

# ASFALTO

## Y pavimentación

Número 34 · Volumen IX · Tercer trimestre · 2019

número **34**





# Garantía en firme

Quien está acostumbrado a acometer grandes proyectos sabe que confiar en Galp significa tranquilidad para su obra. Desde combustibles a fuelóleo, pasando por los betunes e incluso lubricantes, Galp garantiza un servicio y acompañamiento técnico orientado al cliente, siempre aportando la mejor respuesta en los momentos críticos. Una seguridad que sólo alguien que trabaja mano a mano con el cliente puede ofrecer.

**Use nuestra energía y ¡manos a la obra!**

Tel: 91 714 67 00 - Fax: 91 714 68 29  
Email: [buzon.espana@galpernergia.com](mailto:buzon.espana@galpernergia.com)

[galp.es](http://galp.es)

galp  energía crea energía



Número 34 · Volumen IX  
Tercer trimestre · 2019

#### ASFALTO Y PAVIMENTACIÓN

##### Director

Juan José Potti

##### Comité de Redacción

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

##### Secretario

Andrés Pérez de Lema

##### Coordinador

Francisco Muriel

##### 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.asfaltopavimentacion.com  
asfalto@asfaltopavimentacion.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 34 · Volumen IX · Tercer trimestre · 2019

## Editorial

Una propuesta de definición para el concepto Asfalto 4.0

05

## Tribuna

Juan José Potti

07

## Tribuna

María del Mar Colás

09

## Tribuna

Andrés Pérez de Lema

11

## Evaluación de la resistencia de mezclas a la fisuración de las capas de rodadura ultrafinas utilizadas en la conservación de pavimentos

Rodrigo Miró - Aida García Boria - Alfredo Bobis Rojas - Félix

13

## Secciones fijas

Descripción de ensayos para mezclas bituminosas,  
Normativa, Mirando al Pasado

23

## Patologías de los Pavimentos

Andrés Costa

31

## Avances Recientes en la Caracterización de Mezclas Asfálticas basadas en el rendimiento - El uso del equipo AMPT para caracterizar mezclas asfálticas estándar y novedades como parte de los estándares del proceso Superpave

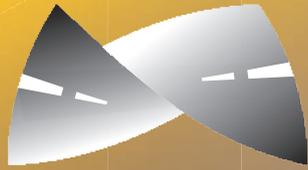
Andrea Carlessi - Kieran T. McGrane

39

## Secciones fijas

Noticias, Resumen XIV Jornada de ASEFMA,  
Calendario, Lecturas recomendadas, I+D, Digitalización del  
Sector, Observatorio de Mercado, Afirmaciones Asfálticas

47



# 7<sup>th</sup> E&E CONGRESS

## EURASPHALT & EUROBITUME

**MADRID** 12-14 May 2020  
Palacio Municipal de Congresos de Madrid

ASPHALT 4.0 FOR FUTURE MOBILITY



#eecongress2020

[www.eecongress2020.org](http://www.eecongress2020.org)

# Una propuesta de definición para el concepto Asfalto 4.0

En la última Jornada Nacional de Asefma, en el slogan de #XIVJornadaAsefma, volvió a aparecer el concepto Asfalto 4.0: "Asfalto 4.0 clave en la conservación preventiva y en la reducción de emisiones de CO2". No era la primera vez, en el año 2018, el slogan de la XIII Jornada Nacional de Asefma fue: "El concepto Asfalto 4.0, una respuesta a los nuevos desafíos sobre movilidad y sostenibilidad".

El año que viene en el 7º E&E Congress de Eurasphalt & Eurobitume de Madrid, 12-14 de mayo 2020, el slogan será: "Asphalt 4.0 for future mobility".

Es evidente que hablar de transformación digital no es exclusivo de este sector. Es más, como bien recordó la Directora Técnica de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento, esta tendencia llega por fin a este sector y lo ha hecho de la mano de Asefma. Es de justicia reconocerlo.

Ahora bien, dicho esto cabe preguntarse, ¿Qué subyace bajo el concepto Asfalto 4.0?

Después de haber participado en todos los eventos anteriores y a modo de primera definición, desde esta editorial se propone esta respuesta: la transformación digital de la pavimentación de carreteras o Asfalto 4.0 es la automatización, sensorización, captura de datos y mejora de las actividades convencionales de gestión, fabricación, suministro, puesta en obra, etc... a través de la utilización de la tecnología digital para mejorar la forma en que la organización desarrolla su actividad y de esta manera ayudar también a quienes trabajan en ella.

Esa enorme cantidad de información digital o "big data" debería ser explotada por especialistas de cada una de las áreas de actividad. Esta situación daría lugar a nuevas profesiones o especialidades dentro de nuestro sector y esto permitiría incorporar propuestas de mejora y una mayor eficiencia y obligaría al mismo tiempo, entre otras cosas, a una modelización previa de los procesos.

Naturalmente, como cualquier otra transformación, este cambio de paradigma implica una sincera aceptación y profundos cambios en las personas (profesionales) del sector, a todos los niveles. El desarrollo del concepto Asfalto 4.0 implica a todas las áreas de la organización y por ello debe ser li-

derado por sus máximos responsables.

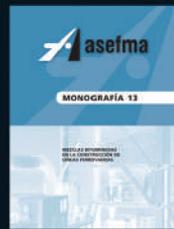
El desarrollo del concepto Asfalto 4.0 implica, al menos, 3 criterios muy concretos y quizás no demasiado evidentes: transparencia, trazabilidad e innovación. Un adecuado proceso de transformación Asfalto 4.0 traerá como consecuencia una mayor eficacia de la organización, una mayor garantía y durabilidad de los productos y servicios ofrecidos, un gran ahorro del tiempo y de los recursos empleados, un permanente proceso de innovación y un modo totalmente distinto de gestionar la satisfacción del cliente (customer experience).

Digital se refiere al uso de la tecnología que genera, almacena y procesa los datos

Es evidente que el desarrollo del concepto Asfalto 4.0 tiene que ir de la mano de un sistema de licitación más adaptado a estos enormes retos en los que la innovación, la transparencia, la solvencia técnica, etc... deben ser adoptados por todos los que intervienen en el proceso de construcción y conservación de carreteras. Un reto apasionante, sin duda.

*"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)**

Síguenos en: / Follow us on:



(9,700 followers)



/asefma

[www.asefma.es](http://www.asefma.es)

ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE FABRICANTES  
DE MEZCLAS ASFÁLTICAS (ASEFMA)

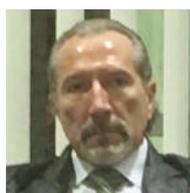
SPANISH ASSOCIATION OF PRODUCERS  
OF ASPHALT MIXES

Avda. General Perón, 26  
28020 Madrid (Spain)  
[www.asefma.es](http://www.asefma.es)

T.: +34 911 293 660  
F.: +34 911 293 566  
E.: [asefma@asefma.com.es](mailto:asefma@asefma.com.es)

The screenshot shows the Asefma website interface. At the top, there is a navigation bar with links for INICIO, QUIÉNES SOMOS, I+D+i, PUBLICACIONES, EVENTOS, ÁREA DE PRENSA, and ACCESO A SOCIOS. Below the navigation bar, there is a section for 'ÚLTIMAS NOTICIAS' with a featured article titled 'EAPA' and a sub-headline 'Sólo la carretera te lleva hasta casa. Más que nunca, defiéndela.' To the right of the news section, there are social media icons for Twitter (9,677 followers), Facebook (0 fans), and RSS (RSS subscribers). Below the social media icons, there is a section for 'AFIRMACIONES ASFÁLTICAS' with a hashtag # and a gear icon. At the bottom, there is a section for 'INFORMACIÓN SOBRE EVENTOS' featuring the 'XVII CILA' event and the '6th Eurasphalt & Eurobitume Congress'.

# La constitución de Asefma



**Juan José Potti**  
Presidente Ejecutivo de Asefma

 @jjpotti

Previamente a la clausura de la XIV Jornada Nacional D. José Luis Quesada (Presidente de Honor de Asefma), hijo del fundador de PAVASAL, intervino reclamando más recursos para conservar las carreteras y recuperar un sector que no termina de salir de la crisis. Siguió con un breve recorrido por los orígenes de ASEFMA. “En 1973 Manuel Velázquez, entonces director general de la distribuidora nacional de asfalto PROAS, contactó conmigo y me dijo que había un congreso en Munich en octubre de ese año en el que se estaba gestando la asociación EAPA. Una asociación europea de pavimentación asfáltica europea”, explicó. “Yo llamé a Rafael Blanes, que entonces era director general de Panasfalto, y nos fuimos los tres al congreso fundacional de la Asociación Europea de la Pavimentación Asfáltica EAPA”.

“A nuestro regreso a España, Blanes y yo comenzamos a contactar con empresas asfalteras españolas: Trabit, Elsan, Sorigué, Dragados...”, continuó Quesada. “En ese momento la puerta para asociarnos era mediante el sindicato: de ahí la S de ASEFMA, que refiere a sindical, y obligatoriamente debía estar en el nombre y logo”. Además, “el único lugar permitido para reunirnos era en la sede del sindicato, que era el edificio donde ahora se encuentra el Ministerio de Sanidad: nos pusieron un par de despachos y funcionarios a nuestra disposición y en dos meses ya estábamos constituidos”.

“Para elegir la junta directiva nos cedieron un salón de actos”, recuerda Quesada. “Éramos 14 ó 15 empresas: Blanes obtuvo el mayor número de votos y se convirtió en el primer presidente de ASEFMA, el segundo en votos fui yo y

me eligieron secretario, luego estaba Trabit que obtuvo la vicepresidencia y Elsan con la tesorería”. Así, “con cierta precariedad” comenzamos a funcionar. “Cuando falleció Franco cerramos rápidamente la entidad pero la volvimos a abrir en el 1977”.

“Es necesario preservar el valor patrimonial de las infraestructuras viarias para que nuestro país, que goza de altos estándares en otros ámbitos, consiga incrementar el que tiene en los pavimentos de las carreteras, calles y plazas de nuestras ciudades”, concluyó el fundador de ASEFMA. “Las administraciones tienen que pensar más en el usuario, en evitar el deterioro de la red y en conservar su patrimonio”.

Al término de su intervención, tuve el privilegio de entregar al Presidente de Honor de Asefma, un obsequio conmemorativo de Asefma con una placa que dice así: “En agradecimiento a vuestra iniciativa de constituir ASEFMA hace 45 años”.

# APS92

Nanotecnología:  
Invertir hoy para  
ganar mañana!



Nuevo aditivo líquido en base silano (nanotecnología), formulado para mejorar la adhesión pasiva y afinidad entre árido-ligante, incluso a dosis muy reducidas.

Para cualquier información adicional, contactar con [asphalt@ravagochemicals.com](mailto:asphalt@ravagochemicals.com) o visitar nuestro sitio web: [www.ravagochemicals.com](http://www.ravagochemicals.com)



**ravasol**

ASPHAL

Your road to solution

# Madrid acogerá al 7th Euroasphalt & Eurobitume Congress



**María del Mar Colás**  
Directora del Comité Técnico  
de ATEB

 @MarColVic

El E&E es un congreso organizado conjuntamente por la Asociación Europea de Pavimentos Asfálticos (EAPA) y Eurobitume. Esta iniciativa, que el próximo año cumple su séptima edición, se celebrará en el palacio de Congresos de Madrid desde el próximo 12 al 14 de mayo de 2020 bajo el título "Asfalto 4.0 para la movilidad futura".

Los futuros escenarios de movilidad que se están desarrollando tendrán claramente un impacto en nuestra infraestructura vial. Las formas tradicionales de viaje cambiarán y el uso de vehículos automatizados y guiados afectará a los requisitos de la carretera. El actual cambio industrial reconocido 4.0 que ya estamos experimentando, continuará expandiéndose en un alcance e impacto mucho más amplio.

Dado que más del 90% de la infraestructura vial europea existente está constituida por materiales asfálticos, esto significa que, como industria, también tendremos que adaptarnos a las nuevas soluciones de movilidad, tanto durante su construcción como durante su mantenimiento. La integración continua de la digitalización en las prácticas de la industria, la necesidad de crear mejores plataformas de conectividad e intercambio de datos y, en general, la ambición por ofrecer soluciones sostenibles, jugará un papel clave.

Las mezclas asfálticas, los ligantes bituminosos y otras industrias relacionadas deben estar preparadas para estos requisitos. Sin duda, las carreteras y los servicios que prestan seguirán teniendo una gran importancia a futuro para todos los tipos de usuarios, independientemente de cual sea la forma en que se mueven por la carretera. Sin embargo, el enfoque será crear carreteras inteligentes y, por tanto, de asfalto inteligente.

Los principales objetivos del Congreso E&E 2020 son:

- Proporcionar una plataforma para que nuestra industria y actores interesados demuestren y aprendan de la innovación y nuevas tecnologías que se han desarrollado así como, de su impacto en nuestros productos y procesos en los últimos años. Las nuevas tecnologías no solo influirán en el uso de las infraestructuras sino que también tendrán un claro impacto en la forma en que produciremos los materiales y pavimentaremos nuestras carreteras de asfalto.

- Ofrecer una oportunidad única para que todas las partes interesadas en este sector se comprometan, intercambien ideas y establezcan redes que fomenten nuevas acciones de mejora.

- Estimular discusiones y debates que ayudarán a orientar esfuerzos hacia un enfoque común de acuerdo a los desafíos futuros.

- Resaltar la importancia de disponer de una red de carreteras europea eficiente y también de la investigación necesaria para garantizar que las carreteras de asfalto cubran todas las demandas e innovaciones que puedan desarrollarse.

Para lograr estos objetivos, se está trabajando en la elaboración de un programa variado que identifica los problemas clave asociados con la movilidad futura y el papel que pueden desempeñar las soluciones asfálticas.

Para desarrollar un atractivo programa técnico para el E&E2020, se ha invitado a todos los expertos en materia de carreteras, tanto de administraciones viales, ferroviarias y aeroportuarias, como concesionarios de carreteras, contratistas, universidades y centros de investigación, consultores, fabricantes de productos asfálticos y de mezclas, equipos u otros especialistas relacionados con este sector, a la presentación de trabajos con su contribución técnica y novedades.

Con el lema "Asphalt 4.0 para la movilidad futura" se han definido unos temas estratégicos y se invitará a una serie de ponentes expertos que nos brindarán su opinión sobre cada uno de ellos. Estos temas son:

- Seguridad y salud
- Sostenibilidad y Medioambiente
- Carreteras del futuro y movilidad

## Madrid acogerá al 7th Euroasphalt & Eurobitume Congress

- Prestaciones de los ligantes y métodos de ensayo
- Prestaciones de las mezclas asfálticas y métodos de ensayo
- Técnicas de fabricación, pavimentación y compactación de mezclas asfálticas
- Mezclas a baja temperatura
- Economía social
- Mantenimiento y rehabilitación
- Casos de estudio diferentes a las carreteras (puertos, ferrocarriles, aeropuertos,...)
- Emulsiones bituminosas

La fecha límite para la recepción de los trabajos aceptados fue el 15 de agosto de 2019 y, después de proceder a

su revisión, se comunicará su aceptación en enero de 2020. Todos los trabajos aceptados por el Comité de revisión serán publicados en el Congress Proceedings y un número limitado de ellos será presentado oralmente en Madrid, durante el E&E2020.

Se irá actualizando la información en la página del congreso [www.eecongress2020.org](http://www.eecongress2020.org)

También se dispone ya del hashtag #eecongress2020 y con él se pueden seguir conversaciones en las redes sociales Facebook y también en la cuenta de Twitter @EECongress

Tenemos que estar preparados. ¡El futuro ya está aquí!  
Contamos con todos vosotros en el próximo E&E2020.

#75

### AFIRMACIONES ASFÁLTICAS

“Los firmes asfálticos facilitan su reciclabilidad de tal modo que el RAP es uno de los 5 materiales más reciclados/reutilizados en España (470 000 t en 2017)” (Editorial)

#SOSTENIBILIDAD\_Y\_MEDIO\_AMBIENTE

# En septiembre me apunto al gimnasio



**Andrés Péres de Lema**  
 Editor Revista  
 Asfalto y Pavimentación  
 @andresperezlema

na la falta de recursos que se destinan a su buen funcionamiento.

Llevamos 10 años de un absoluto abandono de nuestras infraestructuras y estoy muy ilusionado con la inminente aprobación de la Euroviñeta porque con ese dinero... me voy a apuntar al gimnasio.

Con el fin del periodo estival, toca hacer balance de la acumulación de tejido adiposo que las barbacoas, combinados y la holganza nos han proporcionado.

Es un mes, junto a Enero, con los mejores propósitos. Son los meses donde los gimnasios se hacen de oro.

Algo así nos pasa con el sector de la carretera y el consabido mantra de "tenemos que invertir más en mantenimiento", veo año tras año las cifras de betún que se extienden sobre el pavimento y nunca llego a entrar en el gimnasio. Siempre me secuestran una reunión o una comida de Empresa que me vuelven a dejar a las puertas del mismo.

Llevo 30 años seguidos acudiendo a Ribadesella y he podido ver la enorme transformación y evolución de Asturias, gracias a la Autovía del Cantábrico. Recuerdo como los hiper infraestructurados Madrileños nos lametábamos de la llegada del progreso a ese paraíso, a ese Shangrilá, aislado por el malvado Puerto de Pajares.

Una obra magnífica que genera oportunidades, prosperidad y cohesionan, vertebrando todo el Estado Español.

Me desplazaba todas las mañanas por sus colosales túneles y viaductos hasta la playa de la Espasa en Colunga y acostumbábamos toda la familia a hacerlo en silencio. Un silencio obligado por el desgastado firme que nos provocaba un estruendo comparable al interior de la cabina de una "Fortaleza volante B17", bombardero de la 2ª Guerra Mundial. Ahí dentro de mi carlinga, comprendí porqué la tripulación de esas aeronaves se comunicaba a través de los cascos.

En capítulos anteriores de ASFALTO Y PAVIMENTACIÓN, hemos repasado, reiterado y demostrado las apocalípticas consecuencias para nuestro patrimonio que ocasio-



## **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](mailto:asefma@asefma.com.es)

# MONOGRAFÍAS ASEFMA

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

También disponibles en formato DVD

# Evaluación de la resistencia de mezclas a la fisuración de las capas de rodadura ultrafinas utilizadas en la conservación de pavimentos

Rodrigo Miró,  
r.miro@upc.edu  
Aida García Boria,  
a.garciaboira@sorigue.com  
Alfredo Bobis Rojas,  
a.bobis@sorigue.com  
Félix Pérez-Jiménez,

edmund.perez@upc.edu  
Adriana Martínez,  
adriana.martinez@upc.edu  
Ramón Botella,  
Ramón.botella@upc.edu

Universitat Politècnica de Catalunya – BarcelonaTech

Las capas de rodadura ultrafinas tienen por objeto proporcionar y/o restaurar las propiedades superficiales de los firmes de carreteras, y constituyen una buena solución de mantenimiento para aquellos firmes que no han perdido su capacidad estructural. Estas capas presentan la ventaja de poder colocarse en un espesor muy pequeño (de aproximadamente 1 cm), por lo que su ejecución puede llevarse a cabo de forma rápida y económica.

Para garantizar su correcto funcionamiento y su durabilidad se requiere colocar previamente un riego de adherencia con una emulsión bituminosa modificada que sea capaz de sellar la capa de rodadura existente (envejecida y con deterioros superficiales) y adherir la capa ultrafina de modo duradero.

En este trabajo se realizaron una serie de pruebas que permiten poner de manifiesto las mejoras que se consiguen al utilizar este tipo de capas ultrafinas, basadas en la aplicación del ensayo Fénix. Para ello, se ha cambiado la forma y disposición de la probeta respecto a la del ensayo convencional, de forma que puedan ensayarse testigos formados por más de una capa. Se han utilizado dos configuraciones de ensayo, aplicando la tensión tanto en la cara inferior del testigo, como en la cara superior. Los resultados obtenidos han mostrado una respuesta claramente diferente cuando la tensión se aplica en la cara inferior formada por la capa soporte o en la cara superior formada por la capa ultrafina, retrasando en este último caso la apertura de la fisura, mostrando una rotura mucho más dúctil, y pudiendo observar además que se mantiene la adherencia de la capa al soporte.

**Palabras Clave:** Mezclas bituminosas ultrafinas, fisuración, ensayo Fénix.

The purpose of ultra-thin lift asphalt for wearing courses is to provide and/or restore the surface properties of road pavements. These lifts are a good maintenance solution for those road pavements that have not lost their structural capacity. They have the advantage of being able to be placed in a very small thickness (approximately 1 cm), so that their construction can be carried out quickly and economically.

In order to guarantee the correct operation and the durability of these layers, it is necessary to previously apply a tack coat with a modified bituminous emulsion that is capable of sealing the existing wearing course (aged and with superficial deteriorations) and adhering the ultra-thin lift in a lasting way.

A series of tests were carried out in this work, based on the application of the Fénix test, that allow showing the improvements that are achieved when using this ultra-thin lifts. To this aim, the shape and arrangement of the specimen were modified with respect to that of the conventional test, so that cores composed by more than one layer could be tested. Two test configurations were used, applying the stress both on the bottom and on the top side of the core. The results obtained showed a clearly different response when the stress is applied on the lower side of the core formed by the support layer or on the upper side formed by the ultra-thin layer. In the latter case, it was observed that the opening of the crack was delayed, the breaking was much more ductile and the adherence of the lift to the support was maintained.

**Keywords:** Ultra-thin lift asphalt, cracking, Fénix test

# Evaluación de la resistencia de mezclas a la fisuración de las capas de rodadura ultrafinas utilizadas en la conservación de pavimentos

## 1. Introducción

El tráfico y los efectos climáticos a los que están sometidos los firmes de carreteras van afectando gradualmente a sus propiedades estructurales y funcionales. Cuando la pérdida de sus características superficiales puede afectar a la seguridad y/o a la comodidad de la conducción, es necesario realizar tareas de conservación que restauraren esas propiedades superficiales. Para ello se pueden utilizar capas delgadas de mezcla bituminosa expresamente diseñadas para proporcionar una superficie con las características necesarias.

Las mezclas bituminosas usadas hasta ahora en capas de pequeño espesor para el mantenimiento superficial de los pavimentos son, fundamentalmente, de granulometría discontinua. Las primeras que se desarrollaron fueron las mezclas tipo SMA (Stone Mastic Asphalt), definidas en la norma UNE-EN 13108-5, pero aún no recogidas en el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes español (PG-3), que se colocan en espesores que pueden variar entre 2 y 5 cm. Un segundo tipo son los microaglomerados de granulometría discontinua, conocidas como mezclas BBTM (Béton Bitumineux Très Mince), que en España están recogidas en el artículo 543 del PG-3 y en la UNE-EN 13108-2, y se utilizan en capas de 2 a 3 cm de espesor.

Más recientemente se han desarrollado unas mezclas discontinuas en caliente ultrafinas, que se identifican con las siglas AUTL (Asphalt for Ultra-Thin Layer); estas mezclas están recogidas en la norma EN 13108-9 y se colocan en capas de 1 a 2 cm de espesor, Figuras 1 y 2, dotando al pavimento de muy buenas propiedades superficiales, minimizando el consumo de materias primas y de impacto ambiental, y ofreciendo a la vez una rápida apertura al tráfico. Entre sus propiedades superficiales, se destacan una mayor resistencia al deslizamiento y una mejor drenabilidad, gracias a la micro y macrotextura conseguidas mediante la adecuada selección del tipo y granulometría de los áridos empleados.

Como estas mezclas se van a colocar sobre superficies que pueden estar cuarteadas, fisuradas y deterioradas tras haber sido sometidas a esfuerzos importantes o a un proceso de envejecimiento extenso, Figura 3, se buscan materiales que eviten que estas degradaciones puedan aparecer rápidamente en superficie. Aunque la aplicación de este tratamiento suele hacerse conjuntamente con la de un riego de adherencia con una emulsión de betún altamente modificado y dotaciones eleva-

das, con objeto de sellar la capa soporte y asegurar la adherencia entre capas, resulta difícil poder evaluar su resistencia a la fisuración o a la reflexión de fisuras.



Figura 1. Extendido de una capa ultrafina



Figura 2. Detalle del espesor de una capa ultrafina



Figura 3. Extendido de una capa ultrafina sobre una superficie fisurada

Los procedimientos de diseño habitualmente utilizados en España no tienen en cuenta propiedades de la mezcla tan importantes como la resistencia a la fisuración, la tenacidad o la ductilidad. Por ello, el Laboratorio de Caminos de la Universidad Politécnica de Cataluña, ha desarrollado un nuevo ensayo a tracción, realizado a velocidad de deformación constante (1 mm/min), sobre una probeta semi-cilíndrica (obtenida sellando diametralmente una probeta o testigo cilíndrico) con

una fisura inducida mediante una ranura, Figura 4, que permite evaluar la resistencia a la fisuración de las mezclas a través del cálculo de la energía disipada en el proceso de rotura: el ensayo Fénix.

Este ensayo ya ha sido propuesto por los autores como ensayo complementario en el procedimiento de diseño de las mezclas densas y semidensas tipo AC (Asphalt Concrete), habiéndose establecido unos criterios de diseño, que fueron presentados en el marco de la IX Jornada Nacional ASEFMA 2014.

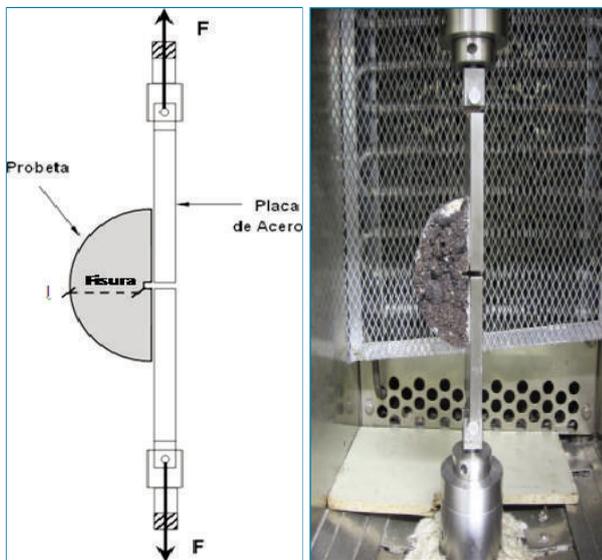


Figura 4. Esquema y geometría de la probeta en el ensayo Fénix

Sin embargo, esta disposición de ensayo no es adecuada para ensayar testigos formados por más de una capa, en los que la capa superior es una mezcla fina o ultrafina. Por ello, se ha adaptado el ensayo original de forma que puedan ensayarse probetas o testigos bicapa. En este trabajo se recogen una serie de pruebas que permiten poner de manifiesto las mejoras que se consiguen al utilizar este tipo de capas ultrafinas, ba-

sadas en la aplicación del ensayo Fénix.

## 2. Metodología

Se han extraído testigos de un pavimento envejecido, antes y después de extender sobre él una capa ultrafina, con el fin de evaluar el efecto de colocar o no esta capa. El pavimento viejo estaba formado por una capa de mezcla discontinua (microaglomerado) sobre una capa de mezcla semidensa, aunque no se ha podido garantizar que fuera homogéneo a lo largo del tramo sobre el que se ha actuado.

Adicionalmente se han sacado testigos de otro pavimento envejecido formado por una única capa de mezcla convencional, para evaluar el tipo de rotura que se produce evitando el efecto de diferentes capas.

Para caracterizar la resistencia a la fisuración de estas mezclas se ha pretendido utilizar el ensayo Fénix. Pero tal como se ha comentado anteriormente, la disposición de la probeta semicilíndrica durante la realización del ensayo Fénix no permite ensayar probetas o testigos formados por más de una capa. Por otra parte, resulta difícil ensayar una probeta de 1 ó 2 cm, correspondientes al espesor de la capa ultrafina, ya que los resultados podrían no ser representativos. Por ello, se ha cambiado la forma y disposición de la probeta respecto a la del ensayo convencional, de forma que se puedan ensayar probetas/testigos formados por más de una capa.

Así, en lugar de cortar la probeta cilíndrica por un plano diametral (para generar la probeta semicilíndrica), se han realizado dos cortes laterales para aproximarla a un paralelepípedo, Figura 5, de forma que las dos capas queden paralelas al plano de sujeción con las placas metálicas, sobre las que se aplica la tensión.

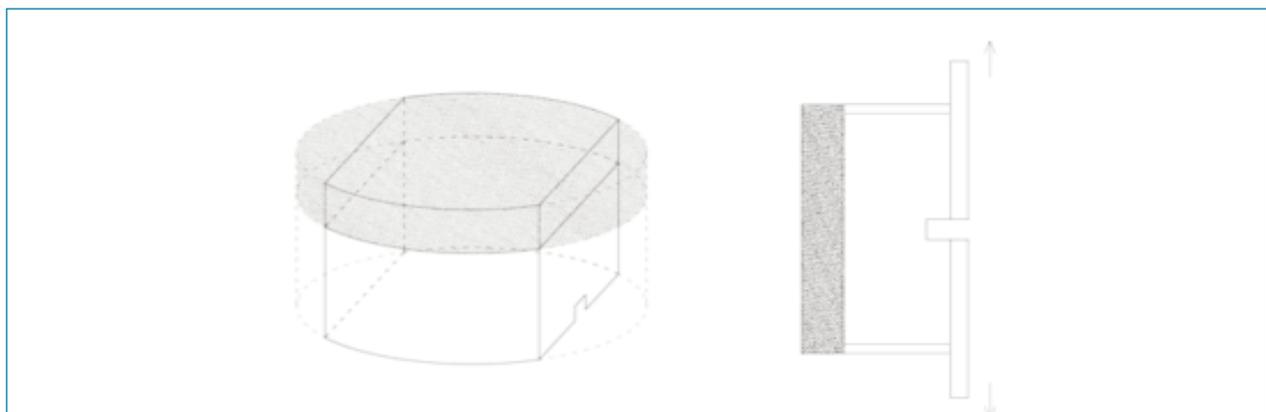


Figura 5. Geometría y disposición de la probeta en el ensayo Fénix adaptado a testigos bicapa (con ranura)

## Evaluación de la resistencia de mezclas a la fisuración de las capas de rodadura ultrafinas utilizadas en la conservación de pavimentos

Tal como se observa en la Figura 5, y al igual que en el caso del ensayo Fénix original, se ha realizado una pequeña ranura en los testigos, que se ubica entre las dos placas para inducir el inicio de la fisuración durante el ensayo. De esta forma, la fisuración se inicia en la capa inferior del testigo, y progresa a medida que aumenta el desplazamiento de los pistones de la prensa, hasta alcanzar, en caso de que exista, la capa superior ultrafina, momento a partir del cual ésta empezaría a resistir.

No obstante, después de unas pruebas iniciales, se comprobó que esta configuración puede hacer que los resultados del ensayo se vean muy condicionados por la resistencia de la capa inferior, que es la que empieza a trabajar primero. Por ello, se decidió utilizar otra disposición del testigo, en la que éstos se pegaban a las placas metálicas por su cara superior, sin realizar ninguna ranura, Figura 6. En este caso, cuando existe la capa ultrafina, es esta mezcla la que empieza a trabajar primero y, probablemente se podrán poner más de manifiesto las diferencias respecto cuando no exista esta capa.

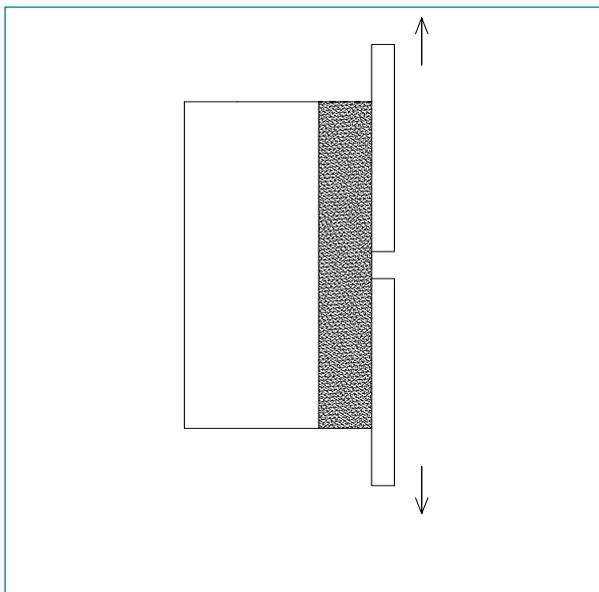


Figura 6. Disposición de la probeta en la segunda configuración del ensayo Fénix adaptado a testigos bicapa (sin ranura)

Durante el ensayo se registra la carga aplicada durante el proceso de rotura en función del desplazamiento aplicado, Figura 7. A partir de la curva carga-desplazamiento es posible obtener una serie de parámetros que permiten caracterizar la resistencia a la fisuración de la mezcla.

Entre estos parámetros se destacan el índice de rigidez a tracción (IRT), que relaciona el incremento de tensión con el

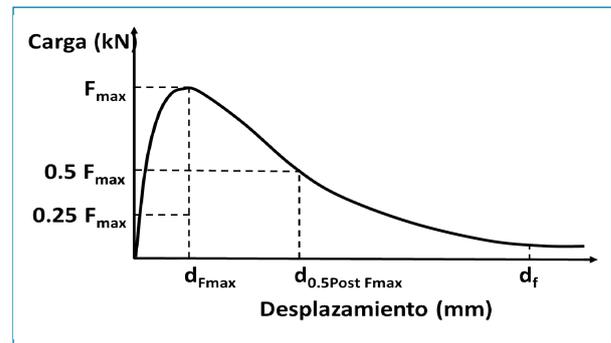


Figura 7. Curva carga-desplazamiento obtenida a partir del ensayo Fénix

incremento de desplazamiento en la zona inicial de carga y que, por tanto, es un módulo secante relacionado con la rigidez de la mezcla ensayada, y la energía disipada en el proceso de rotura (GF), obtenida a partir del área bajo la curva carga-desplazamiento; a mayor energía, se tendrá que realizar mayor trabajo para romper la mezcla, por lo que ésta será más resistente. Además, para cuantificar si el tipo de rotura que se produce durante el ensayo en más o menos dúctil, se ha definido un índice de tenacidad (IT) que pondera la energía disipada una vez que se ha alcanzado la carga máxima de rotura por el desplazamiento registrado tras la rotura, a medida que la carga máxima va disminuyendo; así, si la rotura es frágil, la carga tras la rotura disminuye bruscamente y el índice de tenacidad será relativamente pequeño, mientras que si la rotura es dúctil, la carga post-pico se mantendrá durante el proceso de rotura, registrándose unos mayores desplazamientos, por lo que el índice de tenacidad será más elevado. Este parámetro resulta muy interesante en el caso que nos ocupa, pues la finalidad de la capa ultrafina es sellar el pavimento antiguo, retrasando o evitando que las grietas y fallos aparezcan en superficie.

Los ensayos se han realizado a una temperatura de 10 °C, ya que en estas condiciones la respuesta de la mezcla es más frágil. Para cada configuración se han ensayado dos testigos.

### 3. Análisis de resultados

A continuación, se presentan los resultados obtenidos sobre tres tipos de testigos diferentes:

- Testigos formados por una sola capa de mezcla convencional, extraídos de un pavimento envejecido.
- Testigos formados por dos capas: una capa intermedia de mezcla convencional y un microaglomerado como capa de rodadura, que constituían el pavimento enve-

jecido antes de colocar la capa ultrafina.

- Testigos formados por el microaglomerado del pavimento envejecido anterior, sobre el que se ha colocado la capa ultrafina.

### 3.1 Testigos de mezcla convencional envejecida

En la Figura 8 se han representado las curvas tensión-desplazamiento obtenidas a partir del ensayo Fénix, a 10 °C, para los testigos formados por una sola capa de mezcla convencional envejecida. En este caso la tensión sólo se ha aplicado en la cara superior, que es la cara más envejecida; se observa que la tensión pico es bastante elevada y cómo tras la rotura disminuye rápidamente, evidenciado una rotura muy frágil.

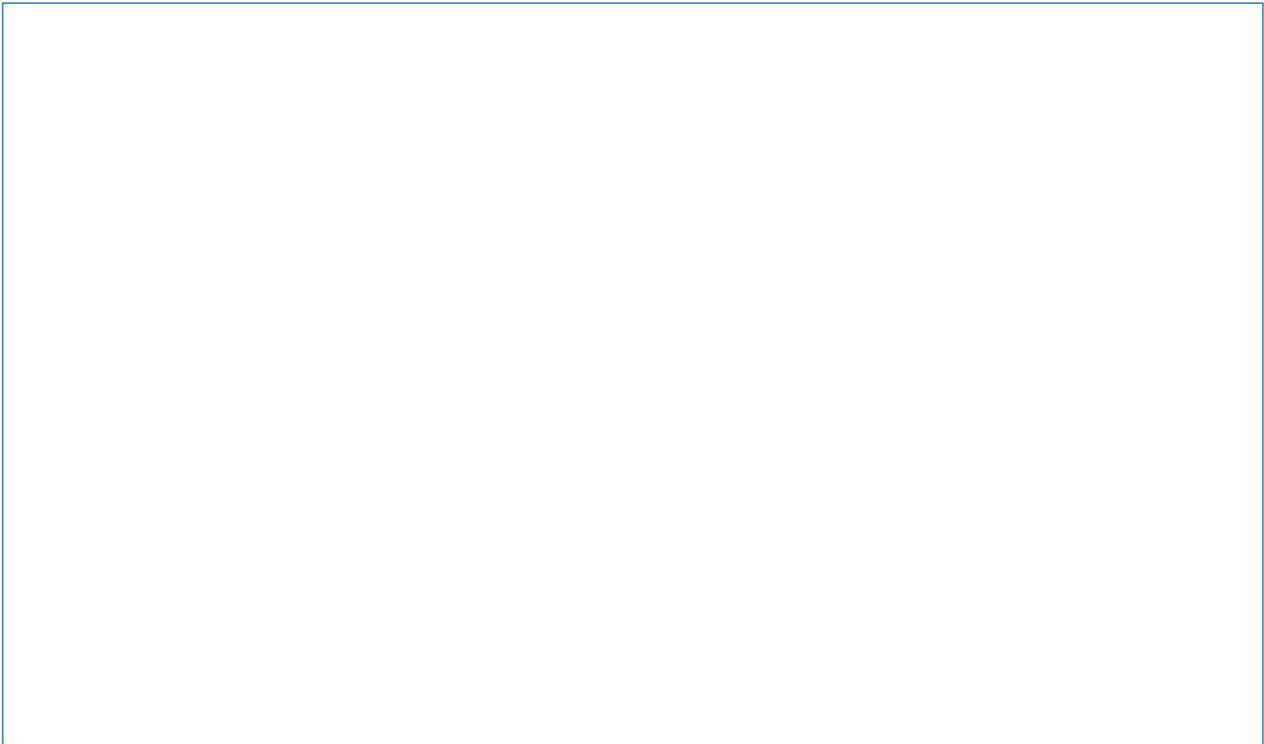


Figura 8. Ensayo Fénix a 10 °C y 1 mm/min. Testigos de una sola capa de mezcla convencional envejecida

### 3.2 Testigos bicapa, sin capa ultrafina

En la Figura 9 se han representado las curvas tensión-desplazamiento obtenidas a partir del ensayo Fénix, a 10 °C, para los testigos bicapa (microaglomerado sobre mezcla convencional), sin la capa ultrafina; en los testigos 1 y 3, la tensión se ha aplicado en la cara inferior del testigo, mientras que en los testigos 4.1C y 4.2C, la tensión se ha aplicado en la cara superior.

En este caso pueden apreciarse algunas diferencias cuan-

do se ensayan por una u otra cara, ya que las capas superior e inferior de los testigos extraídos están formadas por mezclas de diferentes características. Así, cuando la tensión se aplica por la cara inferior (testigos 1 y 3), la mezcla semidensa que constituye la capa inferior, sobre la que se aplica la carga, presenta una rotura frágil, mientras que cuando la tensión se aplica por la cara superior (testigos 4.1C y 4.2C), es el microaglomerado el que primero trabaja y, a pesar de estar envejecido, presenta una rotura más dúctil que la mezcla que constituye la capa inferior.

### 3.3 Testigos bicapa, microaglomerado y mezcla ultrafina

En la Figura 10 se han representado las curvas tensión-desplazamiento obtenidas a partir del ensayo Fénix, a 10 °C, para los testigos con la capa ultrafina; en los testigos 1.3R y 1.5R, la tensión se ha aplicado en la cara inferior del testigo, mientras que en los testigos 2.1R y 2.3R, la tensión se ha aplicado en la cara superior.

## Evaluación de la resistencia de mezclas a la fisuración de las capas de rodadura ultrafinas utilizadas en la conservación de pavimentos

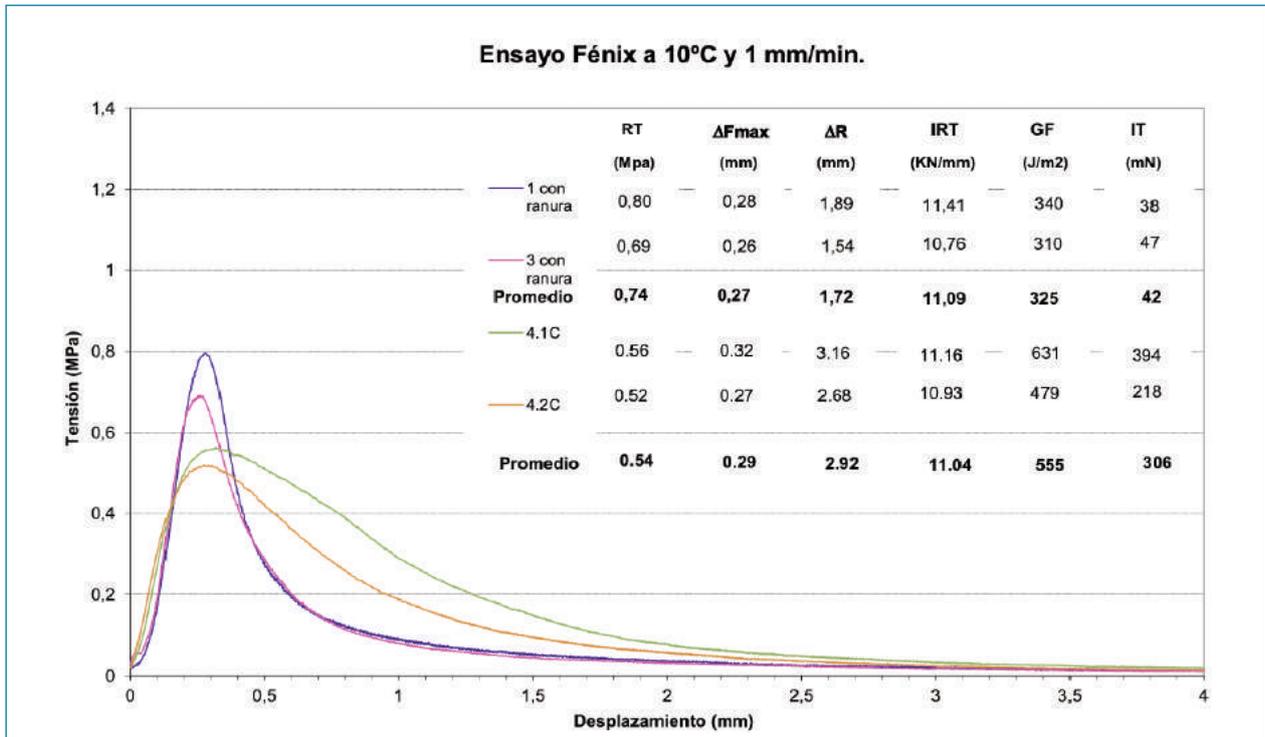


Figura 9. Ensayo Fénix a 10 °C y 1 mm/min. Testigos bicapa, sin capa ultrafina

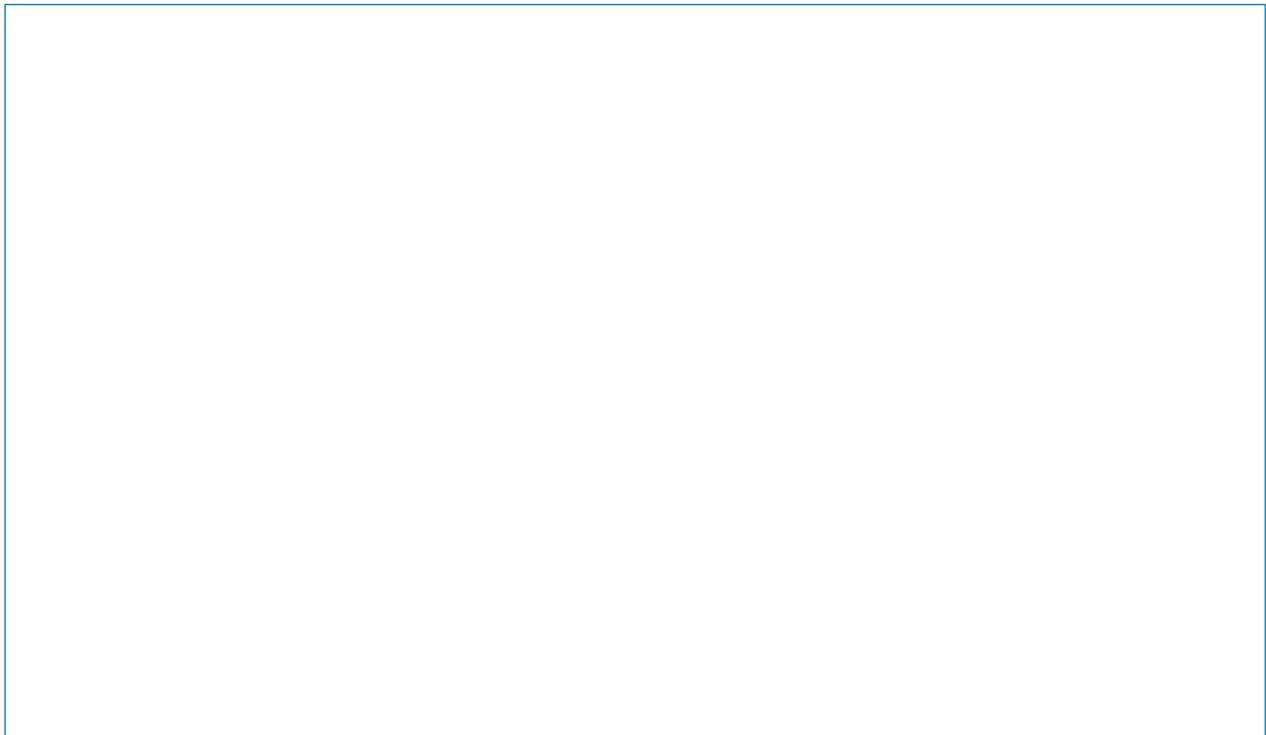


Figura 10. Ensayo Fénix a 10 °C y 1 mm/min. Testigos con capa ultrafina

En el caso de los testigos con la capa ultrafina (sobre el microaglomerado), la rotura observada cuando la tensión se aplica en la cara inferior es relativamente frágil. En este caso, la fisura se propaga rápidamente a través de la mezcla que está en

contacto con las placas hasta la capa ultrafina, pero ésta no se fisura y actúa como una rótula, Figura 11; la carga necesaria para abrir la probeta es relativamente baja. Pero cuando el ensayo se realiza pegando las placas a la capa ultrafina (cara supe-

rior), esta capa retrasa la apertura de la fisura y mantiene la carga por más tiempo, dando lugar a una rotura mucho más dúctil.

Al comparar las curvas de las Figuras 9 y 10 se puede observar que la respuesta del microaglomerado ha sido diferente cuando se ensaya con o sin ranura, aunque es necesario tener en cuenta que, tal como se ha indicado anteriormente, no ha sido posible garantizar que se tratara del mismo microaglomerado en todo el tramo, de ahí que puedan tenerse respuestas diferentes.

En cambio, sí es evidente que al comparar la respuesta del microraglomerado con la de la capa ultrafina, cuando en ambos casos la tensión se aplica de la misma forma sobre ellos (sin ranura), la respuesta de la mezcla ultrafina es mucho más dúctil que la del microaglomerado envejecido. El valor del índice de tenacidad cuando la tensión se aplica en la capa ultrafina es del orden de 3 veces superior al obtenido en el caso anterior (sin capa ultrafina).

En la Figura 12 se aprecia la propagación de la fisura en testigos con y sin la capa ultrafina respectivamente, para un desplazamiento de 3.5 mm, con tensión aplicada en la cara superior; puede observarse como la profundidad que alcanza la fisura es mayor en el caso en que no hay la capa ultrafina. También se observa como la capa ultrafina queda perfectamente unida y anclada a la capa inferior, soportando los esfuerzos cortantes. Estos esfuerzos serían mayores que en el caso del mi-



Figura 11. Detalle de la rotura de un testigo con entalla en la cara inferior, con capa ultrafina. Tensión aplicada en la cara inferior del testigo

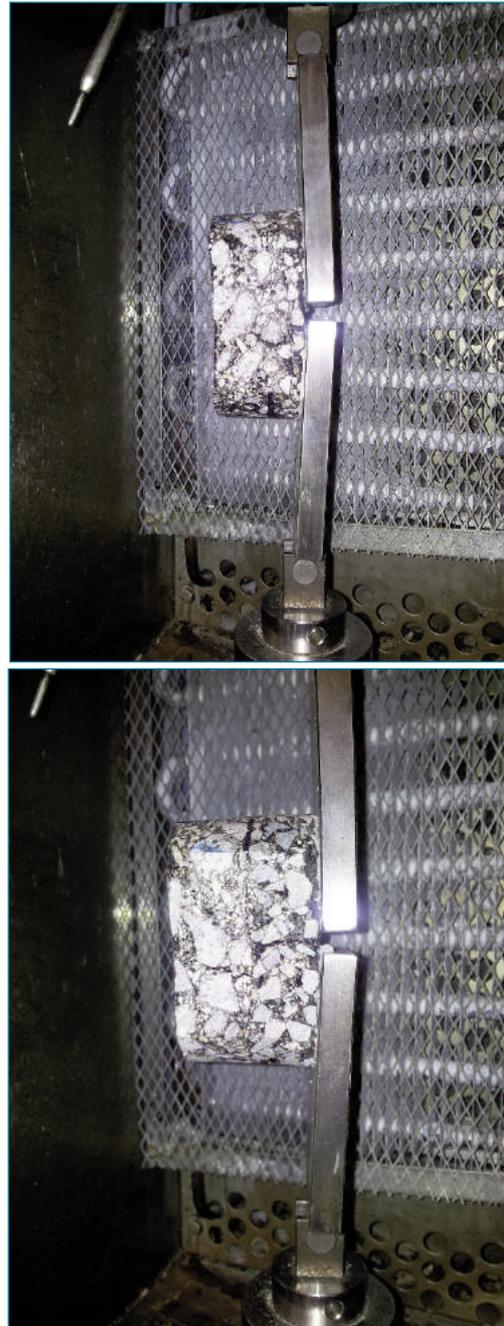


Figura 12. Ensayo Fénix aplicando la tensión en la cara superior del testigo: (a) con capa ultrafina, (b) sin capa ultrafina

croaglomerado por ser de menor espesor. Pero pese a este menor espesor, se observa una total adherencia y que la capa ultrafina no se despega del soporte.

Este ensayo muestra la capacidad de la capa ultrafina para mantener la resistencia y su integridad en unos niveles mayores de deformación, Figura 13, reforzando y aumentando la resistencia a la fisuración de las capas inferiores.

## Evaluación de la resistencia de mezclas a la fisuración de las capas de rodadura ultrafinas utilizadas en la conservación de pavimentos



Figura 13. Comportamiento de la capa ultrafina frente la progresiva apertura de la fisura en la cara inferior del testigo

### 4. Conclusiones

En este trabajo se ha caracterizado en laboratorio la resistencia a la fisuración de testigos extraídos de un pavimento envejecido antes y después de extender sobre él una capa de ultrafina.

Para ello, se ha adaptado el ensayo Fénix, cambiando la forma y disposición de la probeta respecto a la del ensayo convencional, de forma que puedan ensayarse testigos formados por más de una capa. Se han utilizado dos configuraciones de ensayo, aplicando la tensión tanto en la cara inferior del testigo (habiendo generado una pequeña ranura para inducir la fisura), como en la cara superior (sin ranura).

Los resultados obtenidos han puesto de manifiesto que cuando la tensión se aplica en la cara inferior del testigo se observa una rotura más o menos frágil, dependiendo del tipo de mezcla que constituye esa capa y de su grado de envejecimiento. Si la capa superior es de una mezcla ultrafina, la propagación de la fisura se ralentiza y esta capa actúa a modo de rótula a medida que se abre la fisura.

Por otra parte, al aplicar la tensión en la cara superior del testigo (sin ranura) se observa una respuesta claramente diferente cuando en la cara superior hay la mezcla ultrafina, retrasándose la apertura de la fisura y mostrando una rotura mu-

cho más dúctil que la que presenta la capa inferior envejecida. Además, en todos los ensayos realizados, se ha mantenido la adherencia de la capa de ultrafina al soporte

### 5. Bibliografía

- [1] Pérez-Jiménez, F.; Valdés, G.; Miró, R.; Martínez, A. y Botella, R. "Fénix Test. Development of a new test procedure for evaluating cracking resistance in bituminous mixtures", Transportation Research Record, Journal of Transportation Research Board, nº 2181, pp. 36-43, 2010.
- [2] Pérez-Jiménez, F.; Botella, R.; Martínez, A. y Miró, R. "Analysis of the mechanical behaviour of bituminous mixtures at low temperatures". Construction and building materials, Vol. 46, pp. 193-202, 2013.
- [3] Miró, R.; Martínez, A.; Pérez-Jiménez, F. y Botella, R. "Analysis of cracking resistance of bituminous mixtures using Fenix test". Construction and building materials, Vol 59, pp. 32-38, 2014.
- [4] Pérez-Jiménez, F.; Valdés, G.; Muñoz, M.; Miró, R.; Martínez, A.; Botella, R. y Amorós, J. "Criterios y especificaciones para el uso del ensayo Fénix en el diseño de mezclas bituminosas tipo AC". IX Jornada Nacional ASEFMA

2014. Asociación Española de Fabricantes de Mezclas Asfálticas (ASEFMA), Madrid, 2014.
- [5] López Marco, J.R.; Berbis, J.; Albert, J.R.; Felipo, J.; Moral, A. y Martínez Corral, J. "Nuevas mezclas bituminosas ultradelgadas". X Jornada Nacional ASEFMA 2015. Asociación Española de Fabricantes de Mezclas Asfálticas (ASEFMA), Madrid, 2015.
- [6] Álvarez, P.; Quintana, C.; Espinosa, J.L. y Montolio, M. "Mezcla ultradelgada discontinua en capa de rodadura de elevada funcionalidad. AUTL-5 (BBTM 5A)". XII Jornada Nacional ASEFMA 2017. Asociación Española de Fabricantes de Mezclas Asfálticas (ASEFMA), Madrid, 2017.
- [7] López Marco, J.R.; Berbis, J.; Albert, J.R.; Felipo, J. y Moral, A. "Comportamiento y evolución de las características superficiales de las mezclas bituminosas ultradelgadas". XII Jornada Nacional ASEFMA 2017. Asociación Española de Fabricantes de Mezclas Asfálticas (ASEFMA), Madrid, 2017.
- [8] ORDEN FOM/2523/2014. Artículo 543: Mezclas bituminosas para capas de rodadura. Mezclas drenantes y discontinuas. Orden FOM/2523/2014.
- [9] UNE-EN 13108-5 Mezclas bituminosas. Especificaciones de materiales. Parte 5: Mezclas bituminosas tipo SMA.
- [10] UNE-EN 13108-2 Mezclas bituminosas. Especificaciones de materiales: Parte 2: Mezclas bituminosas para capas delgadas.
- [10] EN 13108-9 Bituminous mixtures. Material specifications. Asphalt for ultra-thin layer (AUTL).

En **Ferrovial Agroman** y **Ditecpesa** apostamos firmemente por la economía circular, aportando betunes asfálticos específicos para lograr:

- Una primera etapa donde se utilizan los materiales de larga duración; “betún modificado para climas extremos” como en el refuerzo de la A2 tramo Calatayud – Alfajarín en Zaragoza.
- Una segunda etapa reutilizando los pavimentos; “planta asfáltica con unidad industrial específica de reciclado”, como el refuerzo de la A-66 en León.
- Una tercera etapa reciclando materiales; “betunes modificados con polvo de neumático” procedente de 60.000 neumáticos, utilizados en la variante entre Beas y Trigueros en la N-435 en Huelva.

Optimizamos la eficiencia de producción, siendo capaces de suministrar hasta 300 t/día de betún modificado durante 10 días, para el refuerzo de la pista del Aeropuerto Madrid Barajas Adolfo Suárez.

**Ditecpesa** es una empresa dedicada al desarrollo, fabricación y comercialización de productos asfálticos; betunes asfálticos, betunes asfálticos modificados con polímeros y emulsiones, desde el año **1988**.

Contacto en:  
[ditecpesa@ferrovial.com](mailto:ditecpesa@ferrovial.com)  
+34 91 879 69 30  
[www.ditecpesa.com](http://www.ditecpesa.com)



Crecimiento  
basado en  
la Innovación

**ditecpesa**

Una empresa Ferrovial

# UNE-EN 12697-36:2003

## Determinación del espesor de pavimentos bituminosos

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 medida del espesor de los pavimentos mediante dos procedimientos: con testigos extraídos de una placa o de la obra (procedimiento destructivo) y por procedimientos con equipos electromagnéticos (procedimiento no destructivo).

### 2. Método operativo

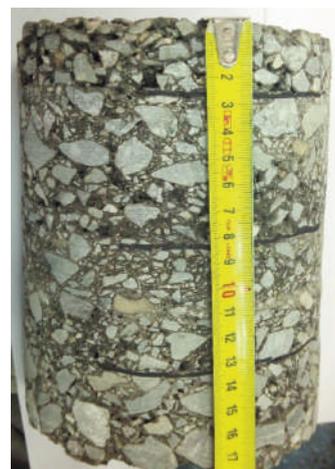
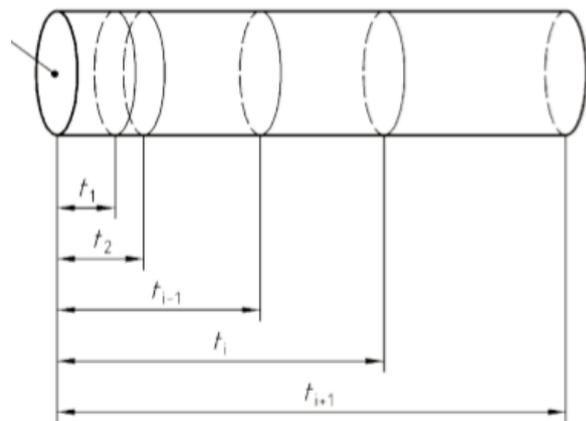
#### Para el método destructivo:

Se utilizan testigos extraídos del pavimento con una inclinación de 5° respecto al eje perpendicular del pavimento, y en caso de ser mayor se deben colocar sobre la superficie horizontal y medir respecto al plano vertical. El diámetro del testigo recomendado en la norma es de 100 mm o 150 mm y no se deben emplear testigos con defectos o dañados durante la operación de taladrado.

Las mediciones son realizadas con una aproximación de 1 mm, perpendicularmente respecto al plano superior, entre las superficies superior e inferior o en las líneas limítrofes siempre que se encuentren bien definidas (si el testigo tiene más de una capa). Se efectúan 4 mediciones espaciadas en el contorno de cada testigo, trazando una línea perpendicular a la superficie superior y marcando las líneas limítrofes. En caso de tener más de una capa se efectúan mediciones acumulativas, como muestra la imagen siguiente:

El espesor de la capa es el valor medio de las 4 mediciones, expresado en milímetros con aproximación de 1 milímetro.

tro.



#### Para el método no destructivo:

Se utiliza el equipo electromagnético con un antipolo que se fija sobre la carretera antes de aplicar la nueva capa de mezcla. El equipo debe ser calibrado antes de realizar las mediciones y tener una precisión de al menos 1 milímetro. La medición del espesor de la capa se efectúa en el punto medio del antipolo colocado sobre el pavimento, calculando el

# UNE-EN 12697-36:2003 Determinación del espesor de pavimentos bituminosos

valor medio de 4 mediciones.

## 3. Equipamiento

Pie de rey (debidamente calibrado).

Compás.

Aparato electromagnético basado en el principio de corrientes parásitas o de Folcault, para la realización de las mediciones no destructivas, consistente en una banda de papel de aluminio o lamina metálica de aluminio que son colocadas sobre la capa inferior. El antipolo debe ser de  $300 \pm 10$  mm de ancho por  $700 \pm 10$  mm de longitud y un espesor de 0,05 mm a 0,30 mm.



## 4. Puntos Críticos

El procedimiento más utilizado en España para la determinación del espesor de los pavimentos colocados es la extracción y medida de los testigos extraídos, no teniendo apenas información y experiencia para la posible utilización de equipos electromagnéticos en estas comprobaciones.

Para el método de medida del espesor con testigos, es importante seleccionar correctamente las zonas muestreo y extracción de los testigos, debido a las posibles variaciones existentes según el punto de muestreo.

## 5. Comentarios

La norma recomienda que el diámetro requerido para los testigos sea de 100 mm o 150 mm, aunque siempre que exista una diferencia entre las capas clara, se podrían realizar medidas en testigos con diámetros inferiores.

En el informe del ensayo se debe indicar cual es el espesor total de cada testigo con aproximación a 1 mm, el espesor de cada capa y el procedimiento empleado. Sería conveniente añadir en el informe fotografías de cada testigo medido.

La precisión del ensayo que indica la norma para el espe-

sor de una capa de 1,2 mm (N=10) de Repetibilidad y 1,8 mm (N=22) de Reproducibilidad. No se indica con cual de los métodos (destrutivo y no destructivo) se han determinado estos valores.

## 6. Bibliografía

- UNE-EN 12697-29. Determinación de las dimensiones de una probeta de mezcla bituminosa.
- UNE-EN 12697-33. Elaboración de probetas con el compactador de placa.
- UNE-EN 12697-36. Determinación del espesor de un pavimento bituminoso.

*Es un procedimiento de ensayo sencillo, que describe dos metodologías para la determinación del espesor de los pavimentos. Se debería avanzar en la utilización de procedimientos con equipos no destructivos, que podrían aportar resultados más precisos (electromagnetismo) y ser complementarios de los resultados obtenidos con métodos destructivos (medición de espesor en testigos).*

# 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 22 de abril hasta el 22 de agosto de 2019.

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

### NORMATIVA PUBLICADA

- **UNE EN 13074-1 (Publicada en julio de 2019)** Betunes y ligantes bituminosos. Recuperación del ligante de las emulsiones bituminosas o de los ligantes bituminosos fluidificados o fluxados. Parte 1: Recuperación por evaporación
- **UNE EN 13702 (Publicada en mayo de 2019)** Betunes y ligantes bituminosos. Determinación de la viscosidad dinámica del betún modificado por el método del cono y la placa.

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

### NORMATIVA EN PROYECTO

- **PNE-EN 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-EN 13358 (Última publicación año 2010)** Betunes y ligantes bituminosos. Determinación de las características de destilación de los betunes fluidificados y fluxados fabricados con fundentes de origen mineral.

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

### NORMATIVA PUBLICADA

- **UNE EN 12697-10 (Publicada en julio de 2019)** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezclas bituminosas en caliente. Parte 10: Compactibilidad
- **UNE EN 12697-12 (Publicada en junio de 2019)** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 12: Determinación de la sensibilidad al agua
- **UNE EN 12697-24 (Publicada en julio de 2019)** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 24: Resistencia a fatiga
- **UNE EN 12697-25 (Publicada en julio de 2019)** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 25: Ensayo de compresión cíclico
- **UNE EN 12697-26 (Publicada en julio de 2019)** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 26: Rigidez
- **UNE-CWA 17089 (Publicada en junio de 2019)** Indicadores para la evaluación de la sostenibilidad de carreteras

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

#### 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
- **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 aplicación
- **PNE-prEN 12697-1 (última publicación año 2013)** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 1: Contenido de ligante soluble
- **PNE-EN 12697-2/prA1 (última publicación año 2015)** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezclas bituminosas en caliente. Parte 2: Determinación de la granulometría de las partículas
- **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-EN 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 12697-6 (última publicación año 2012)** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 6: Determinación de la densidad aparente de probetas bituminosas
- **PNE-EN 12697-8 (última publicación año 2003)** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 8: Determinación del contenido de huecos en las probetas bituminosas
- **PNE-prEN 12697-11 (última publicación año 2012)** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 11: Determinación de la afinidad entre áridos y betún.
- **PNE-prEN 12697-14 (última publicación año 2001)** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 14: Contenido de agua
- **PNE-prEN 12697-19 (última publicación año 2013)** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 19: Permeabilidad de las probetas
- **PNE-prEN 12697-20 (última publicación año 2013)** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 20: Ensayo de indentación utilizando probetas cúbicas o Marshall
- **PNE-prEN 12697-21 (última publicación año 2013)** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 21: Ensayo de indentación utilizando probetas planas
- **PNE-prEN 12697-22 (última publicación año 2008)** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 22: Ensayo de rodadura
- **PNE-prEN 12697-28 (última publicación año 2001)** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 28: Preparación de muestras para la determinación del contenido de ligante, contenido de agua y granulometría
- **PNE-prEN 12697-29 (última publicación año 2003)** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 29: Determinación de las dimensiones de las probetas bituminosas
- **PNE-EN 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-EN 12697-31 (última publicación año 2008)** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezclas bituminosas en caliente. Parte 31: Preparación de probetas mediante compactación giratoria
- **PNE-EN 12697-32 (última publicación año 2007)** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezclas bituminosas en caliente. Parte 32: Preparación de probetas mediante compactador vibratorio
- **PNE-EN 12697-33 (última publicación año 2007)** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 33: Elaboración de probetas con compactador de placas
- **PNE-prEN 12697-34 (última publicación año 2013)** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 34: Ensayo Marshall
- **PNE-prEN 12697-39 (última publicación año 2013)** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 39: Contenido de ligante por ignición
- **PNE-prEN 12697-40 (última publicación año 2013)** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 40: Drenabilidad in situ

## MEZCLAS BITUMINOSAS (COMITÉ TÉCNICO AEN/CTN 41/SC-2)

## NORMATIVA EN PROYECTO (continuación)

- **PNE-EN 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-prEN 12697-45 (última publicación año 2013)** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 45: Ensayo de rigidez a tracción tras acondicionamiento en saturación (SATS)
- **PNE-prEN 12697-46 (última publicación año 2013)** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 46: Fisuración y propiedades a baja temperatura mediante ensayos de tracción uniaxial
- **PNE-FprCEN/TS 12697-50 (norma nueva)** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 50: Resistencia al desgaste
- **PNE-prEN 12697-53 (norma nueva)** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 53: Incremento de la cohesión por el método de la esparción
- **PNE-prEN 12697-54 (norma nueva)** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 54: Curado de las muestras para el ensayo de mezclas con emulsión de betún
- **PNE-prEN 12697-55 (norma nueva)** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 55: Evaluación organoléptica de la compatibilidad de los materiales constituyentes de una mezcla con emulsión de betún
- **PNE-prEN 12697-56 (norma nueva)** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 56: Preparación de muestras mediante compactación estática
- **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
- **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 bituminosos
- **PNE-EN 13108-7 (última publicación año 2008)** Mezclas bituminosas. Especificaciones de materiales. Parte 7: Mezclas bituminosas drenantes
- **PNE-EN 13108-20 (última publicación año 2009)** Mezclas bituminosas. Especificaciones de materiales. Parte 20: Ensayos de tipo
- **PNE-EN 13108-21 (última publicación año 2009)** Mezclas bituminosas. Especificaciones de materiales. Parte 21: Control de producción en fábrica
- **PNE-prEN 13108-31 (norma nueva)** Mezclas bituminosas. Especificaciones de materiales. Parte 31: Hormigón asfáltico con emulsión bituminosa
- **PNE-EN 13285 (última publicación año 2010)** Mezclas de áridos sin ligante. Especificaciones
- **PNE-EN ISO 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 media del perfil
- **PNE-EN 13880-6 (última publicación año 2006)** Productos de sellado aplicados en caliente. Parte 6: Método para la preparación de muestras de ensayo
- **PNE-EN 13880-7 (última publicación año 2004)** Productos de sellado aplicados en caliente. Parte 7: Ensayo de funcionamiento de productos de sellado
- **PNE-EN 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-EN 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-EN 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)

### MEZCLAS BITUMINOSAS (COMITÉ TÉCNICO AEN/CTN 41/SC-2)

#### NORMATIVA EN PROYECTO (continuación)

- **PNE-EN 14187-5 (última publicación año 2004)** Productos de sellado aplicados en frío. Métodos de ensayo. Parte 5: Determinación de la resistencia a la hidrólisis
- **PNE-EN 14187-7 (última publicación año 2004)** Productos de sellado aplicados en frío. Métodos de ensayo. Parte 7: Determinación de la resistencia a la llama
- **PNE-EN 14187-9 (última publicación año 2007)** Productos de sellado aplicados en frío. Métodos 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
- **PNE 41265-1 (norma nueva)** Firmes de carreteras. Ejecución y control. Parte 1: Control térmico de mezclas bituminosas
- **PNE 41265-2 IN (norma nueva)** Firmes de carreteras. Ejecución y control. Parte 2: Prefisuración de materiales tratados con conglomerantes hidráulicos
- **PNE 41260-1 IN (norma nueva)** Materiales para firmes de carreteras. Mezclas bituminosas. Parte 1: Utilización de cal hidratada como polvo mineral de aportación

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

#### NORMATIVA EN PROYECTO

- **PNE-prEN 933-2 (última publicación año 1999)** Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 2: Determinación de la granulometría de las partículas. Tamices de ensayo, tamaño nominal de las aberturas
- **PNE-EN 1097-2 (última publicación año 2010)** Ensayos para determinar las propiedades mecánicas y físicas de los áridos. Parte 2: Métodos para la determinación de la resistencia a la fragmentación
- **PNE-EN 1097-8 (última publicación año 2012)** Ensayos para determinar las propiedades mecánicas y físicas de los áridos. Parte 8: Determinación del coeficiente de pulimento acelerado
- **PNE-prEN 13043 (última publicación año 2004)** Áridos para mezclas bituminosas y tratamientos superficiales de carreteras, aeropuertos y otra zonas pavimentadas
- **PNE-EN 16236 (Norma nueva)** Evaluación y verificación de la constancia de prestaciones (EVCP) de los áridos. Ensayo de tipo iniciales y control de producción en fábrica

### COMENTARIOS SOBRE LAS NORMAS

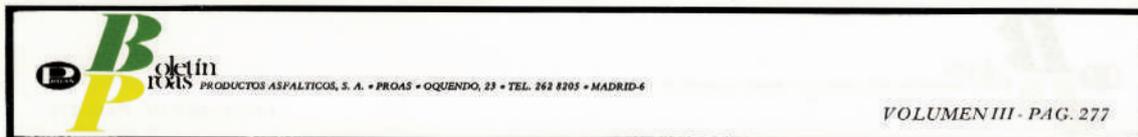
Desde la última publicación de la revista, en la normativa se han producido las siguientes novedades:

- Para ligantes bituminosos
  - o Se ha publicado la norma para extracción del ligante residual de emulsiones por el método de evaporación
  - o Publicada también una norma para determinación de la viscosidad en betunes
- Para mezclas bituminosas
  - o Publicadas las normas sobre compactabilidad y sensibilidad al agua
  - o También se ha publicado la revisión de las normas para evaluación de características prestacionales como fatiga, ensayo e compresión cíclico y rigidez

**Destacar la publicación de una norma española donde se definen indicadores para la evaluación de la sostenibilidad de la carretera aspecto alineado con los criterios de Economía Circular.**

# Mirando al pasado

Documento publicado en enero-febrero de 1979.



## COMENTARIO DE ACTUALIDAD

Recientemente hemos tenido la curiosa noticia de que en alguna provincia española que ya hacía tiempo había sustituido los arcaicos riegos utilizando betún asfáltico como aglomerante por otros con cutback o emulsiones asfálticas, se había dado el paso atrás, volviendo a la utilización del aglomerante puro, es decir, a regar con betún 150/200. No hemos tenido todavía ocasión de comprobar si tal noticia es cierta ni de discutir con los autores de los proyectos los motivos que puedan haberles impulsado a tomar una decisión tan extraña, pero creemos interesante, en vista de lo dicho, recordar de nuevo algunos puntos fundamentales en relación con los tratamientos superficiales que, al parecer, de puro sabidos, están llegando a olvidarse.

La función básica de un tratamiento superficial es recubrir un pavimento existente y esencialmente bueno con una capa de gravilla antideslizante, que debe estar limpia, es decir, que debe presentar al contacto con los neumáticos una cara de piedra no cubierta con ligante. En los principios de la tecnología del asfalto en los tiempos modernos se empezó, desde luego, con la realización de tratamientos superficiales primero con alquitrán y luego con betún asfáltico, porque eran los únicos aglomerantes conocidos, pero pronto se comprobó que este tipo de tratamientos conducía casi siempre a la aparición de exudaciones que, recubriendo con aglomerante la capa superior de la piedra, eliminaban su efecto antideslizante y, por consiguiente, la principal utilidad del tratamiento superficial. Por eso y por las dificultades prácticas que presenta el riego con aglomerante puro se inventaron y desarrollaron primero los cutbacks y luego las emulsiones asfálticas, que facilitan muchísimo el trabajo y eliminan casi por completo el riesgo de exudaciones si se proyecta y ejecuta la obra con un mínimo de cuidado.

Lo de las exudaciones del betún siempre se consideró importante por el riesgo que supone para la seguridad del tráfico, aunque en nuestro país, hace veinte años, cuando todavía nuestras carreteras estaban relativamente poco transitadas, no se daba a este aspecto demasiada importancia, e incluso recordamos haber oído decir a algún viejo «experto» que en los riegos «lo bueno es que el betún salga a la superficie», cita que evidentemente constituye sólo una anécdota graciosa que en modo alguno debe tomarse en serio. Lo cierto es que, con las densidades y velocidad de tráfico habituales actualmente, aplicar un tipo de tratamiento que da lugar casi indefectiblemente a exudaciones y, por consiguiente, firmes deslizantes, puede calificarse casi de imprudencia temeraria.

Al emplear como aglomerante un cutback, que contiene disolvente, o una emulsión asfáltica, que contiene un 40 % de agua, se logra, en primer lugar, que sea mucho más fácil el extendido del aglomerante, lo que hace posible regar con camión dotado de barra distribuidora sin riesgo de obstrucción de las boquillas que pudiera destruir la regularidad del riego y, además, la viscosidad relativamente reducida del aglomerante le permite extenderse compensando en gran parte la diferencia de dosificación de una boquilla a otra que pudiera producirse. Además, cuando se extiende la gravilla inmediatamente después de regar el aglomerante, el volumen de este es máximo, por lo que establece un mayor contacto con la gravilla mojándola en una proporción importante de su superficie interior, pero al curar el cutback o romper la emulsión, eliminándose el disolvente o el agua, el volumen de aglomerante disminuye, con lo que la gravilla queda sujeta exclusivamente por su parte inferior, eliminando o reduciendo al máximo el peligro de que aparezcan exudaciones.

Cierto es que el trabajar con aglomerantes que requieren un tiempo de curado, por corto que sea, antes de sujetar la gravilla de forma eficaz, exige tomar determinadas precauciones en cuanto a la regulación del tráfico durante la obra, pero así se logra una obra bien hecha y que cumple plenamente la función para la que se proyectó. Proyectar tratamientos superficiales con betún asfáltico como aglomerante porque así se sujeta la gravilla un poco antes, cerrando los ojos a que serán casi inevitables las exudaciones y las irregularidades importantes de dosificación, es como buscar la llave bajo un farol porque allí hay buena luz aunque la llave se perdió en otro sitio.



**LA  
CARRETERA  
DEL  
FUTURO**

# PATOLOGÍAS DE LOS PAVIMENTOS. ENTREGA 06.

**Andrés Costa**

Miembro Comité Revista Asfalto y Pavimentación

## 5.11. Patología de charcos en mezclas porosas

### 5.11.1 DESCRIPCIÓN DE LA PATOLOGÍA

El Artículo 543 del vigente Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3) define dos tipos de mezclas drenantes, en función del tamaño máximo del árido, que se denominan PA 16 y PA 11. Así mismo exige que el porcentaje mínimo de huecos en la mezcla sea del 20%.

La utilización de un pavimento drenante facilita la rápida evacuación del agua de lluvia de la superficie de la carretera y elimina el riesgo de hidroplaneo. La capa se suele construir de un espesor entre 4 y 5 centímetros. El agua penetra por los huecos superficiales y se mueve por los huecos interconectados que existen en toda la capa, llevando el agua a la capa inferior (que debe ser perfectamente impermeable) y sobre esta se mueve hacia los laterales de la carretera y sale a la cuneta de la misma.



vencional, al aumentar la visibilidad con lluvia intensa y carretera muy mojada.

Además de este efecto beneficioso de los pavimentos drenantes en condiciones atmosféricas adversas de lluvia, tiene algunas otras ventajas importantes como evitar la reflexión de la luz de los vehículos que circulan en sentido contrario, cuando el pavimento está mojado, consigue una buena macrotextura, presenta una elevada absorción del ruido de rodadura de los vehículos, resultando en conjunto, un pavimento de rodadura cómoda y segura para los usuarios.

Estas características se pierden cuando el pavimento drenante se colmata por suciedad de manera que los huecos en mezcla disminuyen sensiblemente y el pavimento ya no funciona como drenante. Es importante que, mediante limpiezas periódicas o diseñando la mezcla de manera que la suciedad superficial no quede retenida en los huecos y salga por la capa inferior junto al agua, se mantenga la característica drenante a lo largo del tiempo y estando en uso la carretera.

La patología que se describe en este apartado se produce cuando, en condiciones de lluvia intensa, sobre pavimentos drenantes y en zonas localizadas, aparecen de forma inesperada charcos de agua de tamaño variable y de forma irregu-



Figura 71. Proyección de agua en un pavimento normal y en un pavimento drenante.

Además de eliminar el riesgo del hidroplaneo, disminuye sensiblemente el agua proyectada por los vehículos al circular, lo que mejora sensiblemente la seguridad vial, respecto a la misma carretera con un pavimento de mezcla cerrada con-

lar.

La patología es tanto más grave cuanto mayor sea la superficie afectada, cuantos más puntos de una carretera presenten este problema y cuanto más aleatoria sea la aparición

y formación de los mismos.



Figura 72. Formación de charcos de agua localizados en un pavimento drenante.

### 5.11.2 CAUSAS DE LA PATOLOGÍA

En general este problema se presenta por colmatación parcial o total de zonas puntuales de una carretera cuyo pavimento o capa de rodadura es una capa drenante. Se suele

producir algunos años después de la construcción de la misma y se ve favorecida por la ausencia de tratamientos preventivos y periódicos de limpieza y por la presencia en la calzada de barro arrastrado por lluvias intensas o por los neumáticos de vehículos que acceden a la misma desde caminos no pavimentados.

Las otras posibles causas son de tipo constructivo, como es el caso de tramos de carreteras con cambios de peralte con problemas para la evacuación del agua o en puntos bajos de tramos largos de cierta pendiente longitudinal. Estas dos posibilidades deben evitarse en el diseño y construcción de la carretera y, una vez detectado el problema, mediante la corrección del mismo mejorando el drenaje y facilitando la salida rápida del agua de la carretera por los laterales de la misma hacia las cunetas.

### 5.11.3 INCIDENCIA DE LA PATOLOGÍA EN LA VÍA Y EN EL USUARIO

Esta patología influye en la seguridad y comodidad de los usuarios de la carretera desde dos aspectos distintos. Por la pérdida de contacto del neumático con el pavimento y por la reacción del conductor ante la aparición del problema.

Los pavimentos drenantes se caracterizan por su elevada seguridad de circulación en condiciones climatológicas adversas (fuerte lluvia) por la ausencia de agua en su superficie desapareciendo el riesgo del hidropneumático (pérdida del contacto neumático pavimento por interposición de una lámina de agua).

La aparición en un pavimento drenante de zonas con charcos de agua de forma puntual, imprevista y localizada, introduce el riesgo del hidropneumático de manera accidental e imprevista por el conductor. Este puede perder el control del vehículo y sufrir un accidente tanto más grave cuanto mayor sea la velocidad. Cuanto mayor sea la superficie del charco formado, mayor será el riesgo de accidente.

La reacción del conductor ante esta situación imprevista es otra posible causa de accidente. En efecto, el conductor puede intentar evitar pasar por el charco, para ello y de forma rápida y no previsible por los demás usuarios de la carretera, puede realizar una maniobra brusca para evitarlo o puede frenar antes de llegar hasta él. En ambas situaciones el riesgo de accidente con otros vehículos, circulando por la carretera en el mismo o en sentido contrario que el conductor, es muy alto y

tanto más grave cuanto mayor sea la velocidad de circulación.

#### 5.11.4 REPARACIÓN DE LA PATOLOGÍA

Si el problema es de tipo constructivo y el agua aparece en puntos localizados por problemas de drenaje (cambios de peralte con pendiente longitudinal, puntos bajos en tramos largos de cierta pendiente, etc.), es necesario estudiar bien la causa y mejorar el drenaje transversal para evitar la formación de charcos en la calzada. Una posible solución es la realización de grietas transversales que cruzan la calzada de un lado a otro, con una cierta inclinación en el sentido de la pendiente de la carretera y que facilitan la evacuación transversal del agua e impiden su recorrido por la calzada. Esta solución resulta algo incómoda para la rodadura por ser muy ruidosa.



Figura 73. Ranurado transversal para mejorar el drenaje superficial en zonas de transición de peralte.

Otra alternativa es colocar drenes transversales en la capa de rodadura, que recojan el agua que circula sobre el pavimento, especialmente cuando hay fuerte pendiente longitudinal y cambios de peralte, y la lleven a la cuneta.

Si el problema es debido a una mala drenabilidad por el pavimento total o parcialmente colmatado (sin posibilidad de limpieza), hay dos posibilidades:

- Si es en zonas localizadas se deben fresar la zona afectada y reponer con mezcla porosa nueva. Es conveniente realizar la actuación hasta el borde de la calzada para facilitar la circulación del agua drenada, sobre la capa impermeable inferior, hasta la cuneta de la carretera y además cepillando las juntas fresadas para permitir la circulación del agua existente entre la capa de mezcla antigua y el nuevo tramo pavimentado.



Figura 74. Reparación hasta el borde de un pavimento drenante.

- Si el problema es más generalizado, se deberá renovar todo el pavimento mediante fresado y reposición o bien mediante la construcción de una nueva capa porosa previa impermeabilización total de la existente.

#### 5.11.5 ACTUACIONES PREVENTIVAS

El diseño de la mezcla porosa es fundamental para que esta mantenga su permeabilidad. Debe conseguirse un porcentaje de huecos en la mezcla suficientemente alto (alrededor del 25%) pero además estos huecos deben estar perfectamente comunicados entre sí para facilitar la circulación del agua y que no se formen depósitos de suciedad que la disminuyan.

Una buena solución es la construcción de mezclas porosas en doble capa. La inferior más gruesa y con mayor % de huecos y la superior más fina y con algo menos de huecos. Esta capa superior funciona como un filtro y solo permite la entrada de suciedad más fina que circula fácilmente por la capa inferior y así no disminuye la permeabilidad.

Otra posible actuación es la utilización de alguna máquina para la limpieza de la suciedad existente dentro de la mezcla. Este procedimiento es efectivo si se realiza regularmente y desde los primeros tiempos de construcción de la capa porosa.

### 5.12. Patología de pavimentos deslizantes

#### 5.12.1 DESCRIPCIÓN DE LA PATOLOGÍA

Esta patología se manifiesta por la pérdida del pavimento de una de sus características superficiales: **la resistencia al deslizamiento**.



Figura 75. Pavimento que se ha vuelto deslizante.

#### 5.12.2 CAUSAS DE LA PATOLOGÍA

Un pavimento puede volverse deslizante por alguna de las siguientes causas, por separado o combinadas entre sí:

- Pulimento de los áridos, lo que puede dar a la superficie un característico aspecto especular.
- Granulometría de la mezcla cerrada, dando como resultado una textura lisa o poco rugosa.
- Drenaje superficial insuficiente o defectuoso que impide la rápida evacuación del agua cuando llueve.
- En aeropuertos, acumulación del caucho, procedente de los neumáticos de los aviones, que se va depositando en los aterrizajes.
- Capas de rodadura en las que la mezcla bituminosa presenta pérdida de textura superficial, por haber utilizado un betún relativamente blando, bajo la acción del tráfico, incrustándose el árido grueso en el mortero de la mezcla bituminosa.



Figura 76. Árido grueso pulido.



Figura 77. Drenaje superficial insuficiente.



Figura 78. Depósito de caucho en toma de tierra de los aviones en pista aeropuerto.



Figura 79. Pavimento deslizante por incrustación del árido grueso en el mortero de la mezcla.

No se considera como patología el caso de pavimentos de nueva construcción con mezclas bituminosas ricas en ligante que, durante los primeros tiempos de uso, más o menos largos según la intensidad de tráfico que soportan, pueden ser deslizantes en presencia de agua por el contacto del neumático con el betún y no con el árido.

### 5.12.3 INCIDENCIA DE LA PATOLOGÍA EN LA VÍA Y EN EL USUARIO

Pérdida de control del vehículo, especialmente a altas velocidades y con el pavimento mojado, pudiendo producir el fenómeno conocido como aquaplaning o hidroplaneo, consistente en la ausencia de contacto entre el neumático y la carretera, debida a la lámina de agua interpuesta, propiciando un posible accidente por salida de la calzada o alcance a otro vehículo.

En aeropuertos, las estadísticas muestran que en la mayoría de los incidentes y accidentes relacionados con salidas de pista de los aviones, este tipo de defecto juega un papel importante, si no el principal.

Unas adecuadas características superficiales, sin condiciones deslizantes, permiten que en el aterrizaje, las ruedas del avión alcancen en el punto de contacto la correcta velocidad de rotación (que puede pasar de 0 a 300 km/h), de forma que el piloto obtenga el mejor dominio de mando de la dirección del avión.

### 5.12.4 REPARACIÓN DE LA PATOLOGÍAS PREVENTIVAS

Dependiendo de las causas, la reparación puede consistir en:

- Realizar un texturado de la superficie, mediante sistemas de agua a presión o de granallado, mediante un microfresado.
- Renovar la superficie mediante el extendido de una nueva capa bituminosa, ya sea mezcla propiamente dicha o tratamiento superficial, de mayor rugosidad.
- En aeropuertos eliminar los depósitos de caucho.
- Realizar un ranurado transversal para facilitar la salida del agua superficial.



Figura 80. Texturado con agua a presión.

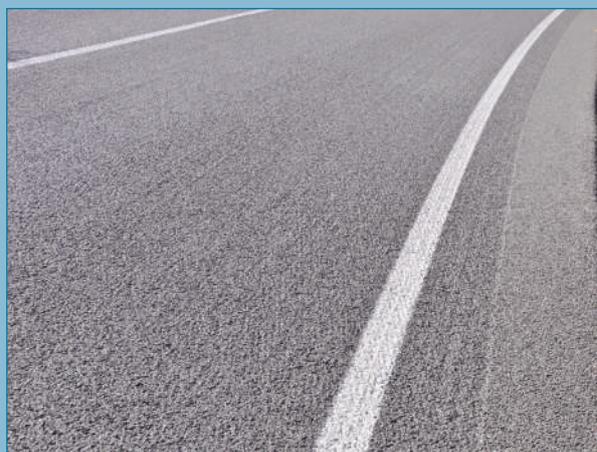


Figura 81. Texturado con microfresado.



Figura 82. Ranurado transversal.

### 5.12.5 ACTUACIONES PREVENTIVAS

El tipo de árido tiene gran influencia en la consecución de los niveles de coeficiente de rozamiento especificados. Por ello, se debe llamar la atención sobre la necesidad de controlar la calidad de los áridos, lo que ha de hacerse desde antes del acopio.

Concretamente influyen de forma directa las propiedades que define el ensayo del coeficiente de pulido acelerado

(CPA), que nunca debería ser inferior a 0,50.

Por otro lado, se ha demostrado la eficacia, para obtener los valores deseados de rozamiento, de reemplazar parte del árido fino calizo por árido fino porfídico, estableciendo en un 50% la proporción mínima a sustituir. Ante los previsibles problemas de adhesividad a que puede dar lugar dicha composición, se usarán activantes para poder obtener el 90% exigido de coeficiente de resistencia a la tracción indirecta ITSR.

En cuanto a la mezcla, teniendo en cuenta el efecto que la granulometría tiene sobre la macrotextura superficial y sobre el coeficiente de rozamiento (ya sea de forma directa o indirecta), se debe a la utilización como capas de rodadura, de las mezclas bituminosas discontinuas tipo BBTM o SMA, frente a las mezclas convencionales de hormigón bituminoso tipo AC, de granulometría continua.

Finalmente, se considera muy necesario extremar el control sobre la fórmula de trabajo y sobre la obra, actuando, si los resultados de los ensayos lo aconsejan, especialmente sobre el ajuste de la granulometría al huso, el contenido de huecos y la relación filler / betún.

### 5.13. Patología de arcén en mal estado

#### 5.13.1 DESCRIPCIÓN DE LA PATOLOGÍA

El arcén es la franja longitudinal pavimentada de la carretera, contigua a la calzada, no destinada al uso de vehículos más que en circunstancias excepcionales. Debe tener una anchura comprendida entre 0,5 y 2,5 metros, en función del tipo de carretera y su velocidad de proyecto, marcada por la Norma 3.1-IC "Trazado", del Ministerio de Fomento.

Cumple una función fundamental para garantizar la comodidad y seguridad de la circulación, permitiendo la detención ocasional de los vehículos (avería, incidentes); supone un margen de seguridad para la circulación (despistes, salidas de carril), permite que los vehículos lentos (tractores, ciclomotores) y servicios de emergencia puedan circular por él; supone un sobrecancho de la plataforma que permite la circulación en situaciones de emergencia (accidentes, retenciones); facilita las labores de conservación y reparación en la carretera (sobrecancho para desvíos provisionales); supone una franja donde se almacena la nieve retirada en carreteras de alta montaña, etc.

Esta patología se produce cuando el arcén, en alguna zo-

na o en toda la carretera, es impracticable por encontrarse en



Figura 83. Arcén con anchura muy escasa.



Figura 84. Arcén en mal estado no utilizable.

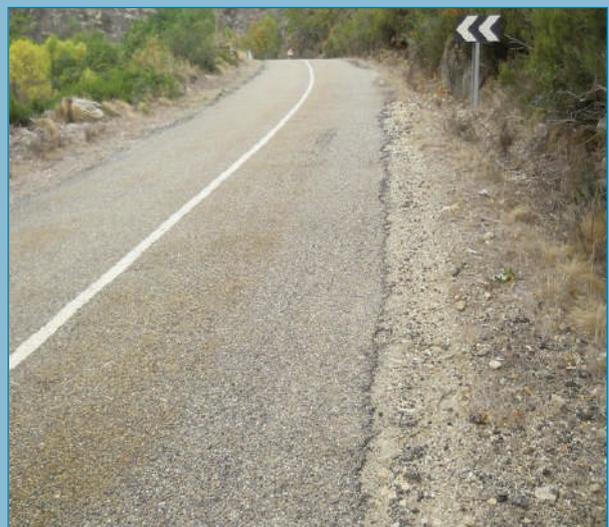


Figura 85. Arcén inexistente, y calzada reducida por mordientes laterales deteriorados.

mal estado, es insuficiente o es inexistente, no permitiendo circular por él en cualquiera de los casos especiales anteriormente descritos, obstaculizando la fluidez y seguridad de la circulación.

### 5.13.2 CAUSAS DE LA PATOLOGÍA

Esta patología se debe a distintas razones:

- a) Presencia de suciedad, elementos u obstáculos, debido a una deficiente conservación y mantenimiento de la vialidad.
- b) Pavimentación en mal estado, por cualquiera de los defectos del firme reseñados a lo largo de este Entregable.
- c) Deterioro de los bordes del firme (mordientes), por roturas y pérdidas de firme en zonas de borde.
- d) Agrietamientos longitudinales del firme, por asentamientos post-constructivos en los rellenos (terraplenes), o en el terreno natural de apoyo.
- e) Anchura de arcén insuficiente, debido a un diseño de la carretera deficiente, por razones de economía, ampliación de carriles, cambio de las condiciones de tráfico consideradas en proyecto, o dificultades en los márgenes.
- f) Aparición de láminas de agua y charcos en caso de lluvia.
- g) Arcenes agrietados en curvas interiores por circulación de los vehículos pesados, no teniendo el arcén un firme adecuado para soportar este tráfico.



Figura 86. Arcén sucio, con arrastres.



Figura 87. Arcén inutilizado por desprendimientos.



Figura 88. Arcén inutilizado por mordiente en mal estado.



Figura 89. Arcén agrietado por asiento de terraplén.

### 5.13.3 INCIDENCIA DE LA PATOLOGÍA EN LA VÍA Y EN EL USUARIO

La ausencia de un arcén de ancho adecuado o impracticable causa problemas de fluidez y seguridad vial en la carretera, debido a que deja de cumplir sus funciones de forma adecuada y no se dispone de espacio suficiente para la detención ocasional de los vehículos en caso de necesidad o avería, desaparece el margen de seguridad que supone ante pérdidas del control del vehículo o adelantamientos inadecuados, se dificulta la circulación de vehículos lentos y de servicios de emergencia, se complican las obras de conservación, puede resultar especialmente peligroso para los ciclistas, etc.

### 5.13.4 REPARACIÓN DE LA PATOLOGÍA

Dadas las diferentes causas que pueden dar lugar a la presente patología, las acciones correctoras son también muy distintas:

- a) Limpieza y despeje adecuado de estas zonas, mediante equipos de vigilancia y mantenimiento de la vialidad que actúen en tiempo real ante cualquier incidencia.
- b) Reparación del firme conforme a los métodos definidos en este Entregable para las distintas patologías.
- c) Levantamiento y reconstrucción del firme y su apoyo en los bordes de la carretera hasta el pavimento.
- d) Consolidación del relleno o refuerzo del terreno, para la corrección de los asentamientos post-constructivos, y posterior reparación del firme.
- e) Ensanche de la plataforma, para proporcionarle los anchos de arcenes adecuados a la carretera, necesarios para circular con comodidad y seguridad.
- f) Corrección del bombeo (tramo recto) o peralte (curva), que permita la salida controlada del agua que cae sobre la calzada, y disposición del oportuno sistema de desagüe y drenaje.
- g) Dotar al arcén del mismo firme que la calzada en aquellas zonas donde el tráfico pesado pueda circular de forma habitual por el mismo.



Figura 90. Obra de ensanche de plataforma.

### 5.13.5 ACTUACIONES PREVENTIVAS

Esta patología se evita con un correcto diseño de la plataforma y del firme de la carretera, así como con una adecuada vigilancia, conservación y rehabilitación de estas zonas.

Mientras no se solucione el problema, se deben balizar las zonas de riesgo, para avisar a los conductores, y adecuar los márgenes de la carretera para facilitar la posible salida del vehículo de la plataforma, en caso de ser necesaria.

# Avances Recientes en la Caracterización de Mezclas Asfálticas basadas en el rendimiento - El uso del equipo AMPT para caracterizar mezclas asfálticas estándar y novedosas como parte de los estándares del proceso Superpave

Andrea Carlessi,  
andrea.carlessi@controls-group.com

Kieran T. McGrane,  
kieran.mcgrane@controls-group.com

Este artículo revisa los recientes avances en la caracterización de mezclas asfálticas basada en el rendimiento. Varios factores han exigido la realización de ensayos basados en el rendimiento de las mezclas asfálticas. La necesidad de diseñar pavimentos asfálticos de larga duración para preservar los recursos y reducir al mínimo los gastos de capital es un factor importante. Además, la preocupación por el cambio climático y la escalada de los costes de producción han hecho necesario el uso de una variedad de nuevos materiales, como el asfalto reciclado y el caucho de neumáticos en los pavimentos asfálticos. En el pasado, las propiedades empíricas derivadas de la experiencia previa se utilizaban generalmente para predecir el rendimiento en servicio de las mezclas asfálticas. Sin embargo, las pruebas basadas en el rendimiento proporcionan propiedades de ingeniería de las mezclas asfálticas, propiedades que se pueden utilizar para predecir el rendimiento de servicio de las mezclas.

Durante muchos años, los ingenieros e investigadores de pavimentos han estado buscando mejores formas de entender y caracterizar el rendimiento de las Mezclas Asfálticas en Caliente (MBC) en el laboratorio a fin de obtener una buena correlación con el rendimiento en campo. Los EE.UU. han liderado la investigación de pavimentos, comenzando con el Programa Estratégico de Investigación de Carreteras (Strategic Highway Research Program - SHRP) y culminando en el sistema Superpave. A lo largo de este proceso, el eslabón perdido fue un conjunto de pruebas de laboratorio relacionadas con el rendimiento que se correlacionaran adecuadamente con el rendimiento en el campo y que a su vez fueran lo suficientemente simples como para poder ser realizadas con equipos de ensayo comerciales estandarizados ampliamente disponibles. Esta deficiencia fue abordada en el curso de tres proyectos del Programa Nacional de Investigación Cooperativa en Carreteras (National Cooperative Highway Research Program - NCHRP): 9-19, 9-29 y 1-28A, lo que condujo al desarrollo del Equipo Asphalt Mixture Performance Tester (AMPT). Este artículo presenta la concepción, el desarrollo y los usos del equipo AMPT en la caracterización de asfaltos para diseños de pavimentos basados en el rendimiento, junto con los últimos desarrollos en ensayos compatibles con las recientes versiones del equipo AMPTPro.

**Palabras Clave:** Ensayo, Ensayos basados en el rendimiento, AMPT, módulo dinámico, rigidez, diseño, fatiga, curva maestra.

This paper reviews recent advances in performance-based characterisation of asphalt mixes. A number of factors have necessitated the requirement for performance-based tests on asphalt mixes. The need to design long lasting asphalt pavements in order to preserve resources and keep capital expenditure to a minimum is a major factor. Additionally, concerns about climate change as well as escalating production costs have necessitated the use of a variety of new materials such as recycled asphalt and tyre rubber in

# Avances Recientes en la Caracterización de Mezclas Asfálticas basadas en el rendimiento - El uso del equipo AMPT para caracterizar mezclas asfálticas estándar y novedosas como parte de los estándares del proceso Superpave

asphalt pavements.

In the past, empirical properties derived from previous experience were generally used to predict the service performance of asphalt mixes. Performance based tests however, provide engineering properties of asphalt mixes. These properties can be used to predict the service performance of the mixes.

For many years, pavement engineers and researches have been searching for better ways to understand and characterise the performance of Hot Mix Asphalt (HMA) in the laboratory that correlates well to field performance. The USA has led the way in pavement research, starting with Strategic Highway Research Program (SHRP) and culminating in Superpave. Throughout this process, the missing link was a set of performance related laboratory tests that correlates well with field performance and are also simple enough to run on widely available standardised commercial testing equipment. This deficiency was addressed over course of three National Cooperative Highway Research Program (NCHRP) projects: 9-19, 9-29 and 1-28A, which led to the development of the Asphalt Mix Performance Tester (AMPT). This paper presents the conception, development and uses of the AMPT in characterising asphalts for performance-based pavement designs, together with the latest developments on AMPT-based tests.

**Keywords:** Testing, performance testing, AMPT, dynamic modulus, stiffness, design, fatigue, master curve

## 1. LOS ENSAYOS BASADOS EN EL RENDIMIENTO

Los ensayos basados en el rendimiento definen cómo se comportarán las diferentes mezclas dentro de una estructura de pavimento bajo una combinación infinita de condiciones ambientales y de tráfico. Entender esto, y por lo tanto las características fundamentales de respuesta de la mezcla, es imperativo para asegurar un rendimiento óptimo del pavimento asfáltico.

El objetivo de los modernos diseños optimizados es diseñar pavimentos duraderos y de alto rendimiento que resistan la deformación plástica permanente, la fatiga y el agrietamiento térmico, y que mantengan una excelente rugosidad superficial, esencial para el paso seguro y cómodo de los vehículos, así como para evitar fallas prematuras y costos de construcción excesivos. Por lo tanto, tiene sentido desde el punto de vista de la ingeniería y la economía diseñar pavimentos con parámetros de rendimiento estrictos.

Durante muchos años, los ingenieros e investigadores de pavimentos han buscado mejores formas de entender y caracterizar el rendimiento de las mezclas en el laboratorio con el objetivo de conseguir pavimentos de alto rendimiento y larga duración, con bajos costes de construcción y de vida útil, que ofrezcan la mejor relación calidad-precio del gasto en construcción de carreteras. La evolución generada en los últimos tiempos ha dado lugar a métodos mejorados y más eficientes para ofrecer diseños basados en el rendimiento.

### 1.1 Evolución del método Superpave

Desde el año 2000, Superpave (SUPERior PERforming Asphalt PAVements) ha evolucionado significativamente. Como parte del proceso de establecimiento de normas de diseño de pavimentos, la investigación que se lleva a cabo en el marco del NCHRP (National Cooperative Highway Research Program) es luego evaluada por los Grupos de Trabajo de Expertos (Expert Task Groups, ETG) y el resultado final es la norma AAS-



HTO.

Teniendo en cuenta la limitación del proceso de diseño de mezclas volumétricas Superpave, la Administración Federal de Carreteras de EE.UU (FHWA) inició un estudio de investigación a través del Proyecto de Modelos Superpave para desarrollar un "Simple Performance Test - SPT" que se utilizaría como complemento al proceso de diseño de mezclas volumétricas Superpave.

La definición del Ensayo de rendimiento simple (SPT), tal como la utiliza el National Cooperative Highway Research Program (NCHRP), es la siguiente:

"Un método de ensayo que permite medir con precisión y confiabilidad una característica o parámetro de respuesta de la mezcla que está altamente correlacionado con la ocurrencia de problemas en el pavimento en un rango diverso de tráfico y condiciones climáticas".

### 1.2 Los ensayos SPT (Simple Performance Test)

En 1996, el trabajo patrocinado por FHWA comenzó en la Universidad de Maryland para identificar y validar ensayos de rendimiento simples para la deformación permanente, el agrietamiento por fatiga y el agrietamiento a baja temperatura. En 1999, este esfuerzo se transfirió a la Tarea C del Proyecto 9-19 del NCHRP "Apoyo Superpave y Gestión de Modelos de Desempeño", y la mayor parte de la tarea fue llevada a cabo por un equipo de investigación encabezado por el Dr. Matthew Witzczak.

El equipo de investigación fue dirigido a evaluar, como posibles ensayos de rendimiento simples, sólo los métodos de ensayo existentes que miden las características de respuesta de la MBC. Los principales criterios de evaluación fueron:

1. Precisión
2. Fiabilidad
3. Facilidad de uso
4. Costo razonable del equipo

El equipo de investigación llevó a cabo un programa completo de ensayos de laboratorio para correlacionar estadísticamente el rendimiento real de los materiales de MBC de tres sitios de pruebas de campo en Norteamérica, con las respuestas medidas de las muestras preparadas a partir de materiales originales para 33 combinaciones prometedoras de parámetros de pruebas / métodos de prueba.

Basándose en los resultados de este programa de ensayos,

el equipo de investigación recomendó tres combinaciones de parámetros de prueba para una validación de campo adicional como pruebas de rendimiento simples para la deformación permanente:

1. El Módulo Dinámico  $E^*/\sin\Phi$ , determinado a partir del ensayo de Módulo Dinámico triaxial.
2. El número de flujo,  $F_n$ , determinado a partir del ensayo de carga repetida triaxial.
3. El tiempo de flujo,  $F_t$ , determinado a partir del ensayo de fluencia estática triaxial.

Todas las combinaciones exhibieron un coeficiente de determinación,  $R^2$ , de 0.9 o mayor para los sitios de prueba de campo combinados.

### 1.3 Democratización de los ensayos basados en el rendimiento

Aunque los resultados del proyecto parecían muy prometedores, era obvio que los ensayos y el equipo diseñado para llevarlos a cabo debían ser capaces de generar resultados consistentes en la más amplia gama de materiales adecuados y áreas de aplicación. Según el NCHRP, el equipo desarrollado para llevar a cabo el ensayo de la mezcla en el sistema Superpave debería parecerse más al equipo de ensayo comercial. Debía ser robusto, fácil de usar y basado en un conjunto de especificaciones que le permitieran ser asequible, de modo que el equipo pudiera ser adquirido por los Departamentos de Transporte de los Estados (DOT) y por la más amplia gama de contratistas asociados y que trabajan dentro de la industria de la MBC.

En abril de 2001, se asignó a Advanced Asphalt Technology (AAT) en EE.UU. la tarea de especificar, adquirir y evaluar máquinas de ensayo adecuadas a través del Proyecto NCHRP 9-29.

El objetivo de este proyecto era diseñar, procurar y evaluar sistemas Simple Performance Tester (SPT) para su uso en el diseño de mezclas Superpave y en la caracterización de materiales de Mezclas en Caliente (MBC) para el diseño de estructuras de pavimentos y posiblemente en el control de calidad en campo. Esto implicaba:

- Desarrollo del equipo
- Evaluación del equipo
- Evaluación de la robustez del mismo

## Avances Recientes en la Caracterización de Mezclas Asfálticas basadas en el rendimiento - El uso del equipo AMPT para caracterizar mezclas asfálticas estándar y novedosas como parte de los estándares del proceso Superpave

- Verificación del procedimiento final

Todo ello con miras a la adquisición a nivel nacional por parte de los DOT estatales y su eventual adopción y uso generalizado por parte de la industria de las MBC.

Se presentaron varias propuestas de diseño de empresas de equipamiento para el proyecto NCHRP 9-29, de las cuales se seleccionaron dos para su evaluación. Dos compañías entregaron prototipos para el proyecto; una unidad fue fabricada por Interlaken Technology Corporation (ITC) USA y la otra unidad fue fabricada por IPC Global Australia. Estas unidades se entregaron a mediados de 2002 y desde entonces han sido evaluadas con éxito. Las dos unidades prototipo se muestran en las Figuras 1 y 2,



Figura 1. ITC prototype SPT



Figura 2. IPC Global prototype SPT

Además de las máquinas de ensayo, se seleccionó el ensayo de Módulo Dinámico  $E^*$  para la entrada de caracteri-

zación de materiales MBC utilizada en la Guía Empírica y Mecánica para el Diseño de Estructuras de Pavimento Nuevas y Rehabilitadas de 2002 (Empirical and Mechanistic Guide for Design – MEPDG), desarrollada en el marco del Proyecto NCHRP 1-37A.

Después de varios años, el Simple Performance Tester (SPT) fue rebautizado como Asphalt Mixture Performance Tester (AMPT) por la FHWA, y tanto IPC Global como ITC produjeron y ofrecieron máquinas de segunda generación como AMPT. Ahora estos equipos están disponibles en una amplia gama de modelos, incluyendo modelos orientados a la investigación - con mayor capacidad de carga y rango de temperatura - y modelos completamente operados electromecánicamente, siendo más asequibles que los modelos originales y cumpliendo los requisitos facilidad de uso exigidos en las especificaciones originales del SPT.

Para completar el proceso evolutivo de Superpave, AASHTO lanzó un Método de Prueba Estándar (AASHTO T378) para "Determinar el Módulo Dinámico y el Número de Flujo para Asfalto Mezclado en Caliente (MBC) usando el Equipo AMPT. Esta normativa de ensayos sigue siendo el método utilizado hoy en día en los AMPT

### 1.4 Pasos de diseño de la mezcla Superpave

Los pasos básicos en el proceso de diseño de la mezcla Superpave son: Selección de Materiales, Diseño de Estructura de Agregados, Diseño del Contenido de Aglomerante y finalmente, Ensayos de Desempeño de Mezclas.

El diagrama de la figura 3 muestra los cuatro pasos básicos:

El enfoque de este trabajo se centra en la etapa de Ensayos de Desempeño de Mezclas del proceso. El rendimiento/parámetros de los componentes individuales que componen una mezcla pueden ser ensayados para predecir el rendimiento, sin embargo, hay una falta de certeza en los resultados de tales pruebas en la vida real del pavimento. Los parámetros clave de ingeniería y las propiedades fundamentales de la mezcla, como el módulo y la resistencia a la fatiga, son necesarios para el diseño moderno y avanzado del pavimento.

El desarrollo del AMPT ha proporcionado las herramientas necesarias para caracterizar las propiedades fundamentales de la MBC de forma precisa y sin fisuras, con un solo equipo estandarizado, utilizando métodos de prueba que han sido in-

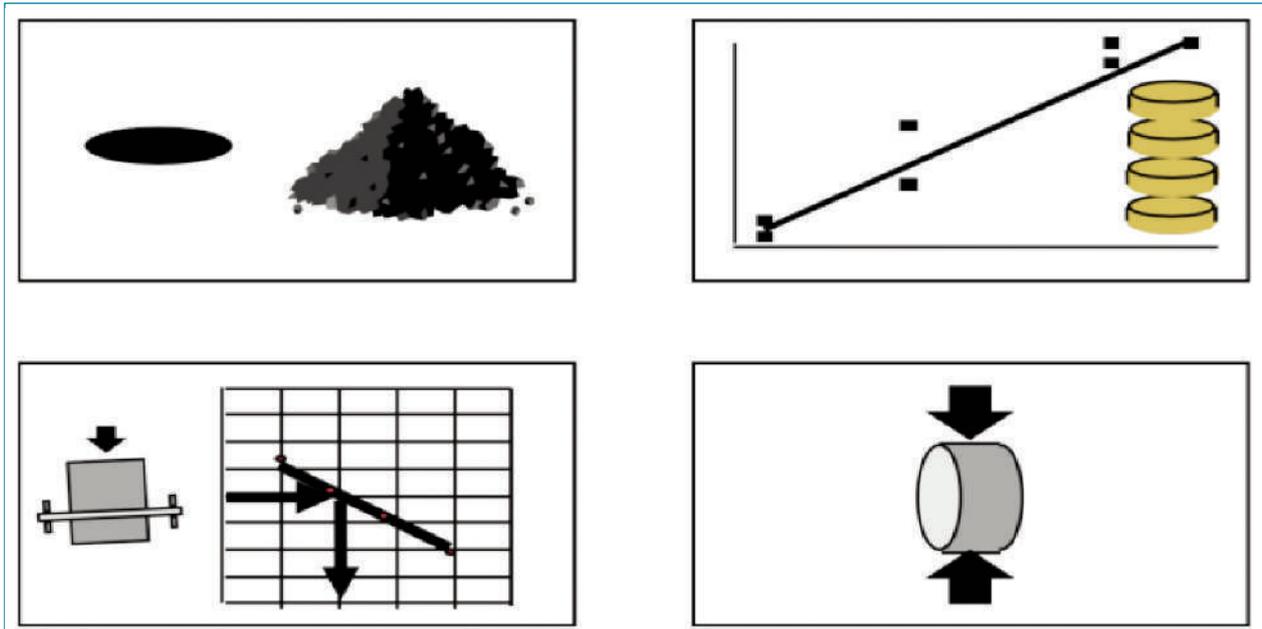


Figura 3. Pasos de diseño Superpave

vestigados y seleccionados, para una buena correlación con el rendimiento en el campo.

## 2. DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO

El Módulo Dinámico  $E^*$  es un parámetro esencial para el diseño estructural del pavimento. Más específicamente, la curva maestra de módulo dinámico de MBC es un parámetro de entrada esencial en el Nivel 1 de la Guía de Diseño Mecánico Empírico de Pavimentos (MEPDG) de AASHTO. Para la ingeniería de pavimentos, un enfoque puramente mecanicista del diseño de pavimentos tiene defectos inherentes. Sin embargo, un enfoque puramente empírico del diseño de pavimentos que utiliza sólo ejemplos y datos históricos también tiene puntos

flacos como los cambios climáticos y los nuevos materiales. Un enfoque mecanicista-empírico combinado, donde los modelos base se utilizan para predecir el rendimiento del pavimento basándose en parámetros fundamentales del material, en modo flexible y modular, permiten que los resultados de campo y las mejoras futuras pueden añadirse a medida que se desarrollan e implementan, tales como un modelo mejorado de "rutting", un algoritmo de acumulación de daños mejorado y procedimientos de ensayos de laboratorio mejorados.

Los ensayos recomendados para el desarrollo de curvas maestras, tal y como se prescribe en la norma AASHTO T342/TP62 "Standard Method of Test for Determining Dynamic Modulus of Hot-Mix Asphalt Concrete Mixtures test method", incluyen el ensayo de al menos dos muestras idénticas a

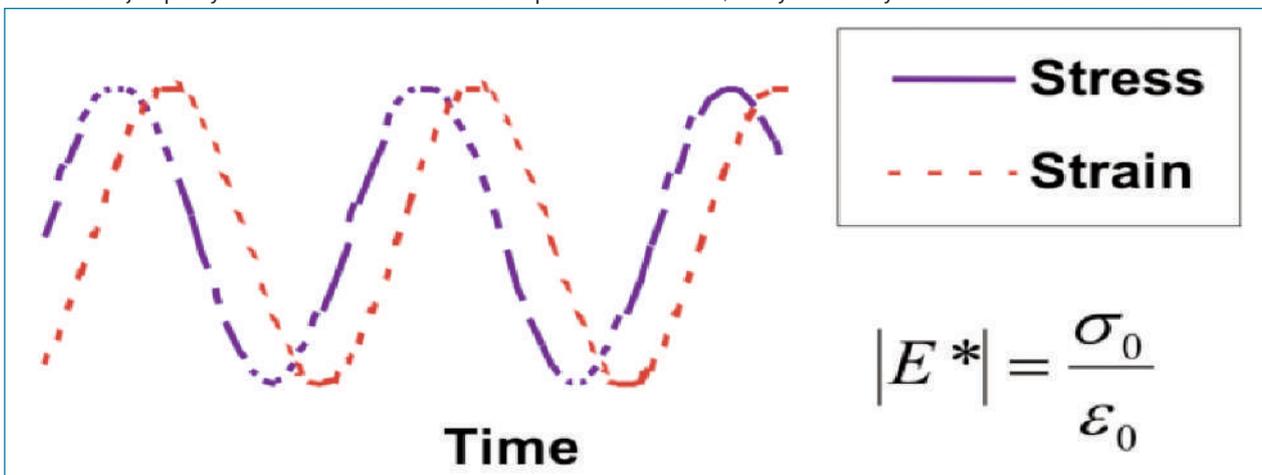


Figura 4. Ensayo de Módulo Dinámico

# Avances Recientes en la Caracterización de Mezclas Asfálticas basadas en el rendimiento - El uso del equipo AMPT para caracterizar mezclas asfálticas estándar y novedosas como parte de los estándares del proceso Superpave

cinco temperaturas entre  $-10^{\circ}\text{C}$  y  $+54,4^{\circ}\text{C}$  y seis frecuencias de carga entre  $0,1\text{Hz}$  y  $25\text{Hz}$ . Las curvas maestras se desarrollan a partir de esta base de datos de 60 módulos mediante optimización numérica. Este ensayo requiere un esfuerzo considerable y hay mucha superposición en los datos medidos, lo que no es necesario cuando se utilizan métodos numéricos para realizar el desplazamiento tiempo-temperatura para la curva maestra.

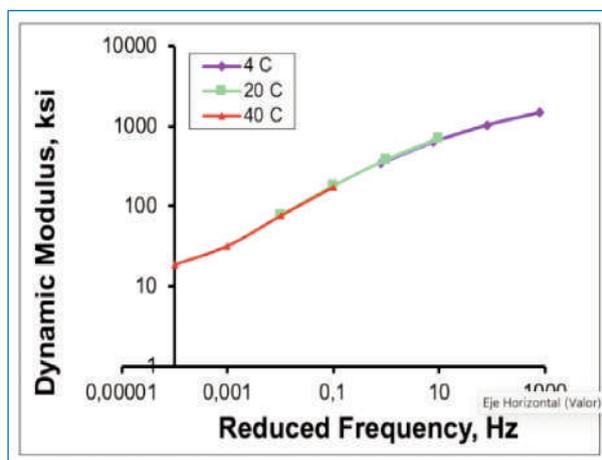


Figura 5. Curva Maestra Módulo Dinámico

Christensen et al desarrollaron otro modelo de predicción de módulo dinámico (Hirsch) para el módulo de hormigón asfáltico. Bonaquist y Christensen propusieron un enfoque que aprovecha el hecho de que, para fines de ingeniería, los ligantes de asfalto alcanzan el mismo módulo vítreo a temperaturas muy bajas. Utilizando este módulo de ligante y las relaciones recientemente desarrolladas para predecir el Módulo Dinámico de la mezcla a partir del módulo de ligante y los datos volumétricos, el módulo limitante máximo de la mezcla se puede obtener y utilizar en el desarrollo de la curva maestra del Módulo Dinámico. Este enfoque alternativo propone realizar pruebas a tres temperaturas ( $4,4^{\circ}\text{C}$ ,  $21,1^{\circ}\text{C}$  y  $46,6^{\circ}\text{C}$ ) y cuatro frecuencias de carga ( $10\text{Hz}$ ,  $1\text{Hz}$ ,  $0,1\text{Hz}$  y  $0,01\text{Hz}$ ). Utilizando este enfoque y la automatización de software ya incorporada en el AMPT, se estima que la preparación del espécimen y los ensayos de curva maestra de módulo dinámico para una mezcla que utiliza tres especímenes replicados requieren 13,5 horas de tiempo de ingeniero de laboratorio.

## 2.1 Resistencia al efecto "Rutting" (Ahuellamiento)

La deformación permanente en MBC se debe principal-

mente a la deformación por cizallamiento y, en menor medida, a la densificación. Típicamente ocurre a temperaturas más altas, al principio de la vida de un pavimento, como se ve en la Figura 6 más abajo.

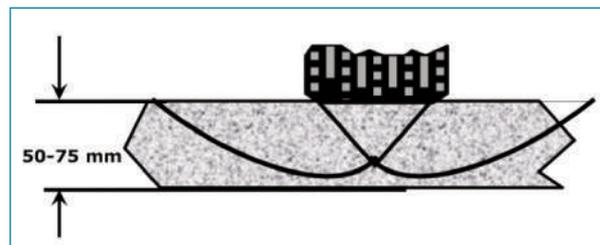


Figura 6. Deformación típica por ahuellamiento

En la prueba del número de flujo, una muestra de ensayo, a una temperatura de ensayo específica, se somete a un repetido pulso de carga axial de compresión haversine de  $0,1$  segundos cada  $1,0$  segundo. El ensayo podrá realizarse con o sin presión de confinamiento. Las deformaciones axiales permanentes resultantes se miden para cada ciclo de carga y se diferencian numéricamente para calcular el número de flujo. El número de flujo se define como el número de ciclos de carga correspondiente a la velocidad mínima de cambio de la deformación permanente. La Figura 7 muestra datos de ejemplo de la prueba de número de flujo. En una investigación llevada a cabo en el Proyecto 9-19 del NCHRP, los datos del número de flujo a altas temperaturas se correlacionaron bien con la resistencia al ahuellamiento (roderas) en las mezclas utilizadas en secciones experimentales en MNRoad, WesTrack y las instalaciones de ensayos de pavimentos de FHWA.

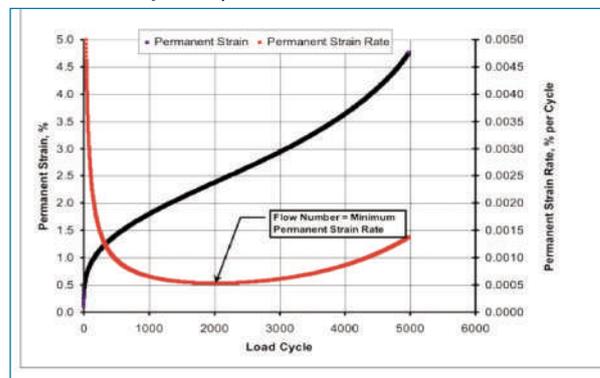


Figura 7. Ensayo de Número de Flujo

Recientemente, se han desarrollado criterios tentativos para la prueba del número de flujo en el Proyecto 9-33 del NCHRP "A Mix Design Manual for Hot Mix Asphalt (MBC)".

Los criterios se muestran en la Figura 8 a continuación.

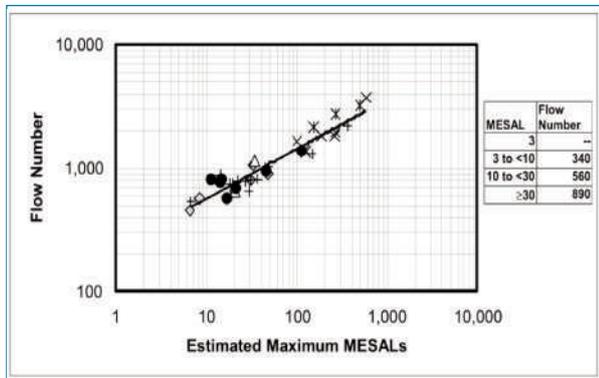


Figura 8. Ensayo de Número de Flujo

## 2.2 Nuevos desarrollos en el agrietamiento por fatiga: Ensayo de fatiga uniaxial (push-pull)

El agrietamiento por fatiga es una propiedad clave que afecta la vida y el rendimiento del pavimento. Cuando se combina con el conocido Módulo Dinámico  $E^*$ , esta función de daño puede usarse para definir el efecto de cualquier historial de carga sobre la respuesta del material, información que resulta esencial a la hora de predecir la respuesta de una estructura de pavimento real a la carga del tráfico.



Figura 9. AASHTO TP107-14 en AMPT

Recientemente se ha completado el trabajo sobre un método para medir la resistencia al agrietamiento por fatiga en una muestra cilíndrica de AMPT. La prueba de Daño Continuo Viscoelástico Simplificado (S-VECD) del Profesor Richard Kim (NCSU) fue desarrollada para la fatiga uniaxial.

El modelo S-VECD utiliza datos de ensayos cíclicos para desarrollar la relación característica de daño. Esto simplifica enormemente el procedimiento de caracterización utilizando

los resultados de los datos de fatiga generados a un único nivel de deformación y temperatura. El método S-VECD fue recomendado y apoyado por FHWA, con una reciente norma provisional AASHTO publicada para la prueba S-VECD: AASHTO TP107-14.

## 2.3 Muestras de pequeño diámetro

La geometría de la muestra especificada en la norma AASHTO TP378 es una muestra de forma cilíndrica, nominalmente de 100 mm de diámetro y 150 mm de altura. Si bien esto es factible para las muestras preparadas en laboratorio, no lo es para las muestras extraídas del pavimento, ya que los estos normalmente no tienen capas de asfalto de 100 mm de profundidad. Richard Kim et al realizaron un estudio sobre el rendimiento de los ensayos de Módulo Dinámico, Número de Flujo y Fatiga Uniaxial S-VECD en muestras de diámetro pequeño. Estas muestras se pueden extraer horizontalmente a partir de testigos de pavimento o se pueden extraer verticalmente múltiples muestras a partir de una muestra de 150 mm de diámetro compactada con compactador giratorio. Las muestras son típicamente de 38mm o 50mm (diámetro) x 110mm (altura). Los ensayos de diámetro pequeño ofrecen una producción más rápida de múltiples muestras, una preparación más rápida de las muestras S-VECD debido a la reducción del tiempo de encolado y la capacidad de medir las propiedades de los núcleos de pavimento para el examen forense y el control de calidad.



Figura 10: Muestra de pequeño diámetro en AMPT

## Avances Recientes en la Caracterización de Mezclas Asfálticas basadas en el rendimiento - El uso del equipo AMPT para caracterizar mezclas asfálticas estándar y novedosas como parte de los estándares del proceso Superpave

Debido a las condiciones isotrópicas de tensión, los resultados de las pruebas de especímenes de diámetro pequeño muestran una excelente correlación con los resultados de las muestras estándar.

La North Carolina State University (NCSU) está desarrollando este enfoque y actualmente se está llevando a cabo una revisión del ETG. Las versiones modernas de equipos AMPT incluyen hardware, instrumentación y software para realizar este tipo de pruebas de Módulo Dinámico.

### 2.4 Nuevos desarrollos en el agrietamiento por fatiga: Texas Overlay Test

El Texas Overlay Test fue desarrollado por el Texas Transportation Institute (Texas A&M) por F.P. Germann y R.L. Lytton a finales de los años 70 para simular la apertura y cierre de juntas o grietas.

Sin embargo, el enfoque de muchos procedimientos de diseño de mezclas asfálticas durante los últimos 10 años ha llevado al desarrollo de mezclas más rígidas y secas. Estas mezclas son más difíciles de construir y son potencialmente propensas al agrietamiento reflectante. Como resultado de un mayor uso de estas nuevas mezclas más rígidas, la prueba Texas Overlay Test ha adquirido una creciente relevancia y popularidad como ensayo para medir la resistencia al agrietamiento reflectante en MBC.



Figura 11. Dispositivo Texas Overlay

El ensayo Texas Overlay tiene una normativa original del DOT de Texas (TxDOT: Tex-248-F) y recientemente se ha desarrollado un borrador de norma ASTM.

El ensayo Texas Overlay puede igualmente ser realizado utilizando la moderna versión del equipo AMPT.

### 2.5 Nuevos desarrollos en el agrietamiento por fatiga: Prueba de Doblado Semicircular (SCB Test)

El ensayo SCB es un ensayo de carga de tres puntos que se desarrolló originalmente para mecánica de rocas, pero que recientemente ha sido adaptada para determinar la resistencia a la fractura a baja temperatura de las mezclas asfálticas. En este ensayo, una probeta de asfalto semicircular se somete a una carga de compresión aplicada a lo largo del diámetro vertical de la probeta. Las mediciones de este ensayo se utilizan para calcular la energía, la resistencia y la rigidez de la fractura.

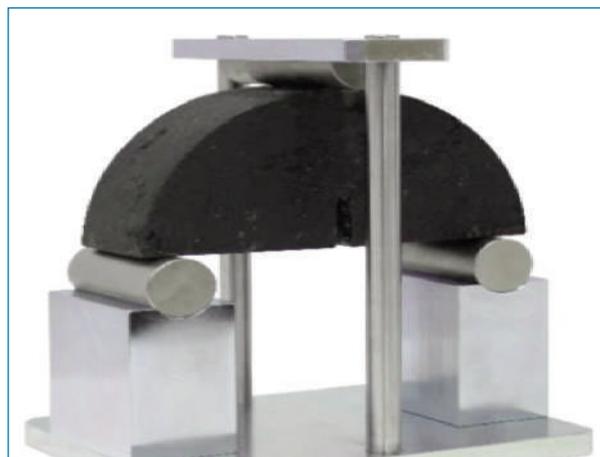


Figura 12. Dispositivo SCB

En la actualidad, existen varias normas SCB en uso, entre las que se incluyen las recientemente publicadas AASHTO TP124 y TP105, ASTM D8044 y EN 12697-44. Todas estas normas, incluidos los proyectos de normas, se pueden llevar a cabo en las nuevas versiones del equipo AMPT.

## 3. RETORNO DE LA INVERSION

Al adoptar las mejores prácticas en el diseño de pavimentos basados en el rendimiento utilizando el proceso Superpave, se pueden lograr grandes ahorros económicos. Estos ahorros compensarán con creces el costo de compra y operación de equipos de laboratorio avanzados para las pruebas de rendi-

miento de mezclas asfálticas.

Sin un diseño de pavimento basado en el rendimiento, los pavimentos pueden ser sobredimensionados o subdimensionados. Ambos incurren en costes adicionales. En el caso de los pavimentos sobredimensionados, estos costes incluyen el tiempo adicional de construcción y la congestión del tráfico asociada, los costes adicionales de materiales, los costes adicionales de equipamiento de la planta y los costes adicionales de mano de obra. En el caso de las carreteras insuficientemente diseñadas, hay costes de reconstrucción, congestión y retrasos adicionales en el tráfico, materiales adicionales, costes de planta y mano de obra, costes de daños a los vehículos y costes de seguridad vial derivados de los accidentes de tráfico debidos a la mala calidad de las carreteras. Por último, pero no menos importante, hay que contar con el costo de oportunidad perdido al gastar más de lo que era necesario en un proyecto de carretera.

Diseñando para un rendimiento requerido, basado en la velocidad y el volumen de tráfico previstos y para el rango de temperatura previsto, es posible lograr un diseño óptimo y, por lo tanto, evitar costes innecesarios.

El uso de dispositivos como el AMPT también reduce en gran medida la necesidad de una serie de complejos equipos de laboratorio; en su lugar, un simple dispositivo permite la caracterización avanzada de la MBC con una serie de pruebas disponibles.

#### 4. CONCLUSIONES

Los ensayos de rendimiento simples son un método rápido, económico y eficaz para evaluar el rendimiento de las mezclas de MBC diseñadas utilizando el sistema Superpave. Los métodos de ensayo utilizados por las más modernas versiones de equipos AMPT complementan los métodos existentes y los modelos de predicción del rendimiento y pueden sustituir a las pruebas existentes, menos precisas, lo que supone un enorme ahorro de costes y tiempo.

Además, el ensayo AMPT es aplicable en una variedad de climas y a diferentes materiales, aliviando así la necesidad de procedimientos de calibración extensos. Las respuestas medidas por el equipo AMPT se utilizan no sólo para evaluar la resistencia a la deformación permanente durante el proceso de diseño, sino que también desempeñarán un papel clave en la aceptación y el control de la calidad de las mezclas de MBC en

el campo.

El Módulo Dinámico determinado por el AMPT es una entrada en el MEPDG (Proyecto NCHRP 1-37A) para el diseño estructural de pavimentos flexibles. Actualmente, el MEPDG está siendo implementado en todo el mundo y la adquisición de un dispositivo como el AMPT, que puede proporcionar datos de Módulos Dinámicos con mayor facilidad, resultará en un ahorro de costes a largo plazo. Como parte del plan a largo plazo para la adopción del sistema de diseño de mezclas Superpave, el AMPT debería implementarse a nivel mundial. Un esfuerzo cooperativo de las agencias de carreteras para implementar el AMPT permitirá la comunicación y la diseminación de información entre las agencias y un mayor conocimiento sobre el uso del AMPT para el diseño de mezclas, la evaluación del rendimiento y el diseño estructural.

Recientemente se han aumentado las capacidades del equipo AMPT mediante la incorporación de nuevos métodos de ensayo, entre los que se incluyen la prueba de fatiga uniaxial S-VECD, los ensayos Overlay y SCB. Incluso se continúan ampliando las características de esta versátil máquina y a fin de proporcionar un mayor valor para sus usuarios. Ahora una máquina puede realizar los ensayos más populares e importantes: Módulo Dinámico E\*, Número de Flujo, Tiempo de Flujo, Ensayo de Muestras de Pequeño Diámetro, Fatiga Uniaxial S-VECD, Ensayo de Overlay y Ensayo de SCB.

#### 5. REFERENCIAS

- [1] J. Bukowski - The future of the Superpave Mixture Design System: Asphalt Mix Part II, (2010).
- [2] D.W. Christensen, T. Pellinen, R.F. Bonaquist - Hirsch Model for Estimating the Modulus of Asphalt Concrete, Journal of the Association of Asphalt Paving Technologists, Vol. 72, (2003).
- [3] D. Christensen, Y. Kim, D. Little, E. Masad and Y.R. Kim - Practical Approaches to Continuum Damage Fatigue Analysis, (2009).
- [4] A. Copland - Improving Performance of Asphalt Mixtures: Implementation of the Asphalt Performance Mixture Tester (AMPT), (2009).
- [5] F.P. Germann, R.L. Lytton - Methodology for predicting the reflection cracking life of asphalt concrete overlays, FHWA-TX-79-09&207-5 Intrm Rpt., (1974).
- [6] K. E. Kaloush, M.W. Witzczak - Tertiary Flow Characteris-

## Avances Recientes en la Caracterización de Mezclas Asfálticas basadas en el rendimiento - El uso del equipo AMPT para caracterizar mezclas asfálticas estándar y novedosas como parte de los estándares del proceso Superpave

tics of Asphalt Mixtures, Journal of the Association of Asphalt Paving Technologists, Volume 71, (2002).

- [7] Y. Kim, Y.G. Seo, M. King, M. Momen - Dynamic Modulus Testing of Asphalt Concrete in Indirect Tension Mode, (2004).
- [8] National Cooperative Highway Research Program (NCHRP) Report 465, Transportation Research Board, National Research Council - Simple Performance Test for Superpave Mix Design, (Washington, D.C., 2002).
- [9] National Cooperative Highway Research Program (NCHRP) Report 513, Transportation Research Board, National Research Council - Simple Performance Tester for Superpave Mix Design: First-Article Development and Evaluation, (Washington, D.C., 2003).
- [11] L.N. Mohammad, Z. Wu, L. Myers, S. Cooper, C. Abadie - A Practical Look at the Simple Performance Tests: Louisiana's Experience, (2009).
- [12] F.J. Zhou, T. Scullion - Overlay tester: a rapid performance related crack resistance test, FHWA/TX-05/0-4467-2, (2005).



SISTEMAS AVANZADOS DE ENSAYO DE PAVIMENTOS

## La primera elección en Sistemas Avanzados de Ensayos de Pavimentos



Ensayos dinámicos  
ASPHALTCUBE

Analizador de asfalto  
PAVELAB50

Compactadores giratorios  
GALILEO

Maquinas de pista de dos ruedas  
DWT



# Noticias del sector

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

## España estará presente en el XXVI Congreso Mundial de la Carretera que acoge Abu Dhabi

Durante la segunda semana de octubre más de 1.200 expertos internacionales, líderes en el sector del transporte, y más de 5.000 representantes de entidades de referencia en el sector viario se darán cita en Abu Dhabi para asistir al Congreso Mundial de la Carretera. El evento acogerá 150 presentaciones, más 50 talleres de trabajo y una amplia área de exposiciones, desde donde ASEFMA explicará el liderazgo de sus socios en materia de mezclas asfálticas, informará sobre la actividad más destacada desarrollada por la entidad y presentará sus últimas publicaciones monográficas.

En esta 26ª edición, organizada por la Asociación Mundial de la Carretera (PIARC) como responsable del contenido y la ejecución del programa y por el Ministerio de Transportes de Abu Dhabi responsable de la organización material del Congreso en nombre de los Emiratos Árabes Unidos, se presentaron más de 600 resúmenes escritos por autores de todo el mundo sobre los 41 temas propuestos. Bajo la temática general "Acercando culturas, fortaleciendo economías", se abordarán cuestiones de máximo interés para el sector, como:

- Digitalización e impacto de las tecnologías en la gestión de infraestructuras de transporte
- Economía y sociología de los sistemas de transporte
- Prácticas de gestión de riesgos en organizaciones y proyectos
- Cooperación entre autoridades nacionales y subnacionales de carreteras frente a la transformación de sector
- Nuevos modelos de negocios y de organización, nuevas tecnologías y aplicaciones: transporte inteli-

gente

- Internet de las cosas (IoT), big data, ciudades inteligentes y operaciones de la red de carreteras
- La Movilidad como Servicio (MaaS) y la función cambiante de los Operadores de Redes de Carreteras
- Vialidad invernal
- Promoción del desarrollo de proyectos de transporte público
- Organización de servicios de transporte en las áreas urbanas
- Mejores prácticas sobre intercambiadores intermodales
- Políticas para transporte de carga y la logística multimodal
- Seguridad vial: función de la infraestructura, políticas, auditorías, respuestas multi-institución
- Mejores prácticas en la gestión del patrimonio vial
- Soluciones para una pavimentación ecológica
- Optimización del diseño y la construcción de carreteras
- Rehabilitación de carreteras: monitoreo innovador de las condiciones de la carretera, gestión y ejecución
- Diseño, inspección y mantenimiento de puentes
- Explotación y seguridad en los túneles de carretera
- Estudios de caso, innovaciones y tecnologías de la información para movimientos de tierras
- Enfoques innovadores para las carreteras rurales y la conectividad rural
- Consideraciones medioambientales en los proyectos de carreteras y adaptación al cambio climático de las infraestructuras
- Gestión de desastres y función de las redes sociales en la gestión de respuesta a los mismos

### Seleccionadas 18 investigaciones españolas de las enviadas al CILA 2019

El Comité Técnico del CILA ha anunciado el número de trabajos recibidos que optan a ser seleccionados y presentados durante el Congreso. España es el cuarto país por número de comunicaciones presentadas a la cumbre internacional del asfalto, por detrás de México (42), Brasil (39) y Colombia (19). En total, han participado en el llamamiento del comité organizador investigadores procedentes de 27 países procedentes de Iberoamérica, Europa y Asia.

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

Otra de las novedades anunciadas por el congreso bienal es la realización de la feria EXPO-Asfalto 2019, en la que ya han confirmado su participación 46 expositores entre los que se encuentra la española CIRTEC, que presentará su aditivo RARx, fabricado con un 60% de polvo de neumático usado y que permite la fabricación de mezclas asfálticas de altas prestaciones.

### "Centrando los retos, innovando en las soluciones" será el lema de la 30ª Semana de la Carretera

La Asociación Española de la Carretera celebrará en el mes de octubre la 30ª Edición de la Carretera del 29 al 31 de octubre y lo hará bajo el lema "Centrando los retos, innovando en las soluciones" Un evento que tendrá lugar en el Palacio de Congresos y Exposiciones de Galicia, en Santiago de Compostela.

Una feria de 3 días en el que se darán cita profesionales, académicos y personal de la Administración que cubrirán un completo programa de mesas redondas y comunicaciones estructurado en seis sesiones, cada una de las cuales destinada a analizar uno de los grandes retos de las carreteras:

- Reto 1: Redefinición del modelo de gestión y conservación de la red

- Reto 2: Reducción de las cifras de accidentalidad
- Reto 3: Soluciones a los problemas de explotación
- Reto 4: El salto tecnológico pendiente
- Reto 5: Movilidad eficiente y sostenible
- Reto 6: Comunicación para conectar con el ciudadano

Dicho acontecimiento cogerá dentro de la 30ª Semana de la Carretera, una exposición comercial EXPOVIARIA'19 y la feria tecnológica INNOVACARRETERA, organizada por la Plataforma Tecnológica Española de la Carretera (PTCarretera).

Un evento en el que se prevé una participación de quince demostradores, cuarenta expositores y más de cuatrocientos asistentes procedentes de empresas y centros tecnológicos, administraciones públicas, asociaciones y universidades. En este sentido, la feria bienal de demostración tecnológica del sector de las infraestructuras viarias INNOVACARRETERA 2019 vuelve a presentarse como una oportunidad única para los agentes del sistema ciencia-tecnología-empresa de intercambiar experiencias y conocer de primera mano las últimas tendencias y novedades tecnológicas de aplicación a carreteras.

Este gran acontecimiento será el escenario de entrega de los Premios PTC a la Innovación en Infraestructuras Viarias, en las categorías de Premio al mejor proyecto de I+D+i y Premio a la mejor tesis doctoral.

Una edición que contará con una app pensada para que los visitantes puedan acceder desde sus dispositivos a las distintas temáticas que se abordarán durante el evento. Las presentaciones de INNOVACARRETERA 2019 podrán seguirse online en directo desde la plataforma [www.itafec.com](http://www.itafec.com). Para fomentar el debate y reunir conversaciones sobre las últimas novedades de I+D+i en el sector de las carreteras, la PTCarretera también ha lanzado el hashtag #Innovacarretera2019 en Twitter mediante el que informa sobre las novedades de la feria tecnológica.

Definitivamente, INNOVACARRETERA 2019 es una gran oportunidad para conocer las tecnologías más novedosas en infraestructuras de carretera y mostrar al público especializado y a las administraciones públicas los avances más punteros del sector.

## La ATC lanza un concurso de diseño para crear un nuevo logotipo.

La Asociación Técnica de Carreteras (ATC), Comité Nacional Español de la Asociación Mundial de la Carretera (PIARC), ha creado un Plan de Comunicación para mejorar la imagen de marca de la ATC y del Reconocimiento Interno. Para ello, han puesto en marcha un concurso que sirva para la creación de un Nuevo Logotipo y de una Medalla.

Fecha límite: 13 octubre 2019

Para más información, acceda a:

<http://www.congresosatcpiarc.es/concurso-atc.html>

## Slovenko Henigman, presidente de ZAS, recibe el Premio Defensor del Asfalto 2019 de EAPA

La Asociación Europea de Asfalto y Pavimento (EAPA, por sus siglas en inglés) ha anunciado el fallo del Premio De-

fensor del Asfalto 2019, un galardón que reconoce la mejor iniciativa del año desarrollada por sus miembros en materia de promoción de mezclas asfálticas. El comité ejecutivo de la entidad ha declarado como ganador a Slovenko Henigman, presidente de la asociación eslovena del asfalto ZAS, que recibió el Premio Defensor del Asfalto 2019 de EAPA, durante la Asamblea General de la entidad que se ha celebrada el pasado 5 de junio en París y en la que se designaron a los nuevos cargos de la cúpula de la entidad.

La iniciativa que más ha valorado el consejo de EAPA de entre todas las desarrolladas por sus socios durante este año ha sido la promoción de los asfaltos en Eslovenia mediante la traducción al esloveno de todo el material de la campaña "Asphalt Advantages", incluida la web [www.asphaltadvantages.com](http://www.asphaltadvantages.com). La labor desarrollada por ZAS durante la presidencia de Henigman no se limita a dicha campaña, sino que también ha organizado distintas jornadas sobre la materia, ha colaborado con el calendario de ASEFMA a favor de la conservación de carreteras como herramienta de preservación medioambiental y en el Día Internacional de la Con-



Slovenko Henigman recibe el Premio Defensor del Asfalto 2019 y un detalle de los Defensores del Asfalto 2018 y 2017: Juan José Potti y Horst Erdlen.

servación de Carreteras (IRMD).

“Slovenko Henigman ha escrito más de cuarenta artículos científicos publicados en Eslovenia y en otras revistas internacionales”, algo que fue comentado por Juan José Potti, presidente de ASEFMA y ganador de la segunda edición del Premio Defensor del Asfalto. También ha organizado numerosos congresos sobre mezclas asfálticas”, continuó Horst Erdlen, jefe de división de JRS y ganador de la primera edición del galardón, en su discurso previo a la entrega del premio. “La organización de más de sesenta eventos nacionales e internacionales con más de diez mil participantes muestra su compromiso con nuestro sector”.

Además del mencionado Premio Defensor del Asfalto 2019, en esta ocasión el consejo de EAPA hizo un reconocimiento especial a su ex secretario general Egbert Beauving, a quien se le otorgó el Premio vitalicio Defensor del Asfalto por su trayectoria profesional promocionando los beneficios de los pavimentos asfálticos al más alto nivel.

### **Juan José Potti nombrado vicepresidente de La Asamblea General de EAPA**

Juan José Potti, presidente de la Asociación Española de Fabricantes de Mezclas Asfálticas (ASEFMA), toma el testigo de François Chaignon para asumir la vicepresidencia de la organización europea EAPA. Dicho nombramiento tuvo lugar durante la Asamblea General de la entidad celebrada en París el pasado 5 de junio, en vísperas del undécimo simposio de EAPA.

Por primera vez en la historia de la asociación, fundada en octubre de 1973 y en cuyos orígenes España también estuvo implicada, un español ocupa su vicepresidencia. No es sin embargo, el único miembro con dicha nacionalidad en el equipo directivo de la entidad: en octubre de 2018 el doctor ingeniero coruñés Breixo Gómez-Mejide fue nombrado director técnico de EAPA.

François Chaignon pasa ahora a asumir la presidencia de EAPA, tomando el relevo del danés John Kruse Larsen, quien regentaba el cargo desde 2016.

# XIV Jornada Nacional de Asefma

## El concepto Asfalto 4.0, la clave en la conservación preventiva y en la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>

Durante los días 22 y 23 de mayo se ha celebrado en Madrid la decimocuarta edición de la Jornada Nacional de la Asociación Española de Fabricantes de Mezclas Asfálticas (ASEFMA), bajo el lema “Asfalto 4.0, clave en la conservación preventiva y en la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>”, y con el hashtag #XIVJornadaASEFMA.



Ha sido coordinada por Ángel Sampedro, Prof. Dr. de Ingeniería de Carreteras en la Universidad Alfonso X el Sabio (UAX); y Nuria Uguet, Directora Técnica de Eurovia Management España. Y durante la tarde del primer día tuvo lugar también el encuentro #InterCILA2019, coordinado por Francisco J. Lucas, Gerente Senior de Asistencia Técnica y Desarrollo de Negocio de Asfaltos en REPSOL.

Con el objeto de consolidar las temáticas de los años precedentes, la Jornada se ha centrado en el análisis y debate sobre los conceptos de la transformación digital de la pavimentación asfáltica, la conservación de carreteras y las emisiones de CO<sub>2</sub>, temáticas que están a su vez íntimamente relacionadas, como pudieron constatar los académicos, técnicos y pro-

fesionales del asfalto y de las infraestructuras de transportes que participaron en las distintas sesiones de trabajo.

Destacó la participación de Breixo Gómez, Director Técnico de la Asociación Europea de Pavimentación Asfáltica (EAPA), quien nos anunció la celebración del próximo congreso Eurasphalt & Eurobitume en Madrid, durante los días 12 a 14 de mayo de 2020.

La XIV Jornada Nacional de ASEFMA se estructuró en cuatro sesiones técnicas, comenzando con una sobre la “Transformación digital de la pavimentación”, donde se habló sobre esta revolución a nivel europeo, se mantuvo una interesante mesa de debate sobre BIM, y se culminó con una ponencia magistral sobre “La evolución en la maquinaria de pavimentación. La transformación digital y el concepto Asfalto 4.0”, impartida por Juan José Potti, presidente ejecutivo de la Asociación Española de Fabricantes de Mezclas Asfálticas.

A continuación tuvo lugar la siguiente sesión, sobre “Las emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas al estado de conservación de las carreteras”, con nuevas ponencias magistrales, impartidas por Riccardo Viaggi, secretario general del Committee for European Construction Equipment (CECE) que expuso la visión de CECE sobre digitalización, innovación y sostenibilidad de 2021 a 2028 y, Elvira Carles Brescolí, Directora de la Fundación Empresa y Clima que trató sobre la situación actual de los GEI y los resultados de la COP24. y Tras las conferencias, se desarrolló una interesante mesa redonda sobre el estado de conservación de nuestras carreteras y la necesaria sostenibilidad ambiental asociada a las emisiones de GEI. Destacó la participación de Breixo Gómez, Director Técnico de la Asociación Europea de Pavimentación Asfáltica (EAPA), quien nos anunció la celebración del próximo congreso Eurasphalt & Eurobitume en Madrid, durante los días 12 a 14 de mayo de 2020.

El segundo día comenzó con la tercera sesión, correspondiente a la lectura de las “Comunicaciones libres” presentadas, coordinada por José Luis Peña, Director Técnico de ASEFMA, y en la que se apreció el elevado nivel técnico e innovador del sector, así como la preocupación latente por las temáticas de la propia Jornada: transformación digital, emi-



Ángel Sampedro, Nuria Uguet y Curro Lucas Ochoa

siones de GEI y conservación de firmes.

Y a continuación se celebró la cuarta y última sesión, sobre el eterno debate entre “**Conservación preventiva frente a conservación curativa**”, dirigida por el Presidente de la Comisión Técnica de ASEFMA, Jesús Felipo, y en la que se debatió sobre modelos de conservación de carreteras.

Por último, a modo de epílogo, Juan Carlos Jiménez, de la Diputación de Valencia, y Vicente Cerdán, del Instituto Valenciano de la Edificación, presentaron la **Guía de Pavimentos Asfálticos para vías de baja intensidad de tráfico**, recién editada.

Y, finalmente, se procedió a la entrega de una serie de premios, que pasan a exponerse a continuación:

### *Premio a la Mejor Comunicación Técnica*

La Comisión Técnica de ASEFMA otorgó el premio a la “mejor comunicación 2019” a la comunicación “Impactos ambientales de las mezclas bituminosas según el modelo EC-CO<sub>2</sub>”, presentado por Jorge Ortiz, Xavier Grisén y Elena Sorribas, de la empresa Benito Arnó e Hijos.

Este trabajo destacó entre 25 investigaciones, de alta calidad técnica, y fue seleccionada por su rigor científico, innovación, impacto sobre el sector y calidad expositiva.

La herramienta de cálculo ECCO<sub>2</sub>, de libre acceso a través de la web [www.arno.es](http://www.arno.es), estima los impactos ambientales de mezclas bituminosas producidas con distintos materiales, tecnologías y condiciones de producción. Permite anticipar los efectos de utilizar diferentes fórmulas de trabajo, tipos de áridos, betunes, aditivos, tasas de reciclado, temperaturas de fa-

bricación, combustibles, rendimientos y distancias de transporte, entre otros.

Las seis investigaciones finalistas, todas ellas presentadas durante la XIV Jornada Nacional de ASEFMA, fueron reflejo del elevado patrimonio técnico, su capacidad innovadora y la sensibilidad medioambiental que predomina en el sector viario español.

### *Premio MPA a las Mejores Prácticas Ambientales 2019*

El proyecto LIFE Battle CO<sub>2</sub> “Biomass incorporation in Asphalt manufacturing towards less emissions of CO<sub>2</sub>”, liderado por Construcciones y Obras Llorente (COLLOSA), la Fundación CARTIF y la Plataforma Tecnológica Española de la Carretera (PTC), ganó el Premio MPA 2019, en reconocimiento a su aportación medioambiental.

Los resultados obtenidos muestran que durante la etapa de fabricación de una mezcla asfáltica realizada con biomasa se consigue una reducción de emisiones de gases de efecto invernadero de un 80%.

El desarrollo del proyecto ha marcado también un hito para COLLOSA, que con la instalación del prototipo piloto en su instalación en Cubillas de Santa Marta (Valladolid), se ha convertido en la primera empresa en España con una declaración ambiental de producto (DAP) de 1 tonelada métrica de mezcla asfáltica AC16 surf 50/70 S.

### *Premio Asfaltero 4.0 2019*

La XIV Jornada Nacional de ASEFMA volvió a apostar por

las redes sociales para retransmitir un programa centrado en los cambios tecnológicos y digitales que se están produciendo en el sector. Coincidiendo con el inicio de las sesiones técnicas de la jornada, cientos de usuarios lanzaban mensajes con el hashtag #XIVJornadaASEFMA, hasta lograr ser Trending Topic en España.

Según la herramienta de medición de resultados Tweet Binder, en total fueron 225 los usuarios que participaron en el debate on line, mediante la emisión de 1.593 mensajes que llegaron a una audiencia estimada en 529.080 usuarios y alcanzaron 12.702.485 impresiones.

Del total de participantes, 32 resultaron ser candidatos al premio Asfaltero 4.0 lanzado por ASEFMA para reconocer a la persona más activa e influyente en Twitter durante su XIV Jornada Nacional. Y la galardonada fue Aida Marzá, Técnico de normalización, control de Calidad e I+D+i en la empresa BECSA. Al cierre de contadores, acumulaba 32 tweets originales que habían conseguido 112 retweets y 125 “me gusta”.

#### *Premio MID a la Mejor Iniciativa Digital 2019*

El último premio entregado por ASEFMA, en su primera edición, correspondió a la “Mejor Iniciativa Digital” (MID) en el ámbito de la fabricación, extendido, aplicación y transporte de mezclas asfálticas, y fue concedido al proyecto “Planta Conectada” desarrollado por la Dirección de Maquinaria de Eiffage Infraestructuras, por su aportación tecnológica y digital.

El objetivo principal de la “planta conectada” es desarrollar una herramienta que permite acceder virtualmente y en tiem-

po real a toda la información del proceso de aglomerado, como datos meteorológicos ambientales, consumos de combustible, consumos eléctricos de los elementos claves de la planta y materias primas y agua o temperaturas de los distintos componentes de la mezcla bituminosa. A partir de estos datos propone al operador de la planta pautas de fabricación y, al mismo tiempo: ofrece al gerente información en tiempo real para analizar producciones, consumos y eficiencia.

La herramienta digital, diseñada para funcionar tanto en PC como en tablet o smartphone, permite mejorar la productividad, controlar los riesgos operacionales y optimizar el consumo energético. Su implantación comenzó en Francia en 2017 y su aplicación en España está prevista para este año 2019.

Tras la entrega de estos galardones, tuvo lugar el momento más emotivo de la Jornada, y es que ASEFMA celebra en este año 2019 **sus 45 años de existencia**, y quiso hacerlo en la Jornada con un homenaje a su fundador y Presidente de Honor, **José Luis Quesada**, quien clausuró la Jornada con una emotiva intervención sobre la historia y situación actual del sector.

Al término de su intervención, el Presidente de ASEFMA, Juan José Potti, le entregó un premio conmemorativo en agradecimiento a la iniciativa de constituir ASEFMA hace 45 años.

Los Coordinadores de la Jornada, la Comisión Técnica y la propia asociación ASEFMA quieren transmitir su enhorabuena y agradecimiento a todos los participantes, asistentes y patrocinadores de la #XIVJornadaASEFMA, y esperan a todos en la XV Jornada Nacional de ASEFMA. ¡Hasta la próxima!



Ángel Sampedro, José Luis Quesada, Juan José Potti y Nuria Uguet

# VIATOP<sup>®</sup>

Liderando las SMA  
desde 1988



RETTENMAIER IBÉRICA  
S.L. Y CIA. S. COM.



Fibras diseñadas  
por la naturaleza  
Una compañía del grupo JRS

C/ Travesera de Graclá 56, 2º 2ª  
08006 Barcelona  
Tf. 933 262 880 · Fx. 933 262 897

[www.jrsiberica.com](http://www.jrsiberica.com) · [Info@jrsiberica.com](mailto:Info@jrsiberica.com)

# Calendario de eventos

AÑO 2019		
15-18 de septiembre TRB	TRB International Conference on Low Volume Roads	Montana (EUA) www.trb.org
6-10 de octubre PIARC	26° Congreso Mundial de la Carretera	Abu Dhabi (Emiratos Árabes) www.piarc.org
11 de octubre	Día Mundial de la Carretera; #Diamundialcarretera	
13-16 de octubre EAPA	The 12th Conference on Asphalt Pavements for southern Africa	Sun City_Sudáfrica www.capsaconference.co.za
29 de octubre PTC	INNOVACARRETERA; #INNOVACARRETERA	Madrid (España) www.ptcarretera.es
29 -31 de octubre AEC-PTC-AEC	30° Semana de la Carretera	Santiago de Compostela (España) <a href="https://30semanadelacarretera.aecarretera.com/">https://30semanadelacarretera.aecarretera.com/</a>
25-29 de Noviembre AMAAC	XXCILA; #XXCILA2019	Guadalajara (México) www.amaac.org.mx
26-27 de Noviembre EAPA	Conference Asphalt Pavements 2019	República Checa www.eapa.org
27-29 de Noviembre EAPA	Colloquium Asphalt, Bitumen and Pavements	Slovenia www.eapa.org

AÑO 2020		
12-16 de enero PIARC	99 Reunión Anual TRB	Washington, DC (EEUU) www.piarc.org
2-5 de febrero NAPA	NAPA. Annual meeting	Hawaii (EUA) www.eapa.org
17-21 de febrero AEMA-ISSA-ARRA	AEMA-ARRA-ISSA Annual Meeting	Texas (EUA) AEMA-ISSA-ARRA
12-14 de mayo EUROBITUMEN-EAPA	The 7 <sup>th</sup> Eurasphalt & Eurobitume Congress	Madrid (España) www.eapa.org
12-16 de junio	TRB 99th Annual Meeting TRB	Washington DC( EUA) www.trb.org
4-6 de noviembre AEMA	International Symposium on Asphalt Emulsion Technology	Virginia (EUA) www.aema.org/

AÑO 2021		
7-10 de febrero NAPA	NAPA. Annual meeting	Orlando, DC (EUA) www.eapa.org
17-21 de febrero AEMA-ISSA-ARRA	AEMA-ARRA-ISSA Annual Meeting	San Antonio-Texas-(EUA) www.aema.org
21-23 de febrero AEMA-ISSA-ARRA	2020 International Symposium on Asphalt Emulsion Technology	Virginia-(EUA) www.aema.org

**INTERNATIONAL Road Maintenance Day**  
 CÓMO SE HA CON INVERSIÓN EN PAVIMENTACIÓN/REHABILITACIÓN DE UNA CARRETERA PUEDE AHORRARSE DIVERSOS DÍAS DE LOS PROCEDIMIENTOS DEL TRANSPORTE DE LOS VEHÍCULOS QUE CIRCULAN POR ESA CARRETERA. #IRMD2018

Con un FIRME en BUEN ESTADO...  
 El TIEMPO de VIAJE de un turismo medio que hace 20.000 km/año es de unas 520 horas

**ADVANTAGE 11: Asphalt pavement can be quickly and efficiently maintained and upgraded when needed #AsphaltAdvantages**

REFORZANDO el firme, consolidando el FUTURO ➔

**SEPTIEMBRE 2019**

L	M	X	J	V	S	D
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23 30	24	25	26	27	28	29

asefma EAPA eurobitume ZAS  
 /asefma @asefma.es /company/asefma @asefma

**INTERNATIONAL Road Maintenance Day**  
 CÓMO SE HA CON INVERSIÓN EN PAVIMENTACIÓN/REHABILITACIÓN DE UNA CARRETERA PUEDE AHORRARSE DIVERSOS DÍAS DE LOS PROCEDIMIENTOS DEL TRANSPORTE DE LOS VEHÍCULOS QUE CIRCULAN POR ESA CARRETERA. #IRMD2018

Con un FIRME en MAL ESTADO pueden ser de más de 650 horas

**ADVANTAGE 78: Gro** #AsphaltAdvantages

REFORZANDO el firme, consolidando el FUTURO ➔

**OCTUBRE 2019**

L	M	X	J	V	S	D
	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31			

**EVENTOS**  
 6-10 de octubre #PIARCWRC2019  
 11 de octubre #WorldRoadDay #DiaMundialdeLaCarretera

asefma EAPA eurobitume ZAS  
 /asefma @asefma.es /company/asefma @asefma

# Lecturas recomendadas

**Publicación “Guía de pavimentos asfálticos para vías de baja intensidad de tráfico”. Editado por Diputación de Valencia, Instituto Valenciano de Edificación y Asefma. 2019. 132 p.p.**

La elaboración de proyectos de carreteras para vías de baja intensidad de tráfico puede parecer sencilla, pero sin llegar a la complejidad de vías de alta capacidad de tráfico, requiere de unos conocimientos y experiencia que los técnicos de las corporaciones locales no tienen al no tratarse del foco central de su actividad. Para cubrir esta necesidad, la Diputación Provincial de Valencia, el Instituto Valenciano de Edificación y Asefma han trabajado en la elaboración de una guía cuya principal virtud es no seguir como metodología de diseño los criterios de cálculo y diseño utilizados por los técnicos en ingeniería civil sino partiendo de necesidades funcionales y a través de árboles de decisión sencillos, llegar a las posibles alternativas de diseño, quedando de forma implícita los cálculos necesarios para conseguir las soluciones adecuadas.



**Publicación “Innovations in Asphalt Mixture Design Procedures”. Transport Research Board. 2018. 95 p.p.**



La necesidad de predecir el comportamiento en las carreteras de los pavimentos asfálticos hace que el diseño de las mezclas bituminosas cobre cada día más importancia. En esta interesante publicación del Transport Research Board (TRB) se recogen diversas temáticas relacionadas con el diseño de mezclas como son:

- La experiencia del Departamento de Transporte de Louisiana en el uso de ensayos pretensionales en el diseño de mezclas.
- Desarrollo del “Illinois Flexibility Index Test” para caracterizar la resistencia a la fisuración.
- El uso equilibrado de RA y agentes rejuvenecedores.
- El uso del “balanced mixture design” en New Jersey.
- El diseño de mezclas orientado a una mejor compactación en las obras.

<http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/circulars/ec237.pdf>

**Publicación “Past, Present, and Future of Asphalt Binder Rheological Parameters”. Transport Research Board. 2019. 88 p.p.**

En un momento en que tanto a nivel de mezclas bituminosas como de materiales constituyentes se centra la actividad en la caracterización de propiedades fundamentales, siendo un buen ejemplo de ello la revisión de las normas EN de ligantes bituminosos, esta publicación que recoge un resumen del “Technical Session 307 at the 96th Annual Meeting of the Transportation Research Board del año 2017” que ofrece una muy esclarecedora visión sobre la evolución que la caracterización de las propiedades reológicas de los ligantes bituminosos ha tenido en las últimas décadas.

<http://www.trb.org/Main/Blurbs/179006.aspx>





# NUEVA GAMA DE EMULSIONES ASFÁLTICAS

Gracias a la **nueva y mejorada Gama de Emulsiones de Cepsa**, disfruta de soluciones específicas para cada aplicación y optimiza las prestaciones de cada tratamiento.

INFÓRMATE EN **[cepsa.es/asfaltos](https://cepsa.es/asfaltos)**



**Riegos de adherencia**

**Otros riegos auxiliares**

**Microaglomerados y Lechadas**

**Mezclas templadas**

**Riegos de adherencia termoadherente**

**Tratamientos superficiales con gravilla**

**Mezclas bituminosas en frío**

**Reciclados con emulsión**

***CEPSA***

*Tu mundo, más eficiente.*

# I+D+i. Proyectos destacados

El proyecto LIFE Battle CO<sub>2</sub> <https://www.battleco2.com/> ha desarrollado un proceso de fabricación de mezclas bituminosas aprovechando el uso de biomasa como fuente calorífica e integrando el proceso de fabricación y puesta en obra con la cercanía a los puntos de suministro de fuentes de energía renovables, como es el caso de la biomasa.

Este proyecto financiado por la Comisión Europea a través del programa LIFE (acción sobre el clima) tiene como socios a la Fundación CARTIF, COLLOSA y la Plataforma Tecnológica Española de la Carretera.

La cada vez mayor importancia que los temas ambientales tienen en las actividades industriales hace que iniciativas como la del proyecto LIFE BattleCO<sub>2</sub> sean cruciales para avanzar en la sostenibilidad medioambiental del sector de la pavimentación asfáltica.

Paralelamente al desarrollo de la tecnología que permite el uso de la biomasa, el proyecto ha realizado un detallado análisis de ciclo de vida de las actividades de fabricación y puesta en obra de mezclas bituminosas lo que ha permitido la publicación de reglas de categoría de producto <https://www.environdec.com/PCR/Detail/?Pcr=12328> y de una declaración ambiental de producto <https://www.environdec.com/Detail/?Epd=15513>. Las reglas de categoría de producto también han sido adoptadas por Australasian EPD Programme Limited.

El proyecto fue recientemente galardonado con el Premio a las Mejores Prácticas Medioambientales (MPA) que organiza Asefma.



# Premio “ASFALTERO 4.0”

Bajo el lema “Asfalto 4.0”, la decimocuarta edición de la Jornada Nacional de ASEFMA, que se celebró en Madrid durante los días 23 y 24 de mayo, volvió a apostar por las redes sociales para transmitir las ideas de un programa centrado en los cambios tecnológicos y digitales que se están produciendo en el sector.

Coincidiendo con el inicio de las sesiones técnicas de la jornada, como viene siendo habitual, cientos de usuarios lanzaban mensajes con el hashtag #XIVJornadaASEFMA, hasta lograr ser Trending Topic en España.

Según la herramienta de medición de resultados Tweet Binder, en total fueron 225 los usuarios que participaron en el debate on line del 23 al 24 de mayo mediante la emisión de 1.593 mensajes, que llegaron a una audiencia estimada en 529.080 usuarios y alcanzaron 12.702.485 impresiones.

Del total de participantes, 32 fueron seleccionados como candidatos al premio “Asfaltero 4.0” en su segunda edición, para reconocer a la persona o entidad más activa e influyente en Twitter durante su XIV Jornada Nacional.

Y, finalmente, la galardonada fue Aida Marzá, técnico la empresa BECSA que, al cierre de contadores, acumulaba 32 tweets originales que habían conseguido a su vez 112 retweets y 125 “me gusta”.

“Recibir un premio siempre es una motivación más para seguir trabajando”, expresó Aida tras recoger el galardón. “Yo suelo utilizar Twitter en este tipo de eventos, y lo hago porque me parece una forma de darle visibilidad a nuestro sector y a temas que nos preocupan como la conservación de carreteras y la reducción de emisiones”.

“Creo que es importante estar presente en redes sociales, ya que son fuente de información”, afirmó la ganadora de la Edición 2019 del Premio Asfaltero 4.0. “Es una forma de estar al día con las preocupaciones y actividades del sector”, en palabras de la primera Asfaltera 4.0.

Dada la importancia del premio, y lo que ello supone para la digitalización del sector de la pavimentación asfáltica, los responsables de esta sección de la revista hemos decidido incluir una entrevista realizada a la galardonada, para conocer mejor a Aida.

Aida Marzá Beltrán, Técnico de Normalización, Control de

Calidad e I+D+i de la empresa BECSA, con perfiles activos en las redes sociales Twitter (@aidamarza), LinkedIn (Aida Marzá Beltrán) e Instagram (@aidamarza).



Aida Marzá, ganadora del Premio Asfaltero 4.0, 2019

## Presentación profesional

Graduada en Químicas por la Universitat Jaume I de Castellón. Tras concluir la etapa universitaria, tuve la oportunidad de iniciar mi carrera profesional en el sector de la construcción en enero de 2016, de la mano de BECSA (@becsa\_) con una beca de prácticas, empresa en la cual tuve la suerte de poder quedarme hasta día de hoy como técnico de normalización, control de calidad e I+D+i del laboratorio de asfaltos.

## ¿Qué supuso para ti recibir el Premio “Asfaltero 4.0”?

Recibir un premio siempre supone un reconocimiento a algo que has hecho y una motivación más para seguir trabajando. Llevando pocos años en el sector, es una manera de darme a conocer y considero que es un empujón para lo que está por venir.

## Resúmenes tu historia y experiencia en redes sociales

Tengo que confesar que no fue realmente hasta el año 2010 cuando empecé a darle cierta utilidad a las redes sociales. Tras saber que me habían concedido una beca erasmus, Facebook empezó a ser mi principal canal de comunicación y de búsqueda de información. Gracias a esta red social, conocí gente de todo el mundo con la que actualmente sigo manteniendo el contacto. Poco más tarde apareció Instagram, red social que utilizo a diario para compartir uno de mis mayores hobbies, la fotografía.

Aunque apareció mucho antes, no empecé a utilizar Linke-

## Premio “ASFALTERO 4.0”

En hasta terminar los estudios universitarios. La consideraba el “Facebook del mundo laboral”, por lo que hasta que no llegó el momento no empecé a sacarle partido.

Si hablamos de Twitter, tengo que decir que aunque al principio su formato no me atraía, siempre la he utilizado para estar al día de las noticias que ocurren en la actualidad. La velocidad de difusión que tienen las noticias en este canal y la ventaja de poder seguir una misma historia en tiempo real ha hecho que a día de hoy sea una de las redes sociales que más utilizo.

Aunque en mi cuenta de Twitter se pueda leer “se unió en marzo de 2011”, no fue hasta mi entrada en el sector, en enero de 2016, cuando empecé a utilizarlo en el ámbito laboral. Tras la asistencia a la **V Jornada I+D+i de BECSA**, en febrero de 2017, empecé a seguir en Twitter a las diferentes empresas que habían participado en la jornada como AVAESN o Climate-KIC, que no estaban relacionadas directamente con el sector, pero sí con los objetivos que teníamos y tenemos actualmente, como son combatir el cambio climático, entre otros.

En esta jornada, me llamó especialmente la atención la asistencia de Juan José Potti (@jjpotti) en utilizar las redes sociales, ya no sólo para comentar la jornada en sí, sino para dar visibilidad a nuestro sector y a sus necesidades. Por todo ello, en las siguientes jornadas a las que tuve la oportunidad de asistir, así lo hice.

### ¿Cómo ves el sector en las redes sociales y a quiénes sigues?

Durante estos años he podido comprobar de primera mano que las redes sociales juegan un papel muy importante en nuestro sector, ya que nos ofrecen la posibilidad de dar a conocer y promocionar nuestras actividades en todo el mundo. Creo que el sector de la carretera ha sabido aprovechar la capacidad de transmisión de información que tienen las redes sociales para defender cuestiones de vital necesidad, como

son el estado de la red de carreteras y la importancia de invertir en conservación, la investigación y las diferentes iniciativas existentes para el fomento de la sostenibilidad, entre otros.

Por otra parte, las redes sociales se han convertido, además, en una de las herramientas más efectivas para compartir conocimiento y debatir sobre diferentes temas relacionados con nuestro sector.

Me gustaría añadir también que la mayor actividad en redes sociales se centra en jornadas, debido a que además de tener la posibilidad de seguir las en directo vía streaming, las redes sociales nos permiten dejar comentarios, opiniones y participar directamente sobre un tema casi en tiempo real. Entre los usuarios de Twitter que empecé a seguir se encuentran asociaciones como la Plataforma Tecnológica Española de la Carretera (@PTCarretera) y Asefma (@asefma), Itafec (@itafec), responsable de la retransmisión vía streaming de todas las jornadas, y Juan José Potti (@jjpotti), que nos recuerda en cada jornada la importancia de las redes sociales en el sector. Posteriormente, tras asistir a varias jornadas, se sumaron conocidos como Curro Lucas (@curro\_lucas) y el prof. Ángel Sampedro (@angelsampi), muy activos en cada una de las jornadas para recalcar temas importantes.

Tras asistir al SNF en noviembre de 2018, empecé a seguir a usuarios tales como Ricardo Bardasano (@BardasaGen), el cual no deja indiferente a nadie con sus reflexiones sobre cualquier tema, a José Luis Peña (@joluperd), al prof. Miguel Ángel del Val (@delValMA), siempre dándonos otra visión del sector, y a algunos de los socios y colaboradores de Asefma como son ATEB (@ATEB\_es), BECSA (@becsa\_), CEPSA (@CEPSA\_Es), EIFFAGE (@Eiffage\_es), PADECASA (@PADECASA), REPSOL (@Repsol) y SORIGUÉ (@sorigue\_).

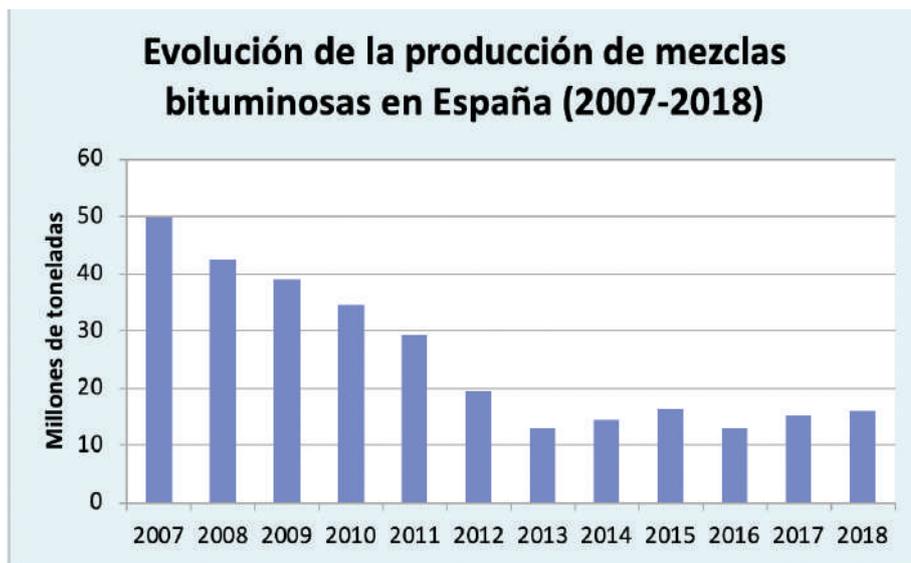
Desde el Comité de Redacción de la Revista queremos agradecer a Aida Marzá la colaboración prestada y reiterarle nuestra más sincera enhorabuena por el premio recibido.



Entrega del Premio Asfaltero 4.0

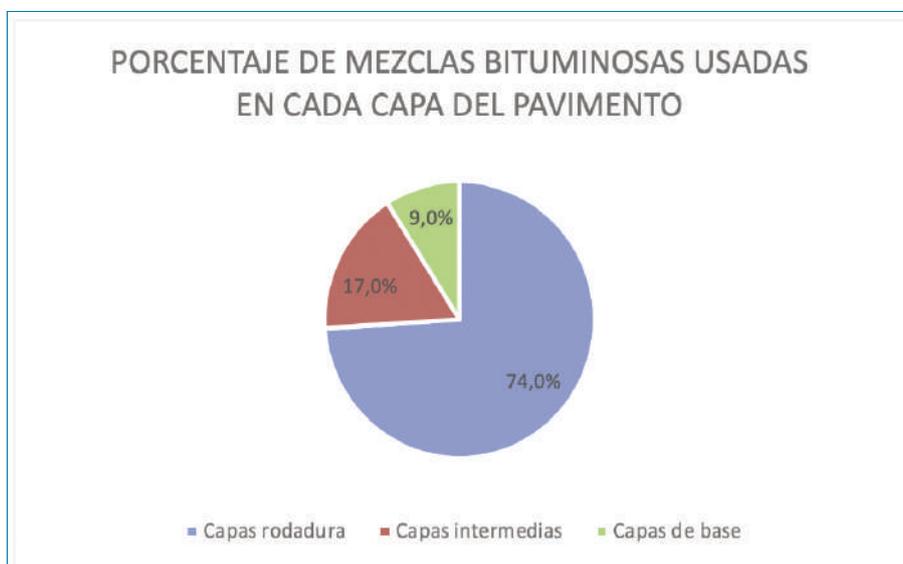
# Observatorio del sector

Siguiendo la tendencia del último año, en 2018 se ha vuelto a producir un ligero incremento de la producción de mezclas bituminosas en España. El incremento producido ha sido pequeño, lo que demuestra que la red de carreteras españolas sigue sin disponer de la inversión necesaria para proporcionar el mantenimiento adecuado en la que es la segunda red de carreteras en longitud de Europa.



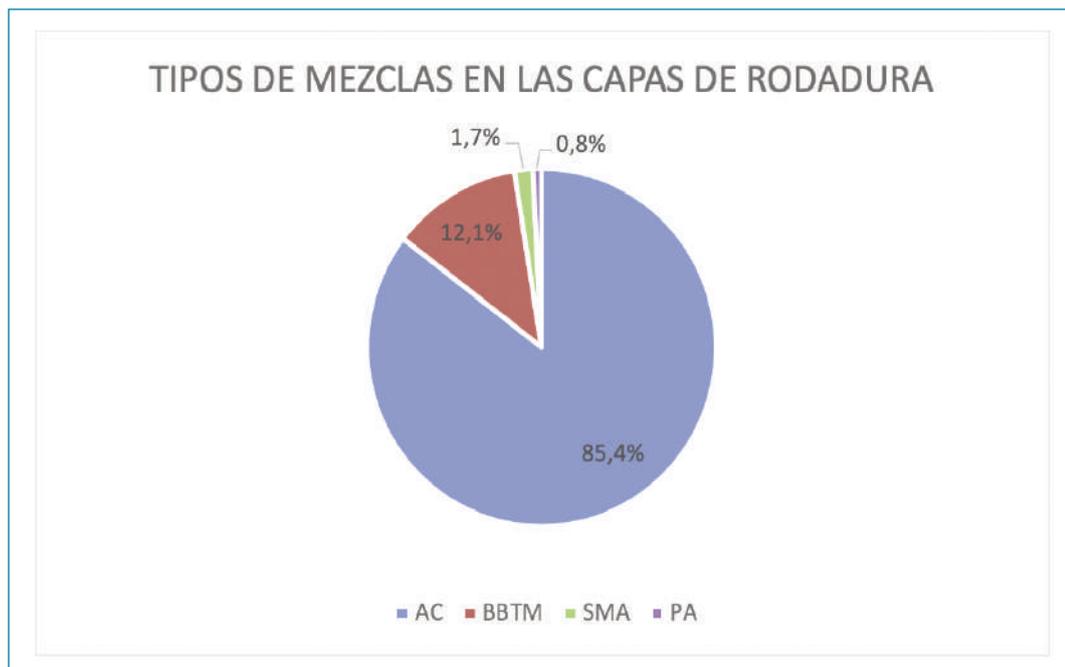
Aunque las cifras globales dan una idea de la magnitud del mercado actual en España, hay otras consideraciones adicionales que también debe ser tenidas en cuenta:

- Casi el 75% de las mezclas se dedican a capas de rodadura. Dada la escasez de obra nueva, esto significa que la mayor parte de la producción se dedica a actuaciones de rehabilitación superficial sin actuar sobre otras capas del firme. Los porcentajes de mezcla utilizados como capas intermedias y de base han sido del 17% y del 9%, respectivamente.

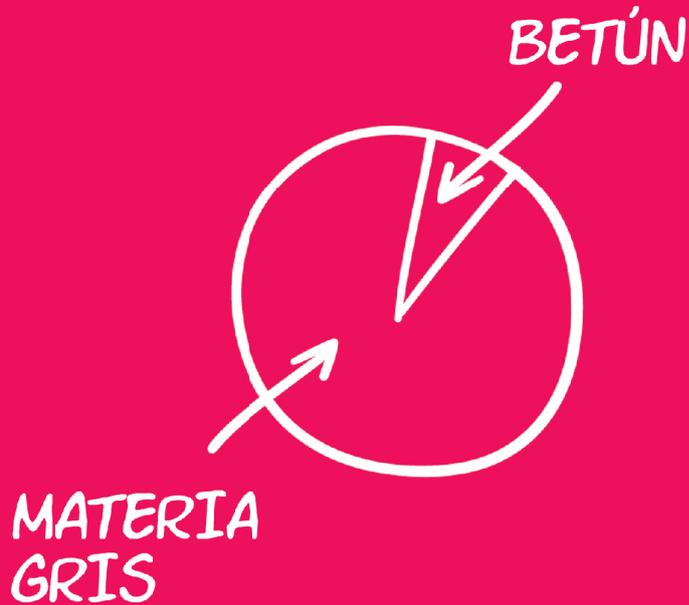


## Secciones fijas

- Las mezclas tipo AC acaparan la producción en las capas de rodadura, acumulando un 85 % de la producción total. Estas cifras son muy distintas a las de otros países europeos, en los que el promedio de uso de mezclas AC en capas de rodadura está entre el 45 y el 50%, rango que está más en consonancia con las cifras que se venían obteniendo en España en años anteriores, aunque siempre superiores a la media europea. Paralelamente, el uso de mezclas bituminosas tipo BBTM, SMA o PA es bastante superior en el resto de Europa, aunque se empieza a ver en España una tendencia creciente en el uso de mezclas de altas prestaciones en las capas de rodadura.



- Ha habido un incremento significativo del uso de fresado para fabricar nuevas mezclas bituminosas, lo que es una buena noticia en términos de mejora de la sostenibilidad ambiental del sector.



## En realidad, construir una carretera necesita muy poco betún.

¿Tienen idea de cuanta inteligencia contiene una carretera? Probisa construye carreteras que desactivan los gases contaminantes, drenan la lluvia, absorben el ruido. Carreteras más seguras que mejoran la frenada, que resisten al calor, al hielo, a la intemperie. Carreteras ahorradoras de recursos naturales. Carreteras inteligentes gracias a la suma del talento de nuestros colaboradores.

Probisa  
Abrimos paso a nuevas ideas



# Innovar está en nuestros genes

En Repsol, la innovación forma parte de nuestra esencia. Por eso, en el Centro de Tecnología Repsol dedicamos todo nuestro esfuerzo a la investigación y desarrollo de asfaltos que hacen nuestras carreteras más seguras, eficientes y sostenibles.



**REPSOL**

*Inventemos el futuro*

Más información en [repsol.com](https://www.repsol.com)