos generales: termómetros, soportes y sierra de
- Equipo de ensayo, compuesto por estructura de hierro, pletinas, sistema de aplicación de carga capaz de aplicar impulsos de carga y alternando con periodos de descanso, anillo de acero que permita simular un módulo de rigidez efectivo a tracción indirecta entre 1.500 y 3.000 MPa, sistema de medición de la deformación diametral horizontal y equipo de registro.



Recinto que permita mantener una temperatura constante para el acondicionamiento de las probetas y realización del ensayo.

#### 4. Puntos críticos

El equipo de medida de rigidez tiene un coste elevado, siendo muy poco accesible a la mayoría de los laboratorios de control de calidad de las empresas fabricantes y laboratorios de materiales.

Los valores obtenidos en el ensayo realizado sobre probetas con la misma composición y diámetros diferentes no son comparables a menos que se hayan realizado previamente ensayos de compactación adicionales, al igual que para ensayos sobre probetas procedentes de laboratorio con testigos procedentes de la obra.

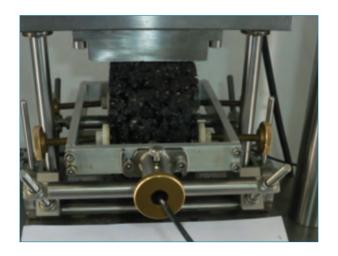
El resultado del ensayo es muy sensible a varios parámetros que intervienen en el proceso del mismo: tratamiento previo de la mezcla (preparación), temperatura de ensayo, metodología de compactación de las probetas, etc.

No se ha determinado la precisión del ensayo para la metodología descrita en esta ficha (anexo C).

### 5. Comentarios

En algunos países el ensayo se realiza a diferentes temperaturas, en función del valor promedio de temperatura de la zona geográfica donde se tiene previsto colocar, aportando un resultado de su capacidad estructural en las condiciones de trabajo en la carretera.

Sería importante realizar trabajos de investigación para determinar las propiedades reales de pavimentos a partir de la



medida del módulo de rigidez con probetas fabricadas en laboratorio y testigos procedentes de las obras.

A tener en cuenta en el ensayo de rigidez es la posibilidad de recuperar las probetas para realizar de nuevo otros ensayos (ensayo "no destructivo").

### 6. Bibliografía

- UNE-EN 12697-6. Densidad aparente.
- UNE-EN 12697-13. Medición de la temperatura.
- UNE-EN 12697-26. Rigidez.
- UNE-EN 12697-29. Dimensiones
- UNE EN 12697-30. Compactador de impacto.

El ensayo de rigidez es un ensayo rápido, que permite obtener información importante sobre el funcionamiento estructural de las mezclas bituminosas. Hay determinados parámetros que influyen directamente en el resultado del ensayo, como es la temperatura de ensayo, acondicionamiento de la mezcla y de las probetas o la edad de las mismas, que deben ser tenidos en cuenta para el análisis de los resultados.

#64

## AFIRMACIONES ASFÁLTICAS

"Carreteras en buen estado de conservación reducen sensiblemente las emisiones por parte de los vehículos. Con mezclas asfalticas el mantenimiento es rapido y eficiente" (Editorial, Número 26)

#SOSTENIBILIDAD\_Y\_MEDIO\_AMBIENTE

# **Asphalt**

Especialistas en productos Químicos y mejoras Tecnológicas para la industria asfáltica global, con dedicación exclusiva y asesoramiento personalizado.

Total compromiso con la innovación y desarrollo de alternativas ecológicas.

Fabricación y suministro de Aditivos para mezclas bituminosas y ligantes asfálticos.



### Especialidades para aplicaciones asfálticas

**Fibras** de celulosa granulares, **Ceras** y **Tensoactivos** para la fabricación de mezclas semicalientes, **Activantes de adhesividad** (a+p),

Pigmentos de alto rendimiento para mezclas en caliente, Ligante sintético granular, ECO-aditivo para la fabricación de mezclas

en frío ensacables, **Asfalto natural** y endurecedores de ligante,

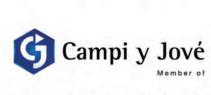
Antiadherentes vegetales y limpiadores alternativos al gasóleo,

Polímeros, Caucho NFU y resinas, Rejuvenecedores (RAP), aditivo Antihielo,

Emulgentes, Acidificantes, dispersiones SBR (Látex), Solventes ecológicos, revestimientos Antiqueroseno, Pinturas decorativas resistentes al tráfico,

sistemas para Impresión de pavimentos, tratamientos Protectores de gran

desempeño, Estabilizantes para suelos, tratamientos Antipolvo...







# Últimas actualizaciones en legislación, normativa y otras disposiciones

En esta sección se lista la actualización de la legislación y otras disposiciones, las normas EN que se han publicado, así como las nuevas normas que se han incluido para su revisión y que se encuentran en proyecto, para diferentes materiales relacionados con las mezclas bituminosas (áridos, ligantes bituminosos y mezclas). En esta entrega se recoge el listado de normas desde el 13 de septiembre hasta el 8 de noviembre de 2017.

### BETUNES Y LIGANTES BITUMINOSOS (COMITÉ TÉCNICO AEN/CTN 51/SC1)

#### NORMATIVA EN PROYECTO

- PNE-prEN 1431 (Última publicación año 2009). Betunes y ligantes bituminosos. Determinación por destilación del ligante residual y de los fluidificantes en las emulsiones bituminosas
- PNE-prEN 12591 (Última publicación año 2009). Betunes y ligantes bituminosos. Especificaciones de betunes para pavi-
- PNE-prEN 13074-1 (Última publicación año 2011). Betunes y ligantes bituminosos. Recuperación del ligante de las emulsiones bituminosas o de los ligantes bituminosos fluidificados o fluxados. Parte 1: Recuperación por evaporación
- PNE-prEN 13074-2 (Última publicación año 2011). Betunes y ligantes bituminosos. Recuperación del ligante de las emulsiones bituminosas o de los ligantes bituminosos fluidificados o fluxados. Parte 1: Estabilización después de la recuperación por evaporación
- PNE-prEN 13302 (Última publicación año 2010). Betunes y ligantes bituminosos. Determinación de la viscosidad dinámica de los ligantes bituminosos usando un viscosímetro de rotación de aguja
- PNE-prEN 13303 (Última publicación año 2009). Betunes y ligantes bituminosos. Determinación de la pérdida de masa por calentamiento de los betunes industriales
- PNE-prEN 13398 (Última publicación año 2010). Betunes y ligantes bituminosos. Determinación de la recuperación elástica de los betunes modificados
- PNE-prEN 13399 (Última publicación año 2010). Betunes y ligantes bituminosos. Determinación de la estabilidad al almacenamiento de los betunes modificados
- PNE-prEN 13588 (Última publicación año 2008). Betunes y ligantes bituminosos. Determinación de la cohesión de los ligantes bituminosos mediante el ensayo de péndulo
- PNE-prEN 13589 (Última publicación año 2008). Betunes y ligantes bituminosos. Determinación de las propiedades de tracción de betunes modificados por el método fuerza-ductilidad
- PNE-prEN 13702 (Última publicación año 2010). Betunes y ligantes bituminosos. Determinación de la viscosidad dinámica del betún modificado por el método del cono y la placa.

### MEZCLAS BITUMINOSAS (COMITÉ TÉCNICO AEN/CTN 41/SC2)

### **NORMATIVA PUBLICADA**

- UNE EN 12697-16 (Publicada en Septiembre de 2017). Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 16: Abrasión por neumáticos claveteados
- UNE EN 14187-1 (Publicada en Septiembre de 2017). Productos de sellado aplicados en frío. Método de ensayo. Parte 1: Determinación de la tasa de polimerización

### **NORMATIVA EN PROYECTO**

- PNE-EN 12274-1 (última publicación año 2002). Lechadas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 1: Toma de muestras
- PNE-EN 12274-2 (última publicación año 2003). Lechadas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 2: Determinación del contenido en ligante residual incluida la preparación de las muestras

### MEZCLAS BITUMINOSAS (COMITÉ TÉCNICO AEN/CTN 41/SC2) (CONTINUACIÓN)

#### NORMATIVA EN PROYECTO (continuación)

- PNE-EN 12274-3 (última publicación año 2002). Lechadas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 3: Consistencia
- PNE-EN 12274-4 (última publicación año 2003). Lechadas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 4: Determinación de la cohesión de la mezcla
- PNE-EN 12274-5 (última publicación año 2003). Lechadas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 5: Determinación del contenido mínimo de aglomerante y resistencia al desgaste
- PNE-EN 12274-6 (última publicación año 2002). Lechadas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 6: Velocidad de aplica-
- PNE-EN 12697-3/prA1 (última publicación año 2013). Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezclas bituminosas en caliente. Parte 3: Recuperación de betún. Evaporador rotatorio
- PNE-prEN 12697-5 (última publicación año 2012). Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezclas bituminosas en caliente. Parte 5: Determinación de la densidad máxima
- PNE-prEN 12697-8 (última publicación año 2003). Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 8: Determinación del contenido de huecos en las probetas bituminosas
- PNE-prEN 12697-10 (última publicación año 2007). Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezclas bituminosas en caliente. Parte 10: Compactibilidad
- PNE-prEN 12697-12 (última publicación año 2009). Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 12: Determinación de la sensibilidad al agua
- PNE-prEN 12697-13 (última publicación año 2001). Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 13: Medición de la temperatura
- PNE-EN 12697-16 (última publicación año 2006). Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 16: Abrasión por neumáticos claveteados
- PNE-EN 12697-17 (última publicación año 2007). Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 17: Pérdida de partículas de una probeta de mezcla bituminosa drenante
- PNE-EN 12697-18 (última publicación año 2006). Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 18: Ensayo de escurrimiento de ligante
- PNE-prEN 12697-23 (última publicación año 2004). Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezclas bituminosas en caliente. Parte 23: Determinación de la resistencia a la tracción indirecta de probetas bituminosas
- PNE-prEN 12697-24 (última publicación año 2013). Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 24: Resistencia a
- PNE-EN 12697-25 (última publicación año 2006). Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 25: Ensayo de compresión cíclico
- PNE-prEN 12697-26 (última publicación año 2012). Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 26: Rigidez
- PNE-prEN 12697-27 (última publicación año 2001). Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 27: Toma de muestras
- PNE-prEN 12697-30 (última publicación año 2001). Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezclas bituminosas en caliente. Parte 30: Preparación de probetas mediante compactador de impactos
- PNE-prEN 12697-33 (última publicación año 2007). Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 33: Elaboración de probetas con compactador de placas
- PNE-prEN 12697-44 (última publicación año 2011). Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezclas en caliente. Parte 44: Propagación de fisura por el ensayo de flexión con una probeta semicircular
- PNE-FprCEN/TS 12697-50 (norma nueva). Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 50: Resistencia al desgaste
- PNE-FprCEN/TS 12697-51 (norma nueva). Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 51: Ensayo de resistencia superficial al corte
- PNE-FprCEN/TS 12697-52 (norma nueva). Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 52: Acondicionamiento para determinar el envejecimiento oxidativo
- PNE-prEN 13036-5 (norma nueva). Características superficiales de carreteras y superficies aeroportuarias. Métodos de ensayo. Parte 5: Determinación de los índices de regularidad superficial longitudinal
- PNE-EN 13108-1 (última publicación año 2008). Mezclas bituminosas. Especificaciones de materiales. Parte 1: Hormigón bituminoso
- PNE-EN 13108-2 (última publicación año 2007). Mezclas bituminosas. Especificaciones de materiales. Parte 2: Hormigón bituminoso para capas muy delgadas

### MEZCLAS BITUMINOSAS (COMITÉ TÉCNICO AEN/CTN 41/SC2) (CONTINUACIÓN)

#### NORMATIVA EN PROYECTO (continuación)

- PNE-EN 13108-3 (última publicación año 2008). Mezclas bituminosas. Especificaciones de materiales. Parte 3: Mezclas bituminosas tipo SA
- PNE-EN 13108-4 (última publicación año 2008). Mezclas bituminosas. Especificaciones de materiales. Parte 4: Mezcla bituminosa tipo HRA
- PNE-EN 13108-5 (última publicación año 2008). Mezclas bituminosas. Especificaciones de materiales. Parte 5: Mezclas bituminosas tipo SMA
- PNE-EN 13108-6 (última publicación año 2008). Mezclas bituminosas. Especificaciones de materiales. Parte 6: Másticos
- PNE-EN 13108-7 (última publicación año 2008). Mezclas bituminosas. Especificaciones de materiales. Parte 7: Mezclas
- PNE-EN 13108-8 (última publicación año 2007). Mezclas bituminosas. Especificaciones de materiales. Parte 8: Mezcla bituminosa reciclada
- PNE-EN 13108-9 (norma nueva). Mezclas bituminosas. Especificaciones de materiales. Parte 9: Mezcla bituminosa tipo AUTL
- PNE-EN 13108-20 (última publicación año 2009). Mezclas bituminosas. Especificaciones de materiales. Parte 20: Ensayos
- PNE-EN 13108-21 (última publicación año 2009). Mezclas bituminosas. Especificaciones de materiales. Parte 21: Control de producción en fábrica
- PNE-prEN 13285 (última publicación año 2010). Mezclas de áridos sin ligante. Especificaciones
- PNE-EN 13473-1 (última publicación año 2006). Caracterización de la textura de pavimentos mediante el uso de perfiles de superficie. Parte 1: Determinación de la profundidad del perfil
- PNE-prEN 13880-6 (última publicación año 2006). Productos de sellado aplicados en caliente. Parte 6: Método para la preparación de muestras de ensayo
- PNE-prEN 13880-7 (última publicación año 2004). Productos de sellado aplicados en caliente. Parte 7: Ensayo de funcionamiento de productos de sellado
- PNE-prEN 13880-8 (última publicación año 2004). Productos de sellado aplicados en caliente. Parte 8: Método de ensayo para la determinación de la variación de la masa de los productos de sellado resistentes a los carburantes después de la inmersión en carburante
- PNE-prEN 13880-10 (última publicación año 2004). Productos de sellado aplicados en caliente. Parte 10: Método de ensayo para la determinación de la adherencia y de la cohesión después del alargamiento y compresión continuados
- PNE-prEN 13880-13 (última publicación año 2004). Productos de sellado aplicados en caliente. Parte 13: Método de ensayo para la determinación del alargamiento discontinuo (ensayo de adherencia)
- PNE-EN 14187-1 (última publicación año 2004). Productos de sellado aplicados en frío. Método de ensayo. Parte 1: Determinación de la tasa de polimerización
- PNE-EN 14187-5 (última publicación año 2004). Productos de sellado aplicados en frío. Método de ensayo. Parte 5: Determinación de la resistencia a la hidrólisis
- PNE-prEN 14187-7 (última publicación año 2004). Productos de sellado aplicados en frío. Método de ensayo. Parte 7: Determinación de la resistencia a la llama
- PNE-prEN 14187-9 (última publicación año 2007). Productos de sellado aplicados en frío. Método de ensayo. Parte 9: Ensayo de funcionamiento de productos de sellado
- PNE-prEN 14188-2 (última publicación año 2005). Productos de sellado de juntas. Parte 2: Especificaciones para productos de sellado aplicados en frío

### ÁRIDOS (COMITÉ TÉCNICO AEN/CTN 146)

### **NORMATIVA EN PROYECTO**

- PNE-prEN 13043 (última publicación año 2004). Áridos para mezclas bituminosas y tratamientos superficiales de carreteras, aeropuertos y otras zonas pavimentadas
- PNE-prEN 16236 (norma nueva). Evaluación de la conformidad de los áridos. Ensayos iniciales de tipo y control de producción en fábrica

### Secciones fijas

### **COMENTARIOS SOBRE LAS NORMAS**

- Dentro del Comité Técnico de betunes y ligantes bituminosos se han incorporado dos normas a revisión que corresponden a dos metodologías para la obtención del ligante residual de las emulsiones bituminosas.
- En cuanto a las normas en revisión para mezclas bituminosas se han incorporado en el listado métodos de ensayo habitualmente empleados como la determinación de la densidad máxima y contenido de huecos así como la obtención del ligante por rotavapor. También se han incorporado la norma de compactación por impacto así como el método para la determinación de la propagación de fisuras por flexión en probetas semicirculares. Por otro lado se han publicado la norma de abrasión por neumático claveteados así como la metodología para determinar la tasa de polimerización de productos para sellado en frío.
- En cuanto al Comité de Áridos no ha tenido lugar ninguna modificación.

#### **OTRAS NOTICIAS**

PUBLICACIÓN DEL EXTRACTO DE LA RESOLUCIÓN DE 27 DE OCTUBRE DE 2017 DE LA SECRETARIA DE ESTADO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN Y LA PRESIDENCIA DE LA AGENCIA ESTATAL DE INVESTIGACIÓN, POR LA QUE SE APRUEBA LA CONVOCATORIA DE TRAMITACIÓN ANTICIPADA DEL AÑO 2017, PARA LA CONCESIÓN DE LAS AYUDAS CORRESPONDIENTES A LA CONVOCATORIA RETOS-COLABORACIÓN DEL PROGRAMA ESTATAL DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN ORIENTADA A LOS RETOS DE LA SOCIEDAD

En este extracto se incluyen una serie de indicaciones sobre la convocatoria indicada y en el que se destacan los siguientes puntos para actividades referidas a aspectos relacionados con la construcción:

#### Beneficiarios

- Organismos públicos de investigación
- Universidades públicas
- Otros centros públicos de I+D
- Centros tecnológicos de ámbito estatal y centros de apoyo a la innovación tecnológica de ámbito estatal adscritos en el registro de centros reglados por el Real Decreto 2093/2008 de 18 de diciembre
- Universidades privadas con demostrada experiencia en I+D
- Otros centros privados de I+D con personalidad jurídica propia sin ánimo de lucro que tengan definida la I+D como actividad principal
- Empresas con actividad económica dirigida al mercado constituidas antes de la fecha de publicación del extracto
- · Asociaciones empresariales sectoriales constituidas antes de la publicación del extracto

### Objeto

El apoyo a proyectos en cooperación entre empresas y organismos de investigación con el fin de promover el desarrollo de nuevas tecnologías, la aplicación empresarial de nuevas ideas y técnicas y contribuir a la creación de nuevos productos y servicios.

### Bases reguladoras

Publicadas en la Orden ECC/1780/2013 de 30 de septiembre

#### Cuantía

La cuantía máxima de esta convocatoria es de 399.400.000 € donde 99.400.000 € se gestionará en forma de subvención y 300.000.000 € en forma de anticipo reembolsable FEDER y préstamo que se imputará a diferentes aplicaciones presupuestarias correspondientes de los Presupuestos Generales del Estado para 2018 y sus equivalentes en ejercicios posteriores

### Forma y plazo de presentación de solicitudes

La forma de presentación se realizará mediante proceso telemático en la sede electrónica de la Secretaria de Estado de Investigación, Desarrollo e Innovación. El plazo de presentación será del 14 de noviembre de 2017 hasta el 13 de diciembre de 2017

# Innovacarretera 2017

### Feria de demostraciones y proyectos tecnológicos de referencia para el sector

El pasado 7 de noviembre tuvo lugar en Madrid, en la Nave Boetticher, la celebración de la 4ª edición de la Feria bienal de Demostración Tecnológica del Sector de las Infraestructuras Viarias, Innovacarretera 2017, en donde se congregó al sector y a las Administraciones Públicas para dar a conocer los últimos avances tecnológicos en materia de Auscultación, ITS, Gestión de Infraestructuras, Seguridad Vial, Ingeniería Civil y Medio Ambiente con la presentación de numerosos proyectos.

INNOVACARRETERA, evento bienal promovido por la Plataforma Tecnológica Española de la Carretera (PTC), se presenta como un gran escaparate de las posibilidades y soluciones que aporta el sector viario español en materia de sostenibilidad y eficiencia en infraestructuras de transportes. La edición 2017 tuvo lugar el 7 de noviembre en La Nave Boetticher de Madrid.

El programa se compone de cuatro bloques paralelos ubicados en distintas áreas del recinto. De este modo, en la nave central tuvo lugar la inauguración, conferencias magistrales, las presentaciones de los demostradores, la entrega de los Premios a la innovación en infraestructuras viarias y la clausura; en la sala 1 se presentaron proyectos de I+D+i vinculados a medio ambiente, seguridad vial, sistemas inteligentes de transporte y pavimentación; y en la zona de estands se pudieron conocer los proyectos de las empresas participantes: Acciona, Advanced Roads, AMAC, Becsa, Bomag, Cartif, CI3, Collosa, CTAG, Dynapac, Eiffage, EMSA, EMT, EPC Tracker, Equinox, Faplisa, Farobel, G@TV, Giteco, Ineco, Insia, Insitu, ITD, Lissit, Multienlace, Nightway, Repsol, Sacyr, Tecnalia, Treelogic, Universidad Alfonso X El Sabio, Universidad Carlos III, Universidad de Granada y Ascendum.

Por fin, en el área de demostraciones se pudieron visitar de forma continuada las demostraciones de las siguientes organizaciones:

- EMT Madrid: Electrificación de una línea por carga de oportunidad inductiva
- INSIA (Universidad Politécnica de Madrid): Vehículo autónomo (Autocits)
- Nightway: Balizamiento mediante materiales luminiscentes

- AMAC (Advenced Mobile Asset Collection): Illumetric equipo de Mobile Mapping
- FAPLISA (Fabricación y Aplicación de Pinturas Especiales, S.A.): Plásticos en frío estructurados
- ITD (Innova Tech Development): Sistema de balizas inteligentes
- MULTIENLACE: DePAC Detección de presencia de animales en calzada
- INSITU: Equipo de Mobile Mapping
- BECSA: Pantalla acústica basada en cristales de sonido
- EIFFAGE: Barrera de hormigón in situ

Además se pudieron visitar 35 puntos de información con los proyectos de I+D+i/tecnologías/productos de los diferentes participantes inscritos en esta edición y tener un contacto directo con el mundo de las infraestructuras de carretera. El evento también fue cubierto por Itafec, Instituto Técnico Avanzado de Ferias, Eventos y Congresos, y pudo verse online gracias a la retransmisión en "streaming" a cargo de esta organización.



### Innovacarretera 2017



### El apoyo de Asefma

Como muestra de su apoyo a Innovacarretera 2017, la Asociación Española de Fabricantes de Mezclas Asfálticas (Asefma) celebró su Junta directiva el pasado 7 de noviembre, garantizando la presencia de socios destacados procedentes de distintos puntos de la geografía española y, en concreto de: Castilla y León, Cataluña, Comunidad de Madrid, Comunidad Valenciana, Extremadura y País Vasco.

La implicación de los socios de Asefma en esta edición de Innovacarretera quedó además patente con su participación como demostradores tecnológicos, con estands informativos y con la presentación de proyectos de I+D+ i.

### Premios al mejor proyecto de I+D+i y a la mejor tesis doctoral

Durante la cuarta edición de Innovacarretera, la Plataforma Tecnológica de la Carretera (PTC) ha hecho entrega del "Premio al Mejor Proyecto de I+D+i" y del "Premio a la Mejor Tesis Doctoral", enmarcados en la tercera edición de los Premios a la Innovación en Infraestructuras Viarias.

Becsa, entidad asociada a Asefma, se ha alzado con el primero de los galardones por su proyecto "Investigación y Desarrollo de Pantalla Acústica Basada en Cristales de Sonido para Infraestructuras Viarias", que desarrolla en colaboración con el grupo "Sonic Crystals Technologies" de la Universitat Politècnica de València. Por su parte, Alberto Moral ha sido el autor de la investigación reconocida con el "Premio a la mejor tesis doctoral".

La pantalla diseñada por Becsa está formada por un conjunto de dispersores acústicos aislados y ordenados de forma cristalina que permiten utilizar la dispersión múltiple como nuevo mecanismo de control de ruido, dando lugar a bandas de frecuencias donde no existe propagación del sonido. Entre sus ventajas se encuentran la reducción del ancho de ocupación de la pantalla, el aumento de la permeabilidad visual y al viento, la sostenibilidad (uso de materiales reciclados en la fabricación) y la adaptación del diseño a cada problema de ruido concreto, sintonizando la misma.

El proyecto de Becsa, elegido por su solvencia, calidad técnica, alineación con los objetivos de la agenda estratégica de la PTC y aplicabilidad de los resultados, concurría al premio con otros proyectos de alta calidad y solvencia:

- Hermes S-3D: "Healthy and efficient routes in massive open-data based smart cities: smart 3D modelling", de la Universidad de Vigo.
- Ronin: "Road Network Information", de INECO
- SUP&R ITN: "Sustainable Pavements & Railway Initial Training Network", de un consorcio liderado por la Universidad de Nottigham.

Respecto al "Premio a la mejor tesis doctoral" de la Plataforma Tecnológica de la Carretera (PTC), este ha recaído sobre "La herramienta ambiental análisis del ciclo de vida en el estudio de secciones de firme" de Alberto Moral. La tesis del investigador de Cartif y coordinador del proyecto BAT-TLE CO2, que también fue finalista en el Premio a la Mejor Práctica Medioambiental del 2017 de Asefma, concurría con las tesis de los doctores Javier Martínez, María Rosa Varela, Pooyan Ayar, Cristina Torres, Mónica Laura Alonso, Elena de la Peña y Juan Gómez.

La tesis doctoral galardonada fue elegida entre las candidatas al premio por la calidad y alcance investigador de la tesis, por la adecuación de la investigación a los objetivos estratégicos de la PTC y por la aplicación práctica de los resultados obtenidos.

## Cuéntame del Asfalto

## Homenaje a los técnicos del asfalto

El pasado 6 de noviembre de 2017 se celebró una Jornada que quedará por tiempo grabada en la memoria y recuerdo de quienes asistieron y de tantos otros que pudieron seguirla vía streaming.



No fue una Jornada técnica al uso, sino planteada como la posibilidad de escuchar y conocer la opinión de una representación de expertos reconocidos en el sector del asfalto y las carreteras, como homenaje a ellos y a otros tantos que han contribuido en su evolución.

La jornada, organizada por una serie de técnicos del sector del asfalto, Lucía Miranda, Maria del Mar Colás, Emilio Moreno y Javier Loma, y coordinada por Francisco Lucas, se presentó con el objetivo de realizar un reconocimiento a una generación de técnicos que han marcado una época en el sector del asfalto en España. Entre ellos se encontraban Alberto Bardesi, Andrés Costa, Jacinto Luis Garcia Santiago, Baltasar Rubio, José Antonio Soto y Ramón Tomás, que en el desarrollo de la jornada nos expusieron, de primera mano, sus experiencias y vivencias personales y profesionales.

Una de las innovaciones de esta jornada, que ha sido pionera en el sector, es la financiación de los costes asociados a la organización del evento, que se llevó a cabo mediante el modelo de crowdfunding, a través de la plataforma Verkami, habilitada específicamente para ello. Con este sistema, la aportación previa de los asistentes e interesados en la jornada en forma de recompensas, ha permitido abordar los costes incurridos en la organización del evento. Además, los organizadores, han considerado adecuado, que la cantidad económica que excediera los costes reales del evento, fueran destinados a la Asociación de Víctimas de Accidentes de Tráfico de España DÍA.

En esta convocatoria se ha podido conocer el lado humano de los técnicos homenajeados a partir de sus vivencias, conocer los obstáculos y recompensas que se han encontrado a lo largo de su trayectoria, no solo a nivel profesional, sino también a nivel personal. En este sentido, se vivieron momentos de gran emotividad por la presencia de sus familias, especialmente de sus esposas, que expusieron "el otro punto de vista", como compañeras de viaje de la profesión de sus esposos.

La jornada se distribuyó en varias secciones, permitiendo dar voz a diferentes partícipes en la evolución del sector de la carretera y el asfalto en los últimos 50 años, para lo que se contó con la presencia de personas como representantes de diferentes organismos con los que los expertos han colaborado y compartido experiencias, y que han influido de manera importante en esta evolución, permitiendo a todo el sector alcanzar muchos de los objetivos conseguidos.

### Cuéntame del Asfalto



Así, el coloquio con las "asociaciones sectoriales que han ejercido un importante papel en la evolución de las carreteras españolas y el asfalto" estuvo coordinado por Mª del Mar Colás, y contó con la participación de Juan José Potti (presidente Ejecutivo de Asefma), Pablo Sáez (gerente de ACEX), Jacobo Diaz (director general de la AEC), Luis Alberto Solís (presidente de la ATC) y Daniel Andaluz (gerente de ATEB). Cada uno de ellos mostró, a través de anécdotas, la parte más humana de los homenajeados, así como una visión de su aportación técnica en el sector.

En cuanto a la participación de "las universidades en la generación de conocimiento", sección coordinada por Javier Loma, estuvo representada por Félix Pérez (catedrático de la Escuela de Ingenieros de I.C.C.P. de la UPC), Miguel Ángel del Val (catedrático de la Escuela de I.C.C.P. de la UPM), Ma del Carmen Rubio (catedrática de la Escuela de I.C.C.P. de la Universidad de Granada) y Ángel Sampedro (director de Ingeniería Civil de la Universidad Alfonso X El Sabio). En este caso, hubo la posibilidad de conocer la relación de los técnicos con las Universidades, así como la evolución en el tiempo y el papel que ahora mismo representan.

Otro bloque de la jornada se completó con un coloquio, coordinado por Emilio Moreno, sobre "el valor del conocimiento técnico", y en el que se pudo conocer la opinión de los expertos sobre los avances tecnológicos hasta el momento y su visión de lo que, en su opinión, se espera para el futuro.

Finalmente, la jornada se completó con una exposición a cargo de Juan José Potti sobre "Las carreteras del Nuevo Milenio", en la que presentó las evoluciones que se espera en el futuro, no sólo en las carreteras, sino para la interrelación entre la carretera y el vehículo asociado a ésta.

La Jornada #CuentameASFALTO terminó con la proyección de un video de agradecimiento a los mecenas del proyecto y a todos los que lo han hecho posible, completado con la intervención de Francisco Canes, presidente de la Asociación de Víctimas de Accidentes de Tráfico DÍA.

Para terminar, hubo ocasión de ver un video cargado de energía, que mostraba una representación de la nueva generación de técnicos que tomará el relevo al frente del sector y en quienes se confía porque "El show debe continuar".

El evento, retransmitido vía streaming por ITAFEC, alcanzó una audiencia online estimada en 254.849 usuarios según Tweet Binder, generado paralelamente a la jornada mediante el hashtag #CuentameASFALTO, donde se emitieron 485 tweets con los que se originaron 3.120.382 impresiones. Además se consiguió ser tendencia en Twitter España a las 17:00, como anunció el magazine digital "El Titular", siendo el mayor pico de actividad cuando tuvo lugar el coloquio sobre "el valor del conocimiento técnico" con los expertos.

#CuentameASFALTO finalizó con el sentimiento por parte de los organizadores de haber hecho un buen trabajo, con el agradecimiento y felicitaciones de todos los presentes y las correspondientes fotos de familia, saludos, entrega de regalos, etc.

## Noticias del sector

En esta sección recogemos informaciones sobre citas relevantes, convocatorias e iniciativas relacionadas con el sector de la pavimentación.

### Jornada de formación: "Soluciones asfálticas sostenibles y adaptadas al cambio climático para firmes de carreteras de baja intensidad de tráfico"

La Jornada ha sido promovida por la Junta de Castilla y León, la ha organizado la Asociación Técnica de Carreteras (ATC) y han colaborado ATEB y ACEX.

La jornada se celebró el 3 de octubre en el salón de actos de la Consejería de Fomento y Medio Ambiente de la Junta de Castilla y León con la asistencia de 170 técnicos de carreteras tanto de administraciones públicas como del sector privado.

En la inauguración participaron Andrés Costa, ponente general de la jornada y presidente del Comité de Carreteras de Baja Intensidad de Tráfico de la Asociación Técnica de Carreteras; Jesús Santamaría, director técnico de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento, y Luis Alberto Solís, director de Carreteras e Infraestructuras de la Junta de Castilla y León.

La jornada se desarrolló en tres sesiones. La primera de ellas, dedicada al proyecto TRACC, la segunda a la Conservación de carreteras de baja intensidad de tráfico en Castilla y León y la tercera a una propuesta de Pliegos de Prescripciones Técnicas para carreteras de baja intensidad de tráfico, realizada por la ATC.

Dentro de la primera sesión, Julio González, jefe de Servicio de Conservación y Explotación de Carreteras de la Junta de Castilla y León, hizo una presentación del proyecto TRACC y de la participación de la Junta en él, centrándose a continuación en la descripción de los tramos de ensayo del proyecto realizados en Valladolid y en su seguimiento.

El seguimiento, tras siete años de puesta en servicio, ha mostrado una excelente evolución, tanto desde el punto de vista estructural (deflexiones) como del de la seguridad (CRT con valores de 50 a 60 en todo el tramo). No obstante, hay que señalar que, tras la puesta en servicio de la VA-30, la carga de tráfico de la CL-600 se ha visto considerablemente reducida, tanto en vehículos totales (50%) como, sobre todo, de pesados (70%).

María del Mar Colás, directora del Comité Técnico de ATEB, hizo un resumen de los principales objetivos y logros del proyecto TRACC en su conjunto. Este proyecto, enmarcado dentro del programa SUDOE, contó con la participación de organizaciones españolas (Junta de Castilla y León y ATEB), francesas (Conseil de Haute Garonne, LRPC Toulouse y SRIR MP) y portuguesas (Politécnico de Setúbal y Sines Tecnopolo).

Como resultado de todo ello, se desarrolló la Herramienta Informática TRACC, cuya reciente renovación fue presentada por Daniel Andaluz, gerente de ATEB. Se trata de una aplicación informática de ayuda en la toma de decisiones tomando en cuenta diversos criterios, pero no debe pensarse en ella como una aplicación de dimensionamiento.

El programa toma en cuenta diversos factores: naturaleza de la carretera, tipo estructural, climatología, estado del soporte, tipo de actuación y objetivos de mejora buscados. Asimismo permite establecer los criterios de ponderación: medioambientales, técnicos, sociales y económicos. La respuesta del programa analiza la bondad de la solución en base a un amplio abanico de cuestiones en cada uno de los criterios analizados.

En la segunda sesión, Pablo Sáez, director de ACEX, comenzó clarificando la terminología que se debe emplear en relación con la explotación y conservación de carreteras. En su opinión, la explotación como tal engloba la gestión de la red (tráfico), la conservación de los elementos (incluyendo las operaciones de vialidad, conservación ordinaria, rehabilitación y mejora) y el mantenimiento de los servicios (uso y defensa, ayudas a la vialidad y sistemas de gestión). En segundo lugar se refirió a los aspectos básicos a considerar en la gestión de la conservación y mantenimiento de las carreteras.

### Noticias del sector

Finalmente, Sáez comentó los resultados de la encuesta sobre la gestión de las carreteras en redes de baja intensidad de tráfico dirigida a las diputaciones provinciales y comunidades autónomas uniprovinciales realizada en 2011 por el Comité de Carreteras de Baja Intensidad de Tráfico de la ATC y que en estos momentos se está actualizando en dicho Comité. Las respuestas obtenidas cubren un 42% de la red (20 administraciones) por lo que pueden considerarse como bastante representativas.

En la segunda parte de esta sesión, Andrés Costa desarrolló el tema de la "Optimización de soluciones en conservación de firmes. Aspectos Técnicos". En primer lugar se refirió a las características técnicas y funcionales de las carreteras de baja intensidad de tráfico, para continuar exponiendo la casuística de los tipos de deterioros que pueden presentarse, su origen y las distintas soluciones que deben contemplarse. Finalmente dedicó su intervención a revisar las diversas técnicas de conservación de los firmes en estas carreteras, describiendo sus características, composición, ventajas y limitaciones:

- Mezclas bituminosas a menor temperatura:
  - Mezclas en frío
  - Gravaemulsión
  - Mezclas templadas: cerradas, abiertas y recicladas
- Tratamientos superficiales
  - Riegos con gravillas
  - Lechadas bituminosas
- Reciclados in situ
  - Con emulsión
  - Con cemento
  - Mixto
- Fresado localizado y reposición con M.B.C.
- Mezcla bituminosa en caliente en capas > 6cm

En la tercera de las sesiones, Francisco José Lucas, presidente de ATEB, y Alberto Bardesi, director de la ATC, presentaron las propuestas del Comité de Carreteras de Baja Intensidad de Tráfico de la ATC para este tipo de vías. Lucas empezó enmarcando este proyecto del Comité y señaló que se trata de dar un soporte a los responsables técnicos de las administraciones y proyectistas en aquellas unidades de obra que no se recogen de forma explícita en el PG · 3, pero que sí están contempladas tanto en las Instrucciones 6.1-IC y 6.3-IC como en diversas recomendaciones de diseño de firmes de las Comunidades Autónomas. Hasta el momento se han preparado los documentos correspondientes a:

- Riegos con gravilla
- Lechadas bituminosas (complemento del art. 540 del PG· 3)
- Mezclas abiertas en frío
- Gravaemulsión
- Riegos de sellado

Y, a futuro, se complementarán con los correspondien-

- Mezclas templadas
- Reciclados in situ con emulsión (complementarios al art. 20 del PG· 4)
- Reciclados templados

Lucas y Bardesi presentaron las propuestas de a los artículos, que se entregaron con la documentación de la jornada, haciendo énfasis en las novedades que aportaban en materia de componentes, nomenclatura, criterios de diseño y aplicaciones.

### Presentacion en el Congreso del Plan Extraordinario de Inversión en Carreteras (PIC)

El pasado día 19 de octubre, el ministro de Fomento, Íñigo de la Serna presentó en el Congreso de los Diputados este Plan Extraordinario de Inversión en Carreteras (PIC), que ya fue anunciado en el mes de julio por el presidente del Gobierno, Mariano Rajoy.

El plan abarca obras de construcción o mejora de infraestructuras viarias por una inversión total de unos 5.000 millones de euros. El Gobierno intenta así paliar la reconocida bajada de inversión en ese sector productivo de los últimos ejercicios por los problemas económicos del país con una fórmula nueva, que se impone en Europa, de pago en diferido de las obras adjudicadas en 30 años y con la obligación de dedicarse también a la conservación y mantenimiento de la infraestructura. Fomento remarca que este modelo no tiene nada que ver con el fracasado intento de las autopistas radiales de pago.

El propósito del Ministerio de Fomento, que es el que ha elaborado el borrador del proyecto, es que el plan afecte a los 20 corredores más importantes del país, con un total de 2.000 kilómetros y que las obras se ejecuten en tres o cuatro años, entre 2017 y 2021.

El sistema, copiado de modelos ya experimentados con éxito en Europa, según Rajoy, se denomina "pago por disponibilidad", y ha pasado de usarse en los últimos años en el 5% de los proyectos de infraestructuras a suponer el 90%. Consiste, en esencia, en sacar un proyecto a concurso, adjudicar una obra a una constructora o UTE de constructoras y empezar a pagarle cuando la entregue para su uso y luego durante el periodo de explotación que se le concede de hasta 30 años. El pago se liga también a la calidad de la carretera y a su mantenimiento a largo plazo, en lugar de centrarse solamente en la demanda o el tráfico (lo que sería un pago por uso o de peaje en la sombra).

La inversión se hará con un mecanismo público-privado y con financiación del Banco Europeo de Inversiones "en condiciones preferentes" y "únicas", es decir, con dinero llegado del llamado Plan Juncker de la Comisión Europea. El reparto de cada proyecto corresponderá en un 20% al adjudicatario, un 40% al Banco Europeo de Inversiones y el otro 40% a instituciones financieras.

El Ministro, en su presentación en el Congreso de los Diputados señaló que el PIC se adjudicará de forma exprés en un plazo máximo de dos años, entre finales de 2017 y principios de 2019. El gasto no computará para el déficit público y no tendrán ningún riesgo financiero para el Estado.

El plan se centrará en alrededor de 20 corredores de grandes vías estatales de la red transeuropea (el presupuesto mínimo es de 100 millones de euros y la media de 200 millones), se financiará por el llamado pago por disponibilidad, un modelo de colaboración público-privada por el que las empresas sufragarán las obras y recuperarán su inversión a lo largo de 30 años.

De la Serna dijo que los corredores por un total de 2.000 kilómetros que se incluirán en el plan están en fase final de estudio, pero no aclaró cuando se comunicarán.

El ministro de Fomento indicó que las concesionarias recibirán un canon mensual a lo largo de ese periodo, que dependerá de varios criterios, y no solo del tráfico, como ha sucedido en anteriores concesiones, y que han ocasionado en algunos casos un grave perjuicio para las arcas públicas como en el caso más grave ha sido las nueve autopistas de peaje quebradas.

Entre esos criterios estará el estado del pavimento, la calidad del servicio, el respeto medioambiental, la señalización, el alumbrado, la limpieza, el drenaje y la seguridad vial. De la Serna hizo hincapié en este aspecto, y precisó que el índice de siniestralidad será uno de los baremos importantes a la hora evaluar los proyectos, y estima que los accidentes disminuirán en un 38% en los tramos afectados.

Para proceder a los pagos periódicamente se inspeccionarán las carreteras afectadas y se las calificará con varias notas, desde "satisfactorio" a "inaceptable", de acuerdo a las cuales se graduarán las compensaciones. Con este sistema de pago por disponibilidad, "se trasfiere completamente el riesgo desde el Estado a las compañías" y por eso es el modelo que se utiliza para la construcción del 90% de las grandes vías en la Unión Europea.

### Asefma lanza el primer catálogo de capacidades técnicas del sector

La Asociación Española de Fabricantes de Mezclas Asfálticas presenta el catálogo online Capacidades técnicas de los socios de Asefma. Bajo el lema "reforzamos el firme, consolidamos el futuro", la entidad expone los campos de aplicación de los pavimentos asfálticos y las tecnologías de fabricación y puesta en obra de mezclas bituminosas que emplean sus socios. La capacidad innovadora y el compromiso con el medio ambiente de los socios de Asefma, también se abordan en las páginas del catálogo de capacidades. En esta última línea, se detalla en qué modo los pavimentos asfálticos contribuyen a reducir emisión de gases contaminantes y la contaminación acústica.

Pomovido por la Junta Directiva de Asefma y con la colaboración específica de los socios adheridos Ascendum, IRS

### Noticias del sector

Rettenmaier Ibérica y Campi y Jové, el documento presentado recoge las acciones más importantes que desarrolla la asociación para fomentar la investigación en el sector como la realización de jornadas y la convocatoria de premios, recuerda la colaboración de la entidad en la redacción de normas de fabricación, aplicación y control de calidad de mezclas asfálticas y aumenta la numerosa documentación publicada por la asociación sobre la materia.

El catálogo ha sido creado con el objetivo de "potenciar nuestros principales valores, como son la capacidad de innovación, la preservación del medio ambiente", explicó el presidente de la entidad, Juan José Potti.

### La EAPA recomienda la utilización de residuos y materias primas secundarias en la fabricación de mezclas asfálticas

"La generación total de desechos en la UE en 2013 dentro del sector del asfalto ascendió a un total 2,5 billones de toneladas, de los que 1,6 no se podían reciclar ni tampoco reutilizar, lo cual supone una pérdida para la industria y la economía europeas", afirma EAPA en el documento "EAPA position statement on waste in asphalt". Por el contrario, alrededor de 600 millones de toneladas sí podían volver a utilizarse o bien reciclarse para futuras obras de construcción asfáltica.

EAPA recomienda priorizar la reutilización de residuos de construcción y demolición, materias primas secundarias y subbproductos, como pavimentos asfálticos reciclados (RAP, del inglés, Recycled Asphalt Pavement), en la producción de mezclas asfálticas. Al mismo tiempo recuerda que el Parlamento Europeo y la Comisión Europea ya amparan las técnicas de reciclado de asfalto a través de las directivas 2008/98/EC y 1999/31/EC aunque su aplicación en el mercado continúa siendo limitada. En este sentido, EA-PA señala que las principales trabas que impiden esta práctica son la falta de confianza en los materiales reciclados y el potencial riesgo para la salud de quienes trabajan manipulando los mencionados materiales. Por ello, insiste en que los residuos de construcción solo deben incorporarse a las mezclas asfálticas si superan un proceso de evaluación de riesgos que evalúe la seguridad y salud de los trabajadores, el impacto medioambiental y las mejoras técnicas aportadas durante el proceso de fabricación, uso y aplicación.

Cada vez más países reutilizan o reciclan los residuos de asfalto y/o de demolición. Así, de 50 millones de toneladas de asfalto recuperado disponibles por año, 81 se reciclan e incluso el 57% se reutilizan. En esta línea, recuerda citando a la directiva 2008/98/EC sobre residuos que:

- La reutilización hace referencia a cualquier operación mediante la cual productos o componentes que no sean residuos se utilizan de nuevo con la misma finalidad para la que fueron concebidos.
- El reciclado refiere a toda operación de valorización mediante la cual los materiales de residuos son transformados de nuevo en productos, materiales o sustancias, tanto si es con la finalidad original como con cualquier otra finalidad.

En un contexto de cada vez mayor preocupación medioambiental y en el que el 90% de los 5,5 millones de kilómetros de carreteras europeas han sido construidas con materiales asfálticos, el sector está dando respuesta a estas demandas. En este sentido, se están mejorando las técnicas de reciclado de pavimentos, que permiten aprovechar el betún y los áridos existentes en las capas del firme antiguo y ahorrar en materiales naturales, lo que supone una ventaja al mismo tiempo económica y medioambiental. El desarrollo de mezclas con altas tasas de reciclado ha crecido significativamente en los últimos 25 años.

Atendiendo a todo lo anterior, EAPA recomienda el uso de materiales secundarios, subproductos y residuos de construcción y demolición (aunque no solo) en la producción de mezclas asfálticas templadas y calientes, siempre que se cumplan las siguientes premisas:

- No tenga impacto en la salud de los trabajadores que la manipulan ni en, en general, en las personas, ni en el proceso ni en el uso ni la aplicación.
- No tenga un impacto medioambiental.
- El objetivo para el cual se reutiliza o recicla no tenga un corto periodo de vida.
- El retorno de inversión sea positivo para los clientes.
- No tenga consecuencias negativas en el desempeño del nuevo producto ni en el presente ni en el futuro.
- No afecte a la competitividad de las soluciones asfálticas ni pavimentos alternativos.

# Calendario de eventos

| AÑO 2017                                  |   |   |
|---|---|---|
| <b>27-30</b> de noviembre CILA            | XIX Congreso Iberolatinoamericano del Asfalto | Medellín (Colombia)<br>www.cila2017.com                 |
| <b>28-29 de noviembre</b><br>PRAGOPROJEKT | The Conference Asphalt Pavements 2017         | Praga (República Checa)<br>www.asfaltove-vozovky.cz/en/ |

| <b>7-11 de enero</b>                      | TRB 97 <sup>th</sup> Annual Meeting  | Washington, DC (EEUU) www.trb.org                         |
|---|--|---|
| 22 de enero<br>ISSA                       | Slurry Systems Workshop  | Texas Station-Alas Vegas (EEUU) http://slurry.org         |
| 11-14 de febrero<br>NAPA                  | NAPA Annual Meeting  | San Diego, California (EEUU)<br>www.asphaltpavement.org   |
| 22 de febrero<br>EUROBITUMEN              | Eurobitume Switzerland: "Bitumen Day 2018"   | Berna (Suiza)<br>www.eurobitume.eu                        |
| <b>22 de febrero</b><br>PIARC             | 15th International Winter Road Congress  | Gdansk (Polonia)<br>www.piarc.org                         |
| 23-28 de febrero<br>AEMA-ISSA-ARRA        | AEMA-ARRA-ISSA Annual Meeting  | Indian Wells, California (EEUU)<br>www.aema.org           |
| 6 de marzo<br>National Center for Asphalt | NCAT Pavement Test Track Conference<br>Technology  | Auburn, Alabama (EEUU)<br>www.pavetrack.com               |
| <b>6-8 de marzo</b> World of Asphalt      | World of Asphalt 2018  | Houston, Texas (EEUU)<br>www.worldofasphalt.com           |
| 26-28 de marzo<br>PPRS                    | Second world congress on maintenance modernisation, adaptation of road's & streets for tomorrow's mobility | Niza (Francia)<br>www.pprs2018.com                        |
| 23-28 de abril<br>INTERMAT                | INTERMAT 2018  | París (Francia)<br>https://paris.intermatconstruction.com |
| 29 de abril / 9 de mayo<br>PIARC          | Simposio sobre Características superficiales de Firmes de Carreteras                                       | Brisbane (Australia)<br>www.piarc.org                     |
| <b>14-15 de junio</b><br>EUROBITUMEN-EAPA | E&E Event Eurasphalt & Eurobitumen   | Berlín (Alemania)<br>www.eurobitume.eu                    |
| <b>9-11 de octubre</b> PIARC              | Seminario Internacional de Firmes  | Durban (Sudáfrica)<br>www.piarc.org                       |

| AÑO 2019                                  |   |  |
|---|---|--|
| <b>13-17 de enero</b><br>TRB              | TRB 98 <sup>th</sup> Annual Meeting   | Washington, DC (EEUU) www.trb.org                    |
| <b>19-22 de febrero</b><br>AEMA-ISSA-ARRA | AEMA-ARRA-ISSA Annual Meeting   | Cancún (México)<br>www.aema.org                      |
| <b>3-5 de junio</b><br>EATA               | 8 <sup>th</sup> Meeting EAPA  | Granada (España)<br>www.eata-group.eu                |
| <b>12-14 de junio</b><br>ICONFBMP         | The 17 <sup>th</sup> International Conference "Bituminous Mixtures and Pavements- | Tesalónica (Grecia)<br>http://iconfbmp.civil.auth.gr |
| 6 de octubre<br>PIARC                     | 26º Congreso Mundial de la Carretera  | Abu Dhabi (Emiratos Árabes)<br>www.piarc.org         |

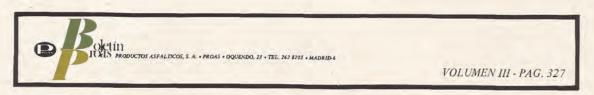
### Calendario





# Mirando al pasado

Documento publicado en abril-octubre de 1984.





### COMENTARIO DE ACTUALIDAD

El asfalto como aglomerante es un material difícilmente mejorable. A lo largo de la historia de las aplicaciones tecnológicas del asfalto —que pueden agruparse específicamente en los dos únicos campos de construcción de carreteras e impermeabilización de edificios y obras hidráulicas— han sido relativamente pocas las modificaciones significativas introducidas en este material básico. Ello se debe a que se trata de un material de propiedades naturalmente muy aprovechables y que ha tenido siempre un precio tan modesto que cualquier intento de sustituirlo o de mejorarlo del modo que fuera suponía alteraciones tan importantes en el precio de partida que hacían económica-

mente inaceptable la nueva solución por buenas que fueran sus características tecnológicas.

Quizás la única modificación que históricamente ha tenido consecuencias prácticas realmente aprovechables ha sido la transformación del asfalto, por soplado, en oxiasfaltos, y aquí se trata realmente de una simple modificación en el proceso normal de fabricación del asfalto en refinería.

Recientemente se han producido cambios que han puesto en movimiento de nuevo diversas tentativas de mejora o sustitución parcial del asfalto.

Por un lado, hace ya algún tiempo que en los países con cargas por eje elevadas en los vehículos industriales, apareció el problema de las roderas, al que se intentó dar solución desde el punto de vista del ligante mediante la modificación de la viscosidad de éste o de su susceptibilidad térmica. Por otra parte, los incrementos de precio que se han producido en todos los productos petrolíferos y, entre ellos, en el asfalto parecían hacer atractivo el intento de sustituir todo o parte del asfalto por otros materiales si ello fuera posible.

La mejora de los materiales asfálticos por la adición de diversos tipos de caucho es un intento ya antiguo, muy anterior a los fenómenos a que nos estamos refiriendo. Siempre se llegó a la conclusión de que las mejoras que se observaban en los tramos de ensayo se debían más al aumento de cuidado que a la adición del caucho. Posteriormente se ha ensayado la adición al asfalto de diversos polímeros que pueden mejorar sus propiedades a las temperaturas de funcionamiento en las carreteras, pero son caros y todavía no se ha podido demostrar que las mejoras de comportamiento que producen compensen realmente el incremento de los costos, aunque es muy posible que tal sea el caso en las obras de impermeabilización. Está por ver en obras de carreteras.

Los estudios sobre la posible sustitución parcial del asfalto por azufre parecen haber perdido su interés gradualmente, fundamentalmente porque los resultados técnicos obtenidos en los ensayos no han sido satisfactorios a largo plazo y en parte porque la evolución de los precios del azufre no ha sido tampoco la prevista.

Esperemos que alguno de los ensayos actualmente en marcha conduzca a soluciones verdaderamente interesantes para casos difíciles que son los únicos en que, dado su precio, parece razonable estudiarlas, pero la experiencia de muchos años nos hace temer que al final, como en tantas otras ocasiones, se vuelva a lo fundamental: proyectar y construir adecuadamente con las técnicas tradicionales que son las que finalmente dan la mejor relación calidad-precio.





# Lecturas recomendadas

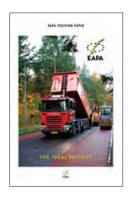
### Monografía: "Nuevos campos de aplicación de emulsiones bituminosas: emulsiones para uso ferroviario. ATEB. 2017. 32 pp

bases sobre las que se apoyan el balasto y las traviesas han hecho que las mezclas bituminosas se empleen cada vez con más asiduidad en las obras de infraestructuras ferroviarias. Paralelamente el uso de las mezclas bituminosas, las emulsiones bituminosas también han incrementado su uso en este tipo de obras, empleándose como: riego de curado, riego de adherencia, riego de imprimación, tratamientos superficiales (riegos con gravillas) mezclas bituminosas templadas con emulsión y como impermeabilizante creando una lámina in situ. Esta monografía detalla todas las aplicaciones anteriormente citadas proporcionando una información básica para los técnicos interesados.

La falta de áridos de buena calidad y las cada vez más exigentes prestaciones requeridas a las



http://ateb.es/index.php/site-administrator/monografias-ateb



### Informe EAPA: "The ideal project". Publicado por la European Asphalt Pavement Association. 2017. 85 pp.

Este documento proporciona herramientas y orientación para aumentar la durabilidad del de los pavimentos asfálticos proporcionando buenos ejemplos en todas las etapas del proyecto desde el diseño, pasando por la organización de la obra y hasta el mantenimiento.

La durabilidad de los pavimentos de asfalto es muy importante debido al aumento de la demanda de disponibilidad de la red de carreteras lo que significa que las carreteras deben ser construidas para durar por un tiempo muy largo y la cantidad de mantenimiento requerido tiene que ser reducido.

La durabilidad no solo es importante para la disponibilidad de la red, sino que también está relacionada para el uso efectivo del material. El uso efectivo y eficiente de los materiales viene de una mayor durabilidad de los productos que a su vez conduce a un menor impacto ambiental.

El objetivo de este documento es alentar a todos los que trabajan en el sector de la carretera: desde el suministrador de mezclas bituminosas hasta el gestor de la carretera para contribuir a que los pavimentos de asfalto sean más duraderos. En él se describen técnicas y procedimientos orientados a dichos fines, así como se exponen las últimas tecnologías.

http://www.eapa.org/userfiles/2/Publications/Position%20Papers/The%20Ideal%20Project.pdf



C/ Fundidores 14
Polígono Industrial Los Ángeles
28906 GETAFE (MADRID)
N.I.F.: A-28327625
Teléfonos: 91 696 21 15 / 24 15
FAX: 91 682 68 98
Mail: comercial@mecacisa.com
Web: www.mecacisa.com

### APARATOS PARA ENSAYOS DE MATERIALES - INSTRUMENTACIÓN CIENTÍFICA

### FABRICANTE DE EQUIPOS PARA ENSAYOS DE:

SUELOS / MEZCLAS ASFÁLTICAS / ÁRIDOS / ROCAS / CEMENTOS / AUSCULTACIÓN DE FIRMES ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS / EQUIPOS ESPECIALES



TRIAXIAL AUTOMÁTICO REF 22.0154-TRIAX-AUTO



CORTE DIRECTO AUTOMÁTICO NO NECESITA PESAS. REF 21.0425





PLANTAS PARA DISEÑO DE EMULSIONES BITUMINOSAS REF, 90.7003 Y DE BETUNES MODIFICADOS REF 90.7102



EDOMETRO 3 PUESTOS INFORMATIZADO REF 21.0303



EQUIPO PARA ENVEJECIMIENTO (SATS) NORMA EN 12697-45 REF 81.6010 EQUIPO PAV NORMA EN 14769 REF 77.8420

COMPACTADOR 40 KN ELECTRONECANICO
TOTALMENTE AUTOMÁTICO NORMA UNE EN 12697-33

# I+D+i. Proyectos destacados

Continuando con la serie de proyectos de la convocatoria LIFE que tienen temáticas relacionadas con el mundo de la pavimentación, el proyecto que se cita a continuación se denomina LIFE-EQUINOX. "Aplicación en pavimentos asfálticos para la eliminación de óxidos de nitrógeno".





En este proyecto, que pertenece a la convocatoria del programa europeo LIFE+ de 2012 (LIFE12 ENV/ES/ 000749), participan las siguientes entidades: Repsol, Asfaltos y Construcciones Elsan, el Ayuntamiento de Madrid y la Fundación CARTIF, siendo esta última la organización coordinadora del proyecto.

La idea del Proyecto es desarrollar el concepto de nuevas carreteras descontaminantes de aplicación en ciudades que en combinación con las nuevas estrategias de gestión y control del tráfico urbano y otras medidas, ayude en la reducción de la concentración de óxidos de nitrógeno en ambientes urbanos como marca la Directiva 2008/50/EC.

El objetivo general es demostrar la eficacia de un tratamiento de aplicación en pavimentos asfálticos para la eliminación de óxidos de nitrógeno (NOx) en ambientes urbanos. Esta acción está perfectamente alineada con los objetivos de la UE en general y con los de la convocatoria LIFE+ en particular, en lo relativo a Medio Ambiente Urbano en la búsqueda de mejorar la calidad del aire en las ciudades.

Durante el proyecto se ha realizado una demostración del funcionamiento de la tecnología en un área localizada de la ciudad de Madrid y completamente sensorizada para extraer toda la información necesaria y con ello, poder ofrecer un sistema comercial para generalizar su instalación. La zona de actuación (micro-ciudad) se localiza dentro del área que Madrid ha delimitado como zona de bajas emisiones (ZBE), concretamente en el barrio de Chamberí, en una superficie cercana a los 80.000 m<sup>2</sup>.

http://life-equinox.eu/

### AFIRMACIONES ASFÁLTICAS

"Las mezclas asfalticas permiten que las infraestructuras viarias puedan adaptarse rápida y económicamente a nuevos requisitos o evolución del transporte" (Tribuna Peter Grass, número 26)

#INGENIERÍA



### ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE FABRICANTES DE MEZCLAS ASFÁLTICAS (ASEFMA)

Avda. General Perón, 26 28020 Madrid T.: +34 911 293 660 F.: +34 911 293 566

E.: asefma@asefma.com.es



## Colección de Monografías, en papel, de Asefma

En estos 10 años, Asefma a través de sus Grupos de Trabajo ha generado una importante colección de monografías.

Ahora se ofrecen en formato papel, dentro de una caja portadocumentos de 30,5 x 21,5 forrada con pliego impreso estucado y plastificado, las primeras 12 monografías publicadas por Asefma.

Aproveche la ocasión de solicitar su colección de Monografías en papel.

Los socios de Asefma tienen un precio especial de 250€, más IVA. Realice su pedido en asefma@asefma.com.es

# MONOGRAFIAS ASEFMA

Consulte en la web de Asefma los títulos de las 12 monografías

También disponibles en formato DVD

# Una imagen vale más que mil palabras

En publicaciones anteriores hemos analizado el impacto del sector en las redes sociales desde diferentes puntos de vista, si bien centrando nuestra vista principalmente en Twitter. En esta ocasión, dedicamos este espacio a conocer los usos que ofrece Instagram.









Instagram es una plataforma creada para la difusión de imágenes, con un entorno muy sencillo e intuitivo. Puede hacerse un repaso de las publicaciones que guardan referencia con el mundo de la carretera basándose en la búsqueda a través de etiquetas o hastags.

Puede observarse que las publicaciones tienen como objeto anunciar la construcción o conservación de tramos, la presentación de técnicas y tecnologías de trabajo o la denuncia (incluso a través del humor) sobre el estado de las carreteras. Si en el caso de Twitter hemos observado la creciente presencia de especialistas que se han ganado un prestigio tanto en número de seguidores como por el impacto de sus comentarios, así como la incorporación de empresas para amplificar su presencia de un modo económico, apenas se advierte la presencia de figuras destacadas en el caso de Instagram.

Si hacemos un análisis cuantitativo por etiquetas, nos encontramos con que términos como asfalto acumulan un número importante de publicaciones. Así, bajo el hastag #asfalto nos encontramos con 94.920, mientras que en su aceptación inglesa, #asphalt, se registran hasta 273.517 publicaciones. Datos que contrastan significativamente si los comparamos con los obtenidos por el francés #asphalte (5.771 publicaciones). Conviene señalar que bajo estos términos podemos encontrar un número importante de imágenes asociadas a la automoción y el transporte, así como instantáneas de rutas turísticas, por lo que no podemos inferir que todas estas fotografías guardan contenido técnico.

Si nos centramos en la pavimentación, nos encontramos con 470 publicaciones bajo el hastag #pavimentacion y 766 para #pavimentación. Más representativo es el término #pavimen-

### Una imagen vale más que mil palabras







to, con 48.603 publicaciones. Y, regresando nuevamente al inglés, #paving ofrece mucha más representatividad, pues nos encontramos con 108.758 publicaciones, y otras 100.640 si el término de búsqueda es #pavers. Se encuentran también etiquetas más específicas, como #justpaveit o #roadpatch, si bien su importancia es testimonial (42 y 26 publicaciones, respectivamente), mientras que #asphaltpaving acumula bastantes más (7.179). Por su parte, #compaction acumula 3.224 publicaciones, frente a las 535 de #compactacion o 216 de #compactación, y destacan también términos como #roadconstruction (19.674 publicaciones), #asphaltplant (2.498 publicaciones) o #roadpatch (26 publicaciones), así como el francés #constructionderoutes (133 publicaciones).

Si nos detenemos en el mucho más genérico #carretera, tenemos 398.273 publicaciones, 3.448.449 para #highway y nada menos que 13.770.331 para #road. También es llamativa la presencia de esta palabra en alemán (#straße, 138.694 publicaciones y #strasse, 76.613 publicaciones) y otros idiomas: #strade, 69.465 publicaciones o #estradas, 29.781 pu-

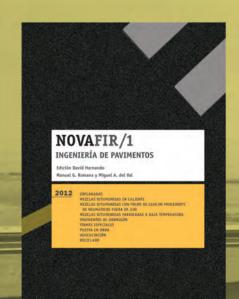






blicaciones, si bien en estos casos también se traduce como calle, lo que desvirtúa la búsqueda.

Como reflejamos en las imágenes que acompañan este artículo, podemos encontrar descripciones de las diferentes capas que componen una carretera, trabajos de rehabilitación, experiencias de viaje de los usuarios de esta red o un reflejo del estado de las carreteras. En definitiva, muchas potencialidades para una red social que bien puede servir para acercar el mundo y necesidades de la carretera al conjunto de la población. La asociación Asefma ha tomado la iniciativa y cuenta con un perfil (@asefma) en el que ya se recogen 104 publicaciones. Cuenta con 1.091 seguidores.



# HA NACIDO **NOVAFIR**

Nueva publicación sobre firmes y pavimentos



Novafir es una nueva serie de volúmenes recopilatorios de artículos científicos, estados del arte, artículos de divulgación y casos prácticos aplicados tanto a explanadas como a pavimentos bituminosos y de hormigón.

YA A LA VENTA EL PRIMER NÚMERO - WWW.cinter.es

Una edición de David Hernando. del Val como editores adjuntos.

### NOVAFIR

Nace como una nueva serie de volúmenes recopilatorios de artículos sobre firmes y pavimentos que recogen aspectos novedosos sobre los materiales, los deterioros, el dimensionamiento, la fabricación, la conservación y la tecnología de pavimentación, y de artículos que, a pesar de no desarrollar aspectos novedosos, llevan a cabo un análisis de la información existente que sirve como base para avanzar en el conocimiento.

### EL NÚMERO UNO

Este primer volumen incluye 19 artículos clasificados en 9 capítulos: explanadas, mezclas bituminosas en caliente, mezclas bituminosas con polvo de caucho procedente de neumáticos fuera de uso, mezclas bituminosas fabricadas a baja temperatura, pavimentos de hormigón, firmes especiales, puesta en obra, auscultación y reciclado de firmes.



Editado por CINTER con la colaboración de ASEFMA





|                        | Tan in community over the last                              | And I gather ellipses;<br>And I willing partition I facilities.   |   |
|------------------------|---|---|---|
| Assessed to be search. | Signature (A) transferror and productions<br>deliberal      | Santin spetimen<br>Santin   | 174 perch 407 ft some percent<br>174 perch 407 ft some percent<br>174 perch 407 ft some between |
|                        | Secretar Secretary  | 1.04 (more all 6.3 bills allowed<br>4.95 (more all 7.5 miles allowed<br>5.76 (more all 7.5 miles distance   |   |
|                        | Desired quarter Plants & Stay                               | A JOS glob (pend) 400 6 Adde dilling<br>1.00 glob (rem) 400 5 adde perilling<br>6 of glob (rem) 400 5 a time feature  |   |
| France                 | Southflied in ages between the<br>Committee and State of    | THE STREET  | A./A. pastis ACV S. others<br>A./A. pastis ACV S. pastised<br>RS (mote ACV S. others)           |
|                        | 170 lader princip citizana<br>magazinio co 10 populario (N) | THE SHARES AND A SHARE SHARES WAS DROWN AND A SHARE SHARES AND A SHARE SHARES AND A SHARE |   |
|                        | Total Company Control 1                                     | Mile Mile James H. Co. II   |   |
|                        | Temperature in constitutions sal train                      | 88-19-7   |   |
| Manualter              | Separate & comments of the                                  | -0.5  |   |
|                        |   | 8-85  |   |
|                        |   | 441   |   |







# CARRETERA A ESTRENAR CADA DÍA

En Cepsa queremos cuidar y conservar las carreteras siempre en perfecto estado. Por ello, disponemos de una amplia gama de betunes convencionales, desde la Gama ELASTER de última generación en betunes modificados con polímeros, hasta masillas sellantes.

Mantener las carreteras es fácil con los Asfaltos de Cepsa.

Más información en el 91 265 47 13 o en cepsa.com/asfaltos



